EFEITOS DO HORÁRIO E DA LÂMINA DE
IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA BATATA
(*Solanum tuberosum* L.)

SERGIO NASCIMENTO DUARTE

Orientador: Prof.Dr. Antonio 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 Drena-
gem.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Setembro - 1989

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

D812e Duarte, Sergio Nascimento
Efeitos do horário e da lâmina de irrigação na
cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). Pira-
cicaba, 1985.
148p. ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Batata - Crescimento 2. Batata - Irrigação
por aspersão - Efeito do horário 3. Batata - Produ-
ção 4. Irrigação por aspersão - Aplicação I. Escola
Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.491

EFEITO DO HORÁRIO E DA LÂMINA DE
IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA BATATA
(*Solanum tuberosum* L.)

SERGIO NASCIMENTO DUARTE

Aprovada em: 16.10.1989

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Antonio Fernando Lordelo Olitta ESALQ/USP

Prof. Dr. Tarlei Arriel Botrel ESALQ/USP

Prof. Dr. Keigo Minami ESALQ/USP

Prof. Dr. ANTONIO FERNANDO LORDELO OLITTA
Orientador

Dedico as minhas avós

Alzira e Maria

Ofereço aos meus pais e padrastos

Evandro, Lenita, Mario e Lourdes

e aos meus irmãos

Mariza, Luciana e Cristiano

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Tarlei Arriel Botrel pelo grande apoio e amizade.

Ao Prof. Dr. Antonio Fernando Lordelo Olitta pela orientação.

Aos colegas de curso pelo companheirismo.

Aos professores do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ pelas sugestões e pelo convívio amigo.

Ao Prof. Dr. Antonio Sanchez de Oliveira pela colaboração para a execução do experimento.

Ao Prof. Dr. Rubens Scardua pela coordenação do curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq, pela concessão da bolsa de estudo para a realização do curso.

Ao Programa de Aproveitamento de Várzeas - PROVARZEAS, pelo custeio do experimento.

A colega Maria do Carmo pela amizade e pela ajuda na identificação das doenças.

Ao Sr. Laudelino Polizel, à Sra. Marinete Maura Scarpari de Mattos, ao Sr. Jesuino Ferrari e aos demais funcionários do Departamento de Engenharia Rural pela colaboração.

Aos acadêmicos do Curso de Engenharia Agrônômica da ESALQ
Walter Mendes da Silva e Sergio Marques Junior pela ajuda
na parte experimental.

Ao Prof. Décio Barbin e a colega Iza Alves pelas orientações
nas análises estatísticas.

Aos pesquisadores Drs. Newton P. Granja e Hilário S. Miranda
Filho do Setor de Raízes e Tubérculos do IAC pelas
sugestões e pelo incentivo.

Ao Prof. Dr. Keigo Minami pelas sugestões.

Aos Profs. Drs. Sinval Silveira Neto e Octávio Nakano pela
orientação no que se refere à ocorrência de pragas.

A colega Mercedes Villagra pela colaboração prestada na
elaboração do Summary.

As bibliotecárias Eliana, Fátima, Cristina e Márcia pela
ajuda nas referências bibliográficas.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xiv
RESUMO	xix
SUMMARY	xxii
 1. INTRODUÇÃO	 1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Efeito da temperatura do ar e do solo no desenvolvimento da cultura da batata	3
2.2. Efeito do horário da irrigação no desenvolvimento das plantas	5
2.2.1. Efeito da aplicação de água por aspersão, durante as horas de maior demanda evaporativa	8
2.3. Necessidades hídricas da cultura da batata ...	13
2.4. Efeito do estresse hídrico na cultura da batata	16
2.4.1. Respostas fisiológicas ao estresse hídrico	19

2.5. Efeito da lâmina de irrigação na cultura da batata	22
2.6. Efeito da umidade do solo na cultura da batata	30
2.6.1. Resposta a diferentes níveis de água disponível e de potencial matricial da água no solo	30
2.6.2. Efeito da umidade do solo na ocorrência de anormalidades fisiológicas dos tubérculos	32
2.7. Efeito da umidade do solo na ocorrência de fusariose	34
3. MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1. Descrição geral da área	37
3.1.1. Local	37
3.1.2. Clima	37
3.1.3. Solo	38
3.2. Variedades e práticas culturais	42
3.3. Sistema de aplicação de água	44
3.4. Delineamento experimental	48
3.5. Controle da irrigação	51
3.6. Observações realizadas	53
3.6.1. Temperaturas do solo, da água e do ar ..	53
3.6.2. Tensiômetros	54
3.6.3. Tanque "Classe A"	54

3.6.4. Parâmetros de crescimento	55
3.6.5. Produção e componentes da produção	57
3.6.6. Amostragem complementar da produção ...	58
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1. Evapotranspiração máxima estimada	60
4.2. Manejo da irrigação	62
4.3. Temperaturas do solo, da água e do ar	67
4.4. Análise dos parâmetros de crescimento	71
4.4.1. Número de hastes por planta	71
4.4.2. Comprimento médio das hastes	75
4.4.3. Número de folhas	78
4.4.4. Índice de área foliar	80
4.4.5. Peso seco da parte aérea	84
4.4.6. Peso fresco dos tubérculos	87
4.4.7. Número de tubérculos	91
4.5. Incidência de virose	96
4.6. Produção e componentes da produção	100
4.6.1. Produção total	100
4.6.2. Classificação dos tubérculos	103
4.6.3. Número de tubérculos	107
4.6.4. Percentagem de tubérculos com cresci- mento secundário	110
4.6.5. Percentagem de tubérculos atacados por <u>Fusarium</u> sp	113

4.6.6. Percentagem de tubérculos atacados por lagarta rosca (<u>Agrotis ypsilon</u>)	118
4.7. Função de produção para a lâmina total aplica- da	120
5. CONCLUSÕES	126
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Variação diária da temperatura média (°C), umidade relativa (%) e da precipitação pluvial (mm).	39
Figura 2. Curvas de retenção da água do solo para profundidades de 20 e 40 cm.	41
Figura 3. Diagrama esquemático da área experimental..	46
Figura 4. Perfil de distribuição do aspersor uti- lizado.	47
Figura 5. Vista panorâmica da área experimental. ...	50
Figura 6. Pontos de coleta da amostra complementar da produção.	59

Figura 7. Valores diários de ECA e ETm durante o ciclo da cultura.	61
Figura 8. Lâminas totais de água aplicadas nos tratamentos.	66
Figura 9. Temperaturas médias da água, do ar (bulbo seco e bulbo úmido) e do solo, no início e no final das irrigações, nos diferentes horários.	70
Figura 10. Número médio de hastes por planta nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada.	73
Figura 11. Número médio de hastes por planta nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas.	73
Figura 12. Comprimento médio das hastes (cm) nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada.	77
Figura 13. Comprimento médio das hastes (cm) nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas.	77

Figura 14. Número médio de folhas por planta nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada.	79
Figura 15. Número médio de folhas por planta nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas.	79
Figura 16. Médias do índice de área foliar nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada.	81
Figura 17. Médias do índice de área foliar nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas.	82
Figura 18. Médias do peso seco da parte aérea nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada.	86
Figura 19. Médias do peso seco da parte aérea nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas.	87

- Figura 20. Médias do peso fresco dos tubérculos nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada, aos 55, 69 e 83 dias após o plantio. 88
- Figura 21. Médias do peso fresco dos tubérculos nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas, aos 55, 69, e 83 dias após o plantio. 88
- Figura 22. Número médio de tubérculos por planta nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada, aos 55, 69 e 83 dias após o plantio. 92
- Figura 23. Número médio de tubérculos por planta nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas, aos 55, 69 e 83 dias após o plantio. 93
- Figura 24. Percentagem média de plantas com sintomas de virose nos tratamentos relativos aos horários às lâminas aplicadas e na testemunha não irrigada. 98

Figura 25. Percentagem média de plantas com sintomas de virose nas subparcelas de lâminas alta, média e baixa, em cada horário de irrigação.	98
Figura 26. Produção média final de tubérculos, total e por classe de tamanho, em todos os tratamentos.	102
Figura 27. Número médio de tubérculos por planta obtido na coleta final, em todos os tratamentos.	108
Figura 28. Percentagem média de tubérculos embonecados em todos os tratamentos.	111
Figura 29. Percentagem média de tubérculos atacados por <u>Fusarium</u> sp, em todos os tratamentos. .	115
Figura 30. Percentagem média de tubérculos atacados por lagarta-roscas (<u>Agrotis ypsilon</u>) em todos os tratamentos.	119
Figura 31. Curva da produção de tubérculos em função da lâmina total aplicada.	123

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Atributos físicos do solo da área experimental	38
Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental	42
Tabela 3. Esquema de pulverizações realizadas durante o ciclo da cultura	44
Tabela 4. Tratamentos utilizados no experimento	48
Tabela 5. Coeficientes da cultura (Kc) para os diversos estádios de desenvolvimento da batata .	55
Tabela 6. Datas e parâmetros de crescimento avaliados em cada coleta	56
Tabela 7. Lâminas aplicadas através da irrigação e da precipitação pluvial	63

Tabela 8. Resumo da análise de variância da lâmina total aplicada, através da irrigação e da precipitação pluvial	64
Tabela 9. Temperaturas médias do solo ($^{\circ}\text{C}$), nas faixas de lâminas alta, média e baixa, para os quatro horários de aplicação de água	68
Tabela 10. Resumo da análise de variância do número de hastes por planta	72
Tabela 11. Resumo da análise de variância do comprimento médio das hastes	76
Tabela 12. Resumo da análise de variância do número de folhas por planta	78
Tabela 13. Resumo da análise de variância do índice de área foliar	83
Tabela 14. Resumo da análise de variância do peso seco da parte aérea	85
Tabela 15. Resumo da análise de variância do peso fresco dos tubérculos, aos 55,69 e 83 dias após o plantio	90

Tabela 16. Resumo da análise de variância do número de tubérculos por planta, aos 55,69 e 83 dias após o plantio	91
Tabela 17. Análise de variância do efeito das lâminas no número de tubérculos por planta, dentro de cada tratamento irrigado, aos 55 dias após o plantio	94
Tabela 18. Número médio de tubérculos por planta nas subparcelas de lâminas alta, média e baixa, para cada tratamento irrigado, aos 55 dias após o plantio	95
Tabela 19. Análise de variância da percentagem de plantas com sintomas de virose	97
Tabela 20. Análise de variância do efeito das lâminas na percentagem de plantas com sintomas de virose, dentro de cada tratamento irrigado.	97
Tabela 21. Análise de variância da produção total de tubérculos	101

Tabela 22. Resumo da análise de variância da produção final de tubérculos em cada classe	104
Tabela 23. Análise de variância do número de tubérculos por planta na coleta final	107
Tabela 24. Análise de variância da percentagem de tubérculos embonecados	110
Tabela 25. Análise de variância da percentagem de tubérculos atacados por <u>Fusarium</u> sp	114
Tabela 26. Análise de variância do efeito da lâminas na percentagem de tubérculos atacado por <u>Fusarium</u> sp, dentro de cada tratamento irrigado	116
Tabela 27. Análise de variância da percentagem de tubérculos atacados por lagrarta-roscas (<u>Agrotis ypsilon</u>)	118
Tabela 28. Lâminas totais médias aplicadas e produções médias de tubérculos obtidas nas diferentes linhas de plantio dos tratamentos irrigados e na testemunha sem irrigação	121

Tabela 29. Análise de variância da produção em função das lâminas totais médias aplicadas nas li- nhas de plantio dos tratamentos irrigados e na testemunha sem irrigação	122
--	-----

EFEITOS DO HORARIO E DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA
BATATA (Solanum tuberosum L.)

Autor: SERGIO NASCIMENTO DUARTE

Orientador: PROF. DR. ANTONIO FERNANDO LORDELO OLITTA

RESUMO

Com o objetivo de estudar os efeitos do horário da irrigação e da lâmina de água aplicada sobre o desenvolvimento e componentes da produção da cultura da batata (Solanum tuberosum L.), um experimento foi conduzido com a cultivar Achat, em campo experimental da ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da combinação de quatro horários de irrigação (HM = das 6:15 às 9:17 h; HMD = das 10:45 às 13:47 h; HT = das 15:15 às 18:17 h e HN = das 19:45 às 22:47 h) localizados nas parcelas, com três lâminas totais de água (LA = 608 mm ; LM = 520 mm e LB = 418 mm)

localizados nas subparcelas, mais uma testemunha sem irrigação. Uma amostragem complementar da produção avaliou ainda o efeito da aplicação de lâminas maiores que 608 mm e menores que 418 mm.

A aplicação de água foi realizada através de um aspersor que proporcionava uma distribuição cônica da precipitação. As irrigações foram controladas pelo método padrão de estufa, irrigando-se sempre que a umidade residual atingia a 60% da água disponível total.

Através das análises dos resultados obtidos, concluiu-se que:

- . Os tratamentos relativos aos horários de irrigação não promoveram efeitos significativos sobre os parâmetros do crescimento ou da produção da cultura.

- . Quando comparados com a testemunha sem irrigação, os tratamentos irrigados propiciaram maior desenvolvimento da parte aérea, maior crescimento dos tubérculos, maior comprimento do ciclo vegetativo, maiores incidências de virose, de fusariose, de tubérculos embonecados e um aumento de 78,5% na produção em decorrência do aumento do tamanho dos tubérculos maiores.

- . A aplicação de lâminas altas permitiu maior crescimento das hastes e dos tubérculos, maior produção, maior incidência de virose, menores incidências de fusariose e de tubérculos embonecados.

. O aumento da produção proporcionado pela irrigação foi da ordem de 442 kg/ha para cada 10 mm de água aplicada, sendo as maiores produções obtidas através da aplicação de lâminas totais entre 600 à 650 mm, já incluídos 278,1 mm de precipitação pluvial. Lâminas ainda maiores causaram redução na produção.

EFFECTS OF IRRIGATION TIME AND DEPTH ON THE POTATO

(Solanum tuberosum L.) GROWTH AND YIELD.

Author: Sergio Nascimento Duarte

Adviser: Prof. Dr. Antonio Fernando L. Olitta

SUMMARY

This experiment was done in field condition in Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba (SP), Brazil, in order to observe the effects of the time of watering and the height of water applied, on the growth, yield and other production components of potato (Solanum tuberosum L.), cultivar Achat.

The trail was laid out in randomized design, with split-plots and four replicates. On the main plots water was applied in four different times (HM = between 6:15 and 9:17 a.m. ; HMD = between 10:45 a.m. and 1:47 p.m. ; HT = between 3:15 and 6:15 p.m. ; HN = between 7:45 and 10:47 p.m.). On the sub-plots three water depths were applied (LA = 608 mm ; LM = 520 mm ; LB = 418 mm). A fifth main plot was kept non-irrigated for control. The effects of water heights larger than 608 mm and smaller than 418 mm were also evaluated in a complementar yield record. The control of irrigation was done based on the oven-drying standard method. Irrigation water was applied when the

available soil moisture level dropped below 60%.

The analysis of the results lead to the following conclusions:

- . None of the studied growth and yield parameters were affected by the time of irrigation.

- . When compared with the non-irrigated plot the irrigated plots showed a better top growth, better development of the tubers, longer vegetation cycle, bigger virose, fusariose and secondary growth tubers incidence. The average yield of the irrigated treatments increased 78,5% in relation with the control. This was done concerning of the size of the larger tubers rather than the number of tubers set.

- .The high water depth application (LA) increased haulm and tuber growth, yield and virus infection, and reduced Fusarium rot and secondary growth tubers incidence.

- .The response of yield to irrigation was 442 kg/ha for each 10 mm of water applied. Tuber yield increased with the amount of water applied up to 600-650 mm ,including 278,1 mm of rain fall. Application of larger amounts of water produced smaller yield.

1. INTRODUÇÃO

A batata ou batata inglesa (Solanum tuberosum L.) é originária da América do Sul, tendo seu habitat natural na Cordilheira dos Andes e nas ilhas do arquipélago chileno (BOOCK, 1975). Poucas são as culturas que vêm desempenhando tão importante papel, como fonte de subsistência das populações, como a batata. Entre todas as culturas do mundo, ocupa em tonelagem absoluta, o 4º lugar, após o trigo, o arroz e o milho (OLIVEIRA & MIRANDA, 1981).

No Brasil, a batata é uma das principais hortaliças, tanto pela área plantada como pela preferência alimentar. Segundo dados do ANUARIO ESTATISTICO DO BRASIL (1988), a área cultivada com batata é estimada em 160.677 ha, com uma produção de 1.835.975 toneladas. A produtividade média nacional para essa cultura (11,4 T/ha) é, entretanto, bastante baixa quando comparada com os principais países produtores, cujos rendimentos superam a 30 T/ha. (BITTENCOURT et alii, 1985).

A água é um dos fatores mais críticos para o desenvolvimento e produtividade da batata, cuja resposta à

irrigação pode atingir a 2,5 toneladas por hectare por 10 mm de água aplicada (HARRIS, 1978). Para as nossas condições climáticas, esta prática torna viável o plantio durante todo o ano, possibilitando a obtenção de até 3 safras anuais.

Dentre os métodos de irrigação, o de aspersão é um dos mais utilizados pelos bataticultores (PURCINO, 1981). Têm-se observado que muitos desses agricultores evitam aplicar água durante as horas mais quentes do dia, sob a alegação de que, nesse período, das 10 às 14 horas geralmente, essa operação contribui para reduzir a produtividade da cultura, segundo alguns, devido ao aumento de incidência de doenças. Isto implica numa redução significativa do número de horas diárias de irrigação, comprometendo o dimensionamento do sistema.

Paralelamente, carece-se de dados experimentais que tratem da influência da altura de lâmina d' água aplicada na produção dessa cultura, já que a maioria dos estudos feitos nesse sentido, encontrados na literatura, provêm de regiões ecologicamente diferentes das brasileiras.

Assim sendo, este trabalho objetivou estudar os efeitos do horário de irrigação e da lâmina total de água aplicada no desenvolvimento e produção da cultura da batata, visando contribuir para melhor aplicabilidade das técnicas utilizadas na irrigação desta cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeito da temperatura do ar e do solo no desenvolvimento da cultura da batata.

O fato das temperaturas do solo e do ar serem fatores ambientais importantes e frequentemente críticos para o desenvolvimento e produção das plantas, é bastante conhecido pelos pesquisadores.

A temperatura influencia processos a nível celular, tais como: potencial osmótico, hidratação de íons, energia livre de Gibbs disponível para trabalho, atividade e transpiração estomática, permeabilidade da membrana, solubilidade dos solutos, difusão e atividade enzimática. A germinação, emergência, desenvolvimento das raízes e da parte aérea, absorção, translocação e assimilação de nutrientes, absorção de água e formação da produção são alguns dos muitos processos afetados pela temperatura do ar e do solo, a nível do vegetal. Para cada cultura e estágio de desenvolvimento existem faixas de temperaturas ótimas para a realização desses fenômenos (VOOR HEES et alii, 1981).

A cultura da batata, sendo de origem andina, adapta-se melhor à regiões de clima temperado (ANTUNES & FORTES, 1981). KEHR et alii ¹, citado por MOTES & KRIEG (1969), verificaram que temperaturas do ar entre 15,5° C e 18,3° C são as mais favoráveis para a formação dos tubérculos; 20° C é a temperatura ótima para fotossíntese e temperaturas médias do ar acima de 21° C reduzem a produção. YAMAGUCHI et alii (1964) relataram que temperaturas do solo entre 15,5 a 23,9° C são as mais indicadas para a formação dos tubérculos. EPSTEIN (1966) observou melhores produções de tubérculos quando a temperatura do solo girava em torno de 21° C do que a 8,9 15,5 ou 28,9° C.

Segundo HARRIS (1978), a irrigação pode ser usada para controle da temperatura ambiental. VOORHEES et alii (1981), por exemplo, relatam que no estágio inicial de desenvolvimento da cultura da batata, pode ser desejável manter turnos de rega longos, para que o solo se mantenha menos frio e o crescimento seja favorecido. Posteriormente, durante a formação e crescimento dos tubérculos, quando é

¹ KEHR, A.E.; AKELEY, R.V.; HOUGHLAND, G.V.C. Commercial potato production. U.S. Department of Agriculture. Handbook 276, 1964.

melhor manter o solo a temperaturas mais baixas, irrigações frequentes são mais indicadas.

2.2. Efeito do horário da irrigação no desenvolvimento das plantas.

Poucos são os trabalhos que tratam diretamente da influência do horário da irrigação no comportamento das culturas. São normalmente obras antigas e que se referem à regiões de clima temperado.

Assim é que VIDALIN (1902), considerava válida a prática corrente entre agricultores franceses de se evitar nas horas mais quentes do dia, durante o verão e a primavera. Segundo esse autor, como a água varia sua temperatura mais lentamente que o solo, irrigações conduzidas próximas ao meio dia, contribuiriam para esfriar o sistema radicular, prejudicando o crescimento da planta. Além disso, a evaporação intensa que ocorre durante essas horas, resfriaria a planta, podendo causar queimaduras de frio em pleno sol. O ideal, portanto, seria promover irrigações durante a parte da manhã, quando a água estaria mais quente que o solo e a taxa evaporativa estaria reduzida. Tal cuidado não seria necessário em países tropicais, desde que a água se amornasse nos canais de irrigação antes da aplicação.

Durante o inverno, desde que não houvesse

perigo de geadas, não haveria nenhuma restrição quanto ao horário de irrigação, pois, a água estaria geralmente mais quente que o solo, a qualquer hora do dia. Em regiões sujeitas a geadas, regas que não se prolongassem o suficiente para proteger a cultura do congelamento, deveriam realizar-se das onze às quatorze horas.

Segundo RISLER & WERY (1904), o perigo de se irrigar nas horas mais quentes do dia, estaria no fato da água de irrigação possuir a "estranha" capacidade de aumentar a temperatura do solo exposto ao sol, tanto mais quanto maior o conteúdo de matéria orgânica deste, podendo atingir temperaturas maiores que 50°C. De acordo com esses autores, o curioso fenômeno envolvia "ações moleculares e de afinidade entre o solo e a água".

WILCOX (1905), referindo-se especificamente à cultura da batata, recomendava que deveriam ser evitadas irrigações quando o tempo estivesse muito quente e abafado, pois, nessas condições a irrigação concorreria para aumentar o grau de infestação fúngica.

Segundo WIDTSOE (1920), experimentos que foram conduzidos em Utah no final do século passado, revelaram que as irrigações noturnas eram tão benéficas quanto as diurnas, apresentando apenas o inconveniente de tornar o manejo d'água mais difícil. Esse

autor considerava que irrigar dia e noite, consecutivamente, era uma prática bastante viável para agricultores que dispusessem de vazões reduzidas.

ROLLEY (1953) afirma que, em geral, durante o verão, as temperaturas do ar e do solo estão mais elevadas que a da água. Assim, ao se irrigar durante o dia, as plantas serão resfriadas bruscamente e a atividade de absorção d'água pelas raízes diminui, ao passo que as folhas continuam a transpirar intensamente. Esse desequilíbrio nocivo pode causar o murchamento das folhas. Por esta razão, segundo esse autor, os agricultores franceses, acertadamente, preferem irrigar a noite, durante o verão.

Por outro lado, WIERENGA et alii (1970 e 1971) verificaram que as diferenças na temperatura do solo resultantes da aplicação de água fria ($4,1^{\circ}\text{C}$) ou a temperatura normal ($21,6^{\circ}\text{C}$), duravam apenas 14 horas a 1 cm de profundidade e 42 horas a 20 cm de profundidade. Assim, concluiu-se que o principal efeito de redução da temperatura do solo, causado pela irrigação, resultava da evaporação da água, pois o efeito da temperatura desta era pequeno e de curta duração, podendo talvez ser importante, apenas no caso da cultura do arroz irrigado continuamente.

PAIR et alii (1969) mediram a temperatura com que as gotas de água atingiam a superfície das plantas,

quando aplicadas por aspersão, a partir de temperaturas iniciais, medidas no local do aspersor, variando de 1,7 a 90 °C. Os resultados indicaram que, independente da temperatura inicial, as gotas d'água atingiam a superfície das plantas a uma temperatura aproximadamente igual a do termômetro de bulbo úmido.

2.2.1. Efeito da aplicação de água por aspersão, durante as horas de maior demanda evaporativa.

A influência da rega por aspersão, durante as horas mais quentes do dia, nos mecanismos fisiológicos dos vegetais, é assunto que vem sendo bastante estudado, principalmente a partir da década de 60, devido ao desenvolvimento dos sistemas de "misting" para arrefecimento de culturas, em zonas quentes e áridas.

Segundo KRAMER (1939), acreditava-se, naquela época, que folhas cobertas com gotas de água podiam ser superaquecidas e conseqüentemente lesadas, quando expostas ao sol intenso. Havia duas explicações para este fato: a primeira, seria a de que as gotas de água agiriam como lentes, concentrando os raios solares e superaquecendo o tecido foliar; a segunda era baseada na hipótese de que as gotas de água reduziriam a transpiração da folha, privando-a do arrefecimento causado pelo fenômeno transpiratório, o que

acarretaria elevação da temperatura do limbo foliar.

Objetivando averiguar a veracidade desta crença, esse autor conduziu um experimento no qual o efeito das gotas de água sobre a temperatura da folha foi avaliado através da inserção de termopares no limbo foliar. Dois termopares eram inseridos sobre uma folha, mantendo-se seca a superfície sobre um deles e molhado sobre o outro. As folhas eram expostas ao sol ou a uma lâmpada de 500 watt, e as diferenças de temperatura eram medidas. Os resultados revelaram que a temperatura nas áreas molhadas mantinha-se de 4 a 12°C abaixo da temperatura nas áreas secas. Em outros testes, foi observado que folhas molhadas, postas próximas a lâmpada, mantinham-se inalteradas, enquanto que as secas, localizadas à mesma distância, morriam pelo efeito do calor. Assim, esse pesquisador concluiu que o preconizado efeito negativo causado pela rega por aspersão nas horas mais quentes do dia, não se verificava.

ROBINSON (1970) investigou as modificações ocorridas em um microclima árido, devido ao uso de um equipamento de irrigação por aspersão. O experimento, conduzido no Imperial Valley, na Califórnia, mostrou que as maiores alterações ocorriam por volta das 15 horas. Durante a irrigação, a temperatura do bulbo úmido, a pressão de vapor e a umidade relativa aumentavam enquanto que as

temperaturas do ar, da planta e do solo diminuam. O autor concluiu que, quando se objetiva o controle da temperatura, através da irrigação por aspersão, melhores resultados podem ser obtidos irrigando-se no horário das 10 às 17 horas.

Segundo KROGMAN & TORFASON (1973), as alterações microclimáticas causadas por um sistema portátil tradicional de aspersão não trariam consequências significativas para as culturas, devido ao fato do equipamento funcionar apenas algumas horas por semana em cada posição. Contudo, um sistema de "misting" poderia causar efeitos benéficos, tendo em vista sua capacidade de alterar o microclima durante uma grande parte do período de crescimento da cultura, através da aplicação de pequenas lâminas com alta frequência, durante as horas mais quentes do dia.

Vários autores, tais como: WHEATON & KIDDER (1966); HOWELL et alii (1971); GILBERT et alii (1971); MIDDLETON & PROEBSTING (1971); BISHOP & TIMM (1976) e HARPER (1983) verificaram que o sistema de "misting" era capaz de amenizar os déficits internos de água em plantas cultivadas em condições de alta demanda transpirativa, promovendo redução da resistência foliar à difusão, aumento do potencial da água na folha e redução de sua temperatura.

PETERSON & WEIGLE (1970) conduziram um experimento com quatro variedades de batata durante três

anos, no Estado de Iowa. Nesse estudo comparou-se a prática tradicional de se aplicar 25,4 mm de água por aspersão, a intervalos de três a quatro dias, com a aplicação diária, a uma taxa de 1,3 mm/h, das 11 às 16 horas, através de um sistema de "misting", sempre que a temperatura do ar atingisse 26,7 °C. Os resultados encontrados revelaram um aumento da produção nos tratamentos com "misting", nos anos de 1966 e 1968, quando ocorreu grande número de dias com temperaturas elevadas. No ano de 1967, quando poucos dias atingiram altas temperaturas, não houve diferença significativa entre as produções. As variedades responderam aos tratamentos com diferentes intensidades. Nenhum efeito visível sobre a incidência de doenças fúngicas foi notado.

No Estado de Minnesota, SANDERS & NYLUND (1972a), através de um experimento que foi repetido por três anos estudaram o efeito da irrigação do tipo "misting", no período das 11 às 15 horas, em dois cultivares de batata. Foi observado que a aplicação da nebulização reduziu as temperaturas da folha, do solo e do ar e manteve o teor de umidade do solo num nível mais elevado. As folhas das plantas nebulizadas mantiveram-se mais túrgidas e os estômatos demoraram mais a se fechar em comparação com o tratamento sem "misting". Os autores concluíram que a irrigação do tipo "misting" foi capaz de reduzir os

estresses internos das plantas de batata, mantendo-as mais ativas fotossinteticamente.

SANDERS & NYLUND (1972b), avaliando outros parâmetros do experimento citado anteriormente, verificaram que nos anos em que as condições climáticas proporcionaram estresse hídrico severo ou moderado, a irrigação do tipo "misting" aumentou o ciclo da cultura, a produção e reduziu o número de tubérculos excessivamente grandes, resultando num maior número de tubérculos pequenos, em comparação com a testemunha sem irrigação. Por outro lado, no ano em que o estresse hídrico foi pequeno, o sistema de "misting" causou uma ligeira redução da produção, devido, provavelmente, ao fato de ter proporcionado níveis de umidade excessivos para uma boa aeração do solo.

Resultados semelhantes foram encontrados por JORGENSEN (1977). Este autor concluiu que a irrigação para controle da temperatura daria substanciais aumentos de produção, apenas em anos muito secos. Em períodos relativamente úmidos, esta prática poderia reduzir a produção devido à lixiviação de nutrientes. Da mesma forma, KROGMAN & TORFASON (1973) não observaram diferenças entre tratamentos irrigados semanalmente e tratamentos com "misting", durante três anos de experimentação, concluindo que o referido sistema só deve surtir efeito quando a temperatura média ultrapassa um determinado valor crítico.

2.3. Necessidades hídricas da cultura da batata

Segundo BERNARDO (1982), a água necessária a uma cultura pode ser expressa como a soma do uso consuntivo com a água percolada para baixo do sistema radicular, sendo que o uso consuntivo constitui a parte maior e mais importante. O uso consuntivo é a soma da água evapotranspirada, mais a fração retida pelo tecido vegetal, durante o seu crescimento. Como a segunda parte é muito pequena, considera-se o uso consuntivo igual à evapotranspiração.

A necessidade de água na cultura da batata é bastante variável, dependendo principalmente das condições climáticas locais. Existem vários trabalhos na literatura estrangeira onde essa demanda foi determinada.

ROE (1950) considerava que existiam grandes limitações técnicas para medições realmente precisas do uso consuntivo das culturas, limitações estas responsáveis pela grande variabilidade de resultados. No caso da cultura da batata, esse autor e BAUZIL (1952) fornecem os valores de 457, 497, 671 e 1280 mm para os Estados da Califórnia, Idaho, Utah e Colorado, respectivamente.

Segundo SAINT-FOULC (1967), a quantidade de água evapotranspirada por uma cultura de batata ao longo de todo seu ciclo, na França, giraria em torno de 320 mm.

WEISNER (1970), cita o valor médio de 346 mm para a necessidade de água da batata, nos Estados Unidos.

Em Agra, na Índia, YADAV & TRIPATHI (1973) conduziram um experimento para averiguar as necessidades hídricas da cultura da batata sob três regimes de umidade do solo. O uso consuntivo médio encontrado foi de 285,7, 309,9 e 345,5 mm, para níveis de umidade baixo, médio e alto, respectivamente.

GIOVANARDI (1980), conduziu experimentos em lisímetro com cultura de batata, durante dois anos, em Padua, na Itália, estabelecendo quatro tratamentos: aplicação de irrigação à níveis mínimos de água disponível de 80, 50 e 20% e sem irrigação, com a manutenção do lençol à 130 cm de profundidade. Os resultados obtidos foram, respectivamente 665, 524, 359 e 645 mm para o ano de 1978 e 350, 388, 267 e 468 mm para o ano de 1979.

Segundo DOORENBOS & KASSAM (1979), culturas de batata de alta produtividade, de ciclo médio (120 à 150 dias) apresentam uma demanda de água (ETm) de 500 à 700 mm, dependendo do clima.

KLEINKOPF (1983), afirma que estudos realizados em Kimberly, Idaho, revelaram uma evapotranspiração de 560 mm para culturas de batata bem irrigadas, quando a evapotranspiração de referência (ETo)

era de 1166 mm.

Alguns trabalhos já foram realizados em nosso País nesse sentido.

BARRETO (1974), por exemplo, considerava que o consumo médio de água da cultura da batata na fase de maior demanda seria de 3 a 4 mm diários.

Na Estação Experimental de Botucatu, SCALOPPI et alii (1978), estimaram a evapotranspiração de uma cultura de batata de inverno, submetida a três regimes de umidade do solo, através do método do balanço de água. Os resultados encontrados para um ciclo de 90 dias foram 254,8 , 288,1 e 292,0 mm para níveis mínimos de umidade de 25, 50 e 75% de água disponível, respectivamente.

MARQUELLI (1987), afirma que, de um modo geral, a cultura da batata consome de 300 a 500 mm de água durante todo o ciclo. Segundo esse autor, tem-se utilizado no CNPH (Centro Nacional de Pesquisas em Hortaliças/EMBRAPA), com bons resultados, dois estágios de desenvolvimento distintos, com respeito ao consumo de água dessa cultura: da brotação aos 40 dias, um consumo médio de 2,5 mm/dia e dos 40 aos 90 dias, uma demanda média de 4,0 mm/dia.

Em Piracicaba (SP), ENCARNACAO, (1987), estudando o consumo d'água da cultura da batata, no período

de abril a julho, determinou que esta cultura necessitou de 271,3 mm durante o seu ciclo total.

2.4. Efeito do estresse hídrico na cultura da batata.

A grande maioria dos pesquisadores compartilha da opinião de que a cultura da batata é bastante sensível à deficiência de água.

Segundo HARRIS (1978), as razões para essa sensibilidade provavelmente incluem: tendência ao fechamento de estômatos a valores relativamente baixos de potencial da folha, taxa fotossintética relativamente sensível ao aumento da resistência estomatal, raízes com diâmetro menor do que em outras espécies e reduzido número de raízes por unidade de volume de solo.

Determinado grau de deficiência de umidade do solo, segundo ROBINS & DOMINGO (1956), pode provocar diferenças significativas na forma e na qualidade dos tubérculos, embora não seja suficiente para provocar alterações na produção total. PAINTER & AUGUSTIN (1976), KLEINKOPF (1983), DAR & ROSARIO (1981) e MILLER & MARTIN (1978a), são de mesma opinião.

HANG & MILLER (1986) observaram os seguintes sintomas na parte aérea de plantas de batata, submetidas a estresse hídrico durante o desenvolvimento vegetativo: redução do comprimento das hastes e do número de folhas,

aumento do peso específico das folhas e do número de folhas mortas, quando comparados com plantas não estressadas. O número de hastes por planta, entretanto, não parece ser alterado pela deficiência de água, segundo estudos realizados por JEFFERIES & MACKERRON (1987) em 4 cultivares de batata.

LIS et alii (1964), avaliando o efeito do déficit hídrico em seis diferentes estádios do ciclo da cultura da batata, concluíram que, com exceção do período que vai do plantio até o aparecimento das primeiras folhas, deficiências em qualquer estágio posterior ocasionavam redução da produção. Entretanto, as maiores diferenças ocorriam quando a seca se dava no período que vai do início da tuberização até o completo desenvolvimento dos tubérculos. DOORENBOS & KASSAM (1979), KLEINKOPF (1983) e MARQUELLI (1987) confirmaram ser este o estágio mais crítico para a cultura da batata, no que se refere a necessidade de água.

Em Botucatu (SP), SCALOPPI & FERRAZ (1978) conduziram um experimento no qual foram observadas as alterações ocorridas no crescimento de plantas de batata, quando submetidas a três regimes de umidade do solo. Os resultados mostraram que, a ocorrência de estresse hídrico no estágio inicial de desenvolvimento, provocou uma redução no crescimento vegetativo. Entretanto, quando essa

deficiência inicial foi apenas moderada, após o estabelecimento de condições mais adequadas de umidade do solo no estágio intermediário houve recuperação do crescimento. O mesmo não foi verificado quando se impôs déficits severos no estágio inicial. Observaram, também, que a ocorrência de déficits severos no segundo e terceiro estágios, contribuiu para apressar a senescência das plantas. A antecipação da maturação devido a ocorrência de déficits hídricos foi também relatada por outros autores (MACGILLIVRAY, 1950; STRUCHTEMEYER, 1961 e VAN LOON, 1981) e parece envolver um mecanismo de escape para a tolerância do estresse hídrico (LEVY, 1986).

Segundo DOORENBOS & KASSAM (1979), de um modo geral, déficits que ocorrem do meio para o final do ciclo da batata, têm um efeito adverso maior do que aqueles que ocorrem do início ao meio do ciclo. KLEINKOPF (1983), considera que até o início da tuberização, a deficiência de água afeta apenas o crescimento vegetativo; após esse período, a produção e a qualidade dos tubérculos são afetadas.

Segundo HARRIS (1978), caso um estresse ocorrido na fase inicial do ciclo da batata afete a produção, haverá uma redução do número e não do tamanho dos tubérculos. Por outro lado, deficiências ocorridas após o início da tuberização costumam reduzir o tamanho e não o

número de tubérculos.

A existência de variedades mais ou menos susceptíveis à deficiência de água é fato bastante relatado na literatura. Segundo DOORENBOS & KASSAM (1979), variedades que produzem poucos tubérculos costumam ser menos sensíveis do que as que produzem muitos. EPSTEIN & GRANT (1973), MARTIN & MILLER (1980) e WOLFE et alii (1982) afirmam que cultivares que possuem tubérculos pouco alongados ou arredondados são menos susceptíveis à ocorrência de distúrbios fisiológicos ocasionados por estresse hídrico. Segundo KLEINKOPF (1983) e LEVY (1986), cultivares precoces tem a produção menos afetada por deficiência de água.

2.4.1. Respostas fisiológicas ao estresse hídrico.

Segundo KLEINKOPF (1983), embora seja bastante evidente que a cultura da batata é sensível a déficits hídricos, ainda não se conhece perfeitamente os vários mecanismos através dos quais o déficit afeta a produção. A maioria dos trabalhos conduzidos nesse sentido, começaram a ser realizados a partir da década de 70.

EPSTEIN & GRANT (1973) conduziram um experimento de campo com o objetivo de avaliar as respostas fisiológicas da batateira ao estresse hídrico. Os parâmetros medidos em parcelas irrigadas e não irrigadas foram: teor relativo de água na folha, potencial da água no

solo e nos tubérculos e resistência foliar à difusão. Os resultados obtidos revelaram diferenças pronunciadas nos quatro parâmetros, devido a irrigação e boas correlações entre os três primeiros. Não foram encontradas correlações significativas entre a resistência foliar a difusão e os demais parâmetros, pois quando plantas estressadas eram irrigadas os estômatos não reabriam imediatamente. Para algumas variedades o tempo de recuperação chegou a 48 horas.

ACKERSON et alii (1977), verificaram que a diminuição do potencial da água nas folhas das plantas de batata, em consequência da carência de água no solo, foi possivelmente a causa do aumento da resistência estomática e decréscimo das taxas de fotossíntese e de atividade enzimática. Foi também observado que, quando uma planta estressada era irrigada, o potencial da água na folha demorava a aumentar em resposta ao aumento do potencial da água do solo.

Essa falta de habilidade de respostas do potencial da água das folhas da batateira, explicaria parcialmente sua extrema sensibilidade à deficiência de água, mesmo quando moderadas.

— GANDAR & TANNER (1976) avaliaram o efeito do estresse hídrico no crescimento da folha e dos tubérculos de uma variedade de batata e concluíram que a taxa de alongamento das folhas declinava com a diminuição do

potencial da água na folha abaixo de $-0,2$ MPa. Foi também observado que, tanto o crescimento da folha como o dos tubérculos, cessava quando o potencial de água na folha caía para valores de $-0,4$ à $-0,5$ MPa. Entretanto, SCALOPPI & FERRAZ (1974), através de um estudo conduzido na Estação Experimental de Botucatu, concluíram que o potencial da água na folha não parecia ser um indicador seguro da existência de déficits fisiológicos de água em plantas de batata. SHIMSHI et alii (1983) verificaram que a permeabilidade foliar constitui um índice mais expressivo para caracterização de estresses hídricos da cultura da batata no campo, do que o potencial da água na folha.

STARK & WRIGHT (1985), conduziram ensaios de campo para avaliar a possibilidade de se utilizar medições térmicas de infravermelho na folhagem da batata para detectar deficiências de água no solo. Os resultados alcançados eliminaram a possibilidade de se utilizar a temperatura da folha para esse fim, pois essas medidas só foram capazes de detectar déficits severos, correspondentes a potenciais de água no solo (-70 KPa) bem abaixo daquelas em que normalmente se aplica a irrigação (-20 à -60 KPa).

WILCOX & ASHLEY (1982) conduziram um experimento em casa de vegetação onde foram observados os efeitos de um período de oito dias de deficiência de água, nos processos fisiológicos e na produção de quatro

variedades de batata. Os resultados indicaram que plantas de todas as variedades, quando submetidas ao estresse exibiam aumento na resistência foliar à difusão, diminuição do teor relativo de água na folha, diminuição da transpiração e da fotossíntese. Foram observadas diferenças significativas entre a resistência foliar à difusão das quatro variedades, quando estressadas. A correlação dessas diferenças com a produção das respectivas variedades, revelaram uma possibilidade promissora de se utilizar a resistência foliar à difusão como indicativo de seleção de variedades de batata menos sensíveis à seca.

2.5. Efeito da lâmina de irrigação na cultura da batata.

A necessidade de irrigação da cultura da batata vem sendo bastante estudada ao longo dos anos, particularmente por se tratar de uma cultura bastante exigente em suprimento adequado de água (MILLER & MARTIN, 1985). A literatura estrangeira é farta em trabalhos que procuram determinar a lâmina ideal para o máximo rendimento da batata, em diferentes regiões, tipos de solo, com diferentes variedades, métodos de irrigação, níveis de adubação, etc.

Segundo FRASER (1906), experimentos conduzidos em Utah, no final do século passado, mostraram que as melhores produções de batata eram obtidas com a

aplicação de 356 mm de água via irrigação. Ainda segundo o mesmo autor, na Estação Experimental de New Jersey, a produção de batata havia sido aumentada em 36,4% devido à irrigação.

Em Utah, segundo ISRAELSEN (1932), vinte e oito anos de estudos realizados revelaram que a produção da cultura da batata aumentava com o aumento da lâmina de irrigação até valores em torno de 380 mm, e que lâminas maiores que 500 mm geralmente causavam decréscimo de produção.

BLOODGOOD (1932), no Novo México, usando o método de irrigação por sulcos de infiltração, mostrou que havia um aumento de produção de batatas, quando se aumentava o número de regas de 5 para 9, sendo a maior produção obtida com a aplicação de 625 mm de água.

Segundo ETCHEVERRY (1933), a quantidade de água de irrigação necessária a boas produções de batata em solos de textura média, variava de 150 mm, em locais onde a irrigação era apenas suplementar, e até de 458 a 610 mm em regiões onde a água necessária era fornecida exclusivamente através da irrigação.

Boas colheitas de batata irrigada, segundo ROE (1950), eram obtidas nos maiores estados americanos produtores, tais como: Colorado, Idaho e Washington, aplicando-se lâminas de 305 à 610 mm. Ainda segundo esse

autor, um experimento de cinco anos conduzido em Utah mostrou que lâminas menores que 254 mm e maiores que 635 mm eram prejudiciais à produção.

Na California, MACGILLIVRAY (1950), estudando a irrigação da cultura da batata, em áreas áridas, pelo sistema de sulcos de infiltração, observou que as melhores produções ocorreram com a aplicação de 750 à 900 mm de água.

Baseado em experimentos conduzidos em Utah, HOUK (1951) apresentou uma curva de produção versus lâmina de irrigação na qual o ponto de máxima produção correspondia a uma lâmina de 915 mm.

FULTON & MURVIN (1955), trabalhando com três níveis de irrigação em dois tipos de solos, notaram que 15 mm d'água, de quatro em quatro dias e 25 mm, de sete em sete dias, em solos de boa drenagem, e 40 mm de dez em dez dias, em solos de drenagem pouco eficiente, foram os melhores tratamentos. Foi também observado que a irrigação aumentava o tamanho e não o número de tubérculos.

DOWNES (1983), variando a lâmina de irrigação e o nível de adubação nitrogenada, no oeste semiárido do Texas, estimou lâmina de irrigação necessária para maximizar a produção de tubérculos do tamanho "A" em 182 mm para 0 kg N ha à 274 mm para 250 kg N ha, quando a precipitação pluvial adicional era de 311 mm.

No Estado de Oregon, HANE & PUMPHREY (1984), conduziram experimento onde se computou diferentes lâminas de irrigação, precipitações pluviais e mudanças semanais no teor de água do solo. Os resultados encontrados revelaram que tanto a produção quanto a qualidade dos tubérculos aumentaram quando o consumo de água cresceu de 300 à 650 mm.

Segundo HARRIS (1978), a resposta a irrigação da cultura da batata está na ordem de 1 a 2 T/ha por 10 mm de água aplicada, com máximas respostas em torno de 2 a 2,5 T/ha por 10 mm de água.

SHALHEVET et alii (1983), conduziram experimentos na região árida de Negev, em Israel, com o objetivo de determinar funções de produção para a irrigação da cultura da batata. A função de produção linear obtida para a irrigação por aspersão foi: $Y = -23,5 + 1,19 W$, sendo Y dado em toneladas por hectare e W (20-80) em cm de lâmina d'água. JAMIESON (1985) também obteve respostas lineares de produção, da ordem de 45 a 50 kg/ha por mm de água aplicada. Já HANG & MILLER (1986), através de experimento conduzido em solo arenoso, no Estado de Washington, obtiveram funções cúbicas de produção e observaram que irrigações diárias acima de 100% da evapotranspiração estimada não causavam nenhum acréscimo de produção.

Segundo HARRIS (1978), reduções de produção de batata devido ao uso excessivo de água em solo arenoso se

devem, principalmente, à lixiviação de nitrogênio para porções do solo abaixo da rizosfera.

BHAN & SHANKAR (1975), estudando o efeito da aplicação de lâminas de 0,8 , 1 e 1,2 vezes da evaporação medida em tanque tipo "Classe A" verificaram que as melhores produções eram obtidas com a maior taxa de aplicação.

IANOSI (1984) obteve um aumento de 60 à 120 tubérculos por hectare por milímetro de água aplicada por irrigação. Segundo HARRIS (1978), variedades que tendem a produzir um grande número de tubérculos, podem ter a produção de tubérculos comercializáveis reduzida devido à aplicação de água anterior ao período do início da tuberização.

No Estado de Washington, MILLER & MARTIN (1983), desenvolveram experimentos com a cultura da batata, utilizando a técnica do sistema de aspersão em linha, para avaliar o efeito de uma ampla gama de diferentes taxas diárias de irrigação em dois solos de textura diferentes. Os resultados encontrados variaram com o tipo de solo. Em solo franco, nos anos de 1978 e 1980, a produção de tubérculos aumentou, geralmente, ao se aumentar a lâmina d'água aplicada, até o equivalente a 40 à 50% da evapotranspiração calculada. No ano de 1978, para o mesmo tipo de solo, a percentagem tubérculos da classe US No.1, aumentou com o aumento da taxa, até 70% da evapotranspiração calculada. Já

no ano de 1980, taxas de 20 à 80% tiveram pouco efeito sobre a qualidade dos tubérculos. Em ambos os anos, taxas maiores que 80% reduziram a percentagem de tubérculos da classe US No.1. Em solo arenoso, tanto a produção quanto a percentagem de tubérculos da classe US No.1, aumentaram com o aumento da taxa de irrigação, até mais ou menos 100% e 80% da evapotranspiração calculada, respectivamente.

MARTIN & MILLER (1983), utilizando a mesma técnica descrita anteriormente, avaliaram o desempenho de três cultivares de batata. No solo franco, a água residual proveniente de irrigações iniciais para brotação, forneceu a maior parte da umidade necessária aos três cultivares, pois aplicações de 20 à 40% da evapotranspiração calculada, não surtiram nenhum efeito benéfico. Já no solo arenoso, tanto a produção total quanto a percentagem de tubérculos da classe US No.1, aumentaram significativamente, com os aumentos dos níveis de irrigação, até 70 à 80% da evapotranspiração calculada. Níveis superiores a estes tiveram um efeito mínimo.

Em Davis, na Califórnia, WOLFE et alii (1982) estudaram o efeito de seis níveis de irrigação no desenvolvimento e na produção de dois cultivares de batata em solo franco, através de um sistema de "aspersão em linha". A evapotranspiração calculada variou de 316 à 610 mm para o cultivar Kennebec e de 331 à 630 mm para o cultivar

White Rose. A quantidade de água aplicada afetou, significativamente, o acúmulo de matéria seca, não sendo detectadas, entretanto, diferenças significativas na eficiência do uso de água. Em geral houve um aumento de produção com o aumento da lâmina de irrigação, havendo uma pequena redução nos tratamentos mais úmidos. Melhores produções foram obtidas com lâminas de irrigação de 445 mm para o cultivar Kennebec e 442 mm para a White Rose.

Ambos os cultivares exibiram uma alta correlação entre duração da área foliar e o peso seco final, sugerindo que o efeito do estresse hídrico na produção de matéria seca é, principalmente, uma função dos efeitos na expansão da área foliar e da senescência das plantas.

Embora em número reduzido, existem trabalhos desenvolvidos no nosso País nos quais os efeitos da lâmina de irrigação sobre a cultura da batata foram detectados. Assim é que, através de um experimento repetido por três anos na Estação Experimental de Monte Alegre do Sul/SP, BARRETO & BOOCK (1957) constataram um aumento de produtividade da cultura da batata de 226%, em parcelas não adubadas, e 114% em parcelas adubadas, devido à aplicação de 37 mm de água, em média, a cada 7 dias, através de sulcos de infiltração.

DRUMOND (1959), trabalhando no Instituto Agronômico de Minas Gerais (MG), conduziu um ensaio para

comparação entre os métodos de irrigação por aspersão e por sulcos de infiltração, quando aplicados na cultura da batata. Maior produção foi conseguida nas parcelas irrigadas por aspersão. A diferença, entretanto, foi significativa apenas ao nível de 10%. Na distribuição por sulcos, na qual ficou caracterizado um excesso de aplicação de água, foram feitas 18 regas de 81 mm em intervalo médio de seis dias, totalizando durante o ciclo 1464,3 mm. No sistema por aspersão foram feitas vinte e três irrigações de 23 mm, aplicando-se um total de 520,9 mm.

Em Viçosa (MG), VIEIRA (1971), estudando diferentes níveis e épocas de irrigação pelos métodos de aspersão e sulcos, concluiu que os níveis de água são mais importantes que os métodos. As maiores produções foram obtidas com os tratamentos que propiciaram as maiores lâminas, ou seja, 454 mm em média, durante todo o ciclo. Este total não incluiu os 203,6 mm de precipitação pluvial ocorrida durante o período experimental.

BARRETO (1974) recomenda para a cultura de batata durante o inverno, nas condições do Estado de São Paulo, uma lâmina de 30 a 40 mm por irrigação e em turno de rega de 7 dias, admitindo o sistema com 70% de eficiência.

Segundo DAKER (1979), sem levar em conta as chuvas, o manejo ideal da irrigação para a cultura da batata seria a aplicação de 30 a 50 mm semanais, ou de duas em duas

semanas, totalizando 8 a 10 aplicações, terminando duas a três semanas antes da colheita.

2.6. Efeito da umidade do solo na cultura da batata.

Segundo THORNE & PETERSON (1949), a cultura da batata é bastante específica em relação ao teor de umidade do solo, pois requer um alto grau de aeração do terreno e, ao mesmo tempo, é bastante sensível a déficits, mesmo quando temporários. BENOIT & GRANT (1985) afirmam que, para obtenção de boas colheitas, o solo deve estar úmido o suficiente para que os estresses sejam evitados, mas não tão úmido a ponto de prejudicar a aeração.

2.6.1. Respostas à diferentes níveis de água disponível e potencial matricial da água no solo.

Na literatura existe um grande volume de resultados de pesquisas realizadas com a finalidade de definir o efeito dos níveis de água disponível ou de potencial matricial da água do solo sobre a produtividade das culturas, dentre elas a da batata.

Vários autores, tais como: DYKLER (1946), DELOYE & REBOUR (1953), BRADLEY & PRATT (1954), FULTON & MURWIN (1955), PRINCE & BLOOD (1962), SINGH (1969) e DANTUR et alii (1973) concluíram que o nível mínimo de água

disponível para a produtividade máxima da cultura da batata devia ser mantido em 50%. Por outro lado, JONES & JOHNSON (1958), STRUCHTEMEYER (1961), LIZ et alii (1964), FUHERING et alii (1966), YADAV & TRIPATHI (1973), IMAM et alii (1975) e KAZANTSEV (1975) acharam que melhores produções eram obtidas mantendo-se a água disponível mínima em torno de 70 à 75%. BLAKE et alii (1955) não obtiveram diferença na produção, quando a umidade do solo, antes das irrigações, caía à níveis correspondentes à 67, 50 e 35% da água disponível. MOTES & GREIG (1969), alcançaram melhores produtividades com um mínimo de umidade de 1/3 ou 2/3 da capacidade da água disponível, dependendo do cultivar em teste.

THORNE & PETERSON (1949), BOX et alii (1963) e EPSTEIN & GRANT (1973) obtiveram melhores produções de batata mantendo o potencial matricial mínimo entre -20 à -30 KPa. Potenciais acima de -50 e -100 KPa foram recomendados por MOULD & RUTHERFORD (1980) e SCALOPPI et alii (1973), respectivamente. MILLAR (1984) sugeriu valores de -30 à -50 KPa para a produtividade máxima dessa cultura.

Além de parâmetros de umidade do solo, outros fatores do sistema solo-planta-atmosfera devem ser relacionados a estes na análise da disponibilidade de água das culturas, tais como: demanda evapotranspirativa, tipo de solo, estágio de desenvolvimento e variedade da cultura, desenvolvimento do sistema radicular, etc. (VAADIA et alii,

1961; SCARDUA, 1984 e REICHARDT, 1985). Assim, segundo DOORENBOS & KASSAM (1979), o nível mínimo de água disponível para a evapotranspiração máxima da cultura da batata pode variar de 50,0 à 82,5%, conforme a demanda varie de 2 à 10 mm/dia.

MARQUELLI (1987) sugere valores de 50 à 70% da água disponível ou potenciais de -30 à -50 KPa, conforme a demanda e o tipo de solo.

MILLAR (1984) procurou quantificar o efeito de níveis de manejo da irrigação fora da condição ótima para diversas culturas. Segundo esse autor, para a cultura da batata, é de se esperar uma queda de rendimento de 100 à 50% quando o potencial matricial mínimo variar de -25 à -250 KPa. SHALHEVET et alii (1983) observaram uma redução de 12% na produção de batata quando o potencial matricial médio caía de -20 à -29 KPa.

2.6.2. Efeito da umidade do solo na ocorrência de anormalidades fisiológicas dos tubérculos.

Os distúrbios fisiológicos dos tubérculos são doenças não provocadas por agentes infecciosos e que ocorrem em virtude das condições do meio ambiente serem desfavoráveis, durante o ciclo vegetativo da planta, ou durante o período de armazenamento dos tubérculos (EMBRATER, 1982). Segundo BOOCK (1975), alguns desses distúrbios, tais

como: formação de tubérculos secundários (embonecamento), formação de tubérculos fusiformes, ocorrência de manchas internas, unhaduras e lenticelas nos tubérculos, podem ser influenciados pela variação da umidade do solo. O embonecamento, por exemplo, é atribuído à retomada do crescimento do tubérculo devido à chuva ou irrigação, após um período de estresse (BOOCK, 1975; JINGH, 1969 e KLEINKOPF, 1983).

ROBINS & DOMINGO (1956), estudando os efeitos da deficiência de umidade do solo na cultura da batata, verificaram que os déficits hídricos proporcionaram aumento do número de tubérculos fusiformes e rachados. Nenhuma influência foi observada no número de tubérculos embonecados.

Segundo PAINTER & AUGUSTIN (1976), KLEINKOPF (1983) e WOLFE et alii (1983), a ocorrência de déficits hídricos durante a fase inicial do crescimento dos tubérculos, contribui para aumentar a ocorrência de batatas fusiformes, embonecadas ou com estrangulamentos.

SEGDOVIA et alii (1972), estudando o efeito da frequência da irrigação por sulcos na cultura da batata, estabeleceu turnos de rega de 4, 8, 12 e 16 dias. Os resultados revelaram que irrigações mais frequentes permitiram maior produção total e maior número de tubérculos graúdos. Nenhum efeito foi verificado quanto à ocorrência de

tubérculos embonecados. Por outro lado, HOLDER (1984), ao proceder a aplicação de rega por aspersão a valores de potencial matricial de -30 à -40, -40 à -50 e -50 à -60 KPa, verificaram um aumento significativo de tubérculos com crescimento secundário no tratamento mais irrigado e nenhuma diferença na produção total. MILLER & MARTIN (1985) também observaram aumento na ocorrência de tubérculos defeituosos (com cavidades e manchas internas) com o aumento da taxa de aplicação de água.

RUF JUNIOR (1964) desenvolveu experimentos de campo e de casa de vegetação com o objetivo de avaliar fatores que pudessem influenciar na formação de tubérculos defeituosos (embonecados, rachados, fusiformes e com estrangulamento). Os testes de campo revelaram uma tendência de aumento de ocorrência de distúrbios com a manutenção de níveis mínimos de umidade mais baixos. Em casa-de-vegetação, entretanto, ao se variar o nível mínimo de umidade do solo e a temperatura deste, o primeiro fator não causou diferenças enquanto que a manutenção de temperatura mais baixa (7,2 °C) contribuiu, significativamente, para reduzir o número de tubérculos defeituosos.

2.7. Efeito da umidade do solo na ocorrência de fusariose.

O teor de umidade do solo, além de ser

essencial para a maximização da produção das culturas, influencia na incidência e severidade de doenças originadas do solo (STUART, 1981). Segundo CANNEL & JACKSON (1981), o encharcamento do solo pode promover ou inibir o desenvolvimento de doenças, dependendo da habilidade do patógeno de crescer em condições anaeróbicas, presença de outros microorganismos competidores e mudanças na susceptibilidade do hospedeiro ao patógeno.

FRANK & BAKKER (1975), estudando o efeito da umidade do solo na resistência de plantas de tomate a Fusarium oxysporum, observaram que em solos pouco aerados as plantas sucumbiam à doença, enquanto que em solos onde se combinava umidade suficiente com boa aeração, a tolerância das plantas a esse patógeno aumentava. Resultados semelhantes foram encontrados por MILLER & BURKE (1977), em plantas de feijão cultivadas em solo infestado por Fusarium solani. Segundo CANNEL & JACKSON (1981), o fato de culturas como: de ervilha, de feijão e de aspargos serem susceptíveis a fungos do gênero Fusarium, sob condições de baixa oxigenação do sistema radicular, está relacionado ao estímulo à infecção causado pelo etanol que é produzido pelas raízes dessas plantas, em condições anaeróbicas.

Por outro lado, JOFFE et alii (1975), estudando o efeito do turno de rega na incidência de fusariose em "seedlings" de tomate, cebola e abóbora,

verificaram que o estresse hídrico acentuava a severidade
dessa doença.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição geral da área

3.1.1. Local

O experimento foi conduzido, sob condições de campo, na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, em Piracicaba/SP, no período de agosto a dezembro de 1987. As coordenadas geográficas locais são $20^{\circ} 42' 30''$ de latitude sul, $47^{\circ} 38' 00''$ de longitude oeste, a 580 m de altitude.

3.1.2. Clima

O clima da região, pela classificação climática proposta por Koppen, é do tipo mesotérmico Cwa, isto é, subtropical úmido, com estiagem no inverno, com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C , também denominado de tropical de altitude (CAMARGO et alii, 1974).

Segundo dados meteorológicos coletados na Estação Meteorológica instalada próxima ao experimento, pertencente ao Departamento de Física e Meteorologia da

ESALQ/USP, as médias anuais de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa são respectivamente 20,8 °C, 1247 mm e 69%. Segundo CERVellini et alii (1973) a maior parte da precipitação ocorre no período de novembro a fevereiro, principalmente como chuvas de alta intensidade e curta duração.

A variação diária da temperatura média, umidade relativa e as precipitações ocorridas no período experimental, encontram-se na Figura 1.

3.1.3. Solo

O solo no qual foi instalado o experimento foi descrito e classificado por RANZANI et alii (1966) como uma Terra Roxa Estruturada, série "Luiz de Queiroz", e pela classificação americana (USDA, 1979), como um Palerdalf óxico, cujo material de origem são rochas básicas. Alguns de seus atributos físicos, determinados previamente à instalação do experimento, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos físicos do solo da área experimental.

Profundidade (cm)	Granulometria			Teor de água		Densidade global
	areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	CC (% volume)	PMP	
20	40,85	11,59	47,56	34,94	23,17	1,46
40	30,56	8,17	61,27	41,23	32,13	1,53

A análise granulométrica foi obtida pelo método do BOUYOUCOS (1926) e a densidade global através de amostras coletadas com cilindros de UHLAND. O teor de água na capacidade de campo foi determinado "in situ", segundo metodologia utilizada por SCARDUA (1972) e o teor de água no ponto de murcha permanente foi obtido em laboratório a uma tensão de $-1,5$ MPa.

As curvas características da água do solo para profundidades de 20 e 40 cm (Figura. 2), foram determinadas de acordo com a metodologia estabelecida por RICHARDS (1947), utilizando-se placas de pressão nos pontos de 0,01, 0,033, 0,1 0,6 e 1,5 MPa.

Todos os atributos físicos foram determinados no Laboratório de Solos do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ.

Os resultados revelados pela análise química do solo, realizada pelo Laboratório de Fertilidade de Solos do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ, para amostras coletadas nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm são apresentadas na Tabela 2.

Figura 2. Curvas de retenção de água do solo para as profundidades de 20 e 40 cm.

Tabela 2 - Características químicas do solo da área experimental.

Profundidade (cm)	pH	M.O. (%)	P resina g/cm ³	meq / 100 cm ³						V %
				K	Ca	Mg	H + Al	S	T	
0 -20	5,3	2,14	4,5	0,34	2,42	0,76	2,50	3,52	6,02	58,
20-40	5,4	1,95	3,2	0,28	4,36	1,36	2,25	6,00	8,25	73,

3.2. Variedade e práticas culturais.

Foi utilizada a cultivar de batata Achat, de origem alemã que apresenta um desenvolvimento vegetativo mediano, hastes vigorosas e ciclo em torno de 100 dias. Os tubérculos apresentam formato oblongo-cheio, irregular, olhos meio profundos, película amarela e lisa, sendo a polpa amarelada. Possui alta resistência a Pseudomonas solanacearum, média resistência a Phytophthora infestans, à Alternaria solani e a viroses, e baixa resistência a Fusarium sp., a Rhizoctonia solani e a nematódeos (EMBRATER, 1982, BITTENCOURT et alii, 1985).

As batatas-semente certificadas utilizadas no experimento foram colhidas no início do mês de março, na cidade de Monte Alegre do Sul no Estado de Minas Gerais.

O preparo do solo constou de uma subsolagem, uma aração, duas gradagens, acrescido de destorroamento com enxada rotativa. Em seguida, instalou-se o sistema de

irrigação e abriram-se manualmente os sulcos de plantio, com espaçamento de 80 cm.

Após delimitadas as parcelas experimentais, procederam-se manualmente, a adubação, aplicação de inseticida e incorporação destes produtos ao sulco.

A adubação foi realizada com base na análise química, seguindo as recomendações do Boletim número 100 do I.A.C. (1985). No sulco de plantio foram aplicados 80, 280 e 160 Kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente (160 g por metro linear de sulco, de formulação 4-14-8), 10 Kg/ha de Borax e 40 Kg/ha de Carbofuran (0,8 e 3,2g por metro linear de sulco, respectivamente). A adubação de cobertura foi realizada 40 dias após o plantio, por ocasião da amontoa, na base de 80 Kg/ha de N (32 g por metro linear de sulco de sulfato de amônio).

O plantio foi realizado manualmente, utilizando-se tubérculos-semente inteiros, espaçados de 30cm, no dia 27/08. Nesta data, os tubérculos-semente já apresentavam idade fisiológica ligeiramente avançada, com brotos de 3 cm de comprimento, em média. Quatro dias após o plantio, aplicou-se herbicida (Lexone), na base 600 g/ha. Foram realizadas duas capinas, por volta dos 28 e 75 dias após o plantio. O controle fitossanitário foi feito conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Esquema de pulverizações realizadas durante o ciclo da cultura.

PRODUTOS	D A T A S									
	16	23	30/09	07	14	20	26	30/10	05	10/11
Mancozeb	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Iprodione					X				X	
Malathion		X	X		X		X		X	
Parathion										
Metílico				X		X		X		X

Ao longo do ciclo da cultura foram observados sintomas de infecções causadas por Fusarium sp, vírus do tipo "Y" e Alternaria solani. Constatou-se também, na metade do ciclo, ocorrência de lagarta-rosca (Agrotis ypsilon). Não foram observados quaisquer sintomas de incidência de Phytophthora infestans, possivelmente devido ao fato do plantio ter-se realizado já no final do inverno, não propiciando assim temperaturas suficientemente baixas para o estabelecimento desse patógeno (EMBRATER, 1982).

A colheita foi realizada manualmente no dia 04/12, ou seja, noventa e nove dias após o plantio.

3.3. Sistema de aplicação de água

O sistema de aplicação de água utilizado no experimento foi constituído por uma canalização de alumínio com engate rápido de quatro polegadas de diâmetro, quatro

válvulas com saída para aspersor localizadas no centro de cada um dos círculos correspondentes aos horários de irrigação e um único aspersor (Figura 3). Conforme o horário da irrigação a ser realizada, o aspersor era acoplado a uma das quatro válvulas. Imediatamente após o término da irrigação, o hidrante no final da linha era aberto, minimizando os vazamentos ocorridos nos engates, quando da queda de pressão.

O aspersor utilizado foi o modelo BABY-72 da marca CHUVATECNICA, com 2 bocais, ambos de diâmetro igual a 4 mm, raio de alcance de 13 m, vazão de 2,3 m³/h e pressão de serviço de 0,36 MPa.

O modelo cônico de distribuição deste aspersor foi obtido previamente através de vários testes, em condições de vento menor que 2,0 m/s (Figura 4), servindo como base para definir as posições das subparcelas (lâminas). Posteriormente, durante a condução do experimento, determinaram-se os valores médios das lâminas de irrigação em cada subparcela, utilizando-se pluviômetros (recipientes de 1 litro) instalados radialmente, à altura da cultura.

O referido aspersor, trabalhando nas condições especificadas, produziu precipitações de 10,0; 7,3 e 4,0 mm/h, às distâncias de 3,2; 5,6 e 8,0 m, respectivamente.

Figura 3. Diagrama esquemático da área experimental

Figura 4. Perfil de distribuição do aspersor utilizado.

3.4. Delineamento Experimental

O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, com 4 repetições, sendo cada um quarto de círculo considerado como uma repetição (Figura 3).

Os tratamentos constaram da combinação de quatro horários de irrigação, localizados nas parcelas, com três lâminas totais de água localizadas nas subparcelas, mais uma testemunha sem irrigação, conforme especificado na Tabela 4.

Tabela 4. Tratamentos utilizados no experimento.

PARCELAS	SUB-PARCELAS
HM-Irrigação das 6:15 às 9:17h	LA-lâmina alta (608mm)
HMD-Irrigação das 10:45 às 13:47h	LM-lâmina média (520mm)
HT-Irrigação das 15:15 às 18:17h	LB-lâmina baixa (418mm)
HN-Irrigação das 19:45 às 22:47h	
SI-Testemunha sem Irrigação	

Nos valores das lâminas estão incluídos 278,1 mm de precipitação pluvial ocorrida durante o experimento e 47,5 mm de irrigação uniforme para o brotamento, realizada em todos os tratamentos.

O delineamento experimental adotado apresenta a limitação estatística de não permitir casualização dos tratamentos. Entretanto, sua realização foi considerada

justificável pelas vantagens oferecidas, representadas pela simplicidade de instalação, operação, economia de área, equipamento e mão-de-obra, permitindo maior número de tratamentos em menor área. A Figura 5 mostra uma vista panorâmica da área experimental.

Para avaliação dos parâmetros de crescimento da cultura, produção e componentes da produção, as análises de variância realizadas obedeceram à seguinte decomposição para os graus de liberdade.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.
Tratamentos	4
Entre irrigados	3
Entre testemunha e irrigados	1
Resíduo (a)	15
Parcelas	(19)
Entre lâminas	2
Interação lâminas x irrigação	6
Resíduo (b)	24
TOTAL	51

As médias dos tratamentos irrigados, para as diferentes determinações, foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 5. Vista panorâmica da área experimental.

3.5. Controle da irrigação

A disponibilidade total de água do solo (ADt) foi determinada de acordo com a seguinte expressão:

$$ADt = \frac{(CC - PMP)}{10} \times dg \times Z$$

onde: CC = teor de água no solo na capacidade de campo (% em peso).

PMP = teor de água no solo no ponto de murchamento permanente (% em peso).

dg = densidade global do solo.

Z = profundidade efetiva das raízes (cm).

Os valores de CC, PMP e dg adotados foram: 23,93 (% em peso), 15,87 (% em peso) e 1,46. Considerou-se a profundidade efetiva do sistema radicular Z igual a 40 cm (DAKER, 1979 e VIEIRA, 1971). Esses valores aplicados a equação anterior resultam em ADt = 47,1 mm.

A água disponível efetiva do solo (ADE) foi determinada pela expressão:

$$ADE = ADt \cdot f$$

onde, f é o fator de disponibilidade, para o qual adotou-se o valor 0,4, seguindo as recomendações de MARQUELLI (1987), resultando em ADE igual a 18,8 mm.

Para o cálculo da lâmina bruta de irrigação (h), considerou-se uma eficiência de irrigação de 0,85, o

que, através da fórmula:

$$h = \frac{ADE}{Ef}$$

conduz a um valor de "h" igual a 22,1 mm. Procurou-se aplicar essa lâmina nas subparcelas de lâmina média (precipitação igual a 7,3 mm/h), resultando num tempo de aplicação de 3 horas e 2 minutos.

O controle da irrigação foi realizado pelo método-padrão de estufa, sendo coletadas diariamente, a uma profundidade de 20 cm, duas amostras de cada círculo, na faixa correspondente às subparcelas de lâminas média, uma amostra na faixa correspondente às subparcelas de lâminas alta e uma amostra na faixa correspondente às subparcelas de lâminas baixa.

Cada círculo foi irrigado independentemente, sempre que a média das duas amostras das faixas correspondentes às subparcelas de lâmina média revelava ter sido consumida aproximadamente 40% da ADt. Este procedimento, aliado ao fato de não ter sido possível construir quebra-ventos, como foi previsto inicialmente, acarretou pequenas variações de lâmina total aplicada para os diferentes horários, como será visto posteriormente.

Após o plantio, em 27/08/89, durante aproximadamente um mês, todos os tratamentos receberam irrigação uniforme e simultânea, tendo-se aplicado uma

lâmina total de 47,5 mm, além dos 74,8 mm provenientes de precipitações pluviais ocorridas durante esse período.

Efetivamente em 29/09/89 iniciou-se o controle dos horários e das lâminas de irrigação, utilizando o sistema de aplicação de água descrito anteriormente.

3.6. Observações realizadas

3.6.1. Temperaturas da água, do ar e do solo

Para cada irrigação realizada, durante os diferentes horários, foram medidas as temperaturas da água, do ar (bulbo seco e bulbo úmido) e do solo, 5 minutos após o início da aplicação e 5 minutos antes do término da mesma.

A temperatura da água foi obtida por intermédio de um termômetro, que era imerso em amostra coletada em balde plástico, interceptando-se o jato logo após sua passagem pelo bocal.

As temperaturas do par de termômetros seco e úmido foram tomadas a 1 metro sobre a superfície do solo e a uma distância de aproximadamente 20 metros da área experimental.

Para as medições da temperatura do solo, instalaram-se 3 geotermômetros a 20 cm de profundidade, antes do início de cada aplicação, um em cada faixa, correspondentes as lâminas alta, média e baixa, do círculo a ser irrigado, entre o primeiro e o segundo quadrante.

3.6.2. Tensiômetros

Objetivando acompanhar o potencial matricial da água no solo, foram instalados 3 tensiômetros no círculo correspondente à irrigação noturna, a 20 cm de profundidade, nas faixas correspondentes às subparcelas de lâminas alta, média e baixa, entre o primeiro e o segundo quadrante. As leituras foram realizadas diariamente às 7 horas da manhã.

3.6.3. Tanque "Classe A"

Para a estimativa da evapotranspiração da cultura da batata, utilizaram-se dados de evaporação obtidos no evaporímetro tanque "Classe A", de acordo com as recomendações da FAO (DODRENBOS e KASSAM, 1979). A seguinte relação foi utilizada para o cálculo da evaporação máxima (ETm).

$$ETm = Kp \cdot Kc \cdot ECA \text{ (mm/dia)}$$

Kp = coeficiente do tanque "Classe A" (valor médio 0,8).

Kc = coeficiente da cultura

ECA = evaporação do tanque "Classe A"
(mm/dia)

Foram adotados os valores de Kc sugeridos por MARQUELLI (1987), como mostra a tabela 3.

Tabela 5. Coeficiente de cultura (Kc) para os diversos estádios de desenvolvimento da batata.

Estádios de desenvolvimento da batata *			
I	II	III	IV
0,45	0,75	1,10	0,70

- * I - Plantio à emergência (0 - 15 dias)
 II - Emergência ao início da tuberização (15-40 dias)
 III - Início da tuberização à senescência (40-80 dias)
 IV - Senescência à colheita (após os 80 dias)

3.6.4. Parâmetros de crescimento

A partir de 23/09/87 foram coletadas, a cada 14 dias, 2 plantas de cada subparcela, perfazendo um total de 120 plantas por coleta. A tabela 6 mostra os parâmetros avaliados em cada amostragem.

A avaliação do peso total da parte aérea foi subdividida em peso seco (60 - 70 °C) das folhas e peso seco dos caules.

Tabela 6. Datas e parâmetros de crescimento avaliados em cada coleta.

Coletas	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.
Datas	23/09	07/10	21/10	04/11	18/11
Peso total da parte aérea	x	x	x	x	
Número de hastes	x	x	x	x	
Comprimento médio das hastes	x	x	x	x	
Número de folhas	x	x	x	x	
Índice de área foliar	x	x	x	x	
Peso dos tubérculos			x	x	x
Número de tubérculos			x	x	x

Para a obtenção do índice de área foliar (IAF), adotou-se o seguinte procedimento: na véspera de cada amostragem, coletaram-se aleatoriamente 50 folhas que foram fotocopiadas e posteriormente levadas à estufa. As fotocópias foram recortadas, pesadas, obtendo-se a área de cada uma delas através de comparação com o peso e área de 200 folhas do mesmo papel. A correlação obtida entre a área de cada fotocópia de folha e o peso seco da mesma, foi utilizada para se obter a área foliar a partir do peso seco das folhas de cada planta. A razão entre a área foliar obtida e 0,24 m² de solo, ou seja, a área destinada a cada planta, forneceu o IAF.

Quando da 5a. coleta, a parte aérea das plantas já estava por demais debilitada, devido a ocorrência generalizada de *Alternaria* sp., e devido ao estresse hídrico

promovido na testemunha e na periferia dos tratamentos irrigados. Por esta razão, os parâmetros de avaliação da parte aérea não foram obtidos em 18/11. Durante a 1a. e a 2a. coleta, raros foram os pequenos tubérculos encontrados nas amostragens.

Entre o 75º e o 80º dia após o plantio, avaliou-se a percentagem de plantas que apresentavam sintomas de virose.

3.6.5. Produção e componentes da produção

Por ocasião da colheita coletaram-se 4 plantas de cada subparcela, através das quais foram avaliados: produção total de tubérculos, número total de tubérculos, percentagem de tubérculos com anormalidades fisiológicas (embonecamento, coração-oco, manchas chocolate, rachaduras e unhaduras) percentagem de tubérculos atacados por Fusarium sp., percentagem de tubérculos atacados por lagarta-roscas (Agrotis ypsilon). Foi também realizada uma classificação do tamanho dos tubérculos segundo a Portaria No. 307 do Ministério da Agricultura (EMBRATER, 1982), que estabelece as seguintes classes:

Graúda - constituída de batatas com diâmetro mínimo de 45 mm.

Média - constituída de batatas com diâmetro entre 33 a menos de 45 mm.

Miúda - constituída de batatas com diâmetro entre 23 a menos de 33 mm.

Miudinha - constituída de batatas com diâmetro mínimo de 20 a menos de 23 mm.

3.6.6. Amostragem complementar da produção

Com a finalidade de se dispor de um maior número de dados necessários à obtenção de uma função de produção para a lâmina total aplicada, realizou-se durante a colheita outra amostragem. Coletaram-se, em cada círculo irrigado, ao longo do diâmetro perpendicular à canalização de alumínio, ou seja, entre os quadrantes (1) e (2) e os quadrantes (3) e (4), duas plantas contíguas, de cada linha de plantio, com exceção das duas linhas vizinhas à canalização e das duas linhas mais externas (Figura 8). Assim, das 13 linhas plantadas em cada semicírculo, 11 foram amostradas. Dessas plantas, avaliou-se apenas a produção total de tubérculos.

Figura 6. Pontos de coleta da amostragem complementar da produção.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Evapotranspiração máxima estimada

A figura 7 mostra a variação diária dos valores de evaporação obtidos no tanque "Classe A" (ECA) e dos valores da evapotranspiração máxima (ETm) estimados para a cultura da batata.

Os valores de ECA e ETm encontrados para o ciclo completo foram 463,8 e 316,3 mm, respectivamente. Este último valor está de acordo com os resultados relatados por SAINT-FOULC (1967), YADAV & TRIPATHI (1973) e MARQUELLI (1987). SCALOPPI et alii (1978) e ENCARNACAO (1987) encontraram valores de ETm um pouco menores, o que é justificável pelo fato desses autores terem conduzido seus experimentos no inverno e outono/inverno, respectivamente. Os dados de necessidade hídrica consideravelmente maiores, citados por DOORENBOS & KASSAM (1979) e KLEINKOPF (1983), referem-se a culturas de batata de ciclo médio (120 a 150 dias) e longo (180 dias), respectivamente.

O consumo de água médio diário estimado para os períodos de 0 a 15, 15 a 40, 40 a 80, 80 a 99 dias e para o ciclo total, foi de 1,5; 2,2; 4,5; 3,06 e 3,2 mm/dia,

Figura 7. Valores diários de ECA e ETm durante o ciclo da cultura.

respectivamente. Estes dados estão em total consonância com a tabela sugerida por MARQUELLI et alii (1987), para a estimativa de ETm da cultura da batata, em função da temperatura e umidade relativa média do ar. O valor obtido para o período de 40 à 80 dias apresenta-se ligeiramente superior ao citado por BARRETO (1974).

4.2. Manejo da irrigação

A Tabela 7 apresenta as lâminas aplicadas através da irrigação e da precipitação pluvial durante o ciclo da cultura, para todos os tratamentos.

Nas três primeiras irrigações diferenciadas, realizadas no 33, 43 e 46 dias após o plantio, o tempo de aplicação foi calculado para o umedecimento de uma profundidade de solo de 10, 20 e 30 cm, respectivamente, na faixa de controle. Daí para diante, supôs-se que a profundidade efetiva do sistema radicular já tivesse alcançado 40 cm, resultando no tempo de aplicação de 3 horas e 2 minutos, o que propiciou lâminas médias, coletadas nos pluviômetros, de 32,4; 21,1 e 10,3 mm por irrigação, nas subparcelas de lâmina alta, média e baixa, respectivamente.

Devido as variações ocorridas na quantidade de água aplicada, realizou-se análise de variância das lâminas totais (precipitação + irrigação), cujo resumo encontra-se na Tabela 8.

Tabela 7. Lâminas aplicadas através da irrigação e da precipitação pluvial.

DATA	DIAS APÓS PLANTIO	T			R			A			T			A			M			E			N			T			O			S		
		MANHA			M-DIA			M-DIA			M-DIA			TARDE			TARDE			TARDE			NOITE			NOITE			NOITE			TESTEM. S/IRRIG		
		L. ALTA	L. MEDIA	L. BAIXA	L. ALTA	L. MEDIA	L. BAIXA	L. ALTA	L. MEDIA	L. BAIXA	L. ALTA	L. MEDIA	L. BAIXA	L. ALTA	L. MEDIA	L. BAIXA	L. ALTA	L. MEDIA	L. BAIXA	L. ALTA	L. MEDIA	L. BAIXA	L. ALTA	L. MEDIA	L. BAIXA	L. ALTA	L. MEDIA	L. BAIXA						
de 28/08 a 27/09	* 1-31(i)	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8	74.8				
29/09	33 (i)	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5				
01/10	35 (c)	11.1	7.5	4.0	11.1	7.3	3.8	10.1	6.8	4.0	15.2	8.0	4.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
05/10	39 (c)	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7				
09/10	43 (i)	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0				
12/10	46 (i)	14.6	10.8	6.0	14.3	9.3	4.8	14.5	10.2	5.6	12.0	9.2	5.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
16/10	50 (c)	23.7	16.2	8.3	22.0	14.7	7.4	18.0	15.3	8.8	22.0	14.9	8.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
17/10	51 (i)	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4				
18/10	52 (c)	32.9	22.0	10.8	31.5	20.4	9.3	30.2	22.1	11.1	33.6	22.9	11.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
19/10	53 (c)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7				
20/10	54 (c)	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6				
22/10	56 (i)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4				
23/10	57 (i)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
24/10	58 (i)	30.1	21.7	11.9	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
25/10	59 (c)	---	---	---	31.0	20.8	10.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
27/10	61 (i)	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9				
28/10	62 (c)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
29/10	63 (i)	33.3	20.6	10.5	34.5	22.6	11.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
29/10	63 (c)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5				
31/10	65 (i)	31.0	21.8	10.7	31.3	21.5	10.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
03/11	68 (i)	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1				
04/11	69 (i)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
05/11	70 (c)	32.3	20.6	10.5	34.5	22.6	11.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
06/11	71 (c)	32.3	20.6	10.5	34.5	22.6	11.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
08/11	73 (i)	32.3	20.6	10.5	34.5	22.6	11.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
12/11	77 (i)	31.7	20.7	10.5	32.5	19.0	8.8	30.1	20.5	10.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
13/11	78 (i)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
13/11	78 (c)	28.3	22.3	12.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
14/11	79 (c)	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1				
15/11	80 (c)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7				
22/11	87 (i)	31.3	22.6	12.3	31.8	20.9	9.7	35.1	21.6	10.6	29.7	20.6	10.9	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
23/11	88 (i)	36.2	22.0	10.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
24/11	89 (c)	---	---	---	33.8	18.4	8.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
25/11	90 (c)	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6				
02/12	97 (c)	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9				
03/12	98 (c)	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0				
TOTAL	99 DIAS	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
TOTAL	99 DIAS	600.7	511.2	420.1	598.7	497.9	405.5	631.1	523.3	426.5	632.8	532.4	430.9	284.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			

(i)=irrigação

(c)=chuva

* - brotamento

** - Testemunha colhida no 91º dia

Tabela 8. Resumo da análise de variância da lâmina total aplicada, através da irrigação e da precipitação pluvial.

Causas da variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	4	51.998,75	58,55**
Entre irrigados	3	2.528,54	2,85
Irrigados x testemunha	1	200.499,40	225,66**
Resíduo (a)	15	888,09	
Parcelas	(19)		
Lâmina	2	152.075,65	1.408,22**
Interação hor. x lâmina	6	129,97	1,20
Resíduo (b)	24	107,99	
Subparcelas	51		

c.v.(a) = 3,44% c.v.(b) = 2,08%.

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

A análise estatística revela uma diferença altamente significativa entre a lâmina aplicada na testemunha sem irrigação e as lâminas aplicadas nos tratamentos irrigados. Observa-se também que as lâminas aplicadas nas subparcelas de lâmina alta, média e baixa diferiram significativamente. Além disso, o fato de não ter havido diferenças significativas entre as lâminas aplicadas nos tratamentos irrigados, demonstra que o sistema de aplicação de água utilizado foi viável, apesar de não se

utilizar quebra-ventos

A Figura 8 mostra a representação gráfica da lâmina total média aplicada para os diferentes tratamentos. A comparação realizada entre as médias dos tratamentos irrigados pelo teste de Tukey reintera o que foi afirmado no parágrafo anterior. (Letras iguais não diferem ao nível de 5%).

Os dados de umidade do solo das amostras coletadas diariamente, obtidas através do método-padrão de estufa, revelaram que, em média, as irrigações foram realizadas quando a umidade do solo atingiu a 21,44; 20,08 e 17,82% à base de peso, nas faixas de lâmina alta, média e baixa, respectivamente, o que corresponde a 69,1; 52,2 e 24,2% da água disponível total. No tratamento relativo à irrigação noturna, os potenciais matriciais mínimos observados através dos tensiômetros foram, em média, 14, 25 e 69 KPa respectivamente.

Observando-se a Tabela 7, nota-se que ocorreu um período relativamente seco do 40^o ao 77^o dia após o plantio, ou seja, do dia 6 de outubro ao dia 12 de novembro, coincidente com o terceiro estágio do ciclo da batata, no qual a cultura é mais exigente em água. Como consequência, a testemunha sem irrigação teve seu ciclo reduzido para 91 dias apesar da precipitação pluvial mais a irrigação de brotamento totalizarem 284,6 mm, o que está de acordo com os resultados encontrados por

Figura 8. Lâminas totais de água aplicadas nos tratamentos.

MACGILLIVRAY (1950), STRUCHTEMEYER (1961), SCALOPPI & FERRAZ (1978), VAN LOON (1981) e LEVY (1986). Durante este período, o turno de rega médio nos tratamentos irrigados foi de 4,6 dias.

4.3. Temperaturas do solo, da água e do ar

As leituras dos geotermômetros, realizadas durante o período mais seco do ciclo (6/10 à 12/11), mostraram que não houve diferenças significativas das temperaturas do solo, entre as faixas de lâminas alta, média e baixa, em qualquer dos quatro horários de irrigação, quer no início ou no final das aplicações. Entretanto, como pode ser observado na Tabela 9, houve uma ligeira tendência ao aumento de temperatura, com a diminuição da lâmina aplicada, o que é perfeitamente compreensível, tendo em vista o conhecido efeito do teor de umidade do solo sobre a temperatura do mesmo (WIERENGA, 1970; REICHARDT, 1985).

Fazendo o uso expressão aproximada:

$$Z = \frac{h}{(\theta_{cc} - \theta_a)}$$

onde, Z = profundidade de molhamento

h = lâmina aplicada

θ_{cc} = umidade do solo na capacidade de campo
(cm³ H₂O/cm³ solo)

θ_a = umidade do solo antes da aplicação da irrigação

Tabela 9. Temperaturas médias do solo ($^{\circ}\text{C}$), nas faixas de lâmina alta, média e baixa, no início e no final da irrigação, para os quatro horários de aplicação de água.

HORARIOS	LAMINAS		
	Alta	Média	Baixa
Manhã (i)	22,8	22,8	23,0
(f)	22,6	22,8	22,9
Meio dia (i)	24,5	24,7	24,9
(f)	25,0	26,1	26,0
Tarde (i)	25,8	25,7	27,1
(f)	25,8	26,1	26,4
Noite (i)	25,7	26,0	26,2
(f)	24,8	24,8	25,2

(i) = 5 minutos após o início da irrigação

(f) = 5 minutos antes do final da irrigação

pode-se verificar que nas faixas de lâmina baixa o molhamento não atingiu a profundidade de 20 cm, onde estavam instalados os geotermômetros. Observações realizadas no tratamento da noite, onde foram instalados tensiômetros a 20 cm de profundidade, confirmaram este fato, mostrando que ao final da irrigação a frente do molhamento já atingia a 20 cm na faixa de lâmina alta, mas não na de lâmina baixa.

Assim, as diferenças de temperatura do solo entre as faixas de lâmina alta e baixa, em qualquer dos tratamentos irrigados, refletem o efeito da diferença de umidade no início da aplicação e, no final da aplicação, o efeito conjunto da diferença de umidade e do molhamento. Portanto, tendo em vista que, tanto no início quanto no final da irrigação, essas diferenças foram igualmente pequenas, pode-se depreender que durante a aplicação de água, o possível resfriamento provocado pelo molhamento foi reduzido, em qualquer dos horários de irrigação, aos 20 centímetros de profundidade.

Esses resultados não estão de acordo com as afirmações de VIDALIN (1902) e ROLLEY (1953) segundo os quais irrigações realizadas nas horas mais quentes do dia causariam resfriamento considerável do solo. Há que se considerar, entretanto, que estes autores referiram-se a condições de clima temperado e que a profundidades menores a queda de temperatura pode ter sido significativa (WIERENGA, 1970 e 1971).

Na Figura 9 estão representadas de forma gráfica as temperaturas médias da água, do ar (bulbo seco e bulbo úmido) e do solo, no início e no final das irrigações, nos diferentes horários. As temperaturas do solo referem-se às médias nas faixas de lâmina alta, média e baixa.

Observa-se nesta figura, que a temperatura da

Figura 9. Temperaturas médias da água, do ar (bulbo seco e bulbo úmido) e do solo, no início e no final das irrigações, nos diferentes horários.

água só esteve menor que a do solo, de forma considerável, no final da tarde e início da noite, o que não está em concordância com os relatos de VIDALIN (1902) e ROLLEY (1953).

Considerando que a água aplicada por aspersão tenha atingido o solo a uma temperatura aproximadamente igual à do termômetro de bulbo úmido (PAIR et alii, 1969), em qualquer dos horários de irrigação, o molhamento ocorreu com a água a uma temperatura inferior a do solo. O possível arrefecimento das camadas superiores do solo causado por esse fato não parece ter provocado resfriamento nocivo do sistema radicular superficial durante as horas mais quentes do dia, conforme relataram VIDALIN (1902) e ROLLEY (1953), já que, durante esse período, a temperatura do bulbo úmido variou, em média, de 19,5 à 22°C, o que é considerada uma faixa adequada de temperatura do solo para formação e desenvolvimento dos tubérculos (YAMAGUCHI et alii, 1964; EPSTEIN, 1966).

4.4. Análise dos parâmetros de crescimento

4.4.1. Número de hastes por planta

O número médio de hastes por planta, para os diferentes tratamentos relativos aos horários e às lâminas de irrigação, é apresentado nas figuras 10 e 11,

respectivamente. Para cada época de amostragem, médias de letras índices iguais não diferem significativamente pelo teste de Turkey ao nível de 5% de probabilidade. A análise de variância encontra-se resumida na Tabela 10.

Tabela 10. Resumo da análise de variância do número de hastes por planta.

		EPOCAS DAS COLETAS							
		27 dias		41 dias		55 dias		69 dias	
Causas da variação	G.L.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Tratamentos	4	0,86	0,43	0,99	0,73	1,35	0,65	0,88	0,39
Entre irrigados	3	1,13	0,57	0,64	0,46	1,70	0,80	1,15	0,51
Entre teste irrig.	1	0,03	0,02	2,02	1,49	0,29	0,14	0,06	0,03
Resíduo (a)	15	1,97		1,35		2,06		2,27	
Parcelas	(19)	---	---	---	---	---	---	---	---
Entre lâminas	2	3,51	2,22	5,36	5,62 **	1,26	1,03	1,94	1,79
Intervalo x irrig.	6	0,73	0,46	0,54	0,57	1,30	1,07	1,26	1,16
Resíduo (b)	24	1,58		0,95		1,22		1,08	
TOTAL	51	---	---	---	---	---	---	---	---
Coef. var. (a) - (%)			15,31		13,17		15,51		16,56
Coef. var. (b) - (%)			23,74		19,15		20,63		19,76

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

Observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos relativos aos horários de irrigação em nenhuma das quatro coletas realizadas. Da mesma

Figura 10. Número médio de hastes por planta nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada.

Figura 11. Número médio de hastes por planta nos tratamentos relativos às lâminas totais.

forma, a testemunha não irrigada não diferiu dos tratamentos irrigados, o que está de acordo com os resultados encontrados por JEFFERIES & MACKERRON (1987) que observaram diferenças consistentes no número de hastes por planta entre cultivares, mas não entre tratamentos irrigados e não irrigados.

No que se refere aos efeitos das lâminas de irrigação, também não foram encontradas diferenças significativas, com exceção da coleta realizada aos 41 dias, quando o tratamento de lâmina alta apresentou um número de hastes inferior aos de lâmina média e baixa, como pode ser observado na Figura 11.

A média global do número de hastes por planta observada foi de 5,3, o que está em concordância com o valor 5,4 encontrado por JEFFERIES & MACKERRON (1986) em seu primeiro ano de experimento. Entretanto, este valor apresenta-se um pouco elevado quando comparado com 4,0; 4,2 e 3,3 hastes por planta encontradas por MAITY & CHATTERJEE (1977), JEFFERIES & MACKERRON (1986), no segundo ano de experimento e JEFFERIES & MACKERRON (1987).

A elevada densidade de hastes observada, cerca de $22,1 \times 10$ por hectare, se deve possivelmente ao fato dos tubérculos-semente apresentarem idade fisiológica um pouco avançada na época do plantio. Este efeito é bastante citado na literatura, como por exemplo, nos trabalhos realizados por CHO & IRITANI (1980), LEVY (1984),

IRITANI & WELLER (1987) e GIL & WAISTER (1987).

4.4.2. Comprimento médio das hastes

Nas figuras 12 e 13 estão representados graficamente os comprimentos médios das hastes para os diferentes horários de irrigação e lâminas totais aplicadas, respectivamente. O resumo das análises de variância dos dados é apresentado na Tabela 11.

Verifica-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos irrigados nos diferentes horários, em nenhuma das quatro coletas. Por outro lado, a testemunha sem irrigação apresentou comprimentos médios de hastes estatisticamente inferiores aos tratamentos irrigados, aos 55 e 69 dias após o plantio, em concordância com os relatos de HANG & MILLER (1986), segundo os quais, a deficiência de água pode reduzir sensivelmente o crescimento das hastes de plantas de batata. De forma semelhante, PHENE & SANDERS (1976) observaram reduções na altura de plantas não irrigadas de cerca de 22% aos 69 dias, quando comparadas com plantas de batata irrigadas, enquanto que SINGH et alii (1978) encontraram reduções de até 33%.

O efeito do estresse hídrico também pode ser notado, já aos 41 dias, quando o comprimento médio das hastes no tratamento de lâmina baixa foi significativamente

Figura 12. Comprimento médio das hastes (cm) nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada.

Figura 13. Comprimento médio das hastes (cm) nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas.

4.4.3. Número de folhas

As médias encontradas para o número de folhas por planta, nos diferentes tratamentos e épocas de coleta, são apresentadas nas figuras 14 e 15, sendo o resumo das análises de variância mostrados na Tabela 12.

Tabela 12. Resumo da análise de variância para o número de folhas por planta.

		ÉPOCAS DAS COLETAS							
		27 dias		41 dias		55 dias		69 dias	
Causas da variação	G.L.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Tratamentos	4	91,54	2,39	172,05	0,36	760,18	2,57	698,55	2,83
Entre irrigados	3	121,87	3,18	197,60	0,41	488,95	1,65	562,06	2,27
Entre test.e irrig.	1	0,55	0,01	95,41	0,20	1573,85	5,32*	1108,00	4,48
Resíduo (a)	15	38,36		479,30		295,81		247,13	----
Parcelas	(19)	----	----	----	----	----	----	----	----
Entre lâminas	2	142,72	1,68	107,44	0,74	276,08	1,41	55,32	0,21
Inter.lam.x irrig.	6	70,81	0,84	102,08	0,70	164,58	0,84	85,00	0,32
Resíduo (b)	24	84,75		145,13		195,79		269,17	----
TOTAL	51	----	----	----	----	----	----	----	----
Coef.var. (a)-(%)			8,29		17,88		13,88		5,92
Coef.var. (b)-(%)			22,38		17,04		19,55		26,39

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

Figura 14. Número médio de folhas por planta nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada.

Figura 15. Número médio de folhas por planta nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas.

Ao se analisar esses resultados, constata-se que não ocorreram diferenças significativas no número de folhas por planta entre os tratamentos irrigados em diferentes horários, em nenhuma das épocas de amostragem. O efeito da irrigação, todavia, pode ser evidenciado através da observação da figura 14, onde se verifica que a partir da coleta realizada aos 41 dias, houve uma tendência da testemunha sem irrigação apresentar um menor número de folhas que os tratamentos irrigados, tendência esta que se apresenta significativa aos 55 dias, em concordância com o que foi constatado por HANG & MILLER (1986). Nota-se também que, enquanto os tratamentos irrigados ainda apresentaram um ligeiro aumento do número de folhas da 2a. para a 3a. coleta (de 71 para 73 folhas por planta, em média), a testemunha sem irrigação apresentou um decréscimo (de 66 para 46 folhas por planta), confirmando o já comentado efeito da senescência precoce, causada pela deficiência de umidade do solo.

Na figura 15, observa-se ainda que não foi possível detectar diferenças, comparando-se os tratamentos relativos às lâminas de irrigação.

4.4.4. Índice de área foliar

Nas figuras 16 e 17 estão representadas graficamente as médias de I.A.F. obtidas em função dos

Figura 16. Médias do índice de área foliar nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada.

Figura 17. Médias do índice de área foliar nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas.

diferentes horários de irrigação e lâminas totais aplicadas, nas quatro épocas de amostragem. A análise de variância dos dados é apresentada de forma resumida na Tabela 13.

Pode-se observar que não houve diferenças significativas entre os tratamentos irrigados em diferentes horários. A testemunha sem irrigação, entretanto, apresentou I.A.F. inferior ao dos tratamentos irrigados a partir dos 41 dias, diferindo significativamente destes aos 55 e 69 dias. Nas parcelas não irrigadas, nas quais a lâmina pluvial representou 55% da lâmina média total aplicada nas parcelas irrigadas, o I.A.F. encontrado aos 69 dias foi 40% menor do que o obtido em média nas parcelas irrigadas. WOLFE et alii (1982) e KLEINKOPF (1983), de forma semelhante, em tratamentos que receberam 58 e 62% da lâmina máxima aplicada, respectivamente, constatarem reduções no I.A.F. de até 31 e 29%. SCALOPPI & FERRAZ (1978), HANG & MILLER (1986) e GIL & WAISTER (1986) também verificaram que o I.A.F. de plantas de batata é bastante influenciado pela deficiência de umidade do solo.

A ausência de diferenças significativas entre os tratamentos relativos às lâminas de irrigação, provavelmente se deve ao fato de ter havido uma maior incidência de virose nas subparcelas de lâminas mais elevadas, compensando de certa forma, o efeito da irrigação diferenciada.

Tabela 13. Resumo da análise de variância para o índice de área foliar.

		EPOCAS DAS COLETAS							
		27 dias		41 dias		55 dias		69 dias	
Causas da variação	G.L.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Tratamentos	4	0,00062	0,31	0,094	0,71	0,215	2,21	0,353	3,05
Entre irrigados	3	0,00080	0,40	0,060	0,45	0,090	0,92	0,015	0,13
Entre test.e irrig.	1	0,00006	0,03	0,198	1,48	0,590	6,37 *	1,385	11,79 **
Resíduo (a)	15	0,00200		0,134		0,097		0,117	
Parcelas	(19)	----	----	----	----	----	----	----	----
Entre lâminas	2	0,00071	0,24	0,048	0,82	0,167	2,07	0,100	1,02
Inter.lam.x irrig.	6	0,00304	1,02	0,101	1,74	0,089	1,09	0,036	0,37
Resíduo (b)	24	0,00298		0,058		0,081		0,099	
TOTAL	51	----	----	----	----	----	----	----	----
Coef.var.(a)-(%)			9,89		14,44		11,96		13,23
Coef.var.(b)-(%)			20,93		16,45		18,90		21,00

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

O valor do I.A.F. obtido nos tratamentos irrigados, em média 1,34 aos 69 dias, apresenta-se consideravelmente baixo quando comparado com dados citados na literatura, que estão numa faixa de 2 a 6 (HARRIS, 1973; DAR & ROSARIO, 1981; WOLFE et alii, 1982; KLEINKOPF, 1983). Dentre as possíveis explicações para este fato, podemos destacar: a própria natureza da cultivar, que se caracteriza

por possuir um porte mediano (EMBRATER, 1982), o plantio de tubérculos-semente com idade fisiológica um pouco avançada (ALLEN & BEAN, 1981; VAKIS, 1986), a incidência de virose, *Alternaria solani* e *Agrotis ypsilon* durante o ciclo da cultura, e o fato dos valores de I.A.F. presentes na literatura normalmente se referirem a cultivos realizados em regiões de clima temperado, onde a planta de batata apresenta um maior crescimento vegetativo (MIDMORE, 1984).

4.4.5. Peso seco da parte aérea

Estão representados graficamente nas figuras 18 e 19 as médias do peso seco da parte aérea para todos os tratamentos nas 4 épocas de amostragem, sendo os respectivos resumos das análises de variância mostrados na Tabela 14.

Tai como no comprimento médio dos caules, no número de folhas e no índice de área foliar, só foram evidenciadas diferenças estatisticamente significativas no peso seco da parte aérea das plantas entre a testemunha sem irrigação e os tratamentos irrigados.

Através da figura 18, verifica-se claramente o fenômeno da senescência precoce da testemunha. Quanto aos tratamentos irrigados, o rápido desenvolvimento ocorrido entre o 27º e o 41º dia, e a tendência à estabilização a partir dos 55 dias, constatados de forma semelhante nos outros 3 parâmetros de crescimento citados anteriormente,

foram também observados por SCALOPPI & FERRAZ (1978).

Tabela 14. Resumo da Análise de variância do peso seco da parte aérea. (g/planta)

		EPOCAS DAS COLETAS							
		27 dias		41 dias		55 dias		69 dias	
Causas da variação	G.L.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Tratamentos	4	0,13	0,37	20,21	0,80	51,23	2,21	120,05	3,92*
Entre irrigados	3	0,09	0,26	13,68	0,54	6,02	0,26	21,18	0,63
Entre test.e irrig.	1	0,24	0,68	37,81	1,59	186,89	8,06*	416,66	13,52**
Resíduo (a)	15	0,35		25,12		23,19		30,80	
Parcelas	(19)	---	---	---	---	---	---	---	---
Entre lâminas	2	0,01	0,03	16,75	1,36	32,63	1,78	42,13	1,40
Inter.lam.x irrig.	6	0,53	1,64	18,62	1,51	21,96	1,20	14,11	0,47
Resíduo (b)	24	0,32		12,33		18,35		30,02	
TOTAL	51	---	---	---	---	---	---	---	---
Coef.var.(a)-(%)			9,96		13,91		11,53		12,59
Coef.var.(b)-(%)			16,49		16,88		17,76		20,56

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

Durante o período de maior desenvolvimento vegetativo, as taxas de crescimento médias da parte aérea, observadas para parcelas com e sem irrigação, correspondentes a lâminas totais médias aplicadas de 317,6 e 284,6 mm, respectivamente, foram de 5,24 e 4,43 g/m²/dia. Resultados semelhantes foram relatados por HANG & MILLER (1986), que obtiveram durante o segundo ano de plantio,

Figura 18. Médias do peso seco da parte aérea (g/planta) nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada.

Figura 19. Médias do peso seco da parte aérea (g/planta) nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas.

taxas de crescimento da parte aérea da ordem de 5,67 e 4,42 g/m²/dia, para lâminas aplicadas de 542 e 385 mm, respectivamente.

Entretanto, em termos absolutos, a produção de matéria seca da parte aérea foi sensivelmente baixa. Aos 69 dias, os tratamentos irrigados produziram apenas 1,1 T/ha em média, valor este consideravelmente reduzido, quando comparado com dados da literatura, como, por exemplo, 2,0 e 1,85 T/ha obtidos por WOLFE et alii (1982) e KLEINKOPF (1983), respectivamente. Possivelmente este fato se deve às mesmas causas relatadas anteriormente, quando da discussão do I.A.F.

4.4.6. Peso fresco dos tubérculos

Nas figuras 20 e 21 estão representadas as médias do peso fresco dos tubérculos, para os tratamentos relativos aos horários de irrigação e lâminas totais aplicadas, respectivamente, obtidas nas amostragens realizadas aos 55, 69 e 83 dias após o plantio. O resumo da análise de variância desses dados pode ser observado na Tabela 15.

Observando esses resultados verifica-se que, tal como nos outros parâmetros representativos do desenvolvimento da cultura, não houve diferenças significativas entre os tratamentos irrigados nos diferentes

Figura 20. Médias do peso fresco dos tubérculos (g/planta) nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada, aos 55, 69 e 83 dias após o plantio.

Figura 21. Médias do peso fresco dos tubérculos (g/planta) nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas, aos 55, 69 e 83 dias após o plantio.

horários. Pode-se constatar também, que o efeito da irrigação ficou bem evidenciado nas três amostragens, onde a testemunha sem irrigação apresentou sempre peso estatisticamente inferior ao dos tratamentos irrigados.

O efeito das lâminas de irrigação, que não ficou bem caracterizado pelos parâmetros de desenvolvimento da parte aérea, onde, possivelmente os problemas fitossanitários tiveram uma maior influência, pode, todavia, ser detectado no desenvolvimento dos tubérculos. As subparcelas relativas ao tratamento de lâmina baixa apresentaram peso fresco de tubérculos significativamente inferiores às lâminas média e alta, aos 55 e 69 dias, e às de lâmina alta, aos 83 dias.

A velocidade média de tuberização obtida para os tratamentos irrigados entre os 55 e 69 dias foi de 59,2 g/m²/dia e entre os 69 e 83 dias foi de 18,9 g/m²/dia. COSTA & LOPES (1982), estudando a velocidade de tuberização da cultivar Baronesa no Estado do Rio Grande do Sul, obtiveram para períodos semelhantes do ciclo da cultura, valores de 59,6 e 43,2 g/m²/dia. A diferença apresentada no segundo período provavelmente se deve ao fato da velocidade de crescimento dos tubérculos variar amplamente com a cultivar, período de plantio e condições culturais, conforme relatam esses mesmos autores. A testemunha sem irrigação apresentou taxas de crescimento de tubérculos consideravelmente

inferiores às dos tratamentos irrigados: 17,6 g/m²/dia entre o 55^o e 69^o dia e 8,0 g/m²/dia entre o 69^o e 83^o dia.

O peso médio dos tubérculos nos tratamentos irrigados, obtido aos 83 dias, 2714,6 g/m² também esteve bem próximo do valor máximo obtido por COSTA & LOPES (1982), ou seja 2890,6 g/m².

Tabela 15. Resumo da análise de variância do peso fresco tubérculos (g/planta) aos 55, 69 e 83 dias após o plantio.

EPOCAS DAS COLETAS							

		55 dias		69 dias		83 dias	

Causas da variação	G.L.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.

Tratamentos	4	9500,19	1,45	56853,51	4,44*	87113,84	6,34**
Entre irrigados	3	2609,03	0,40	10490,41	0,82	28698,78	2,09
Entre test.e irrig.	1	30173,64	4,59*	195942,80	15,31**	262359,01	19,09**
Resíduo (a)	15	6567,51		12796,04		13744,79	

Parcelas	(19)	---	---	---	---	---	---

Entre lâminas	2	43094,46	12,03**	110556,77	10,12**	91774,35	5,33*
Inter.lam.x irrig.	6	7709,12	2,15	7749,13	0,71	17752,82	1,03
Resíduo (b)	24	3581,71		10927,95		17225,91	

TOTAL	31	---	---	---	---	---	---

Coef. var. (a) - (%)		12,24		11,45		10,73	
Coef. var. (b) - (%)		15,66		18,33		20,81	

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

4.4.7. Número de tubérculos

A média do número de tubérculos por planta para todos os tratamentos, durante as coletas realizadas aos 55, 69 e 83 dias após o plantio, é mostrada nas figuras 22 e 23, sendo o resumo da análise de variância apresentado na Tabela 16.

Tabela 16. Resumo da análise de variância do número de tubérculos por planta aos 55, 69 e 83 dias após o plantio.

		EPOCAS DAS COLETAS					
		55 dias		69 dias		83 dias	
Causas da variação	G.L.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Tratamentos	4	1,50	0,08	34,00	1,66	25,19	0,880
Entre irrigados	3	1,42	0,07	41,74	2,04	33,56	1,172
Entre test.e irrig.	1	1,75	0,09	10,78	0,53	0,09	0,003
Resíduo (a)	15	19,31		20,50		28,63	
Parcelas	(19)	---	---	---	---	---	---
Entre lâminas	2	8,20	1,02	40,07	2,29	126,76	8,559 **
Inter.lam.x irrig.	6	66,25	8,26 **	13,82	0,79	6,12	0,413
Resíduo (b)	24	8,02		17,47		14,81	
TOTAL	51	---	---	---	---	---	---
Coef.var.(a)-(%)		14,31		14,01		16,95	
Coef.var.(b)-(%)		16,19		22,40		21,11	

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

Figura 22. Número médio de tubérculos por planta nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada, aos 55, 69 e 83 dias após o plantio.

Figura 23. Número médio de tubérculos por planta nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas, aos 55, 69 e 83 dias após o plantio.

Em nenhuma das 3 coletas foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos irrigados nos diferentes horários. Tampouco a testemunha sem irrigação diferiu dos tratamentos irrigados em qualquer das 3 amostragens realizadas. A explicação para o fato do estresse hídrico sofrido pelo tratamento não irrigado não ter proporcionado reduções palpáveis no número de tubérculos por planta, provavelmente decorre do período em que a deficiência de água se fez presente, ou seja, durante a fase de desenvolvimento dos tubérculos. Segundo HARRIS (1978), deficiências ocorridas após o início da tuberização costumam afetar mais o tamanho do que o número de tubérculos.

Por outro lado, observando-se a figura 23 verifica-se uma tendência à ocorrência de plantas com maior número de tubérculos no tratamento de lâmina alta, tendência esta que se revela significativa na coleta realizada aos 83 dias. MARTIN & MILLER (1985) também notaram reduções no número de tubérculos com a diminuição da lâmina de irrigação, em plantas coletadas 60 dias após o plantio.

Através da Tabela 16 pode-se notar uma interação significativa aos 55 dias, o que demonstra que o efeito da lâmina aplicada se deu de maneira diferente para os diversos horários. A Tabela 17 mostra o esquema da análise de variância modificada para a avaliação deste efeito separadamente, para cada horário. As médias do número

de tubérculos por planta nas subparcelas de lâmina alta, média e baixa, dentro de cada tratamento irrigado, são apresentadas na Tabela 18.

Tabela 17. Análise de variância do efeito das lâminas no número de tubérculos por planta, dentro de cada tratamento irrigado, aos 55 dias após o plantio.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Lâminas dentro do H. Manhã	2	219,79	109,90	13,70**
Lâminas dentro do H. Meio dia	2	76,04	38,02	4,74*
Lâminas dentro do H. Tarde	2	87,79	43,90	5,47**
Lâminas dentro do H. Noite	2	30,29	15,15	1,90
Resíduo (b)	24	192,42	8,02	-

* - significativo à nível de 5% de probabilidade.

** - significativo à nível de 1% de probabilidade.

Percebe-se que a interação mostrou-se significativa porque nos horários manhã, meio-dia e tarde, maiores números de tubérculos ocorreram nas subparcelas de lâminas alta, média e baixa, respectivamente. No horário da noite o efeito da lâmina não foi verificado. Considerando que este quadro não se repetiu nas outras duas coletas subsequentes, tampouco em qualquer período, para os outros parâmetros de crescimento analisados, possivelmente, neste

caso, o número de plantas coletadas por cada subparcela, ou seja, duas, não foi o suficiente para que se obtivesse representatividade na amostragem.

Tabela 18. Número médio de tubérculos por planta nas subparcelas de lâminas alta, média e baixa para cada tratamento irrigado, aos 55 dias.

Horários	Lâminas		
	Alta	Média	baixa
Manhã	23,63	14,25	14,33
Meio dia	15,75	21,38	16,38
Tarde	16,25	14,63	21,00
Noite	17,25	18,88	15,00

O número de tubérculos por planta observado aos 83 dias nos tratamentos irrigados foi, em média, 18,2. Embora este parâmetro varie bastante com a natureza do cultivar, este valor apresenta-se bastante elevado quando comparado com números da ordem de 10,4, 10,5 e 9,3, obtidos, em média, por SANDERS & NYLUND (1972b), COSTA & LOPES (1982) e MILLER & MARTIN (1985) respectivamente, refletindo idade fisiológica dos tubérculos semente relativamente avançada quando do plantio. (CHO & IRITANI, 1980)

4.5. Incidência de virose

Na figura 24 estão representadas graficamente as médias das percentagens de plantas com sintomas de virose, nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e na testemunha não irrigada, assim como nos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas.

A figura 25 apresenta as médias das subparcelas de lâminas alta, média e baixa, para cada horário de irrigação, separadamente.

Nestas duas figuras, a ordem de apresentação das médias relativas aos horários de irrigação foi propositadamente alterada, para coincidir com a ordem de disposição dos círculos no campo (Fig. 3), resultando na sequência: noite, tarde, manhã, meio-dia e sem irrigação.

A Tabela 19 mostra a análise estatística desses dados, transformados através da expressão $\text{arc sen } (\sqrt{x/100})$, onde "x" é expresso em percentagem. Devido a ocorrência de interação significativa, apresenta-se também a Tabela 19, onde o efeito da lâmina aplicada é avaliado separadamente para cada horário.

Ao que tudo indica, esses resultados estão relacionados com o comportamento dos pulgões, frequentemente observados no experimento, durante o ciclo da cultura, e que são eficientes transmissores de moléstias provocadas por virus (EMBRATER, 1982; BITTENCOURT et alii, 1985).

Tabela 19. Análise de variância da percentagem de plantas (+) com sintomas de virose.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	8,06	2,014	71,49**
Entre irrigados	3	5,20	1,733	61,51**
Entre test. irrig.	1	2,86	2,858	101,44**
Resíduo (a)	15	0,42	0,028	
Parcelas	19	8,48		
Lâminas	2	0,84	0,420	57,40**
Inter.hor.x lam.	6	0,35	0,058	7,97**
Resíduo	24	0,18	0,007	
Total	51	9,84		

(+) - dados transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 20. Análise de variância do efeito das lâminas na percentagem de plantas com sintomas de virose, dentro de cada tratamento irrigado. (+).

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Lâminas dentro do H.Noite	2	0,034	0,017	0,29
Lâminas dentro do H.Tarde	2	0,081	0,041	0,71
Lâminas dentro do H.Manhã	2	0,381	0,191	3,29
Lâminas dentro do H.Noite	2	0,691	0,346	5,97**
Resíduo (b)	24	0,176	0,008	-

(+) - dados transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Figura 24. Percentagem média de plantas com sintomas de virose nos tratamentos relativos aos horários e lâminas aplicadas e na tes temunha não irrigada.

Figura 25. Percentagem média de plantas com sintomas de virose nas sub-parcelas de lâminas alta, média e baixa, em cada horário de irrigação.

Embora a ocorrência de precipitação limite a multiplicação desses afídeos (EMBRATER, 1982), o que poderia favorecer um ataque mais severo na testemunha sem irrigação e em subparcelas de lâmina baixa, formas aladas de pulgão, assim como outros insetos, são capazes de diferenciar, em pleno voo, radiações refletidas além do espectro visível, podendo orientar-se para as partes da vegetação que lhe parecem mais favoráveis, ou seja, áreas em que a cultura apresente um melhor desenvolvimento vegetativo, com uma maior cobertura do solo (SILVEIRA NETO et alii, 1976). Este comportamento seletivo possivelmente explica o fato dos tratamentos irrigados terem apresentado uma percentagem significativamente maior de plantas com sintomas de virose quando comparado com a testemunha sem irrigação, assim como a ocorrência de um aumento de incidência com o aumento da lâmina aplicada, como mostra a Tabela 19 e a figura 24.

Segundo SILVEIRA NETO et alii (1976), o vento exerce um efeito restritivo no voo dos pulgões, podendo arrastá-los para além da área da cultura preferencial. Desta forma, parece que a presença de árvores porte elevado, próximas ao círculo relativo ao tratamento da noite (Fig. 3) propiciou a ocorrência de ventos de velocidade mais reduzida neste extremo da área experimental, quando comparado com o extremo oposto, onde se localizava a testemunha sem irrigação, além da qual existia um canavial. Esta possível

distribuição crescente da velocidade do vento, no sentido do círculo irrigado à noite para o círculo não irrigado, e não o horário da irrigação em si, deve ter sido o fator decisivo para a diminuição da incidência de virose neste mesmo sentido, como mostram as Figuras 24 e 25.

Observando-se ainda a figura 25, conjuntamente com a Tabela 20, constata-se que a medida em que a incidência de plantas com a referida sintomatologia diminuiu, o efeito da lâmina de irrigação dentro dos círculos aumentou, tornando-se significativo no tratamento irrigado ao meio-dia, onde possivelmente a ação de uma população mais reduzida de pulgões pode se dar de forma mais seletiva.

Existe ainda a possibilidade da rega noturna ter propiciado efeito menos restritivo a esses insetos, que apresentam voo diurno.

4.6. Produção e componentes da produção

4.6.1. Produção total

As médias da produção total de tubérculos para todos os tratamentos, relativos aos horários de irrigação e às lâminas totais aplicadas, estão representadas graficamente na figura 26. A tabela 21 apresenta a análise de variância desses dados.

Observa-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos irrigados nos diferentes horários. Estes tratamentos, entretanto, apresentaram produção estatisticamente superior a da testemunha sem

irrigação, em concordância com a grande maioria dos autores que realizaram experimentos semelhantes.

Tabela 21. Análise de variância da produção total de tubérculos (g/planta).

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	324.870,27	81.217,57	11,80**
Entre irrigados	3	32.478,36	10.826,12	1,57
Entre test.e irrig.	1	292.391,92	292.391,92	42,49**
Resíduo (a)	15	103.210,20	-	-
Parcelas	(19)	428.080,48	-	-
Lâminas	2	257.002,65	128.501,32	13,02**
Int.hor.x lam.	6	38.403,53	6.400,59	0,65
Resíduo (b)	24	236.815,28	9.867,30	-
Total	51	960.301,94.	-	-

CV (a) = 7,75%

CV (b) = 16,07%

** = significativo à nível de 1%

O incremento médio proporcionado pela irrigação foi de 78,5%. Alguns autores nacionais, como por exemplo, BARRETO & BOOCK (1957), VIEIRA (1971) e SEGOVIA et alii (1972), constataram aumentos da ordem de 114, 105 e 58%, respectivamente.

O efeito das lâminas de irrigação também mostrou-se significativo, com os tratamentos de lâminas alta e média apresentando maior produção que o de lâmina baixa. A produção média obtida nas subparcelas de lâminas alta e

Figura 26. Produção média final de tubérculos, total e por classe de tamanho, em todos os tratamentos.

média foi de 28,75 T/ha, o que pode ser considerado um bom rendimento para culturas de batata em regiões tropicais (COSTA & LOPES, 1982).

Embora não tenha havido diferença significativa entre os tratamentos de lâminas alta e média, o primeiro apresentou uma tendência a produzir mais que o segundo, tal como nas coletas realizadas ao longo do desenvolvimento da cultura. Com o intuito de se verificar até que ponto o aumento da lâmina de irrigação propiciaria acréscimos na produção e objetivando-se obter mais dados para a elaboração de uma função de produção para a lâmina aplicada, realizou-se uma amostragem complementar da produção, cujos resultados serão discutidos posteriormente.

4.6.2. Classificação dos tubérculos

Na figura 26 estão representadas as médias das produções obtidas por classe de tamanho de tubérculo, para todos os tratamentos. A Tabela 22 apresenta o resumo da análise de variância dos dados, transformados através da expressão $\log (x + 1)$, sendo "x" expresso em gramas por planta.

Os pesos médios dos tubérculos obtidos nas classes de diâmetro mínimo maior que 45 mm, entre 45 e 33 mm, entre 33 e 23 mm, entre 23 e 20 mm e menor que 20 mm, foram 137,09, 58,00, 21,32, 10,75 e 3,83g, respectivamente.

Tabela 22. Resumo da análise de variância da produção final
(+)
de tubérculos em cada classe. (g/planta)

CLASSES											
		> 45 mm		45-33 mm		33-23 mm		23-20 mm		< 20 mm	
Causas da variação	G.L.	Q.V.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Tratamentos	4	2,650	19,12**	0,095	12,18**	0,032	1,27	0,044	0,44	0,037	0,93
Entre irrigados	3	0,148	1,07	0,005	0,83	0,014	0,55	0,053	0,55	0,049	1,24
Entre test.e irrig.	1	10,154	73,25**	0,570	46,85**	0,087	3,44	0,018	0,18	0,000	0,00
Resíduo (a)	15	0,139		0,008		0,025		0,099		0,040	
Parcelas	(19)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Entre lâminas	2	0,471	3,32	0,072	8,14**	0,009	0,52	0,111	1,24	0,102	3,65*
Inter.lam.x irrig.	6	0,136	0,96	0,013	1,47	0,024	1,61	0,079	0,88	0,012	0,44
Resíduo (b)	24	0,142		0,009		0,015		0,090		0,028	
TOTAL	51	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Coef.var. (a) - (%)			10,57		2,07		4,51		18,29		9,26
Coef.var. (b) - (%)			18,52		3,08		5,99		30,09		13,41

(+)= dados transformados em log (X + 1)

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

Através da Tabela 22, pode-se notar que não houve diferenças significativas entre os tratamentos irrigados nos diferentes horários. Por outro lado, comparando-se esses tratamentos com a testemunha não irrigada, verifica-se a irrigação propiciou aumentos significativos na produção de tubérculos maiores, ou seja,

maiores que 45 mm e entre 45 e 33 mm. Resultados semelhantes foram encontrados por SEGOVIA et alii (1972), SANDERS & NYLUND (1972b), BOURGOIN (1984), SOOD (1986) e MARTIN & MILLER (1987a).

A percentagem média da produção representada pelos tubérculos mais graúdos (> 45 mm) nos tratamentos irrigados foi de apenas 27,5%, semelhante aos valores encontrados por SEGOVIA et alii e HANG & MILLER (1986) durante o primeiro ano de experimento, que obtiveram 32 e 30% da produção dentro desta classe, respectivamente. A maioria dos autores entretanto, conseguiu obter percentagens consideravelmente mais altas, tais como PHENE & SANDERS (1976), BOURGOIN (1984) e HANG & MILLER (1986) durante o segundo ano de experimento, que obtiveram 82, 83 e 90% da produção, respectivamente, dentro da classe US No. 1 (maior que 50 mm). Possivelmente a explicação para este fato também está relacionada à idade fisiológica avançada dos tubérculos semente utilizados no plantio, que costuma acarretar menor produção de tubérculos graúdos (IRITANI & WELER, 1987).

Já no que se refere à produção de tubérculos de tamanho médio e pequeno, não houve diferença significativa entre os tratamentos irrigados e a testemunha, o que não está em concordância com os resultados encontrados por SEGOVIA et alii (1972), DAR & ROSARIO (1981), BOURGOIN (1984) e SOOD (1986) que constatarem um

aumento da produção de pequenos tubérculos devido ao estresse hídrico.

Quanto ao efeito das diferentes lâminas de irrigação, observou-se uma tendência ao aumento da produção de tubérculos graúdos nas subparcelas onde o solo foi mantido mais úmido, tendência esta que se apresentou significativa para a classe de tamanho entre 45 e 33 mm onde os tratamentos de lâminas alta e média diferiram significativamente do de lâmina baixa pelo teste de Tukey. Resultados semelhantes foram encontrados por MACGILIVRAY (1950), FULTON e MURWIN (1953), SCALOPPI et alii (1973) e KLEINKOPF (1983).

Lâminas mais elevadas propiciaram também o aumento do número de tubérculos não comercializáveis, ou seja, menores que 20 mm, com as subparcelas de lâminas médias produzindo significativamente mais do que as de lâminas baixas.

Este resultado está de acordo com os obtidos por SINGH et alii (1975), embora em discordância com a maioria dos autores, como já foi comentado anteriormente.

Já as classes de tamanho intermediário, ou seja, de 33 a 23 mm e 23 a 20 mm, foram pouco afetadas pelas diferentes lâminas, concordando também com SINGH et alii (1975).

4.4.3. Número de tubérculos.

O número médio de tubérculos por planta, para os diferentes tratamentos relativos aos horários e às lâminas de irrigação é apresentado na figura 27, sendo a análise de variância mostrada na Tabela 23.

Tabela 23. Análise de variância do número de tubérculos por planta na coleta final.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	30,11	7,53	0,66
Entre irrigados	3	16,33	5,44	0,48
Entre test.e irrig.	1	13,79	13,79	1,22
Resíduo (a)	15	169,98	11,33	-
Parcelas	(19)	200,10	-	-
Lâminas	2	54,95	27,47	1,93
Int.hor.x lam.	6	91,15	15,19	1,07
Resíduo (b)	24	342,03	14,25	-
Total	51	688,22	-	-

cv(a) = 10,97%

cv(b) = 21,30%

Analisando-se esses resultados, constata-se que não houve qualquer diferença significativa no número de tubérculos por planta, quer entre os tratamentos irrigados ou entre os irrigados e a testemunha, tão pouco entre os tratamentos relativos às lâminas de irrigação, em concordância com o que foi observado por SEGOVIA et alii (1972), SCALOPPI et alii (1973), DAR & ROSARIO (1981) e

Figura 27. Número médio de tubérculos por planta obtido na coleta final, em todos os tratamentos.

JEFFERIES & MACKERRON (1987) . Como já foi discutido anteriormente, este resultado provavelmente se deve ao fato da deficiência de água ter ocorrido após o início da tuberização. (HARRIS, 1978).

Por outro lado, pode-se observar que, embora não significativa, houve uma tendência dos tratamentos irrigados e os de lâminas alta e média, apresentarem um número superior de tubérculos quando comparados com a testemunha sem irrigação e com o tratamento de lâmina baixa, respectivamente.

VIEIRA (1971), STECKEL & GRAY (1979) e JEFFERIES & MACKERRON (1987) no segundo ano de experimento, constatarem aumentos no número de tubérculos devido à irrigação.

A faixa de variação do número de tubérculos por planta obtida por esses autores, para culturas irrigadas, vai de aproximadamente 6 à 16. O valor médio obtido neste experimento, para os tratamentos irrigados foi de 17,9 tubérculos por planta, que pode ser considerado relativamente elevado. Como já foi abordado, a explicação para este fato deve estar relacionada à idade fisiológica dos tubérculos semente na época do plantio (CHO & IRITANI, 1980).

4.6.4. Percentagem de tubérculos com crescimento secundário.

O exame dos tubérculos das plantas amostradas não revelou nenhum sintoma de rachadura, unhadura, coração oco ou manchas ferruginosas. A incidência de tubérculos com crescimento secundário, entretanto, foi considerável.

Na figura 25 estão representadas as médias das percentagens de tubérculos com crescimento secundário, nos tratamentos relativos aos horários de irrigação e às lâminas totais aplicadas. A análise de variância dos dados transformados através da expressão $\arcsen \sqrt{(x+1)/100}$, onde "x" é expresso em percentagem, é apresentada na Tabela 24.

Tabela 24. Análise de variância da percentagem de tubérculos embonecados.
(+)

Causas da variação	G.L.	S.Q.	S.M.	F
Tratamentos	4	86,78	21,70	0,74
Entre irrigados	3	34,98	11,66	0,39
Entre test.e irrig.	1	51,80	51,80	1,76
Resíduo (a)	15	441,26	29,42	-
Parcelas	19	528,04	-	-
Lâminas	2	159,80	79,90	5,68**
Int.hor.x lam.	6	53,24	8,87	0,63
Resíduo (b)	24	337,56	14,06	-
TOTAL	51	1078,65	-	-

c.v. (a) = 27,09%

c.v. (b) = 32,4

(+) = dados transformados em $\arcsen \sqrt{(x+1)/100}$

** = significativo à nível de 1% de probabilidade.

Figura 28. Percentagem média de tubérculos embonecados em todos os tratamentos.

Ao se analisar esses resultados, constata-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos irrigados nos diferentes horários. Por outro lado, embora de forma não significativa, houve uma tendência dos tratamentos irrigados apresentarem em média uma percentagem maior de tubérculos embonecados do que a testemunha sem irrigação. Quanto ao efeito das lâminas, o tratamento de lâmina média apresentou uma percentagem estatisticamente maior de tubérculos com crescimento secundário do que o de lâmina alta. Não foram encontradas diferenças significativas entre o tratamento de lâmina baixa e os demais.

A explicação para esses resultados parece envolver dois efeitos contrários provocados pela irrigação.

Primeiramente, conforme relatou RUF JUNIOR (1964), a manutenção de níveis de umidade no solo mais altos faz com que a temperatura deste mantenha-se mais baixa e apresente uma menor variação, o que contribui para reduzir o número de tubérculos embonecados. Isto explica o fato do tratamento de lâmina alta ter apresentado uma percentagem menor de tubérculos com crescimento secundário do que o de lâmina média.

Por outro lado, a manutenção de níveis de umidade mais baixos limita a produção de tubérculos graúdos,

que parecem ser mais susceptíveis ao embonecamento que os de pequeno diâmetro. Esta pode ser a explicação para a ocorrência, embora não signitativa, de uma menor percentagem de tubérculos com crescimento secundário na testemunha sem irrigação quando comparada com os tratamentos irrigados, tal qual no trabalho de SEGOVIA et alii (1972). PHENE & SANDERS (1976) também encontraram uma maior percentagem de tubérculos embonecados em parcelas irrigadas, quando comparadas com parcelas não irrigadas.

A maior frequência de embonecamento, ocorrida na faixa de lâmina média, pode também ter sido consequência de uma provável maior amplitude de variação de umidade nesta faixa.

4.6.5. Percentagem de tubérculos atacados por Fusarium sp.

As percentagens médias de tubérculos que apresentaram sintomas de fusariose, para todos os tratamentos, estão representadas na figura 29. A análise de variância dos dados transformados pela expressão $\text{arc sen } \sqrt{(x+1)/100}$, onde "x" é expresso em percentagem, pode ser observada na Tabela 25. Devido a ocorrência de interação significativa, apresenta-se também a Tabela 26, onde o efeito da lâmina aplicada é avaliado separadamente para cada horário.

Pode-se observar que não houve diferenças significativas entre os tratamentos irrigados em diferentes

horários. Estes tratamentos, entretanto, apresentaram uma incidência significativamente maior de fusariose, quando comparados com a testemunha sem irrigação.

Quanto ao efeito das lâminas aplicadas, embora as diferenças obtidas não tenham sido significativas pelo teste F, pode-se verificar, através da figura 29, que o tratamento de lâmina alta apresentou uma percentagem média de tubérculos atacados estatisticamente menor que o de lâmina média, pelo teste de Tukey.

Tabela 25. Análise de variância da percentagem de tubérculos
(+)
atacados por Fusarium sp.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	590,17	147,54	4,30*
Entre irrigados	3	207,97	69,32	2,02
Entre test.e irrig.	1	382,19	382,19	11,15*
Resíduo (a)	15	514,12	34,27	-
Parcelas	19	1104,29	-	-
Lâminas	2	164,67	82,33	3,24
Int.hor.xlam.	6	512,33	85,39	3,36*
Resíduo (b)	24	609,97	25,42	-
Total	51	2391,25	-	-

c.v. (a) = 16,56%

c.v. (b) = 24,70%

(+) = dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{(x+1)/100}$

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

Possivelmente, a explicação para esses resultados também envolve dois efeitos opostos causados pela irrigação.

Figura 29. Percentagem média de tubérculos atacados por *Fusarium* sp., em todos os tratamentos.

Por um lado, o aumento da umidade do solo, proporcionado pela rega, beneficiou o desenvolvimento do fungo, propiciando uma maior infecção nos tratamentos irrigados, quando comparados com a testemunha sem irrigação.

Por outro lado, a ocorrência de níveis ótimos de umidade e aeração do solo para a cultura, que provavelmente se deu nas subparcelas de lâmina alta, conferiu uma maior resistência à fusariose às parcelas localizadas nesta faixa (FRANK & BAKKER, 1975). Existe ainda a possibilidade de que o teor de umidade nesta faixa tenha se apresentado excessivamente alto para um bom desenvolvimento do patógeno.

Tabela 26. Análise de variância do efeito das lâminas na percentagem de tubérculos atacados por *Fusarium* sp., dentro de cada tratamento irrigado.
(+)

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Lâminas dentro do H. Manhã	2	126,70	63,35	2,49
Lâminas dentro do H. Meio-dia	2	100,34	50,17	1,97
Lâminas dentro do H. Tarde	2	275,34	137,67	5,42*
Lâminas dentro do H. Noite	2	175,09	87,55	3,44
Resíduo (b)	24	609,97	25,42	-

(+) = dados transformados em arc sen $\sqrt{(x+1)/100}$

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto à interação, analisando-se a Tabela 26 verifica-se que apenas dentro do tratamento relativo ao horário da tarde houve diferenças significativas entre as lâminas aplicadas. Para esse tratamento, as percentagens médias de tubérculos atacados, nas subparcelas de lâminas alta, média e baixa foram, respectivamente, 7,2, 18,4 e 21,1%, ou seja, a lâmina alta garantiu uma incidência menor do patógeno, confirmando a tendência geral. Devido ao fato de não ter havido alterações perceptíveis na temperatura do solo, nos diferentes horários de irrigação, é mais provável que esta interação se deva a uma distribuição não homogênea de tubérculos semente contaminados pelo referido fungo, ao longo da área experimental, na época do plantio, do que ao efeito do horário propriamente dito.

O efeito da fusariose explica, em parte, as diferenças de produção obtidas entre os tratamentos irrigados em diferentes horários. Correlacionando-se a produção total média de tubérculos de cada horário (Fig. 26), com as respectivas percentagens médias de tubérculos atacados por *Fusarium* sp., (Fig. 29) constata-se que esses dados tendem a ser inversamente proporcionais, apresentando para regressão linear um valor do coeficiente de correlação $r = 0,887$.

4.6.6. Percentagem de tubérculos atacados por lagarta-rosca (*Agrotis ypsilon*)

Na Figura 30 estão representados os valores médios referentes às percentagens de tubérculos atacados por *Agrotis ypsilon*, nos diferentes tratamentos. A análise de variância destes dados é mostrada na Tabela 27, na qual os mesmos foram transformados através da expressão $\text{arc sen } \sqrt{(x+1)/100}$, onde "x" é expresso em percentagem.

Tabela 27. Análise de variância da percentagem de tubérculos atacados por lagarta-rosca (+) (*Agrotis ypsilon*).

Causa da Variação	G.L.	S.D.	Q.M.	F
Tratamentos	4	20,22	5,05	0,34
Entre irrigados	3	11,99	4,00	0,27
Entre test.e irrig.	1	8,23	8,23	0,55
Resíduo (a)	15	222,42	14,83	-
Parcelas	(19)	242,70	-	-
Lâminas	2	3,22	1,61	0,18
Int.hor.x lam.	6	56,56	9,43	1,04
Resíduo (b)	24	218,09	9,09	-
Total	51	520,56	-	-

c.v. (a) = 24,51%

c.v. (b) = 33,23%

(+) = dados transformados em arc sen $\sqrt{(x+1)/100}$

Figura 30. Percentagem média de tubérculos atacados por lagarta-roscas (*Agrotis ypsilon*) em todos os tratamentos.

Os resultados mostram que não houve diferenças significativas entre os tratamentos irrigados nos diferentes horários, tão pouco entre estes e a testemunha sem irrigação, embora SANTOS (1979) tenha verificado que as fêmeas desse lepidóptero preferem ovipositar em áreas com solo úmido. Quanto aos tratamentos relativos às lâminas totais aplicadas, também não foram verificadas diferenças estatísticas.

4.7. Função de produção para a lâmina total aplicada.

A Tabela 28 apresenta as médias de produção de tubérculos dos tratamentos irrigados, da segunda (L 2) à décima segunda (L 12) linha de plantio, a partir do centro de cada círculo, assim como as respectivas lâminas médias totais aplicadas, obtidas através da interpolação de dados médios coletados nos pluviômetros. Incluiu-se também os valores relativos à testemunha sem irrigação (L 0).

Para análise estatística dos dados, considerou-se como repetição valores de produção obtidos de um lado e de outro da canalização de alumínio, perfazendo duas repetições.

Tabela 28. Lâminas totais médias aplicadas e produções médias de tubérculos obtidas nas diferentes linhas de plantio dos tratamentos irrigados e na testemunha sem irrigação.

Linhas de plantio	Lâmina média (mm)	Produção (T/ha)
L2	785	22,61
L3	680	29,80
L4	615	31,07
L5	575	29,92
L6	550	30,59
L7	520	24,42
L8	490	24,83
L9	455	22,38
L10	425	22,71
L11	400	21,11
L12	380	15,98
Lo (Test.)	285	14,94

A Tabela 29 apresenta a análise de variância realizada através de delineamento inteiramente casualizado, com o desdobramento do número de graus de liberdade do fator lâmina em regressões de até o 4º grau.

Através desta tabela pode-se constatar o efeito altamente significativo das lâminas totais aplicadas, na produção de tubérculos, confirmando os resultados anteriores.

Ainda por esta tabela, verifica-se que foram significativas as regressões de até o terceiro grau.

Adotou-se o critério de escolher a equação de regressão de mais alto grau significativo (PIMENTEL GOMES, 1978), o que resultou numa curva de produção cúbica, em concordância com as equações obtidas por HANG & MILLER (1986), em dois anos de experimentação.

Tabela 29. Análise de variância da produção em função das lâminas totais aplicadas nas linhas de plantio e na testemunha sem irrigação.

Causa da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão linear	1	293,47	293,47	26,34**
Regressão quadrática	1	230,39	230,39	20,66**
Regressão cúbica	1	77,91	77,91	6,99*
Regressão de 4º grau	1	0,34	0,34	0,03
Desvios da regressão	7	45,52	6,50	0,58
Lâminas	11	647,63	58,88	5,28**
Resíduo	12	133,75	11,15	-
Total	23	781,38	-	-

c.v. = 13,80%

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

A Figura 31 mostra a representação gráfica desta curva, que pode ser expressa pela equação:

$$Y = 49,004260 - 0,3030251.X + 0,00081171.X^2 - 0,000000597 X^3$$

sendo "X" (285-785) expresso em mm e "Y" em T/ha.

Figura 31. Curva de produção de tubérculos, em função da lâmina total aplicada.

Análises preliminares, realizadas sem a inclusão da testemunha não irrigada conduziram à equações do segundo grau. A tendência cúbica induzida pela testemunha não irrigada na curva de produção se deve possivelmente ao fato de nas parcelas não irrigadas a incidência de virose e fusariose ter sido menor, permitindo assim uma produção superior à tendência apresentada pelas parcelas irrigadas. O fato da testemunha ter sido colhida aos 91 dias após o plantio, não usufruindo portanto dos 41 mm de precipitação pluvial que foram aplicados nos tratamentos irrigados aos 97 e 98 dias, também contribuiu para essa tendência.

Através da Figura 31 verifica-se que houve um acréscimo de produção com o aumento da lâmina total até níveis próximos de 650 mm, corroborando o resultado obtido por VIEIRA (1971), que obteve uma maior produção de tubérculos com a aplicação de uma lâmina total de 637 mm.

Lâminas excessivamente altas provocaram diminuição da produtividade, possivelmente devido a redução da aeração e lixiviação de nutrientes do solo, tal como em experimentos realizados por vários autores, como por exemplo, SCALOPPI et alii (1973), MARTIN & MILLER (1973), WOLFE et alii (1982) e HANS & MILLER (1986).

Comparando-se as lâminas e respectivas produções obtidas na testemunha não irrigada e no ponto de melhor rendimento, verificou-se que o acréscimo de produção

proporcionado pela irrigação foi de 442 Kg/ha para cada 10 mm de água aplicada. Esta cifra apresenta-se um pouco pequena quando comparada com os valores médios citados por HARRIS (1978), ou seja 1 a 2 T/ha/10 mm, sendo, todavia, perfeitamente explicável, tendo em vista as precipitações pluviiais excessivas que eventualmente ocorreram ao longo do ciclo da cultura. Por outro lado, esta resposta à irrigação está perfeitamente de acordo com os resultados encontrados por JAMIESON (1985) que obteve acréscimos na produção de tubérculos da ordem de 450 a 500 Kg/ha para cada 10 mm de água aplicada.

Tendo em vista que nas faixas correspondentes às subparcelas de lâmina alta a irrigação foi aplicada quando a umidade residual do solo atingiu, em média a 69,1%, e que o ponto de maior rendimento correspondeu a aplicação de lâminas ligeiramente superiores às lâminas médias aplicadas nestas faixas, parecem ser adequadas, às condições deste experimento, as observações de vários autores, tais como, YADAV & TRIPATHI (1973), IMAM et alii (1975) e KAZANTEV (1975), segundo os quais melhores produções de tubérculos podem ser obtidas mantendo-se a água disponível mínima em torno de 70 a 75%.

5. CONCLUSÕES

Considerando-se as condições em que foi desenvolvido o experimento, e com base nos resultados obtidos, estabelecem-se as seguintes conclusões:

a) Não há qualquer efeito significativo sobre os parâmetros do desenvolvimento e da produção da cultura, que possa ser atribuído ao horário da irrigação.

b) Ao longo do desenvolvimento da cultura, quando comparados com a testemunha sem irrigação, os tratamentos irrigados propiciam maior comprimento das hastes, maior número de folhas, maior índice de área foliar, maior peso fresco da parte aérea e maior peso fresco de tubérculos. Não são observadas diferenças significativas nos números de hastes ou de tubérculos por planta.

c) A aplicação de lâminas mais altas permite, durante o crescimento da cultura, aumento do comprimento das hastes e do peso fresco dos tubérculos.

d)A irrigação possibilita um aumento de 78,5 % na produtividade em relação à testemunha não irrigada, a uma taxa da ordem de 442 Kg/ha para cada 10 mm de água aplicada. As maiores produções, em torno de 30 T/ha, ocorrem a níveis entre 600 à 650 mm da lâmina total, já incluídos 278,1 mm de precipitação pluvial. Lâminas ainda maiores causam redução na produção.

e)Para o aumento da produção proporcionado pela irrigação, tem uma maior contribuição o aumento do tamanho dos tubérculos maiores do que o aumento do número de tubérculos.

f)A irrigação estimula a ocorrência de fusariose, de virose e de tubérculos embonecados. Entre os tratamentos irrigados, a aplicação de lâminas altas propicia maior incidência de virose e menores incidências de fusariose e de tubérculos embonecados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACKERSON, R.C. ; KRIEG, D.R.; MILLER, T. D.; STEVENS, R.G. Water relations and physiological activity of potatoes. Journal of the American Society Horticultural Science, Geneva, 102 (5): 572-5, 1977.
- ALLEN, E.J. & BEAN, J.N. Physiological age and varietal assessment. Potato Research, Wageningen, 24 (2):197, 1981.
- ANTUNES, F.Z. & FORTES, M. Exigências climáticas da cultura da batata. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 7 (76): 19-23, 1981.
- BARRETO, G.B. IRRIGAÇÃO; princípios métodos e prática. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 3. ed. 1974. 185p.
- BARRETO, G.B. & BOOCK, O.J. Observações preliminares sobre irrigação da batatinha. Bragantia, Campinas, 16 (35): 33-35, 1957.
- ★BAUZIL, V. TRAITE L'IRRIGATION. Paris, Edition Eyrolles, 1952. 415p.

- BENOIT, R.D. & GRANT, W.J. Excess and deficient water stress effects on 30 years of Aroostook country potato yields. American Potato Journal, Orono, 62 (2): 49-55, 1985.
- BERNARDO, S. Manual da Irrigação. 2.ed. Viçosa, Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1982. 463p.
- BHAN, S.; SHANKAR, P. A note on response of potato to irrigation and nitrogen in central tract of Uttar Pradesh. Indian Journal of Agricultural Research, Kanpur, 9 (1/2): 97-99, 1975.
- BISHOP, J. C. & TIMM, H. Influence of intermittent sprinkler irrigation upon soil temperature during potato crop establishment under high summer temperature. American Potato Journal, Orono, 53 (10): 355-356, 1976.
- BITTENCOURT, C.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; MAGALHAES J.R.; FURUMOTO, O.; FEDALDO, A.A.; MARQUELLI, W.A.; SILVA, H.R.; FRANÇA, F.H.; AVILA, A.C.; GIORDANO, L.B. Cultivo da batata (Solanum tuberosum L.) Brasília, CNPH-EMBRAPA, 1985. 20p. (Instruções Técnicas do CNPH, 8) .
- BLAKE, G.R.; BRILL, G.D.; CAMPBELL, J.C. Studies on supplemental irrigation of potatoes in New Jersey. American Potato Journal, Washington, 32: 327-31, 1955.

BLOODGOOD, D.W. The effect of the frequency of irrigation on potatoes growth in Mimbres Valley. New Mexico Agriculture Experiment Station, Arts 1932. 28p. (Bulletin 205).

BOOCK, O.J. Instruções para a cultura da batatinha. Campinas, Instituto Agrônômico, 1975. 80p. (Boletim, 128).

BOURGOIN, T.L. Developing a potato irrigation scheduling program - the Maine situation. American Potato Journal, Washington, 61: 195-203, 1984.

BOUYOUCOS, G.J. Estimation of the colloidal material in soils. Science, Washington, 64: 362, 1926.

BOX, J.E.; SLETTEN, W.H.; KYLE, J.H.; POPE, A. Effects of soil moisture, temperature, and fertility on yield on quality of irrigated potatoes in the southern plains. Agronomy Journal, Madison, 55: 492-4, 1963.

BRADLEY G.A. & PRATT, A.J. The response of potatoes to irrigation at different levels of available moisture. American Potato Journal, Washington, 31: 305-10, 1954.

BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1988, 740p.

BURGERS, M.S. & NEL. P.C. Potato irrigation scheduling and straw mulching. South African Journal of Plant and Soil, Petroria, 1 (4): 111-6, 1984.

CAMARGO, A.; PINTO, H.S.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ALFONSI R.R; ORTOLANI, A.A. Climas do Estado de São Paulo. In: Estado de São Paulo, vol. 1. 1974.

CANNEL, R.Q. & JACKSON, M.B. Alleviating aeration stresses. In: ARKING, G.F. & TAYLOR H.M. Modifying the root environment to reduce crop stress. St. Joseph, American Society of Agricultura' Engineeress, 1981. cap. 5, p. 141-180

CERVELINI, A.; SALATI, E.; BARROS FERRAZ, E.S.; VILLA NOVA, N.A.; REICHARDT, K.; DECICO, A.; OMETTO, J.C.; PEDRO JUNIOR, M.J. Análise dos dados meteorológicos de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP, Boletim Científico número 36, 1973. 26p.

CHO, J.L. & IRITANI, W.M. The relationship of stem and stolon numbers, tuber set and growth as influenced by planting dates. American Potato Journal, Orono, 57 (10): 473-474, 1980.

COSTA, D.M. & LOPES, N.F. Duração e velocidade de tuberização e peso da parte aérea na cultura da batata. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasilia, 17 (12), 1737-1742, 1982.

CYKLER, J.F. Effect of variations in available soil water on yield and quality of potatoes. Agricultural Engineering, Peradeniya, 27: 365-5, 1946.

DAKER, A. A água na Agricultura. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1984, v.3, 543p.

DANTUR, N.C.; CASANOVA, M.R.; ASO, P.J.; ROJAS, E. Efecto de diferentes regimes de riego sobre el rendimiento de papa (cv. White Rose) in Tucuman. Revista Industrial e Agrícola de Tucuman, Tucuman, 50 (1): 67-77, 1973.

DAR, W.D. & ROSARIO, D.A. del. Response of white potato (Solanum tuberosum L.) to moisture stress. Philippine Agriculture, Benguet, 64 (2): 125-34, 1981.

DELOYE, M. & REBOUR, H. L'irrigation en Grande Culture, preparation et réalisation d'un projet d'irrigation. Paris, Diffusion du Livre, 1953. 294p.

DOORENBOS, J. & KASSAM, A.H. Yield response to water. Rome, FAO, 1979. 193p. (Irrigation and drainage paper, 33).

DOWNES, J.D. Growth and yield of potatoes in relation to season, irrigation and fertilizers N in a semi-arid environment. In: ANNUAL PAA MEETING, 67. East Hawing, 1983. Abstracts American Potato Journal, 1983. 60 p. 804-5.

DRUMMOND, O. A. Irrigação da batatinha; armazenagem da batata semente no frio. Instituto Agrônômico de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 79-81, 1959.

EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTENCIA TECNICA E EXTENSAO RURAL. Manual técnico da cultura da batata. Brasília, Ministério da Agricultura, 1982. 234p. (Manuais, 23).

ENCARNAÇÃO, C.R.F. Determinação e estimativas de coeficientes culturais (Kc) para a batatinha (Solanum tuberosum L.) e suas relações em todas as fases de desenvolvimento da cultura. Piracicaba, 1987. 62p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" \ USP).

EPSTEIN, E. Effect of soil temperature at diferent growth stages on growth and development of potatoes plants. Agronomy Journal, Madison, 58: 169-171, 1966.

EPSTEIN, E. & GRANT, W.J. Water stress relations of the potato plant under field conditions. Agronomy Journal, Madison, 65 (3): 400-4, 1973.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agricultural. Soil taxonomy; a basic system of soil surveys. Washington, USDA, 1979. 754p. (Agriculture handbook, 436).

ETCHEVERRY, B.A. & HARDING, S.T. Irrigation pratice and engineering. New York, MacGraw-Hill, 1933. 437p.

FRANK, Z.R. & BAKKER, J.W. Soil aeration affecting resistance of tomato plants to Fusarium oxysporum lycopersici. Phytoparasitica, Bel Dagan, 3 (1): 70-71, 1975.

FRASER, S. The potato New York, Orange Judd Company, 1906, 185p.

FUERING, G.D.; MAZAHERI, A.; BYBORDY, M.; KHAN, A.K. Effect of soil moisture depletion on crop yield and stomatal infiltration. Agronomy Journal, Madison, 58 (2): 195-198, 1966.

FULTON, J.M. & MURWIN, H.F. The relationship between avaiable soil moisture levels and potato yield. Canadian Journal Agricultural Science, Harrow, 35: 552-6, 1955.

GANDAR, P.W. & TANNER, C.B. Leaf growth, tuber growth, and water potencial in potatos. Crop Science, Madison, 16 (4): 534-8, 1976.

GILBERT, D.E.; MEYER, J.L.; KISSLER, J.J. Evaporation cooling of vineyards. Transactions of the ASAE, St. Joseph, 14: 841-59, 1971.

- GILL, P.A. & WAISTER, P.D. Origins of stem competition and its effects on tuber number. Potato Research, Wageningen, 29 (2): 261, 1986.
- GIOVANARDI, R. Aspetti biologici e produttivi ed evapotranspirazione della patata (Solanum tuberosum L.) in funzione del regime idrico del terreno. Revista di Agronomia, Padua, 14 (4): 503-514, 1980.
- HANE, D.C. & PUMPHREY, F.V. Yield evapotranspiration relationships and seasonal crop coefficients for frequently irrigated potatoes. American Potato Journal, Orono, 61 (11): 661-668, 1984.
- HANG, A.N. & MILLER, D.E. Yield and physiological responses of potatoes to deficit, high frequency sprinkler irrigation. Agronomy Journal, Madison, 78 (3): 436-40, 1986.
- HARPER, Y. Is hot weather sprinkling deleterious to plants ? HortScience, Alexandria, 18 (6): 805, 1983.
- HARRIS, P.M. The potato crop; the scientific basis for improvement. New York, John Willey & Sons, 1978. 729p.
- HOLDER, C.B. & CARY, J.W. Soil oxygen and moisture in relation to russet burbank potato yield and quality. American Potato Journal, Orono, 61: 67-75, 1984.

HOUK, I.E. Irrigation engineering New York, John Willey & Sons, 1951. 545p.

HOWELL, T.A.; HILER, E.A.; VAN BAVEL, C.H.M. Crop response to mist irrigation. Transactions of the ASAE, St. Joseph, 14: 906-10, 1971.

IANOSI, S. Increased irrigation of potato grown for autumn and winter consumption subhumid and humid zones. Productia Vegetala Horticultura, Brasov, 1: 25-28, 1984.

IMAN, M.K.; ABAZA, M.; EL GAYED, O. Effect of irrigation and organic manure on growth and yield of Arran Baner potato. Libyan Journal of Agriculture, Tripoli, 4: 79-86, 1975.

INSTITUTO AGRONOMICO DE CAMPINAS. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, 1985. 107p. (Boletim técnico, 100).

IRITANI, W.M. & WELLER, D.L. The influence of physiological age, stem numbers and fertility on yield and grade of Russet Burbank potatoes. American Potato Journal, Orono, 64 (6): 291-300, 1987.

ISRAELSEN, O.W. Irrigation principles and practices, 1. ed. New York, John Willey & Sons, 1932. 422p.

- JAMIESON, P.D. Irrigation response of potatoes. Special Publication, Agronomy Society of New Zealand, Canterbury n. 3: 17-20, 1985.
- JEFFERIES, R.A. & MACKERRON, D.K.L. The influence of soil water restrictions on tuber numbers. Potato Research, Wageningen, 29 (2): 262, 1986.
- JEFFERIES, R.A. & MACKERRON, D.K.L. Aspects of physiological basics of cultivar differences in yield of potato under droughted and irrigated conditons. Potato Research, Wageningen, 30 (2): 201-217, 1987.
- JOFFE, A.Z.; LEVIN, R.; PALTÍ, J. Preliminary studies of the effect of water stress on Fusarium infection of young vegetable plants. Phytoparasitica, Jerusalém, 3 (1): 71, 1975.
- JONES, S.T. & JOHNSON, W.A. Effects of irrigation at diferent minimun levels of soil moisture and of improsed droughts on yield anions and potatoes. Proceedings American Society of Horticultural Sciences, Geneva, 71: 440-445, 1958.
- JORGENSEN, V. Vanding at Kartoffler og blomkal ved høje lufttemperaturer. Indflydese pa jordtemperatur, stofproduktion og kvalitet. Tidsskrift for Planteavl, Tinglev, 81 (4): 439-449, 1977.

- KAZENTEV, V. Irrigation of potatoes in the Dzhambul region. Kartofel'i Ovoshchi, Kazakh, 6: 16, 1975.
- KLEINKOPF, G.E. Potato. In: TEARE, J.D. & PEET, M.M. Crop Water Relations. Idaho, Wiley & Sons, 1983. Cap. 9 p. 287-305.
- KRAMER, P.J. The effect of drops of water on leaf temperatures. American Journal of Botany, Columbus, 26 (1): 12-4, 1939.
- KROGMAN, K.K. & TORFASON, W.E. Frequent low-volume sprinkler irrigation of potatoes. American Potato Journal, Orono, 50: 133-7, 1973.
- LEVY, D. The response of spring and summer grown potatoes to water deficit: a field method for the evaluation of heat and drought tolerance. Potato Research, Wageningen, 27 (3): 314-315, 1984.
- LEVY, D. Genotypic variation in the response of potatoes (Solanum tuberosum L.) to high ambient temperatures and water deficit. Field Crops Research, Amsterdam, 15: 85-96, 1986.
- LIDA, S.D. Alleviating pathogen stress. In: ARKING, G.F. & TAYLOR, H.M. Modifying the root environment to reduce crop stress. St. Joseph, American Society of Agricultural Engineers, 1981. cap.6, p. 195-214.

LIS, B.R.; PONCE, I. & TIZIO, R. Studies on water requirement of Horticultural crops. Influence of drought at different growth stages of potato on the tubers yield. Agronomy Journal, Madison, 56 (4): 377-81, 1964.

LOON, C.D. VAN. Effect of waters stress on potato growth, development, and yield. American Potato Journal, Orono, 58 (1): 51-69, 1981.

MACGILLIVRAY, J.H. Effect of irrigaton on the production of white potatoes. American Potato Journal, Orono, 27: 10-23, 1950.

MAITY, S. & CHATTERJEE, B.N. Growth atributes of potato and their inter-relationship with yield. Potato Research, Wageningen 20 (4): 337-341, 1977.

MARQUELLI, W.A. Irrigaçao na cultura da batata. Brasília, (29): 13-6, 1987.

MARTIN, M.W.; MILLER, D.E. Variations in responses of potato cultivars to deficit irrigation. American Potato Journal, Orono, 57 (10): 488, 1980.

MARTIN, M.W. & MILLER, D.E. Variations in responses of potato germplasm to deficit irrigations as affect by soil texture. American Potato Journal, Orono, 60 (9): 671-83, 1983.

- MIDDLETON, J.E. & PROEBSTING, E.L. Overtree sprinkling effect on cooling and fruit quality in Italian prunes. Transactions of the ASAE, St. Joseph, 14: 638-41, 1971.
- MIDMORE, D.J. Potato in tropical environments, leaf area index, light interception and dry matter accumulation. Potato Research, Wageningen, 27 (3): 313-314, 1984.
- MILLAR, A.A. Manejo racional da irrigação; uso de informações básicas sobre diferentes culturas. Brasília, IICA, 1984 56p.
- MILLER, D.E. & BURKE, D.W. Effect of temporary excessive wetting on soil aeration and Fusarium root rot of beans. Plant Disease Reporter, Washington, 61 (3): 175-9, 1977.
- MILLER, D.E. & MARTIN, M.W. Effect of daily irrigation rate and soil texture on yield quality of russet burbank potatoes. American Potato Journal, Orono, 60: 745-57, 1983.
- MILLER, D.E. & MARTIN, M.W. Effect of declining or interrupted irrigation on yield and quality of three potato cultivars grown on sandy soil. American Potato Journal, Orono, 64: 17-25, 1987.
- NOTES, J.E. & GREIG, J.K. Effect of irrigation on soil temperature, potato yield and specific gravity during early summer. Journal of the American Society Horticultural Science, Geneva, 94: 510-1, 1969.

- MOULD, R.D. & RUTHERFOORD, R.J. The effect of moisture stress during consecutive growth stages on tuber yield and quality of BP1 potatoes (Solanum tuberosum L.) Crop Production, Cedara, 9: 89-92, 1980.
- OLIVEIRA, A.C.S. & MIRANDA, S.F. Aspectos econômicos da cultura da batata. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 7 (76): 2-10, 1981.
- PAINTER, C.G. & AUGUSTIN, J. The effect of soil moisture and nitrogen on yield and quality of the burbank potato. American Potato Journal, Orono, 53 (8): 275-84, 1976.
- PAIR, C.H.; WRIGHT, J.L.; JENSEN, M.E. Sprinkler irrigation spray temperatures. Transactions of the ASAE, St. Joseph, 12 (3): 314-5, 1969.
- PETERSON, L.E. & WEIGLE, J.L. Varietal response of potatoes to air conditioning irrigation. American Potato Journal, Orono, 47:94 - 9, 1970.
- PHENE, C.J. & SANDERS, D.C. High-frequency trickle irrigation and row spacing effects on yield and quality of potatoes. Agronomy Journal, Madison, 68 (4):602-7, 1976.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental 8.ed. Livraria Nobel, Piracicaba, 1978. 430p.

- PRINCE, A.B. & BLOOD, P.T. Some effects of irrigation and fertilization on the yield and quality of Kennebec potatoes. American Potato Journal, Orono, 39 :313-319, 1962.
- PURCINO, J.R.C. Irrigação na cultura da batata. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 7 (76): 35-38, 1981.
- RANZANI, G.; FREIRE, O.; KINJO, T. Carta de solos do município de Piracicaba. Centro de Estudos de Solos, ESALQ/USP. Piracicaba, S.P., 1966. 85p.
- REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo - plantas - atmosfera. 4 ed. Campinas, Fundação Cargill, 1985. 466p.
- RICHARDS, L.A. Methods of measuring soil tension. Soil Science, New Brunswick, 68: 95-112, 1949.
- RISLER, E. & WERY, G. Irrigations et drainages. Paris, Librairie J.L. Bovilliere et Fils, 1904. 532p.
- ROBINS, J.S. & DOMINGO, C.E. Potato yield and tuber shape as affect by severe soil - moisture deficts and plant spacing. Agronomy Journal, Madison, 48: 488-92, 1956.
- ROBINSON, F.E. Modifying an arid microclimate with sprinklers. Agricultural Engineering, Peradeniya, 51: 465, 1970.

ROE, H.B. Moisture Requeriments in Agriculture. New York, MacGraw - Hill, 1950. 413p.

ROLLEY, P. Améliorations agricoles irrigations. Paris, Libraire J. Bailliére & Fils., 1953. 480p.

RUF JUNIOR, R.H. Shape defects of russet burbank potato tubers as influenced by soil moisture, temperature and fertility level. American Society for Horticultural Science, Alexandria, 85: 441-5, 1964.

SANDERS, D.C. & NYLUND, R.E. The influence of mist irrigation on the potato. I. Micro _ environment and leaf water relations. American Potato Journal, Orono, 49: 123-37, 1972.a.

SANDERS, D.C. ; NYLUND, R.E. The influence of mist irrigation on the potato. II. Growth and development. American Potato Journal, Orono, 49: 187-95, 1972b.

SAINT - FOULC, J.D.A. Irrigation par aspersion. Paris, Editions Eyrolles, 1967. 232p.

SANTOS, H.R. ; Avaliação dos danos e controle químico da lagarta-rosca Agrotis ypsilon (Hufnagel,1776) (Lepidoptera - Noctuidae) em batatinha (Solanum tuberosum L.) Piracicaba, 1979. 108p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)

SCALOPPI, E.J. & FERRAZ, E.C. Variação do potencial da água da folha com o desenvolvimento da planta de batatinha (Solanum tuberosum L. cv. "Bintje"). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 31: 455-65, 1974.

SCALOPPI, E.J. & FERRAZ, E.C. Dependência do crescimento das plantas ao regime de umidade do solo. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 35: 169-84, 1978.

SCALOPPI, E.J.; SCARDUA, R.; KLAR, A.E. Influência da irrigação e adubação no rendimento, tamanho e número de tubérculos de batata (Solanum tuberosum L.). O Solo, Piracicaba, 65 (2): 52-8, 1973.

SCALOPPI, E.J.; VILLA NOVA, N.A.; SALATI, E. Estimativas de evapotranspiração. "Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"", Piracicaba, 35: 93-112, 1978.

SCARDUA, R. Porosidade livre de água de solos no município de Piracicaba. Piracicaba, 1972. (Mestrado - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz" \ USP).

SCARDUA, R. Irrigação. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Engenharia Rural, 1984. 198p.

- SEGOVIA, F.C.; SILVA J.F. da; BERNARDO, S.; CONDE, A.R. Efeito do sistema de plantio e da frequência de irrigação sobre a cultura da batata (Solanum tuberosum L.) Revista Ceres, Viçosa, 19 (105): 328-46, 1972.
- SHALHEVET, J.; SHIMSHI, D.; MEIR, T. Potato irrigation requirements in a hot climate using sprinkler and drip methods. Agronomy Journal, Madison, 75 (1):13-6, 1983.
- SHIMSHI, D.; SHALHEVET, J.; MEIR, T. Irrigation regime effects on some physiological responses of potato. Agronomy Journal, Madison, 75 (2): 262-7, 1983.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. Manual de Ecologia dos Insetos. São Paulo, Ceres, 1976. 419p.
- SINGH, G. A review of the soil - moisture relationship in potatoes. American Potato Journal, Orono, 46: 398-403, 1969.
- SINGH, M.; SHARMA, R.C.; GREWAL, J.S.; SIKKA, L.C. Water management for potato crop in Simla Hills. Indian Journal of Agricultural Sciences, New Delhi, 45 (3): 116-23, 1975.
- SOOD, M.C. Effect of supplemental irrigation, mulching and nitrogen level on growth, yield and nutrients uptake of potatoes in Shimla Hills. Indian Journal of Agricultural Sciences, New Delhi, 56 (1): 47-55, 1986.

- STARK, J.C. & WRIGHT, J.L. Relationship between foliage temperature and water stress in potatoes. American Potato Journal, Orono, 62: 57-8, 1985.
- STECKEL, J.R.A. & GRAY, D. Drought tolerance in potatoes. J. Agric. Sci., Cambridge, 92:375-81, 1979.
- STRUCHTEMEYER, R.A. Efficiency in the use of water by potatoes. American Potato Journal, Orono, 38: 22-4, 1961.
- THORNE, D.W. & PETERSON, H.B. Irrigated soils; their fertility and managment. Philadelphia, The Blakstoir, 1949. 288p.
- VAADIA, Y.; RANEY, F.C.; HAGAN, R.M. Plant water deficits and physiological processes. Annual Review Plant Phisiology, Standford, 12 265-292, 1961.
- VAKIS, N.J. Influence of physiological ageing of seed potatoes on yield and aerliness. Potato Research, Wagenigen, 27 (4): 417-426, 1986.
- VIDALIN, F. Pratique des irrigations. Paris, Libraire Agricola de La Maison Rustique, 1902, 155p.
- VIEIRA, J. Diferentes níveis e épocas de irrigação da batatinha (Solanum tuberosum L.) pelos métodos de aspersão e de solos. Viçosa, 1971. 44p. (M.S. _ Universidade Federal de Viçosa).

VOORHEES, W.B.; MORRIS, M.N.; ALLMARAS, R.R.; JOHNSON, C.E.
 Alleviating temperature stress In: ARKIN, G.F. & TAYLOR,
 H.M. Modifying the root environment to reduce crop stress.
 St. Joseph, American Society of Agricultural Engineers, 1981.
 cap. 7, p. 217-266.

WHEATON, E.Z. & KIDDER, E.H. To control Heat Stress in plants.
Agricultural Engineering, Peradeniya, 47 (6): 325, 1966.

WIDTSOE, J.A. The principles of irrigation practice.
 London, MacMillan, 1920. 496p.

WIERENGA, P.J.; HAGAN, R.M.; GREGORY, E.J. Effects of
 Irrigation water temperature on soil temperature. Agronomy
Journal, Madison, 63: 33-6, 1971.

WIERENGA, P.J.; HAGAN, R.M.; NIELSEN, D.R. Soil temperature
 profiles during infiltration and redistribution of cool and
 warm irrigation water. Water Resources Research, Washington,
 6 (1): 230-8, 1970.

WIESNER, C.J. Climate, irrigation and agriculture.
 London, Angus and Robertson, 1970. 246p.

WILCOX, D.A. & ASHELEY, R.A. The potencial use of
 plants phisiological responses to water stress as an
 indication of varietal sensitivity to drought in four potato
 (Solanum tuberosum L.) varieties. American Potato Journal,
 Orono, 59: 533-45, 1982.

WILCOX, L.M. Irrigation farming. New York, Orange Judd, 1905. 494 p.

WOLFE, D.W.; FERERES, E.; VOSS, R.E. Grown and yield response of two potato cultivars to various levels of applied water. Irrigation Science, New York, 3 (4): 211-22, 1982.

YADAV, S.C. & TRIPATHI, B.R. Water requirement of potato. Indian Journal fo Agricultural Sciences, New Delhi, 43 (5): 477-82, 1973.

YAMAGUCHI, M.; TIMM, H.; SPURR, A.R. Effects of soil temperatures on growth and nutrition, composition and periderm structure of tubers. Proceedings American Society of Horticultural Science, Geneva, 84: 412-413, 1964.