MANEJO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO EM DUAS CULTIVARES DE ALHO (*Allium sativum*, L.)

OSMAR ALVES CARRIJO

Orientador: 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 Drenagem.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril, 1980

A

Sebastião e Eliza, meus pais

Dinália, minha esposa

Dailani e Osmar Jr., meus filhos

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que, direta ou indiretamente ,
contribuíram para a realização deste trabalho e em especial:

Ao Professor Dr. Antonio Fernando Lordelo Olit-
ta, pela segura orientação, estímulos constantes e grande con-
tribuição à minha formação profissional;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
(EMBRAPA) pela oportunidade concedida e apoio recebido e em
especial ao Dr. Flávio A.A. Couto, chefe da UEPAE/BSB.;

Ao Departamento de Engenharia Rural e ao Depar-
tamento de Agricultura e Horticultura (Setor Horticultura) da
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelas facili-
dades oferecidas para a realização deste trabalho;

À Firma IRTEC - Técnicas de Irrigação S.A., pe-
lo apoio material e humano na realização deste trabalho;

Ao Professor Dr. Keigo Minami pelas sugestões
de trabalho, total apoio na realização dos trabalhos de campo
e leitura crítica dos originais;

iv.

Ao Pesquisador João Alves de Menezes Sobrinho (EMBRAPA - UEPAE/BSB), pela amizade, sugestões de trabalho e leitura crítica dos originais;

Ao Dr. João Gilberto, chefe do DMQ - EMBRAPA, pelo inestimável auxílio na análise estatística;

Ao Professor Dr. Rubens Scardua pelas sugestões e facilidade nos trabalhos de laboratório;

Ao Professor Dr. Dêcio Cruciani pela ajuda prestada;

Ao Sr. Mauro Tenente e Eng. Agrônoma Renata César Vilardi Tenente, pela amizade e ajuda prestada;

Ao Sr. José Adilson Martins Vieira pela ajuda prestada, e

Aos Colegas do curso de pós-graduação pela amizade, bons momentos e ajuda na instalação do experimento.

Í N D I C E

	<u>Página</u>
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	6
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1. Descrição geral do local do experimento	14
4.1.1. Características físicas e químicas do solo	14
4.1.2. Clima	17
4.2. Experimento preliminar	18
4.3. Caracterização das cultivares de alho estuda das	20
4.4. Equipamento de irrigação	21
4.5. Delineamento experimental	24
4.6. Instalação e condução do experimento	25
4.7. Observações realizadas	29
4.7.1. Produção de bulbos	29
4.7.2. Análise de crescimento	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1. Produção total dos bulbos	36
5.2. Classificação dos bulbos	40

5.2.2. Peso e número de bulbos Grandes	43
5.2.3. Peso e número de bulbos Médios	47
5.2.4. Peso e número de bulbos Pequenos	50
5.2.5. Peso e número de bulbos Perfilhados	53
5.3. Curvas de produção	53
5.3.1. Curvas de produção da cultivar 'Jureia' ..	55
5.3.2. Curvas de produção da cultivar 'Gigante de Lavinia'	58
5.4. Classificação dos Bulbilhos	59
5.5. Quantidade de alho produzido por unidade de água aplicada	61
5.6. Análise de crescimento	64
5.6.1. Índices morfológicos	64
5.6.1.1. Razão bulbar (RB)	64
5.6.1.2. Peso seco total (PST)	66
5.6.1.3. Peso seco dos bulbos (PSB)	66
5.6.1.4. Peso seco das partes aéreas	69
5.6.1.5. Área foliar (AF)	69
5.6.1.6. Comprimento da planta (COM)	71
5.6.1.7. Número de folhas vivas (NFS) ...	71
5.6.2. Índices fisiológicos	75
5.6.2.1. Taxa de crescimento relativo (TCR)	75
5.6.2.2. Taxa de assimilação aparente (TAA)	77

5.6.2.3. Relação de área foliar (RAF) ...	79
5.6.2.4. Índice de área foliar (IAF)	79
5.6.2.5. Taxa de produção de matéria seca (TPMS)	82
5.6.2.6. Relação parte aérea - bulbo	82
6. CONCLUSÕES	85
7. SUMMARY	87
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

LISTA DE TABELASTABELAPágina

1	Características físicas do solo da área experimental	15
2	Características químicas da camada superficial (0 - 20cm) do solo da área experimental	17
3	Média da produção e número total de bulbos curados	36
4	Análise de variância para a produção e número total de bulbos curados	38
5	Média da produção e número de bulbos curados, tipo Florão	41
6	Análise de variância para o peso e número de bulbos curados tipo Florão	43
7	Média do peso e número de bulbos curados, tipo Grande	44
8	Análise de variância para peso e número de bulbos curados tipo Grande	45

TABELAPágina

9	Média do peso e número de bulbos curados, tipo Médio	49
10	Análise de variância para peso e número de bulbos curados tipo Médio	50
11	Média de peso e número de bulbos curados, tipo Pequeno	51
12	Análise de variância do peso e número de bulbos curados tipo Pequeno	52
13	Média de peso e número de bulbos Perfilhados ...	54
14	Análise de variância para peso e número de bulbos Perfilhados	55
15	Número de bulbilhos por bulbo e peso médio de bulbilhos (g), para cada classe de bulbos	60
16	Porcentagem do número total de bulbilhos	62
17	Quantidade de água aplicada em cada tratamento .	63
18	Quantidade de bulbos produzidos por unidade de área aplicada	63

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>Página</u>
1	Curva de Retenção de Umidade	16
2	Precipitação e Evaporação do Tanque Classe A, no Período de Realização do Experimento (mê- dia semanal)	19
3	Esquema Geral do Experimento	23
4	Detalhes da Parcela Experimental	26
5	Curvas de Produção Total de Bulbos Curados	39
6	Curvas de Produção de Bulbos Curados, tipo Florão	42
7	Curva de Produção de Bulbos Curados, tipo Grande	46
8	Curva de Produção de Bulbos Curados, tipo Médio	48
9	Curvas de Produção - cv. 'Jureia'	56
10	Curvas de Produção - cv. 'Gigante de Lavinia' ...	57

FIGURAPágina

11	Razão Bulbar (RB) em Função da Idade	65
12	Peso Seco Total (PST) em Função da Idade	67
13	Peso Seco dos Bulbos (PSB) em Função da Idade ..	68
14	Peso Seco das Partes Aéreas (PSPA) em Função da Idade	70
15	Área Foliar (AF) em Função da Idade	72
16	Comprimento da Planta (COM) em Função da Ida- de	73
17	Número de Folhas Vivas (NFS) em Função da Idade .	74
18	Taxa de Crescimento Relativo (TCR) em Função da Idade	76
19	Taxa de Assimilação Aparente (TAA) em Função da Idade	78
20	Razão de Área Foliar (RAF) em Função da Idade ...	80
21	Índice de Área Foliar (IAF) em Função da Idade ..	81
22	Taxa de Produção de Matéria Seca (TPMS) em Função da Idade	83
23	Relação Parte Aérea - Bulbo (RPAB) em Função da Idade	84

1. RESUMO

O presente trabalho foi conduzido no Campo Experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", onde procurou-se determinar um manejo adequado para a cultura do alho (*Allium sativum*, L.) cultivares 'Jureia' e 'Gigante de Lavinia', objetivando determinar o fator de consumo de água da cultura em relação à evaporação de um tanque Classe A, e seus efeitos sobre a produção de bulbos, bem como suas influências sobre os índices morfológicos e fisiológicos da análise de crescimento.

O experimento foi instalado no mês de março de 1979, e o delineamento empregado foi o de blocos casualizados em um esquema fatorial 2 x 4 constituído de oito tratamentos e

quatro repetições. Os tratamentos envolvidos abrangiam a combinação dos fatores de consumo 0,4; 0,7; 1,0 e 1,3 com as duas cultivares.

Durante o ciclo vegetativo da cultura e em uma frequência de 14 dias, foram coletadas amostras pré-casualizadas, para a determinação dos índices da análise de crescimento. Após completado o ciclo de desenvolvimento da cultura, a produção obtida foi classificada e pesada e os dados de produção e número total de bulbos, peso e número de bulbos Florão, peso e número de bulbos Grandes, peso e número de bulbos Médios, peso e número de bulbos Pequenos e peso e número de bulbos perfilhados, foram analisados estatisticamente. Foram determinados e comparados os dados de bulbilhos classificados em grandes, médios, médios pequenos, pequenos e palitos para cada tipo de bulbo além da determinação e comparação da eficiência do uso da água.

O tratamento correspondente ao fator 1,0 de evaporação foi o que proporcionou a maior produção de bulbos Florão e Grande e a menor de bulbos Médios e Pequenos, respectivamente 81,61 e 18,39% para a cv. 'Jureia' e 91,93 e 8,07% para a cv. 'Gigante de Lavinia', além de proporcionar o melhor desempenho em quase todos os índices morfo-fisiológicos estudados.

A cultivar 'Gigante de Lavinia' foi severamente castigada por ferrugem e apesar dessa ocorrência proporcionou a maior produção apresentando bulbos e bulbilhos maiores, não

ocorrendo perfilhamento em nenhum dos tratamentos estudados.

Na cultivar 'Jureia' o teor de água no solo, afetou a quantidade de bulbos perfilhados, e quanto mais úmido permanecia o solo maior era a percentagem de perfilhamentos. Essa cultivar não foi afetada pela ferrugem, o que parece indicar que a época de incidência do fungo é de grande importância na determinação de danos econômicos.

2. INTRODUÇÃO

O alho é uma cultura muito antiga e seu uso tornou-se tradicional através do tempo, como uma planta de propriedades condimentares e medicinais.

A produção de alho no Brasil apresentou duas tendências divergentes no período de 1960 a 1976. A produção nacional cresceu até 1969, atingindo 37.563 toneladas e a partir desse ano apresentou tendência decrescente, verificando-se uma recuperação nos últimos anos. O rendimento nacional alcançou a média de 2.693kg/ha no ano de 1975, com uma área plantada de 10.599ha. De acordo com este estudo, a estagnação da cultura do alho tem muito a ver com a concorrência desfavorável de grandes importações, sendo que parte delas coincidem

com épocas de safras, bem como ao limitado apoio governamental que se tem dado à cultura (BRASIL, 1977).

Sendo uma cultura muito influenciada pelo fotoperíodo e temperatura, é recomendável em nossas condições, plan
tã-la nos meses de março a maio, e seu período de crescimento situa-se, portanto, justamente numa época de diminuição de pre
citação e conseqüentemente tornando-se obrigatório o uso de irrigação para a suplementação das necessidades hídricas da planta (BERNARDI, 1967; FILGUEIRA, 1972 e SOUZA et alii, 1966). Essa necessidade de suplementação é evidenciada pela exigência dessa cultura de um alto teor de umidade no solo para o seu bom desenvolvimento e alta produção (GARCIA e COUTO, 1964; DEMATTÊ et alii, 1974; KLAR et alii, 1972 e LEOPOLDO et alii, 1975). Segundo esses autores, para se obter bons rendimentos com a cultura do alho, torna-se necessário manter no solo um alto potencial hídrico, conseqüentemente um alto teor de umida
de, indicando a necessidade de irrigação leves e frequentes, fa
to este que evidencia a possibilidade de se utilizar o método de irrigação por gotejamento para alcançar esses objetivos.

Procurar-se-á com esse trabalho encontrar um fa
tor de correlação (f) com a evaporação do tanque Classe A, para um manejo adequado da irrigação através do método de gotejo, tendo por base as características fisiológicas de desenvolvimento vegetativo das plantas, bem como uma maior e melhor produção aliado a uma economia da água aplicada.

3. REVISÃO DE LITERATURA

KLAR et alii (1972), em experimento de irrigação e adubação nitrogenada, encontraram que para a cultura do alho, cultivar 'Lavinia', as melhores condições de umidade do solo visando o maior rendimento e altura da planta, são aquelas cujos potenciais hídricos médios no solo, estão em torno de - 0,5 bars, cuja produção não diferiu estatisticamente daquela mantida a - 1/3 de bar. Encontraram ainda que nos tratamentos menos frequentemente irrigados (- 1,0 ; - 6,0 e - 15,0 bars) ocorreu uma maturação mais precoce, não observando-se o perfilhamento em nenhum dos tratamentos estudados.

De acordo com DEMATTE et alii (1974), a partir da brotação e em quatro períodos sucessivos de trinta e quatro

dias cada um, os consumos médios diários de água para a cultura do alho, cultivar 'Lavinia', foram de 4,4 ; 6,0 ; 4,5 e 5,1mm.

GARCIA e COUTO (1964) em experimento realizado em Viçosa, MG, concluíram que a produção total, o peso das plantas normais e a produção média por planta foram significativamente incrementados com o aumento da disponibilidade de água no solo. O contrário aconteceu com o perfilhamento na cultivar 'Mineiro', pois esta cultivar apresentou valores percentuais mais elevados de plantas com perfilhamento à medida que se elevou o teor de água do solo. As cultivares 'Mineiro' e 'Lavinia', reagiram diferentemente às condições de disponibilidade de água do solo. Com 30% do intervalo de água disponível, a produção total, o peso das plantas normais e as produções médias por planta da cultivar 'Mineiro' foram significativamente mais elevadas, mostrando a tolerância desta cultivar às condições de baixa umidade do solo. Ao nível de 90% do intervalo de água disponível a cultivar 'Lavinia' mostrou-se estatisticamente mais produtiva do que a cv. 'Mineiro'. Para a cultivar 'Lavinia' a cada acréscimo de 30% do intervalo de água disponível correspondeu um aumento significativo na produção total e no peso médio por planta, enquanto que para a cv. 'Mineiro' somente foi significativo de 30 para 60%.

LEOPOLDO et alii (1975), estudando tensões de umidade do solo para a cultura do alho na região de Botucatu (SP), encontraram que, à medida que se diminuiu a tensão de

umidade do solo houve acréscimo de produção, principalmente entre 1,0 e 3,0 atmosferas. Segundo eles, tal tendência parece indicar que maiores produções poderiam ser obtidas aumentando-se a frequência de irrigação, mantendo-se deste modo a tensão de umidade do solo a níveis mais próximos da capacidade de campo.

A produção de alho é favorecida pela manutenção dos níveis mais altos de umidade do solo (potenciais matriciais de -0,5 a -1,0 atm.) como também pelo uso de cobertura morta. Os tratamentos mantidos a -0,5 e -1,0 atm e com cobertura morta não diferiram do tratamento sem cobertura mantido a -0,5 atmosferas. No entanto a cobertura morta proporciona uma economia de água de até 40%. Neste estudo considerou-se como sendo de 20 cm a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e o plantio foi realizado nos meados de abril (LEOPOLDO e CONCEIÇÃO, 1975).

CONCEIÇÃO e LEOPOLDO (1975), em tratamentos envolvendo o emprego ou não de cobertura morta, sob diferentes tensões de umidade do solo, cultivar 'Lavinia' obtiveram os seguintes resultados: que tanto a cobertura morta como a manutenção de altos níveis de umidade do solo proporcionou melhor desenvolvimento e produção da cultura, enquanto que SANS et alii (1974) observaram que a cobertura morta apresenta efeito muito pequeno sobre a manutenção do teor de umidade do solo bem como sobre o rendimento.

Segundo CELIS (1973), o ótimo processo fisiológico dos vegetais, representado pela máxima produção e retenção desta, exige que o solo conserve de maneira constante, um máximo volume de água em retenção, o que se torna possível mediante o emprego de irrigação por gotejamento. E que nos países onde se tem comparado os efeitos de irrigação por gotejamento com outros sistemas, aplicados às mesmas espécies, cultivados ao mesmo tempo e em solos semelhantes, tem-se registrados três situações com o sistema de irrigação por gotejamento: o desenvolvimento e a frutificação são mais rápidos, o rendimento unitário é mais elevado e a qualidade dos frutos é superior.

NORTHCOTT e CROSS (1971), citados por VIEIRA e MANFRINATO (1974), relatam que a irrigação por gotejamento mantém a zona das raízes em níveis de umidade ideais durante todo o ciclo da cultura, o que é particularmente importante para as plantas muito exigentes em água. As irrigações por sulcos ou outro processo convencional de irrigação permitem ótimo teor de umidade do solo apenas periodicamente.

Experimentos realizados em diversos países, mostram que o método de irrigação por gotejo permite importantes incrementos de produção, e uma economia considerável de mão de obra, fertilizantes e água de irrigação (OLITTA, 1975).

BUCKS et alii (1974) bem como HALL (1974), relatam que existe uma pequena ou nenhuma diferença no rendimento de repolho e tomate irrigados por gotejo e sulcos, mas plantas

irrigadas por gotejamento requerem menores quantidades de água, o que também foi observado por CARRIJO et alii (1979), para a cultura do tomate em solo de cerrado, onde houve leve predominância do gotejamento em termos de produção, enquanto que o consumo de água no sistema de sulcos foi cerca de duas vezes superior ao gotejamento.

Para a cultura do melão no Vale do São Francisco, ABREU et alii (1978), encontraram que o gotejamento proporcionou uma maior economia de água, maior tamanho de frutos, maior número de frutos por unidade de área e consequentemente maior produção quando comparado com o método de irrigação por sulcos.

DeBOER e MELSTAD (1977), trabalhando com cenoura e cebola, testaram o gotejamento em comparação com a aspersão, e no gotejamento a disposição das linhas laterais em relação às fileiras de plantas, encontrando que a produção foi maior nos tratamentos de gotejo, apesar de não existir diferença estatisticamente significativa, e que também ocorreu uma maior produção nos tratamentos onde as linhas de gotejamento eram colocadas ao lado de cada fileira de plantas, o mesmo acontecendo com o peso médio dos frutos e a eficiência do uso da água, para ambas as espécies.

GOLDBERG et alii (1974), estudando o efeito de irrigação por gotejo na distribuição das raízes, água e sais minerais no solo, em uma cultura de cravo, encontraram que a exploração radicular foi pouca profunda, concentrando-se nos

primeiros 10cm e perto do bocal do gotejador. O teor de sais solúveis, inclusive os provenientes de fertilizantes, era elevado nos primeiros três centímetros e especialmente no meio do percurso entre dois bocais adjacentes.

VALENZUELA et alii (1977), recomendam utilizar para a cultura do tomate, uma frequência na irrigação por gotejamento de cinco dias ou menos, e um coeficiente de evaporação entre 70 e 100%, dependendo das condições de disponibilidade de água, custos do cultivo e amortização do sistema. Cita ainda que, o rendimento da cultura bem como a eficiência do uso da água foram maiores, nos tratamentos irrigados por gotejamento do que nos sulcos.

OLITTA e MINAMI (1974) encontraram que a utilização do fator de consumo de 0,7 em relação à evaporação do tanque Classe A, mostrou-se adequado para a cultura do morango nas condições de Piracicaba, enquanto que OLIVEIRA et alii (1979), encontraram que deve-se usar um fator de 0,8 para a cultura do tomate, nas condições dos Cerrados do Brasil Central.

É salientado por MINAMI (1977) que em um estudo de competição de culturas de valor econômico, além da obtenção de resultados referentes à produção, mormente o rendimento por área ou produção individual, há a necessidade de se conhecer outros parâmetros. Sem dúvida nenhuma, alguns dados referentes à fisiologia da planta podem reforçar um trabalho dessa natureza.

Relata ainda o autor, que a análise de crescimento tem com base o peso da matéria seca e a área foliar, medidos a intervalos regulares e pré-estabelecidos, geralmente de 14 dias. A partir destes dois parâmetros são calculados outros índices que dão informações do desenvolvimento da cultura e do máximo rendimento que ela pode alcançar.

A análise quantitativa do crescimento vegetal foi desenvolvida pelos fitofisiólogos da Escola Inglesa e é considerada internacionalmente como o método padrão para a estimativa da produtividade biológica, ou produtividade primária das comunidades vegetais. A análise de crescimento destina-se à avaliação da produção líquida das plantas, derivadas do processo fotossintético, que é o resultado do desempenho do sistema assimilatório durante um certo período de tempo (MAGALHÃES, 1979).

Os parâmetros mais importantes numa análise de crescimento, segundo MAGALHÃES (1979), MINAMI (1977), BUTTERY e BUZZEL (1972), ALVIN e ALVIN (1969) e WATSON (1947), são: a taxa de crescimento relativo (TCR), a taxa de assimilação aparente ou líquida (TAA), o índice de área foliar (IAF), a razão de área foliar (RAF), a taxa de produção de matéria seca (TPMS), a eficiência fotossintética (EF) e a relação parte aérea / raiz (PA/R).

A taxa de crescimento relativo (TCR), é a medida mais apropriada para a avaliação do crescimento vegetal, que é dependente da quantidade de material que está sendo acu-

mulado (BRIGGS et alii, 1920, citados por MAGALHÃES, 1979).

FERREIRA (1972), trabalhando com quatro cultivares de alho, 'Mineiro', 'Cateto Roxo', 'Lavinia' e 'Amarante', encontrou os seguintes resultados: a cultivar 'Mineiro' apresentou a maior altura em quase todo o período de desenvolvimento e todas as cultivares atingiram uma altura máxima em torno dos 105 dias. A razão bulbar inicialmente aumentou até os 60 dias após o plantio, quando começou a decrescer atingindo valores mínimos próximos a 0,1 na maturação completa; isto para todas as cultivares, sendo que a cultivar 'Mineiro' apresentou a maior razão bulbar durante toda a fase experimental. O peso dos bulbos aumentou bruscamente em torno dos 90 dias. As cultivares 'Lavinia' e 'Amarante' apresentaram 95% dos bulbilhos tipos grandes, médios e médios pequenos, enquanto que as cultivares 'Cateto Roxo' e 'Mineiro' apresentaram 80% dos bulbilhos tipos pequenos e palitos. Segundo ele a cultivar 'Cateto Roxo' apresentou a maior TAA, bem como uma maior TCR.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Descrição geral do local do experimento

O experimento foi realizado no Campo Experimental da Horticultura, do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo , em Piracicaba.

4.1.1. Características físicas e químicas do solo

O solo em que o ensaio foi conduzido pertence à unidade taxonômica Latosol Vermelho Escuro (COMISSÃO DE SOLOS,

1960) e segundo RANZANI (1966) este solo pertence à Série Luiz de Queiroz e ao grande grupo Terra Roxa Estruturada.

O peso específico global e real assim como a análise granulométrica, podem ser vistos na tabela 1. As características químicas da camada superficial do solo em estudo, encontra-se na tabela 2.

A capacidade de campo neste tipo de solo, ocorre entre os potenciais de $-0,1$ a $-0,2$ atm, para a camada de 0 a 30 cm (SCARDUA, 1972). Segundo DEMÉTRIO (1978) é de 34,63% e 22,60% base em volume, os valores da capacidade de campo e do ponto de murcha permanente, respectivamente. A curva característica encontra-se na figura 1.

Tabela 1. Características físicas do solo da área experimental

Profundidade (cm)	Argila (§) (%)	Limo (§) (%)	Areia (§) (%)	Peso Específico Global (g/cm ³)	Peso Específico Real (g/cm ³) (*)
0 - 15	29,53	32,83	37,64	1,53	2,85
15 - 30	62,34	14,14	23,52	1,37	2,83
30 - 45	60,94	16,98	22,08	1,34	2,86

(*) Determinado por SCARDUA (1972)

(§) A análise granulométrica foi realizada pelo Laboratório de Solos do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ.

Fig. 1. Curva de Retenção de Umidade.

Fonte: SCARDUA (1972).

Tabela 2. Características químicas da camada superficial (0 - 20cm) do solo da área experimental^(*)

pH	Carbo no	TEORES TROCÁVEIS EM meq/100g DE SOLO					H ⁺
		Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Alumínio	
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	
6,4	0,96	0,96	0,77	6,7	2,6	0,08	3,12
	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Bom	

(*) Análise realizada pelo Laboratório de Fertilidade de solos do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ.

4.1.2. Clima

O clima de Piracicaba, segundo SELTZER (1946) é do tipo mesotérmico, Cwa, isto é, subtropical úmido com estia-
gem no inverno; as chuvas do mes mais seco não atingem a 30mm. As médias de precipitação e temperatura das estações primavera, verão, outono e inverno são respectivamente: 303mm e 20,8°C; 639mm e 23,2°C; 235mm e 20,5°C; 108mm e 16,9°C.

O tanque de evaporação Classe A serviu de base para o controle das irrigações, o qual foi instalado sobre solo nu, na parte central do experimento. Os dados da evaporação média semanal do tanque bem como os dados de precipitação durante o período de realização do experimento, são apresentados na figura 2.

4.2. Experimento preliminar

Instalou-se no ano anterior (1978), um experimento preliminar, no intuito de angariar subsídios para o experimento principal que seria instalado posteriormente. Neste experimento preliminar, estudou-se na forma de uma competição entre aspersão e gotejo, sem repetições, as duas cultivares de alho 'Jureia' e 'Gigante de Lavinia', e quatro espaçamentos entre as linhas de gotejo.

Os espaçamentos testados foram os seguintes: 0,50m entre linhas laterais que correspondia a um espaçamento entre fileiras de plantas de 0,25m; espaçamento das laterais de 0,60m em um arranjo de fileiras duplas de duas linhas de plantas, ou seja, 0,20m entre fileiras e 0,40m entre duas fileiras; espaçamento entre laterais de 0,80m correspondendo ao arranjo com três linhas de plantas e espaçamento de 1,00m entre laterais correspondendo ao arranjo de fileiras duplas com quatro linhas de plantas. O espaçamento entre as plantas nas

Fig. 2. Precipitação e Evaporação do Tanque Classe A, no Período de Realização do Experimento (média semanal).

fileiras foi sempre de 0,10m.

O equipamento de irrigação por gotejamento empregado no experimento foi o tubo de câmara simples — TCS, da IRTEC, com espaçamento de furos de 0,60m, ele foi utilizado por ser o mais barato, dentre os equipamentos que adaptam ao tipo de cultura em linha como o alho.

Os resultados deste teste inicial mostraram que o melhor tratamento foi o de gotejo com linhas duplas e a lateral colocada entre duas fileiras, que correspondia a um espaçamento entre as laterais de 0,60m. Este tratamento foi o mais produtivo como também foi o que proporcionou maior peso médio de bulbos. Este experimento preliminar permitiu verificar a importância do manejo adequado da irrigação por gotejo nesta cultura, pelo que, optou-se por determinar o fator de consumo (f), em relação ao tanque Classe A. Tanque este muito usado atualmente nos projetos de irrigação por gotejamento, instalados em nossas condições, tendo-se tornado praticamente um equipamento padrão, fornecido por todas as firmas que operam no ramo.

4.3. Caracterização das cultivares de alho estudadas

Foram utilizadas neste estudo, as cultivares 'Jureia' e 'Gigante de Lavinia'.

A cultivar 'Jureia' possui bulbos esbranquiçados, folhas estreitas, é mais precoce, mais tolerante aos déficits hídricos e mais suscetível ao perfilhamento, enquanto que a cultivar 'Gigante de Lavinia' é de ciclo médio, bulbos levemente arroxeados, folhas medianamente largas, mais exigente em umidade no solo e não é muito suscetível ao perfilhamento (MAS CARENHAS, 1978).

A ocorrência do perfilhamento tem como uma das causas principais, o excesso de adubação nitrogenada e alta umidade no solo, especialmente no fim do ciclo cultural, para determinadas cultivares, o que foi constatado no experimento preliminar e que concorda com as observações de GARCIA (1964) e COUTO (1958).

4.4. Equipamento de irrigação

Foi utilizado neste experimento a irrigação por gotejo composto de um conjunto motobomba, recalcando água de um reservatório até o cabeçal de controle, formado de: filtro de areia e tela, injetor de fertilizantes, sistema de controle de pressão e sistema de controle de vazão. Do cabeçal de controle a água era conduzida por uma linha mestra de polietileno flexível às linhas de derivação.

A quantidade de água aplicada foi controlada através de válvulas volumétricas; válvula esta que permite

uma certa automatização do sistema. Para aferir a quantidade de água que passava pelas válvulas, utilizou-se hidrômetros com precisão de $0,001\text{m}^3$.

As linhas laterais eram constituídas de tubos de câmara simples (TCS), com micro-orifícios espaçados de $0,60\text{m}$ e estes micro-orifícios constituíam os gotejadores. Este equipamento foi escolhido por ser um material adaptado às culturas em linha e ser relativamente mais barato, quando comparado com os outros tipos de equipamentos.

Constatou-se no experimento preliminar que os micro-orifícios eram obstruídos por materiais sólidos, que se introduzia nestes micro-orifícios por sucção ao final de cada irrigação, devido principalmente ao desnível do terreno. Para diminuir estas obstruções, instalou-se válvulas de pé, de meia polegada, em forma invertida que funcionava com uma ventosa, permitindo a entrada de ar na canalização imediatamente após a irrigação. Com este artifício conseguiu-se minimizar os entupimentos.

Para diminuir a diferença de pressão entre a primeira e última lateral, optou-se pela utilização de um controle extra de variação de pressão, instalando-se na parte mediana da canalização de derivação um sistema constituído de registros e manômetros (figura 3). A pressão de serviço média utilizada, no início e parte mediana das linhas de derivação foi de $2,5\text{mca}$ a qual proporcionou uma vazão média de $1,62\text{ l/h}$ em cada micro-orifício.

FIG. 3 - ESQUEMA GERAL DO EXPERIMENTO.

O controle das irrigações foi baseado na evaporação do tanque Classe A, e a quantidade de água aplicada foi calculada pelo método do fator de cobertura (K), descrito por OLITTA (1978). O fator de cobertura (K) foi considerado de 100% para o alho e a eficiência do método de irrigação foi considerada de 90% para este experimento.

4.5. Delineamento experimental

O experimento foi planejado dentro de um delineamento experimental de blocos casualizados, em um esquema fatorial 2 x 4 com oito tratamentos e quatro repetições.

Os tratamentos consistiram de:

Tratamentos	Fator de Consumo no Tanque Classe A	Cultivar
1	0,4	Jureia
2	0,4	Gigante de Lavinia
3	0,7	Jureia
4	0,7	Gigante de Lavinia
5	1,0	Jureia
6	1,0	Gigante de Lavinia
7	1,3	Jureia
8	1,3	Gigante de Lavinia

O fator de consumo se refere a percentagem de água evaporada do tanque Classe A, segundo metodologia de cálculo de OLITTA (1978).

As parcelas foram constituídas de quatro fileiras duplas, espaçadas de 0,40m e nestas um espaçamento de 0,20m entre fileiras, formando-se assim um espaçamento alternado de 0,40 e 0,20m (fig. 4). O espaçamento entre plantas foi de 0,10m. Este espaçamento corresponde ao recomendado por BERNARDI (1967) para o Estado de São Paulo.

As parcelas apresentaram as dimensões de 7,50m de comprimento por 2,40m de largura; sendo a área da parcela de 18,0m², área útil de 7,80m² e a área total do experimento de 576,0m². A área útil foi constituída de área de coleta de material para a análise de crescimento e área para a análise de produção, respectivamente com 5,40 e 2,40m². Considerou-se bordadura ambas as laterais de fileiras duplas bem como 0,50m nas extremidades, sendo que a área para coleta de material para análise de crescimento possuía bordaduras internas de 0,20m.

Adotou-se uma frequência de irrigação de dois dias, com base nos resultados do experimento preliminar, onde constatou-se que essa frequência possibilita a obtenção de uma boa produtividade.

4.6. Instalação e condução do experimento

A área foi preparada convenientemente (aração e gradagem) após a aplicação de herbicida Gliphosate (Roundup)

Fig., 4. Detalhes da Parcela Experimental.

na dosagem de 4 l/ha do produto comercial, sendo também realizada uma adubação orgânica com esterco de cama de gado na proporção de 10ton/ha.

O alho foi debulhado e para o plantio, os bulbilhos foram selecionados por tamanho, visando obter uma boa uniformização no período de colheita, sendo tratados com Pentacloronitro-Benzeno (PCNB), nas quantidades de 800g do produto para 100kg de bulbilhos.

Em 23 de março, 14 dias após a adubação orgânica, foi feito o plantio, aplicando logo após, o herbicida Pro-metryne (Gesagard) na dosagem de 1,5 l/ha do produto comercial, em pré-emergência.

Após o plantio fez-se uma irrigação inicial para a formação do bulbo molhado no solo e durante 30 dias consecutivos a irrigação foi uniforme em todos os tratamentos para tentar evitar a desuniformidade de brotação e formar um número ideal de plantas por parcela.

A diferenciação nas irrigações foi iniciada em 23/04/79, 30 dias após o plantio e 23 dias após o início da brotação que iniciou a partir de 30/03/79.

Apesar de todo o cuidado com as ervas daninhas foi necessário aplicar o herbicida Oxidiazon (Ronstar) em pós emergência na proporção de 3 l/ha do produto comercial, segundo recomendação de FERREIRA e SILVA (1978).

Não foi feita adubação fosfórica, pois a análise química do solo não indicou esta necessidade, enquanto que a adubação nitrogenada, potássica e de boro foi feita em cobertura e através da água de irrigação, nas quantidades de 80kg/ha de N e K_2O e o correspondente a 15kg/ha de borax. Estas quantidades foram divididas em quatro aplicações iguais sendo uma por semana e a primeira foi realizada em 25/04, ou seja, 25 dias após o início da brotação.

A fonte do nitrogênio foi o Uran - 32:00:00 (Ultrafertil), em forma líquida, enquanto que a de potássio foi o cloreto de potássio e de boro foi o ácido bórico.

Realizou-se pulverizações quinzenais com sulfato de zinco e de magnésio, bem como pulverizações semanais com Zineb e Parathion (Folidol), segundo recomendações de MENEZES SOBRINHO (1978). As irrigações foram paralisadas vinte dias antes da época prevista para a colheita na cultivar 'Jureia' e dez dias na cv. 'Gigante de Lavinia', para evitar a anomalia do perfilhamento e colher um produto de melhor aparência e boa qualidade para o mercado.

O alho foi colhido quando apresentava as características típicas de maturação, após o que o alho foi curado, mantendo-se durante uma semana ao sol e 43 dias à sombra para completar a cura. Após a cura os bulbos foram classificados, segundo as recomendações de SATURNINO (1978) e pesados. Os bulbos foram debulhados e os bulbilhos foram também classifica-

dos em peneiras, para obtenção do peso de cada lote, de acordo com o tamanho.

4.7. Observações realizadas

Foram observados e mensurados os dados de produção de bulbos, bem como os dados necessários para uma análise do desenvolvimento vegetativo da cultura.

4.7.1. Produção de bulbos

Após completar a cura os bulbos foram classificados, com base em seu maior diâmetro, seguindo a orientação de SATURNINO (1978), cujos critérios para a classificação dos bulbos são:

FLORÃO — bulbos com diâmetro transversal maior ou igual a 55mm;

GRANDE — com diâmetro transversal maior ou igual a 45mm e menor que 55mm;

MÉDIO com diâmetro transversal maior ou igual a 35mm e menor que 45mm;

PEQUENO — com diâmetro transversal maior ou igual a 25mm e menor que 35mm;

MIUDO — com diâmetro transversal maior ou igual a 15mm e menor que 25mm , e

REFUGOS — com diâmetro transversal menor que 15mm, bem como bulbos perfilhados, estourados, com danos mecânicos e/ou doenças e pragas.

Feita a classificação e pesagem dos bulbos, estes foram debulhados e os bulbilhos foram também classificados e pesados, utilizando-se as peneiras padronizadas e a classificação descrita por MASCARENHAS (1978), que classifica os bulbilhos em:

GRANDES — bulbilhos retidos na peneira um ;

MÉDIOS — bulbilhos que passam pela peneira um e ficam retidos na peneira dois ;

MÉDIOS PEQUENOS — bulbilhos que passam pela peneira dois ficando retidos na três ;

PEQUENOS — bulbilhos que passam pela peneira três, ficando retidos na quatro , e

PALITOS — bulbilhos que passam pela peneira quatro.

4.7.2. Análise de crescimento

Para a análise de crescimento, coletou-se quatro plantas por parcela, deixando sempre uma bordadura de duas plantas entre as várias épocas de coleta, observando os seguintes parâmetros: peso seco total, peso seco dos bulbos, peso seco do pseudo-caule, peso seco das folhas, área foliar, diâmetro do pseudo-caule e do bulbo, número de folhas vivas e o comprimento da planta.

Para a determinação da área foliar utilizou-se o princípio da determinação da área de pequenos retângulos da folha e por comparação de peso seco foliar com o peso seco dos retângulos, determinou-se a área foliar, conforme processo descrito por FERREIRA (1972).

De posse dos dados mensurados, calculou-se os seguintes parâmetros, recomendados e descritos por: MAGALHÃES (1979), BLACKMAN e WILSON (1961), FERREIRA (1972) e MINAMI (1977).

a) Taxa de Assimilação Líquida ou Aparente (TAA)

$$TAA = \left[(P_2 - P_1) / (A_2 - A_1) \right] \cdot \left[(\ln A_2 - \ln A_1) / (T_2 - T_1) \right]$$

onde:

$$TAA = \text{g/dm}^2/\text{dia};$$

P_2 = peso da matéria seca total por planta no tempo T_2 (coletado na amostragem posterior);

P_1 = peso seco da planta no tempo T_1 ;

$T_2 - T_1$ = intervalo de tempo entre duas coletas sucessivas (geralmente de 14 dias) e

$\ln A_2$ e $\ln A_1$ = logarítmo neperiano da relação área foliar/planta, no tempo T_2 e T_1 , respectivamente.

A TAA reflete a dimensão do sistema assimilador, que é envolvido na produção de matéria seca, ou seja, é uma estimativa da fotossíntese líquida (MAGALHÃES, 1979).

b) Taxa de Produção de Matéria Seca (TPMS)

$$TPMS = P/S/T$$

onde:

$$TPMS = g/dm^2/dia ;$$

P = peso seco da planta ;

S = área do solo por planta , e

T = intervalo de tempo entre duas coletas (14 dias).

O aumento da TPMS só será possível se a eficiência das folhas (TAA) ou o tamanho da superfície fotossintetizadora (IAF) forem aumentados (MAGALHÃES, 1979).

c) Índice de Área Foliar (IAF)

$$IAF = A/S$$

onde:

A = área foliar , e

S = área do solo por planta.

O IAF descreve a dimensão do sistema assimilador, portanto é o principal fator a determinar a produtividade de uma cultura (MAGALHÃES, 1979).

d) Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

$$TCR = (\ln P_2 - \ln P_1) / (T_2 - T_1) ;$$

$$TCR = g/dia$$

A TCR é a medida mais apropriada para a avaliação do crescimento vegetal, que é dependente da quantidade de material que está sendo acumulado (MAGALHÃES, 1979).

e) Relação de Área Foliar (RAF)

$$RAF = A/P ;$$

$$RAF = dm^2/g$$

A RAF relaciona a área foliar com o peso da matéria seca da planta, sendo a medida da dimensão relativa do aparelho assimilador (MAGALHÃES, 1979).

f) Relação Parte Aérea e Bulbo (RPAB)

$$RPAB = P_{pa} / P_b$$

onde:

P_{pa} = peso seco da parte aérea da planta;

P_b = peso seco do bulbo.

Nos estudos de análise de crescimento, faz-se a relação parte aérea com a raiz, segundo MAGALHÃES (1979), MINAMI (1977) e FERREIRA (1972), mas no presente estudo, achou-se oportuno relacionar a parte aérea da planta com o bulbo, parte econômica da cultura.

g) Razão Bulbar (RB)

$$RB = DPS / DB$$

onde:

DPS = diâmetro do pseudo-caule, e

DB = diâmetro do bulbo

A razão bulbar caracteriza o desenvolvimento do bulbo e valores próximos a 0,5 indicam o início do desenvolvimento do bulbo e próximos a 0,2 indicam maturação (COUTO, 1958).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos dos experimentos são numerosos envolvendo inúmeras variáveis que serão analisadas separadamente, na seguinte ordem: produção e classificação dos bulbos, produção e classificação dos bulbilhos, eficiência no uso da água e análise de crescimento, abordando a razão bulbar (RB), o peso seco total (PST), o peso seco dos bulbos (PSB), o peso seco das partes aéreas (PSPA), a área foliar (AF), o comprimento da planta (COM), o número de folhas vivas (NFS), a taxa de crescimento relativo (TCR), a taxa de assimilação aparente (TAA), a razão de área foliar (RAF), o índice de área foliar (IAF), a taxa de produção de matéria seca (TPMS) e a relação parte aérea/bulbo (RPAB).

5.1. Produção total dos bulbos

A tabela 3 compara as médias de produção e número total de bulbos, para as cultivares 'Jureia' e 'Gigante de Lavinia', onde pode-se observar que houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos que receberam água em quantidades equivalentes a 0,4 e 0,7 da evaporação do tanque Classe A, e os tratamentos 1,0 e 1,3; sendo que o tratamento 1,0 foi o que melhor se comportou para esta cultivar.

Tabela 3. Média da produção e número total de bulbos curados

Cultivar	Fator de Consumo	Peso Total (g/parcela)	Número Total por Parcela	Peso Médio (g/bulbo)
Jureia	0,4	1.228,50 a	62,50 ab	19,71 a
	0,7	1.288,50 a	55,25 a	23,17 ab
	1,0	1.830,00 bc	69,75 b	26,15 b
	1,3	1.654,25 ab	62,00 ab	26,55 bc
MÉDIA	-	1.500,31	62,38	24,05
Gigante de Lavinia	0,4	1.726,00 abc	65,25 ab	26,44 b
	0,7	1.938,50 bc	62,75 ab	30,93 cd
	1,0	2.195,50 c	66,75 ab	32,84 de
	1,3	2.248,75 c	62,50 ab	35,82 e
MÉDIA	-	2.027,19	64,31	31,52
Δ (Tukey - 5%)		534,65	13,03	4,43

OBS.: Os números da mesma coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Apesar de não ter havido diferença estatisticamente significativa entre as produções totais da cultivar 'G. de Lavinia', nota-se uma leve predominância dos tratamentos que receberam maiores quantidades de água. Essa não existência de diferença estatística se deveu talvez a um intenso ataque de *Puccinia allii* (DC) Rud; a tradicional ferrugem, sofreu por esta cultivar.

A colheita, envolvendo esta cultivar, foi antecipada devido a destruição completa da folhagem e mesmo do pseudo-caule, o qual não permitiu que os bulbos, naqueles tratamentos que receberam maiores quantidades de água, atingissem o seu completo desenvolvimento. Salienta-se que esta cultura tem o seu ciclo de desenvolvimento aumentado por um teor mais elevado de água no solo, o que foi observado no experimento preliminar e que concorda com as observações de KLAR et alii (1972) e GARCIA (1964). Deve ser ressaltado o fato de que esta ocorrência não comprometeu totalmente os resultados obtidos no experimento.

A análise de variância para o peso total mostrou um efeito altamente significativo para cultivar e fator de consumo, mas quando se faz o desdobramento do fator em cada cultivar, nota-se então que o efeito foi apenas significativo na cultivar 'Jureia' (tabela 4). Não houve significância para número total de plantas.

Verifica-se também que a cv. 'Gigante de Lavinia' foi mais produtiva, apresentando um maior peso médio dos

bulbos.

Através da figura 5 que mostra a representação gráfica do relacionamento entre a quantidade de água aplicada (fator de consumo) e a produção obtida, ajustada por uma regressão quadrática, observa-se uma inclinação mais acentuada inicialmente, que se atenua a partir do fator 1,0. Este efeito é mais evidente na cv. 'Jureia'.

Tabela 4. Análise de variância para a produção e número total de bulbos curados

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	
		Produção (g/parcela)	Número/Parcela
Bloco	3	27.307,25	47,53
Cultivar	1	2.220.778,13 ^{**}	30,03
Fator de Consumo	3	538.422,23 ^{**}	118,45
Cult. x Fat.	3	31.091,79	38,70
Resíduo	21	102.428,08	60,82
TOTAL	31		
Fat. (Cult. 'J')	3	334.849,56 [*]	140,42
Fat. (Cult. 'L')	3	234.664,56	16,73
CV =		18,1456%	12,3114%
^{**} = significativo a 1% de probabilidade			
[*] = significativo a 5% de probabilidade

FIG. 5. CURVAS DE PRODUÇÃO TOTAL DE BULBOS CURADOS

5.2. Classificação dos Bulbos

De acordo com a metodologia adotada normalmente os bulbos foram classificados em classes: Florão, Grandes ou Graúdo, Médio, Pequeno e Miúdo, além dos Refugos (perfilhados, estourados e com danos), cuja análise é apresentada a seguir.

5.2.1. Peso e número de Bulbos Florão

A análise de variância mostra que o efeito do fator de consumo foi altamente significativo na cultivar 'Gigante de Lavínia' tanto no número como no peso de bulbos Florão, enquanto que na cultivar 'Jureia' não houve significância (tabela 6).

Quando se faz a comparação das médias (Tabela 5), nota-se que o fator 1,0 foi o que produziu mais bulbos Florão, apesar que não ocorre diferença estatística entre este e os demais na cv. 'Jureia'; enquanto que na cv. 'Gigante de Lavínia' o fator 1,3 foi o mais produtivo mas não houve diferença estatística entre este e os fatores 0,7 e 1,0.

A análise de variância mostra também que houve uma diferença altamente significativa entre as cultivares estudadas e na comparação das médias observa-se que tanto em número como em peso de bulbos Florão, a cv. 'Gigante de Lavinia' foi a mais produtiva.

Tabela 5. Média da produção e número de bulbos curados,
tipo Florão

Cultivar	Fator de Consumo	Peso Total (g/parcela)	Número Total por Parcela	Peso Médio (g/bulbo)
Jureia	0,4	0,00 a	0,00 a	-
	0,7	119,75 a	2,75 ab	43,55
	1,0	144,25 ab	3,50 ab	41,25
	1,3	111,25 a	2,50 ab	44,50
MÉDIA		93,81	2,19	42,55
Gigante de Lavinia	0,4	151,50 ab	3,50 ab	43,29
	0,7	455,75 bc	9,50 bc	47,97
	1,0	636,00 c	14,00 cd	45,43
	1,3	740,50 c	17,30 d	42,93
MÉDIA		495,94	11,06	44,84
Δ (Tukey - 5%)		335,81	7,56	

OBS.: Os números de mesma coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

A figura 6 mostra a representação gráfica das curvas de produção, ajustadas por regressão quadrática, para ambas as cultivares; a cultivar 'Jureia' apresenta o seu ponto de máximo em torno do fator 1,0, enquanto que na cultivar 'Gigante de Lavinia' a curva é crescente até o fator 1,3, notando-se um declínio de sua inclinação a partir do fator 1,0.

Fig., 6. Curvas de Produção de Bulbos Curados, Tipo Florão.

Tabela 6. Análise de variância para o peso e número de bulbos curados tipo Florão

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	
		Peso (g/parcela)	Número/Parcela
Bloco	3	25.775,08	13,75
Cultivar	1	1.293.636,13**	630,13**
Fator de Consumo	3	198.133,58**	104,25**
Cult. x Fat.	3	84.525,88	47,04
Resíduo	21	40.408,66	20,49
TOTAL	31		
Fat. (Cult. 'J')	3	16.427,73	9,23
Fat. (Cult. 'L')	3	266.241,73**	142,06**
C.V. =		68,1709%	68,3227%

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

5.2.2. Peso e número de bulbos Grandes

A análise de variância para peso de bulbos Grandes, mostra uma diferença significativa ao nível de 5% no efeito do fator de consumo, e quando se desdobra os efeitos nas duas cultivares, a diferença se torna altamente significativa (1%) para a cultivar 'Jureia', e não significativa para a 'Gigante de Lavinia' (tabela 8), analisando-se as médias (tabela 7),

observa-se que o fator 1,0 foi o que apresentou a mais alta produção de bulbos Grandes, tanto em número como em peso, mas não diferiu do fator 1,3, na cv. 'Jureia', enquanto que não houve diferença para a cv. 'Gigante de Lavinia', mas o fator 1,0 foi o que apresentou também a mais alta produção.

Tabela 7. Média do peso e número de bulbos curados, tipo Grande

Cultivar	Fator de Consumo	Peso Total (g/parcela)	Número Total por Parcela	Peso Médio (g/bulbo)
Jureia	0,4	557,75 a	20,50 a	27,21
	0,7	802,50 ab	27,25 ab	29,45
	1,0	1.264,25 c	43,25 c	29,23
	1,3	1.053,25 bc	34,50 bc	30,53
MÉDIA		919,44	31,38	29,30
Gigante de Lavinia	0,4	1.101,75 bc	35,50 bc	31,04
	0,7	1.125,25 bc	35,25 bc	31,92
	1,0	1.194,00 bc	36,00 bc	33,17
	1,3	1.140,25 bc	32,25 abc	35,36
MÉDIA		1.140,31	34,75	32,81
Δ (Tukey - 5%)		459,89	13,52	

OBS.: Os números da mesma coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8. Análise de variância para peso e número de bulbos curados tipo Grande

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	
		Peso (g/parcela)	Número/Parcela
Bloco	3	20.399,75	24,54
Cultivar	1	390.286,13 [*]	91,13
Fator de Consumo	3	236.210,25 [*]	192,21
Cult. x Fat.	3	144.976,37	200,71
Resíduo	21	75.786,87	65,54
TOTAL	31		
Fat. (Cult. 'J')	3	375.058,23 ^{**}	381,42 ^{**}
Fat. (Cult. 'L')	3	6.128,40	11,50
CV =		26,7308%	24,4863%

^{**} = significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{*} = significativo ao nível de 5% de probabilidade

A cultivar 'Gigante de Lavinia' produziu mais bulbos Grandes, e a análise de variância indica um efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para cultivar, em peso e não significativo para número.

Através da figura 7, ajustada por regressão quadrática, pode-se visualizar o efeito do fator de consumo na produção de bulbos Grandes, onde a cultivar 'Jureia' mostra que

Fig., 7. Curva de Produção de Bulbos Curados, Tipo Grande.

fatores em torno de 1,0 foram os que mais produziram. É salientado também a não significância para a cv. 'Gigante de Lavinia', devido ao ataque de ferrugem.

5.2.3. Peso e número de bulbos Médios

Na análise de variância para bulbos Médios mostrada na tabela 10, observa-se que houve uma diferença altamente significativa para fatores de consumo, tanto na média dos pesos como dos números de bulbos, e no desdobramento do fator, verifica-se que este efeito é altamente significativo nas duas cultivares. Pode-se observar ainda que há um efeito também altamente significativo para cultivar.

A comparação das médias (tabela 9), pode-se observar que o fator 0,4 foi o que mais produziu bulbos Médios, não ocorrendo diferença entre os demais tratamentos. Este fato foi observado em ambas as cultivares para peso e número de bulbos Médios. Sendo a cv. 'Jureia' a que mais produziu este tipo de bulbo.

Ao observar a curva de produção de bulbos Médios, ajustada por uma regressão de segundo grau (figura 8), nota-se que a produção foi máxima em torno do fator 0,4 e mínima em torno do fator 1,0.

Fig., 8- Curva de Produção de Bulbos Curados, Tipo Médio.

Tabela 9. Média do peso e número de bulbos curados, tipo
Médio

Cultivar	Fator de Consumo	Peso Total (g/parcela)	Número Total por Parcela	Peso Médio (g/bulbo)
Jureia	0,4	574,50 e	31,25 e	18,38
	0,7	264,75 bcd	18,00 cd	14,71
	1,0	280,00 cd	15,00 c	18,67
	1,3	250,75 abc	13,75 bc	18,24
MÉDIA		342,50	19,50	17,56
Gigante de Lavinia	0,4	398,25 d	22,25 d	17,90
	0,7	216,25 abc	12,00 abc	18,02
	1,0	138,50 ab	7,50 ab	18,47
	1,3	116,50 a	6,00 a	19,42
MÉDIA		213,38	11,94	17,87
Δ (Tukey - 5%)		137,41	6,70	

OBS.: Os números da mesma coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10. Análise de variância para peso e número de bulbos curados tipo Médio

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	
		Peso (g/parcela)	Número/Parcela
Bloco	3	21.695,46	64,37*
Cultivar	1	125.250,13**	457,53**
Fator de Consumo	3	155.852,21**	470,20**
Cult. x Fat.	3	5.891,04	3,03
Resíduo	21	6.765,70	16,10
TOTAL	31		
Fat. (Cult. 'J')	3	96.257,83**	258,17**
Fat. (Cult. 'L')	3	65.485,42**	215,06**
CV =		29,3829%	25,5288%

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

5.2.4. Peso e número de bulbos Pequenos

O peso de bulbos Pequenos foi altamente significativo para cultivar, mas não demonstrou significância para fator de consumo. No entanto, ao se desdobrar o efeito do fator de consumo nas cultivares ocorre uma significância ao nível de 5% de probabilidade do fator na cultivar 'Jureia' (tabe

la 12). Na comparação das médias desta cultivar observa-se que o fator 0,4 foi o que mais produziu bulbos Pequenos, enquanto os demais não diferiram entre si (tabela 11).

Tabela 11. Média de peso e número de bulbos curados, tipo Pequeno

Cultivar	Fator de Consumo	Peso Total (g/parcela)	Número Total por Parcela	Peso Médio (g/bulbo)
Jureia	0,4	74,25 b	9,00 b	8,25
	0,7	31,25 a	3,25 a	9,62
	1,0	37,50 a	4,50 a	8,33
	1,3	33,25 a	3,50 a	9,50
MÉDIA		44,06	5,06	8,71
Gigante de Lavinia	0,4	17,00 a	1,75 a	9,71
	0,7	21,50 a	2,25 a	9,56
	1,0	22,00 a	2,50 a	8,80
	1,3	12,25 a	1,00 a	12,25
MÉDIA		18,19	1,88	9,68
Δ (Tukey - 5%)		30,86	3,63	

OBS.: Os números da mesma coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12. Análise de variância do peso e número de bulbos curados tipo Pequeno

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	
		Peso (g/parcela)	Número/Parcela
Bloco	3	328,58	6,12
Cultivar	1	5.356,13 ^{**}	81,28 ^{**}
Fator de Consumo	3	812,92	7,52 [*]
Cult. x Fat.	3	917,21	7,72 [*]
Resíduo	21	341,20	4,71
TOTAL	31		
Fat. (Cult. 'J')	3	1.647,23 [*]	14,37 ^{**}
Fat. (Cult. 'L')	3	82,90	0,88
CV =		59,3467%	62,5647%

^{**} = significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{*} = significativo ao nível de 5% de probabilidade

O número de bulbos pequenos, apresentou uma significância ao nível de 1% de probabilidade para as cultivares e ao nível de 5% para fator de consumo, assim como na interação de fator com cultivar; no desdobramento verifica-se que ocorre uma significância de 1% de probabilidade, do fator na cultivar 'Jureia' e na comparação das médias o mesmo ocorre com o número de bulbos, apenas o fator 0,4 foi que diferiu dos demais.

Ao se comparar as cultivares, peso e número de bulbos, pode-se observar que a cultivar 'Gigante de Lavinia' foi a que menos produziu bulbos pequenos.

5.2.5. Peso e número de bulbos perfilhados

Na cultivar 'Jureia' ocorreu um efeito altamente significativo de bulbos perfilhados, tanto no peso como no número de bulbos, efeito este que manifestou tanto no teste das cultivares como no de fatores de consumo (tabela 14). Ao se comparar as médias, verifica-se que apenas a cultivar 'Jureia' apresentou a anomalia do perfilhamento e nesta o fator 1,3 foi o que mais produziu bulbos perfilhados (tabela 13).

Os tratamentos com teores mais elevados de água no solo condicionaram à cv. 'Jureia' a produzir mais bulbos perfilhados, o que também foi observado por COUTO (1958) e GARCIA (1964), enquanto a cultivar 'Gigante de Lavinia' não apresentou perfilhamento, fato notado também por KLAR et alii (1972).

5.3. Curvas de produção

As curvas de produção relacionam o peso dos bulbos com a quantidade de água aplicada (fator de consumo), as quais foram ajustadas por uma regressão, de tal modo que,

através das equações próprias ou mesmo da própria curva pode-se prever a produção esperada, quando se adota um determinado fator de consumo no manejo da irrigação.

Tabela 13. Média de peso e número de bulbos Perfilhados

Cultivar	Fator de Consumo	Peso Total (g/parcela)	Número de bulbos/Parcela	
			Transformado (*)	Real (§)
Jureia	0,4	7,50 a	0,926 a	1,17
	0,7	49,00 ab	1,896 c	3,84
	1,0	92,75 b	1,721 bc	3,21
	1,3	205,75 c	2,863 d	8,45
MÉDIA		88,75	2,930	
Gigante de Lavinia	0,4	0,00 a	0,707 a	0,00
	0,7	0,00 a	0,707 a	0,00
	1,0	0,00 a	0,707 a	0,00
	1,3	0,00 a	0,707 a	0,00
MÉDIA		0,00	0,707	0,00
Δ (Tukey - 5%)		66,60	0,706	

OBS.: Números da mesma coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

(*) - Os números de bulbos perfilhados foram transformados para a forma $\sqrt{N + 0,5}$.

(§) - Os números de bulbos foram reconvertidos para o número real segundo a metodologia descrita por DEMÉTRIO (1978a).

As curvas de produção para cada classe de bulbos, são apresentadas nas figuras 9 e 10, respectivamente para a cultivar 'Jureia' e 'Gigante de Lavinia'.

Tabela 14. Análise de variância para peso e número de bulbos Perfilhados

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	
		Peso (g/parcela)	Número (§)/Parcela
Bloco	3	2.282,08	0,27
Cultivar	1	63.012,50**	10,48**
Fator de Consumo	3	14.591,08**	1,27**
Cult. x Fat.	3	14.591,08**	1,27**
Resíduo	21	1.589,54	0,18
TOTAL	31		
Fat. (Cult. 'J')	3	29.182,19**	2,53**
Fat. (Cult 'L')	3	0,00	0,00
CV =		89,8456%	33,0469%

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

* = número de bulbos convertidos para $\sqrt{N + 0,5}$

5.3.1. Curva de produção da cultivar 'Jureia'

As curvas de produção para a cultivar 'Jureia',

Fig., 9. Curvas de Produção - cv. Jureia.

Fig. 10. Curvas de Produção - cv. Gigante de Lavínia.

foram ajustadas por regressão do segundo grau, onde observa-se que a produção de bulbos Florão e Grande aumentaram com a elevação do fator de consumo até atingir o máximo em torno de 1,0 , enquanto que as curvas dos bulbos Médios e Pequenos diminuíram até um ponto mínimo também em torno do fator 1,0 , quando voltaram a crescer.

As curvas mostram então que, para a cultura do alho, cv. 'Jureia', deve-se na irrigação por gotejamento, aplicar 100% de água evaporada de um tanque Classe A, isto porque possibilita a obtenção de produções máximas de bulbos maiores (Florão e Grande) e mínimas de bulbos menores (Médio e Pequeno).

5.3.2. Curvas de produção da cultivar

'Gigante de Lavinia'

As curvas de produção para a cv. 'Gigante de Lavinia' foram ajustadas por regressão quadrática, e apresentaram curvas ascendentes para a produção de bulbos Florão e Grandes. A curva para bulbos Florão não apresentou dentro do intervalo estudado um ponto de máximo, apesar que a partir do fator 1,0 diminuir a inclinação de curva. Para bulbos Médios a curva é descendente com o mínimo entre 1,0 e 1,3 enquanto que para bulbos Grandes e Pequenos as curvas são ascendentes com o máximo em torno de 1,0 .

Comparando-se as curvas da cultivar 'Jureia' com as da cv. 'Gigante de Lavinia', nota-se que esta é mais exigente em umidade no solo, pois mesmo em teores mais elevados de umidade (fator 1,3), produziu maiores quantidades de bulbos Florão e Grande, apesar de ter sido prejudicada pela severa ocorrência de ferrugem, enquanto que a cultivar 'Jureia' por ser mais precoce, praticamente nada sofreu com a incidência do fungo; essa maior exigência em umidade pela cultivar 'Gigante de Lavinia', também foi observada no experimento preliminar, como também por COUTO (1958) e GARCIA (1964).

5.4. Classificação dos Bulbilhos

Os bulbilhos foram classificados segundo a metodologia descrita por SATURNINO (1978), com o intuito de verificar a ocorrência dos vários tamanhos de bulbilhos e principalmente a ocorrência de palitos, pois estes são considerados desprezíveis no aspecto econômico.

Pode-se observar na tabela 15 que os bulbos maiores apresentam um maior número de bulbilhos por bulbo, principalmente na cv. 'Jureia', como também um maior peso médio de bulbilhos. Com o aumento do fator de consumo aumenta-se o peso médio dos bulbilhos, na cv. 'Gigante de Lavinia', enquanto que aumenta-se tanto o número de bulbilhos como o peso médio até o fator 1,0 na cv. 'Jureia', decrescendo no fator 1,3.

Tabela 15. Número de bulbilhos por bulbo e peso médio de bulbilhos (g), para cada classe de bulbos

Tratamentos		NÚMERO DE BULBILHOS / BULBO E PESO MÉDIO DOS BULBILHOS									
Cultivar	Fator de Consumo	Florão		Grande		Médio		Pequeno		Nº médio de bulbilhos/bul.	Peso Médio dos bulbilhos
		Nº	PM	Nº	PM	Nº	PM	Nº	PM		
Jureia	0,4	0,00	-	22,15	1,16	12,69	1,14	14,56	0,50	15,70	1,06
	0,7	31,09	1,13	21,72	1,26	16,97	0,95	14,62	0,43	18,65	1,12
	1,0	27,43	1,55	22,08	1,27	12,82	1,05	17,39	0,66	18,95	1,25
	1,3	26,20	1,40	22,41	1,28	15,91	1,01	14,93	0,43	17,90	1,26
	Média	28,24	1,36	22,09	1,24	14,61	1,04	15,38	0,51	17,80	1,17

Gigante de	0,4	10,86	3,78	11,37	2,52	9,67	1,56	9,86	0,83	10,33	2,24
	0,7	11,97	3,81	11,87	2,44	11,33	1,40	11,00	0,61	11,04	2,40
	1,0	9,50	3,31	13,37	2,36	11,13	1,46	9,00	0,68	10,79	2,38
Lavinia	1,3	11,03	3,68	12,01	2,86	11,42	1,50	9,50	0,84	10,49	2,90
	Média	10,84	3,65	12,16	2,55	10,89	1,48	9,84	0,74	10,66	2,48

OBS.: Nº = número de bulbilhos / bulbos

PM = peso médio de bulbilhos (g)

Ocorre uma quantidade crescente de bulbilhos maiores com o aumento do fator de consumo (tabela 16), sendo que no fator 0,4 ocorre 41,05 e 85,57% de bulbilhos grandes, médios e médios pequenos, respectivamente para as cultivares 'Jureia' e 'Gigante de Lavinia'. Para o fator 0,7 essa proporção é de 50,65 e 83,36% ; sendo de 38,57 e 84,24% para o fator 1,0 e para o fator 1,3 é de 58,40 e 89,05% .

5.5. Quantidade de alho produzido por unidade de água aplicada

A cultivar 'Gigante de Lavinia' foi mais eficiente no aproveitamento da água disponível no solo, pois produziu mais por unidade de água aplicada (tabela 18).

O fator 0,4 foi o que deu a maior eficiência no uso da água, para ambas as cultivares, não diferindo do fator 1,0 na cultivar 'Jureia'. Isto se deve a ocorrência de precipitações durante o período de realização do experimento; precipitações essas acima do normal previsto e de distribuição muito regular. O fator 0,7 na cultivar 'Jureia' teve o desempenho prejudicado pela ocorrência casual de um menor número de plantas por parcela.

Ocorreu um intenso ataque de ferrugem em todos os tratamentos da cv. 'Gigante de Lavinia', destruindo por completo a folhagem bem como o pseudo-caule, e isto prejudicou uma

melhor visualização do efeito do fator de consumo na eficiência do uso da água; pois como foi notado no experimento preliminar e também por KLAR et alii (1972), os tratamentos que receberam menores quantidades de água amadureceram mais rápido e conseqüentemente foram menos prejudicados pela incidência do fungo e proporcionaram uma maior eficiência na utilização da água aplicada.

Tabela 16. Percentagem do número total de bulbilhos

Cultivar	Tipo de Bulbilho	FATOR DE CONSUMO DE ÁGUA				
		0,4	0,7	1,0	1,3	Média
Jureia	Grandes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Médios	5,49	21,60	13,25	25,02	16,34
	Médio Pequeno	35,56	29,05	25,32	33,38	30,83
	Pequenos	45,17	32,96	42,46	28,18	37,19
	Palitos	13,78	16,39	18,97	13,42	15,64

Gigante de Lavinia	Grandes	11,72	15,55	10,93	20,29	14,62
	Médios	31,05	32,48	34,71	36,69	33,73
	Médio Pequeno	42,80	35,33	38,60	32,07	37,20
	Pequenos	14,43	16,64	15,76	10,95	14,45
	Palitos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 17. Quantidade de água aplicada em cada tratamento

CULTIVAR	F A T O R D E C O N S U M O							
	0,4		0,7		1,0		1,3	
	m ³	mm	m ³	mm	m ³	mm	m ³	mm
Jureia	32,74	22,74	40,36	28,02	49,68	34,50	57,50	39,93
G. Lavinia	35,64	24,75	45,90	31,88	56,33	39,12	66,45	46,15

Tabela 18. Quantidade de bulbos produzidos por unidade de área aplicada

Cultivar	Fator de Consumo	Produção (g/parcela)	Água Aplicada (cm H ₂ O)	Eficiência no Uso da Água (g/cm de H ₂ O)
Jureia	0,4	1.228,50	22,74	54,03
	0,7	1.288,50	28,02	45,97
	1,0	1.830,00	34,50	53,04
	1,3	1.654,00	39,93	42,28
	Média	1.500,31	31,09	48,25

Gigante de Lavinia	0,4	1.726,00	24,75	69,74
	0,7	1.938,50	31,88	60,82
	1,0	2.195,50	39,12	56,13
	1,3	2.248,75	46,15	48,73
	Média	2.027,19	35,47	57,15

5.6. Análise de crescimento

Para o estudo da análise de crescimento procurou-se averiguar índices morfológicos da planta assim como índices fisiológicos, e o efeito da água sobre estas características.

5.6.1. Índices morfológicos

Foram observados alguns índices morfológicos da planta como: razão bulbar, peso seco total, peso seco dos bulbos, peso seco das partes aéreas, área foliar, comprimento da planta e número de folhas vivas na época da coleta.

5.6.1.1. Razão bulbar (RB)

A razão bulbar acompanha o desenvolvimento do bulbo como pode ser visto na figura 11, para as cultivares 'Jureia' e 'Gigante de Lavinia'.

Observa-se que a razão bulbar cresceu até os 49 dias após o plantio para a cv. 'Jureia' e em torno dos 63 dias para a cultivar 'Gigante de Lavinia'. Esse crescimento se deve ao aumento do diâmetro do pseudo-caule sem que o bulbo aumente proporcionalmente.

Fig., 11. Razão Bulbar (RB) em Função da Idade.

A razão bulbar foi calculada até os 133 dias após o plantio e não até a colheita, por isso a razão bulbar é um pouco superior ao valor 0,2 para bulbos amadurecidos. As curvas da razão bulbar foram ajustadas por uma regressão do segundo grau.

5.6.1.2. Peso seco total (PST)

Os dados de peso seco total, são apresentados na figura 12, cujas curvas foram ajustadas por uma regressão quadrática, onde nota-se que a cultivar 'Gigante de Lavinia' foi superior na produção de matéria seca, e nesta o fator 1,0 superou os demais. Na cultivar 'Jureia' o fator 0,7 no final do ciclo cultural superou o fator 1,0 no peso seco total.

5.6.1.3. Peso seco dos bulbos (PSB)

Pode-se observar pela figura 13, cujas curvas foram ajustadas por uma regressão do quarto grau, que o fator 1,0 foi o que apresentou o maior peso seco dos bulbos aos 133 dias após o plantio, na cv. 'Gigante de Lavinia' e não houve diferença na cultivar 'Jureia', mas o fator 1,3 foi levemente superior. Pode-se observar também que a cv. 'Gigante de Lavinia' atingiu em média um maior peso seco dos bulbos.

Em torno dos 77 dias, para ambas as cultivares,

Fig. 12. Peso Seco Total (PST) em função da Idade.

Fig., 13. Peso Seco dos Bulbos (PSB) em Função da Idade.

houve um aumento brusco do peso bulbar o que também foi observado por FERREIRA (1972) em quatro cultivares.

5.6.1.4. Peso seco das partes aéreas

Observa-se na figura 14, que ambas as cultivares tiveram um aumento brusco no peso seco das partes aéreas em torno do 63º dia, semelhantemente ao peso seco dos bulbos, atingindo um máximo em torno do 119º dia, quando declinaram também abruptamente.

A cultivar 'Gigante de Lavinia', teve em média um maior peso seco das partes aéreas. Na cv. 'Jureia' o fator 1,0 sempre teve o maior peso da parte aérea, enquanto que na cv. 'Gigante de Lavinia', este foi superado pelo fator 1,3 no 105º dia.

As curvas que relacionam a época de desenvolvimento com o peso seco das partes aéreas, foram ajustadas por uma regressão do quarto grau.

5.6.1.5. Área foliar (AF)

O fator 1,0 foi o que apresentou a maior área foliar em todo o período de desenvolvimento da cultivar 'Jureia', enquanto que com o fator 0,4 ocorreu exatamente o contrário. Estes mesmos efeitos foram verificados na cultivar

Fig., 14. Peso Seco das Partes Aéreas (PSPA) em Função da Idade.

'Gigante de Lavinia', só que nesta a diferença entre os tratamentos foi bem mais acentuada (figura 15), e esta teve sempre a maior área foliar, que a cv. 'Jureia'.

As curvas para área foliar foram ajustadas por uma regressão quadrática. A máxima área foliar para todos os fatores de consumo bem como para ambas as cultivares foi atingida em torno dos 100 dias.

5.6.1.6. Comprimento da planta (COM)

A figura 16, cujas curvas foram ajustadas através de uma regressão do segundo grau, mostra que o fator de consumo que apresentou plantas com o menor comprimento foi o 0,4, enquanto o máximo se alterna entre o 1,0 e o 1,3, dependendo da época de coleta. A cultivar 'Jureia' apresentou um comprimento maior que a cv. 'Gigante de Lavinia'.

5.6.1.7. Número de folhas vivas (NFS)

A figura 17 mostra que o fator 1,0 apresentou quase sempre o maior número de folhas, e o 0,4 o menor número. Em torno do 119º dia de desenvolvimento, a cultivar 'Gigante de Lavinia' sob o fator 0,4 teve uma nítida recuperação do número de folhas vivas, fato que talvez tenha por causa às precipitações ocorridas nesta época.

Fig. 15. Área Foliar (AF) em Função da Idade.

Fig.. 16. Comprimento da Planta (COM) em Função da Idade.

Fig., 17. Número de Folhas Vivas (NFS) em Função da Idade.

A cultivar 'Gigante de Lavinia' apresentou em média, um maior número de folhas do que a cultivar 'Jureia'. As curvas do número de folhas, foram ajustadas por regressão quadrática.

5.6.2. Índices fisiológicos

A mensuração dos índices morfológicos (peso seco e área foliar), possibilitou a determinação de alguns índices fisiológicos, a saber: taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação aparente (TAA), razão de área foliar (RAF), índice de área foliar (IAF), taxa de produção de matéria seca (TPMS) e razão parte aérea/bulbo (RPAB), que serão descritos a seguir.

5.6.2.1. Taxa de crescimento relativo (TCR)

A taxa de crescimento relativo da cultivar 'Jureia' apresentou uma queda em torno do 63º dia de desenvolvimento para os fatores 1,0 e 1,3 e um aumento para os fatores 0,4 e 0,7 (fig. 18); isso se deve provavelmente à ocorrência de precipitações no período anterior, como pode ser observado na figura 2.

Para ambas as cultivares pode-se notar dois picos de máximo, em torno do 49º dia de desenvolvimento e o outro em torno do 91º dia, sendo que a cv. 'Gigante de Lavinia', teve uma nova tendência de ascensão em torno do 119º dia, bem co

Fig. 18. Taxa de Crescimento Relativo (TCR) em Função da Idade.

mo os fatores 1,0 e 1,3 da cv. 'Jureia'.

Essa configuração da curva da TCR, que foi ajustada por regressão de quarto grau, é semelhante ao observado por MINAMI (1977), para a cultura da beringela.

5.6.2.2. Taxa de assimilação aparente (TAA)

Para a cv. 'Jureia' e fatores 0,7 e 1,0, observa-se um máximo de TAA em torno dos 105 dias, enquanto que o fator 0,4 com menos disponibilidade de água, foi mais sensível às precipitações, como pode ser observado por seu crescimento a partir dos 77 dias até aos 119. Enquanto que o fator 1,3, apesar das precipitações ocorridas em torno dos 119 dias, aumentou a sua TAA, isto devido a supressão das irrigações que proporcionou melhores condições de umidade e aeração do solo para o seu desenvolvimento (fig. 19).

A cultivar 'Gigante de Lavinia' apresentou um pico em torno dos 91 dias de desenvolvimento, com uma queda até aos 119 dias quando começaram a aumentar novamente. Isso se deve provavelmente a que no primeiro pico, as plantas atingiram o máximo de área foliar e no segundo houve um aumento abrupto do peso seco do bulbo. As curvas de TAA, foram ajustadas por regressão do quarto grau.

Fig., 19. Taxa de Assimilação Aparente (TAA) em função da Idade.

5.6.2.3. Relação de área foliar (RAF)

A relação de área foliar (RAF) decresceu com a idade das plantas, para ambas as cultivares (figura 20); inicialmente o fator 0,4 na cv. 'Jureia' foi o que proporcionou a menor relação, sendo que a partir do 63º dia foi o fator 1,0 que proporcionou essa menor relação e até ao 119º dia, quando não houve mais nenhuma diferença entre os fatores de consumo.

Na cultivar 'Gigante de Lavinia', houve uma alternância entre os fatores, mas no final foi o fator 1,0 que proporcionou a menor relação de área foliar.

5.6.2.4. Índice de área foliar (IAF)

A cultivar 'Jureia' mostrou um menor índice de área foliar, mas ambas proporcionaram um máximo do índice em torno dos 100 dias, para a cv. 'Gigante de Lavinia' e em torno dos 105 dias para a cv. 'Jureia', como pode ser observado na figura 21, ajustada por uma regressão quadrática. Estes resultados são um pouco diferentes dos obtidos por FERREIRA (1972).

O fator 1,0 foi o que proporcionou o maior índice de área foliar para as duas cultivares, e o máximo está em torno de 2,4 na cv. 'Jureia' e de 5,0 para a cv. 'Gigante de Lavinia'. Estes baixos valores observados se deve a um núme-

Fig., 20. Razão de Área Foliar (RAF) em Função Idade.

Fig. 21. Índice de Área Foliar (IAF) em Função da Idade.

ro de plantas por parcela menor que o ideal e em todos os tratamentos.

5.6.2.5. Taxa de produção de matéria seca (TPMS)

Através da figura 22, cujas curvas foram ajustadas por regressão do segundo grau, podendo-se notar que a cultivar 'Jureia' foi menos eficiente na produção de matéria seca e nesta o fator 1,3 superou os outros nos últimos 14 dias do período de observação, enquanto que na cv. 'Gigante de Lavinia' o fator 1,0 foi o que teve a maior TPMS.

5.6.2.6. Relação parte aérea - bulbo

A relação parte aérea/bulbo, apresenta um máximo em torno do 63º ao 77º dia de desenvolvimento para a cv. 'Jureia' e do 49º ao 63º dia para a cv. 'Gigante de Lavinia', quando começou a decrescer (figura 23).

Em ambas as cultivares o fator 0,4 foi o que proporcionou a menor relação no final do ciclo cultural, mas considerando todo o período de crescimento, esta relação se apresenta menor no fator 1,0, fato este mais acentuado na cv. 'Gigante de Lavinia'. As curvas foram ajustadas por uma regressão do quarto grau.

Fig., 22. Taxa de Produção de Matéria Seca (TPMS) em Função da Idade.

Fig., 23. Relação Parte Aéreo - Bulbo (RPAB) em Função da Idade.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos do experimento aqui descrito e discutido, nos métodos aplicados e nas condições locais de solo e clima, concluiu-se que:

- a) O teor de água no solo influencia sobremaneira a cultura do alho, sendo que a reincorporação de 100% de água evaporada de um tanque Classe A (fator 1,0) foi que se mostrou mais favorável à cultura, pois possibilitou a obtenção de produção máxima de bulbos maiores (Florão e Grande) e mínimas de bulbos menores (Médio e Pequeno).
- b) O teor de água no solo não influenciou o perfilhamento na cultivar 'Gigante de Lavinia', enquanto que na cv. 'Jureia'.

observou-se uma grande influência dessa maior disponibilidade de água no solo sobre o perfilhamento, sendo o fator 1,3 o que apresentou o maior número de bulbos perfilhados.

- c) O fator 0,4 foi o que apresentou a maior eficiência no uso da água mas na cv. 'Jureia', ocorreu uma diferença mínima entre este e o fator 1,0 de evaporação.
- d) Os tratamentos com maior disponibilidade de água no solo, propiciaram a obtenção de bulbos maiores e a cv. 'Gigante de Lavinia' foi superior à cv. 'Jureia', tanto no peso total como no peso médio dos bulbos.
- e) A cultivar 'Gigante de Lavinia' é mais exigente em umidade no solo, pois aumentando-se a quantidade de água aplicada (do fator 1,0 para o fator 1,3) produziu 2,0% a mais de bulbos Florão e Grande, enquanto que a cv. 'Jureia' produziu 17,3% a menos.
- f) O fator 1,0 foi o que apresentou o melhor desempenho também em quase todos os índices morfológicos estudados, quais sejam, maior peso seco total, maior peso seco dos bulbos, maior peso seco das partes aéreas, maior área foliar, maior comprimento da planta que se alternou com o fator 1,3 e quase sempre o maior número de folhas vivas. Os índices fisiológicos tiveram uma certa alternância entre os fatores, tendo-se observado que o fator 1,0 foi superior aos demais no índice de área foliar, na taxa de produção de matéria seca e apresentou uma menor relação entre a parte aérea e o bulbo.

7. SUMMARY

This research was conducted in the Experimental Area of the "Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz", to determine an adequate water management for garlic crop (*Allium sativum*, L.) varieties "Jureia" and "Gigante de Lavinia", with the purpose to compare the consumptive use of crop with the Classe A pan evaporation, to detect the effect on bulb yield and on morfological and phisiological index of growth analysis.

The experiment began in march 79 with a statistical design of randomized blocks with factorial 2 x 4, eight treatments and four replications. The treatments included different evaporation factors as 0,4; 0,7; 1,0 and 1,3 for

both varieties.

During the crop cycle each 14 days, samples were collected at random in order to determine index of growth. At the end cycle, yield was statistically related to weight and number of extra large, large, medium and small bulbs, and shooted bulbs. The efficiency of water use was also compared among treatments.

The treatment with the evaporation factor 1,0 gave the greatest yield of extra and large bulbs and the lowest yield of medium and small bulbs, respectively 81,61% and 18,39% for variety "Jureia", 91,93% and 8,07% for variety "Gigante de Lavinia", the same treatment showed the best morphological and physiological behavior.

The variety "Gigante de Lavinia" gave the greatest yield, without shooting in any treatment despite of the occurrence of *Puccinia allii* (D.C.) Rud.

For the variety "Jureia" the greater the soil moisture content, higher the percentage of shooting occurred. It was not affected by *Puccinia allii* (D.C.) Rud. This may indicate that the time of incidence of this fungus is economically important for the extent of damage to garlic crop.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, T.A., A.F.L. OLITTA e D.A.B. MARCHETTI, 1978. Comparação dos métodos de irrigação por sulcos e por gotejo na cultura do melão, no vale do São Francisco. Pesq. Agrop. Brasileira, Brasília, 13(3):35-45.
- ALVIN, R. e P.T. ALVIN, 1969. Efeito da densidade de plantio no aproveitamento da energia luminosa pelo milho (*Zea mays*) e pelo feijão (*Phaseolus vulgaris*), em culturas exclusivas e consorciadas. Turrialba, 19(3):389-393.
- BERNARDI, J.B., 1967. Instruções para o cultivo do alho. Campinas, Instituto Agrônômico. 22 p. (Boletim, 173).

- BLACKMAN, G.E. e G.L.WILSON, 1951. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. Annals of Botany, 15:63-94.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. PROHORT - Programa de Apoio à Produção e Comercialização de Produtos Hortigranjeiros. Brasília. 100 p.
- BUCKS, D.A., L.J.ERIE e D.F.FRENCH, 1974. Quantity and frequency of trickle and furrow irrigation for efficient cabbage production. Agron. Journal, 66(1):53-57.
- BUTTERY, B.R. e R.T.BUZZELL, 1972. Some differences between soybean cultivars observed by growth analysis. Canadian Journal of Plant Science, 52:13-20.
- CARRIJO, O.A., C.A.S.OLIVEIRA, A.F.L.OLITTA, R.R.FONTES, N.V.B. REIS e P.T.D.VECCHIA, 1979. Comparação entre os sistemas de irrigação por gotejamento e sulcos de infiltração e dois níveis de fertilização com N e K na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, MILL) sob solo de cerrado. Rev. de Olericultura, Florianópolis.
- CELIS, A.P., 1976. Fundamentos técnicos y efectos del riego por goteo. El Campo, México, 49(982):5-16.

COMISSÃO DE SOLOS DO C.N.E.P.A., 1960. Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas, 634 p.

CONCEIÇÃO, F.A.D. e P.R.LEOPOLDO, 1975. Características da cultivar 'Lavinia' (*Allium sativum*, L.) em função de diferentes tensões de umidade do solo e cobertura morta. Rev. Oleric., Botucatu, 15:44-46.

COUTO, F.A.A., 1958. Resultados experimentais de seleção e métodos de plantio de bulbilhos na brotação, crescimento e produção do alho. Viçosa, Universidade Rural do Estado de Minas Gerais. 130 p. (Tese de catedrático).

DeBOER, D.W. e J.D.MELSTAD, 1977. Drip and sprinkler irrigation of carrots and anions. Michigan, USA., American Society of Agricultural Engineers. 13 p. (Paper nº 77/2013).

DEMATTE, B.B.I., J.B.BERNARDI, T.IGUE e S.ALVES, 1974. Irrigação do alho. Campinas, Instituto Agronômico. 20 p. (Boletim Técnico, 12).

DEMÊTRIO, C.G.B., 1978a. Transformação de dados. Efeitos sobre a análise da variância. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 113 p. (Dissertação de Mestrado).

DEMÉTRIO, V.A., 1978. Efeito da água do solo e temperatura ambiente no rendimento agrícola e industrial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Piracicaba, Escola Sup. de Agricultura "Luiz de Queiroz". 98 p. (Tese de Doutorado).

FERREIRA, F.A., 1972. Análise de crescimento de quatro cultivares de alho. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 41 p. (Tese de mestrado).

FERREIRA, F.A. e J.F.SILVA, 1978. Herbicida na cultura do alho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 4(48):35-38.

FILGUEIRA, F.A.R., 1972. Manual de Olericultura. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 458 p.

GARCIA, A., 1964. Influência da irrigação no crescimento, produção e superbrotamento do alho (*Allium sativum* L.). Viçosa, Universidade Rural do Estado de Minas Gerais. 130 p. (Tese de mestrado).

GARCIA, A. e F.A.A.COUTO, 1964. Influência da irrigação no crescimento e superbrotamento do alho (*Allium sativum*, L.). Rev. de Oleric., Pelotas, 4:147-159.

GOLDBERG, D., B.GORNAT e Y.BAR, 1974. Distribucion de las raices, el agua y los minerales como resultado del riego por goteo. (The distribution of roots, water and minerals as a result of trickle irrigation) USA, Centro Regional de Ayuda Técnica - A.I.D. 8 p.

HALL, B.J., 1974. Staked tomato drip irrigation in California.

In: Internacional Drip Irrigation Congress, 2., San Diego, California. Proceedings, p. 480-485.

KLAR, A.E., E.J.SCALOPI e E.F.C.VASCONCELOS, 1972. Potenciais de umidade do solo e nitrogênio em cobertura afetando uma cultura de alho (*Allium sativum* L. var. 'Lavinia'). Ciência e Cultura, São Paulo, 24(11):1045-1049.

LEOPOLDO, P.R. e F.A.D.CONCEIÇÃO, 1975. Efeitos de diferentes tensões de umidade do solo, com e sem cobertura morta na produção de alho (*Allium sativum*, L.) cv. 'Lavinia'. Rev. Oleric., Botucatu, 15:41-43.

LEOPOLDO, P.R., F.A.D.CONCEIÇÃO e A.P.SOUZA, 1975. Produção de alho (*Allium sativum*, L.) sob diferentes regimes de irrigação em Latossolo Roxo, na região de Botucatu. Rev. Oleric., Botucatu, 15:38-40.

MAGALHÃES, A.C.N., 1979. Análise quantitativa do crescimento. In: Fisiologia Vegetal, 1. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, EDUSP. 350 p.

MASCARENHAS, M.H.T., 1978. Clima, cultivares, épocas de plantio e alho-planta. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 4(48):15-21.

MENEZES SOBRINHO, J.A., 1978. Doenças de origens fúngicas do alho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 4(48):45-48.

MINAMI, K., 1977. Análise de crescimento e densidade de população de *Solanum melongena*, L. - beringela, cultivada em delineamento sistemático e convencional. Piracicaba, Escola Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz". 81 p. (Tese de doutoramento).

OLIVEIRA, C.A.S., O.A.CARRIJO, A.F.L.OLITTA, N.V.B.REIS e R.R. FONTES, 1979. Irrigação por gotejamento e fertirrigação com nitrogênio e potássio em tomateiro (*Lycopersicum esculentum*, MILL). IX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Anais, Campina Grande, Paraíba.

OLITTA, A.F.L., 1975. O método de irrigação por gotejo. Piracicaba, Escola Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz". 62 p. (mimeografado).

OLITTA, A.F.L., 1978. Os métodos de irrigação. São Paulo, Ed. Nobel. 267 p.

OLITTA, A.F.L. e K.MINAMI, 1974. Irrigação por gotejo em morango. An. Escola Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 31:713-720.

- RANZANI, G., O.FREIRE e T.KINJO, 1966. Carta de solos do município de Piracicaba. Piracicaba, Centro de Estudos de Solos. 85 p.
- SANS, L.M.A., J.A.MENEZES SOBRINHO, R.F.NOVAIS e M.L.SANTOS, 1974. Efeito da cobertura morta no cultivo do alho, sobre a umidade e algumas características químicas do solo. Rev. Ceres, Viçosa, 21(114):91-104.
- SATURNINO, H.M., 1978. Colheita, cura, preparo, embalagem, comercialização e armazenamento do alho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 4(48):51-61.
- SCARDUA, R., 1972. Porosidade livre de água de dois solos do município de Piracicaba. Piracicaba, Esc. Sup. de Agricultura "Luiz de Queiroz". 83 p. (Tese de mestrado).
- SILTZER, J., 1946. Contribuição para o estudo do clima do estado de São Paulo. São Paulo, Escolas Profissionais Salesianas. 239 p.
- SOUZA, R.J., M.H.T.MASCARENHAS e H.M.SATURNINO, 1976. Recomendações para o cultivo do alho. Sete Lagoas, EPAMIG, 15 p. (mimeografado).

VALENZUELA, J.V., I.PEÑA e M.C.I.LIERENA, V., 1977. Determinacion dela factor "K" de evaporacion para estimar los requerimientos de água del cultivo de jitomate bajo riego por goteo, en el Valle del Rio Yaqui, Seminário Latino-Americano sobre Irrigação por Gotejamento, 2º. Sonora, México.

VIEIRA, D.B. e H.A.MANFRINATO, 1974. A irrigação por gotejamento em beringela (*Solanum melongela* L.). An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 31:73-90.

WATSON, D.J., 1947. Comparative physiological studies on the growth of fields crops. I. Variation in Net Assimilation Rate and leaf area between species and varieties, and with in and between years. Annals of Botany, 11:41-76.