

LUIZ GONSAGA DE CARVALHO

EFEITOS DE DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E DOSES DE
NITROGÊNIO E POTÁSSIO NA CULTURA DO ALHO

(*Allium sativum* L.) cv. GIGANTE DE LAVÍNIA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador^P

Prof. Dr. ANTÔNIO MARCIANO DA SILVA

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995

FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Carvalho, Luiz Gonsaga de

Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Gigante de Lavinia / Luiz Gonsaga de Carvalho.

Lavras : UFLA, 1995.

72p. : il.

Orientador: Antônio Marciano da Silva.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Alho - Irrigação. 2. Alho - Evapotranspiração. 3. Alho - Adubação. 4. Balanço hídrico - Alho. 5. Nitrogênio - Alho. 6. Potássio - Alho. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.26

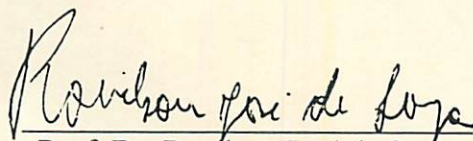
LUIZ GONSAGA DE CARVALHO

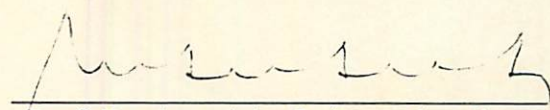
EFEITOS DE DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E DOSES DE
NITROGÊNIO E POTÁSSIO NA CULTURA DO ALHO

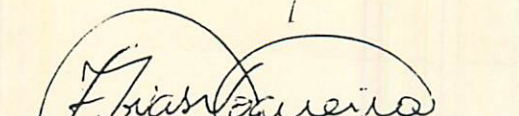
(*Allium sativum* L.) cv. GIGANTE DE LAVÍNIA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 23 de fevereiro de 1995


Prof. Dr. Rovilson José de Souza


Prof. Dr. Agostinho Roberto de Abreu


Pesq. Dr. Francisco Dias Nogueira


Prof. Dr. Antônio Marciano da Silva
(Presidente/Orientador)

A DEUS

Pelo leito em que me criastes, e que pelos caminhos tortuosos da vida, colocastes meus passos rumo aos da Ciência...

Pela luz do conhecimento de meus mestres, que além de conferir graus, sustenta a formação do ser humano...

Pela compreensão, pelo entendimento e pela liberdade que nos é ofertada...

OFEREÇO

À minha esposa, Maria Ester

Aos meus pais, Judi e Antônio

Aos meus irmãos Marilene e José

Aos meus sobrinhos,

Rafael e Marco Antônio

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade concedida para a realização do curso de pós-graduação.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Ao professor Dr. Maurício de Souza, pelo estímulo e incentivo que me concedeu para a realização deste curso e também pela sua amizade.

Ao professor Dr. Antônio Marciano da Silva, pela orientação, dedicação, incentivo e pela amizade conquistada.

Aos professores Dr. Rovilson José de Souza, Dr.^a Janice Guedes de Carvalho, Dr. Agostinho Roberto de Abreu e ao pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Dr. Francisco Dias Nogueira, pelas valiosas sugestões e orientações concedidas na realização deste trabalho.

Aos engenheiros agrícolas e amigos , Édio Luiz da Costa e Edson Sadayuky Egushi, pelas valiosas contribuições dadas na instalação e condução do experimento.

Aos professores do curso, pelo ambiente de confraternização e pelas amizades conquistadas ao longo dessa etapa.

Aos colegas do curso, pela amizade e companheirismo.

Aos funcionários do Setor de Olericultura, pela atenção e serviços prestados.

À minha esposa Maria Ester, pela amizade, carinho, e pelos auxílios prestados na coleta de dados.

A meu pai Antônio Patrício, pelos auxílios na condução do experimento.

E a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

LUIZ GONSAGA DE CARVALHO, filho de Antônio Patrício de Carvalho e Judi Moreira de Carvalho, nasceu em 17 de outubro de 1964, em Ribeirão Vermelho, Estado de Minas Gerais.

Realizou os cursos primário e secundário em sua cidade natal nas seguintes escolas: Escola Estadual "Manuel Pereira Ramalho" (1^a a 4^a série - 1^o grau); Escola Estadual "Honorina da Rocha Novais" (5^a a 8^a série - 1^o grau) e Escola Municipal "José Teodoro de Abreu" (2^o grau).

Graduou-se Engenheiro Agrícola em 05 de novembro de 1991, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, em Lavras, Minas Gerais.

Foi bolsista de aperfeiçoamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no período de setembro de 1991 a agosto de 1992.

Em agosto de 1992, iniciou o curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, em Lavras, Minas Gerais.

SUMÁRIO

página

LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xii
SUMMARY.....	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Necessidades hídricas da cultura e efeitos da irrigação	3
2.2 Nutrição mineral	6
2.2.1 Efeito da disponibilidade de nitrogênio sobre a cultura do alho.....	7
2.2.2 Efeito da disponibilidade de potássio sobre a cultura do alho	10
2.3 Fatores relacionados com o superbrotamento	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Localização do experimento e descrição da área	16
3.2 Delineamento experimental.....	18
3.3 Instalação e condução do experimento	19
3.4 Sistema e manejo da irrigação	20
3.5 Características avaliadas.....	25
3.5.1 Percentagem de emergência.....	25
3.5.2 Número médio de folhas por planta.....	25
3.5.3 Altura de plantas	25
3.5.4 Stand final.....	25
3.5.5 Percentagem de bulbos chochos.....	25
3.5.6 Percentagem de bulbos superbrotados	26
3.5.7 Produção total de bulbos de alho	26
3.5.8 Produção comercial de bulbos de alho	26
3.5.9 Análise de nutrientes nas folhas.....	26

3.5.10 Balanço hídrico	26
3.6 Análise estatística.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1. Balanço hídrico	28
4.2 Efeitos de lâminas de água	34
4.3 Desenvolvimento vegetativo e produção	35
4.3.1 Percentagem de emergência.....	35
4.3.2 Número médio de folhas por planta	37
4.3.3 Altura de plantas	38
4.3.4 Stand final	40
4.3.5 Percentagem de bulbos chochos.....	41
4.3.6 Percentagem de bulbos superbrotados	42
4.3.7 Produção total e comercial de bulbos de alho	43
4.4 Nutrição mineral	46
4.4.1 Teor de nutrientes nas folhas	46
5 CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS	61

LISTA DE QUADROS

QUADRO		página
1	Características químicas e físicas do solo da área experimental.....	17
2	Estimativas dos componentes do balanço hídrico relativas a parcela L1 do experimento. Lavras-MG, 1993.....	31
3	Estimativas dos componentes do balanço hídrico relativas a parcela L2 do experimento. Lavras-MG, 1993.....	31
4	Estimativas dos componentes do balanço hídrico relativas a parcela L3 do experimento. Lavras-MG, 1993.....	32

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		página
1	Diagrama esquemático da área experimental e do sistema de irrigação. Lavras-MG, 1993.....	24
2	Teores de umidade ao longo do período do balanço hídrico dentro da parcela L1. Lavras-MG, 1993.....	32
3	Teores de umidade ao longo do período do balanço hídrico dentro da parcela L2. Lavras-MG, 1993.....	33
4	Teores de umidade ao longo do período do balanço hídrico dentro da parcela L3. Lavras-MG, 1993.....	33
5	Percentagem de plantas emergidas aos 30 dias após o plantio, em função das doses de potássio dentro da lâmina de água L1. Lavras-MG, 1993.....	36
6	Altura de plantas aos 90 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio. Lavras-MG, 1993.....	39
7	Altura de plantas aos 90 dias após o plantio, em função das doses de potássio. Lavras-MG, 1993.....	40
8	Produção total de bulbos de alho em função das doses de nitrogênio. Lavras-MG, 1993.....	44
9	Produção comercial de bulbos de alho em função das doses de nitrogênio. Lavras-MG, 1993.....	44
10	Teor de nitrogênio nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de potássio. Lavras-MG, 1993.....	47

11	Teor de potássio nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L2. Lavras-MG, 1993.	47
12	Teor de cálcio nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L2. Lavras-MG, 1993.	48
13	Teor de magnésio nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L2. Lavras-MG, 1993.	49
14	Relação entre os teores de potássio, cálcio e magnésio nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio. Lavras-MG, 1993.	49
15	Teor de zinco nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das lâminas de água. Lavras-MG, 1993.	51
16	Relação entre os teores de cálcio e zinco nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L2. Lavras-MG, 1993.	52
17	Teor de boro nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L1. Lavras-MG, 1993.	53

RESUMO

CARVALHO, Luiz Gonsaga de. **Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Gigante de Lavínia.** Lavras: UFLA, 1995. 72p. (Dissertação - Mestrado em Irrigação e Drenagem).*

Conduziu-se um experimento no setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras, MG, com o objetivo de avaliar a produtividade e qualidade do alho (*Allium sativum* L.), aplicando-se diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio (N) e potássio (K) na cultivar Gigante de Lavínia em Latossolo Roxo distrófico. O modelo experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com 3 repetições. Os tratamentos foram: 3 lâminas de água nas parcelas, L1=716,48; L2=565,25 e L3=401,55 mm, aplicadas por tubogotejadores e por precipitação natural ocorrida no ciclo da cultura, e 3 doses de N (0, 60 e 120 Kg N/ha) com 4 doses de K (0, 40, 80 e 160 Kg K₂O/ha), nas subparcelas. Foi realizado o balanço hídrico, sobre um volume de solo até a profundidade de 45 cm. Não se verificaram efeitos

* Orientador: Prof. Dr. Antônio Marciano da Silva (DEG/UFLA). Membros da Banca: Prof. Dr. Rovilson José de Souza (DAG/UFLA), Prof. Dr. Agostinho Roberto de Abreu (DEX/UFLA), Pesq. Dr. Francisco Dias Nogueira (EMBRAPA).

significativos das lâminas de água aplicadas sobre a cultura, devido provavelmente ao alto índice pluviométrico ocorrido. As produções total e comercial foram influenciadas pelas doses de N, projetando seus máximos nas doses de 70 Kg N/ha (4440 Kg/ha) e 76 Kg N/ha (2400 Kg/ha), respectivamente. O consumo médio de água para o 2^o e 3^o terços do ciclo foram de 4,1 e 4,8 mm/dia; 2,8 e 3,9 mm/dia e 2,3 e 3,4 mm/dia, para as respectivas parcelas L1, L2 e L3.

SUMMARY

EFFECTS OF DIFFERENT WATER LEVELS AND NITROGEN AND POTASSIUM RATES ON GARLIC CROP (*Allium sativum* L.) CV. GIGANTE DE LAVÍNIA

An experiment was conducted in the Horticulture branch of the Universidade Federal de Lavras, MG, with the purpose of evaluating the yield and quality of the garlic (*Allium sativum* L.), applying different water levels and nitrogen (N) and potassium (K) rates to the cultivar Gigante de Lavínia in "Latossolo Roxo distrófico". The experimental model employed was the one of randomized blocks in split plot scheme, with 3 replications. The treatments were: 3 water levels in the plots, L1=716,48; L2=565,25 and L3=401,55 mm, applied through driptubes and natural rainfall occurred in the crop cycle and 3 rates of N (0, 60 and 120 Kg N/ha) with 4 rates of K (0, 40, 80 and 160 Kg K₂O/ha), in the subplots. Hydrical balance was undertaken, with a soil volume to the depth of 45 cm. No significant effects of the water level applied on the crop were found, owing probably to the high pluviometric rate occurred. The total and commercial production were influenced by the N rates, displaying its maximum at the rates of 70 Kg N/ha (4440 Kg/ha) and 76 Kg N/ha (2400 Kg/ha), respectively. It is

suggested that the best NxK combination for the yield is 60 Kg N/ha and 80 Kg K₂O/ha. Water consumption for the 2nd and 3rd thirds of the cycle were of 4,1 and 4,8 mm/day; 2,8 and 3,9 mm/day and 2,3 and 3,4 mm/day for the respective plots L1, L2 and L3.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o alho (*Allium sativum* L.) ocupa o quinto lugar na ordem de relevância econômica entre as olerícolas e o país está entre os maiores consumidores de alho no mundo, embora a produtividade média ainda seja muito baixa, 4443 Kg/ha, (Anuário..., 1992).

Diversos fatores contribuem para essa baixa produtividade, e dentre eles podem-se ressaltar a falta de uma adubação equilibrada, presença de distúrbios fisiológicos e o inadequado suprimento das necessidades hídricas para a cultura.

Dentre as anormalidades que ocorrem no alho, o superbrotamento é indesejável, em razão de depreciar o produto e comprometer a produtividade, (Souza e Casali, 1986).

A influência de níveis elevados de nitrogênio, associados ou não a outros fatores, no superbrotamento do alho, faz com que muitos produtores utilizem menor quantidade desse nutriente. Em alguns casos, principalmente quando se faz a vernalização antes do plantio, não se tem feito a adubação nitrogenada em cobertura, o que vem causando redução na produtividade, (Souza, 1990).

O potássio é outro nutriente bastante exigido pela cultura do alho, sendo o segundo nutriente mais abundante nas plantas, (Silva et al., 1970 e Magalhães, 1986).

Além do equilíbrio nutricional, a manutenção de adequados teores de umidade no solo tem proporcionado melhor desenvolvimento e produção para a cultura.

Nesse contexto, dada a importância desses elementos de produção, o presente trabalho teve por objetivos estudar os efeitos de diferentes doses de nitrogênio e potássio interagindo entre si e com diferentes lâminas de água na avaliação do desenvolvimento, produtividade e qualidade do alho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Necessidades hídricas da cultura e efeitos da irrigação

A cultura do alho na região sudeste e centro-oeste ocorre na época seca do ano (março a setembro), exigindo, portanto, irrigações periódicas para suprimento de suas necessidades hídricas.

A maior percentagem do sistema radicular da cultura do alho situa-se até a profundidade de 60 cm. O momento da irrigação, entretanto, é indicado, quando a camada do solo em torno de 30 cm de profundidade apresenta teor insuficiente de umidade, quando a quantidade de água a ser aplicada deve suprir a camada de aproximadamente 60 cm de profundidade, (Menezes Sobrinho, 1978).

Para um satisfatório desenvolvimento e produção, é de toda conveniência manter suficiente teor de água no solo durante todo o período de crescimento da planta, por meio de irrigações freqüentes, até que o bulbo atinja o máximo desenvolvimento. Nessa ocasião, deve-se suspender o fornecimento de água; isso se processa aos vinte dias antes da colheita, quando as plantas se apresentam com as pontas e com as bordas das folhas ligeiramente secas.

Diversos experimentos em diferentes tipos de solos e climas têm mostrado que o potencial matricial mínimo da água do solo, que favorece o

melhor desempenho da cultura do alho, está situado em torno de -50 KPa. Para as condições do Distrito Federal, valores inferiores a -40 KPa já começam a afetar a produção. Tem-se observado que em solos sob vegetação de cerrado, a maior concentração das raízes do alho se encontra na camada de solo até 30 cm de profundidade, sendo essa a profundidade efetiva considerada para fins de irrigação, quando a cultura está desenvolvida. Do plantio até o fim do primeiro terço do ciclo da cultura, a profundidade efetiva do sistema radicular pode ser considerada entre 10 a 15 cm. O controle da umidade do solo por meio de tensiômetros é feito normalmente, instalando-se a cápsula porosa à profundidade média de 15 cm, (Silva et al., 1981).

Estudando o potencial mínimo da água no solo, Scalopi, Klar e Vasconcellos (1971) verificaram que a umidade do solo equivalente ao potencial de -50 KPa foi a que apresentou o melhor resultado tanto para o desenvolvimento vegetativo, quanto para a produção.

Klar, Scalopi e Vasconcellos (1972) também concluíram que as melhores condições de umidade do solo para o rendimento e altura de plantas mostram ser aquelas cujos potenciais matriciais proporcionaram valores médios mínimos superiores a -50 KPa. De forma semelhante, Conceição e Leopoldo (1975) observaram que tanto a cobertura morta como a manutenção de altos níveis de umidade do solo (-100 a -50 KPa) proporcionaram melhor desenvolvimento às plantas de alho.

Silva et al. (1981) relataram que na região do Distrito Federal diversos trabalhos de pesquisas têm sido realizados no sentido de determinar a evapotranspiração da cultura do alho. Porém, na falta dessas informações, tem-se estimado que o consumo de água ocorre na ordem de 4, 5 e 6 mm de água evapotranspirada diariamente, para o primeiro, segundo e terceiro terços do seu ciclo de desenvolvimento. Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de

Hortaliças, (CNPQ/EMBRAPA), utilizando 5 mm/dia para a evapotranspiração durante todo o ciclo, têm verificado bons resultados.

Ao estudar o consumo de água e frequência de irrigação para a cultura do alho, cultivar Gigante de Lavínia, na estação experimental de Monte Alegre do Sul (SP), Demattê et al. (1983) concluíram que a partir da germinação e em quatro períodos sucessivos de trinta e quatro dias cada um, os consumos médios diários de água, em milímetros, foram, respectivamente, os seguintes: 4,4; 6,0; 4,5 e 5,1. Para esses mesmos períodos, as frequências de irrigação encontradas foram de 5, 4, 5 e 5 dias, respectivamente.

Garcia e Couto (1964), estudando níveis mínimos de água útil no solo (30%, 60% e 90%), em duas cultivares de alho, Lavínia e Branco Mineiro, observaram uma decisiva influência dos tratamentos de irrigação sobre a produção total da planta. Houve um aumento de 83% na produção total, à medida que elevou o nível de água útil de 30% para 60%. As plantas mantidas ao nível de 90% produziram 27,8% mais do que as mantidas ao nível de 60%. Entre os níveis de 30% e 90% obteve-se um acréscimo na produção total de 134,5%. Foi observado também um aumento significativo no número de folhas entre os níveis de 30% e 90% para a variedade Lavínia.

Carrijo et al. (1982), estudando quatro fatores de consumo relacionados à percentagem de água evaporada de um tanque classe A (0,4; 0,7; 1,0; 1,3) em duas cultivares de alho, observaram para as produções total e comercial (florão+graúdo), que o fator 1,0 foi o que se mostrou mais favorável à cultivar Juréia, enquanto que a cultivar Gigante de Lavínia aumentou a produção à medida que se elevou o fator de consumo.

Estudando frequências de irrigação e tipos de cobertura na cultura do alho em dois anos consecutivos, Carrijo et al. (1983) observaram que para a produção comercial de bulbos curados não houve diferença significativa entre as

freqüências de irrigações, no primeiro ano (1980), mas houve diferença significativa no segundo ano (1981), sendo que os tratamentos com freqüência de dois dias foram os mais produtivos. Castro e Silva (1982), em trabalho semelhante, também observaram para a cultura do alho, cultivar Lavínia, diferença significativa para a altura de plantas, sendo estas maiores quando submetidas à freqüência de irrigação de dois dias.

Estudando o efeito de lâminas de água e doses de nitrogênio sobre a cultura do alho, cultivar Juréia, Costa (1992) verificou que as lâminas de água influenciaram com pequeno acréscimo na percentagem de plantas emergidas aos 20 dias após o plantio e na avaliação da produção total de bulbos foi notado um aumento linear à medida que se elevaram as lâminas de água.

2.2 Nutrição mineral

A nutrição mineral das plantas é de fundamental importância para seu desenvolvimento, pois uma planta bem nutrida, com todos os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento e de forma balanceada, atingirá o seu potencial produtivo no que depender da nutrição mineral e uma das formas de avaliar o estado nutricional das plantas é através da análise dos constituintes minerais presentes na parte aérea das plantas.

A fertilização racional do solo para a cultura do alho constitui-se num problema de difícil resolução, em virtude, muitas vezes, dos resultados obtidos em diversos experimentos não serem extrapoláveis para outras regiões.

O alho é uma cultura que, apesar do seu desenvolvimento nos mais diversos tipos de solos, tem preferência pelos de textura areno-argilosa ou argilo-arenosa, solto e leve, que possibilite um bom desenvolvimento dos bulbos,

exigindo um pH na faixa de 6,0 a 6,5 para uma boa produção, e um bom teor de matéria orgânica é desejável, (Filgueira, 1982).

De modo geral, a extração de nutrientes acompanha o crescimento da planta (Zink, 1963; Silva et al., 1970 e Oliveira et al., 1971). A absorção total dos nutrientes é diminuta até aos 45 dias, sendo que o N e K são absorvidos intensamente nos períodos subseqüentes. Os macronutrientes absorvidos em maior quantidade são N e K, seguidos, em ordem decrescente, por S, Ca, P e Mg, (Magalhães, 1986).

O nitrogênio é o nutriente que exerce efeitos mais rápidos e pronunciados sobre o desenvolvimento vegetal, (Buckman e Brady, 1974). A época e freqüência de aplicação desse elemento baseia-se no crescimento e vigor das plantas. Shimoya (1970) dividiu o ciclo dessa cultura em três estádios bem distintos: 1 - da germinação até a completa assimilação da folha de armazenamento; 2 - renovação das folhas novas; e 3 - da formação do bulbo até completa maturação e colheita. Segundo Jones e Mann (1963), a adubação após a bulbificação apresenta pequenas respostas no desenvolvimento da cultura, devendo-se assim parcelar as adubações antes dessa diferenciação.

2.2.1 Efeito da disponibilidade de nitrogênio sobre a cultura do alho

Um teor inadequado de nitrogênio conduz baixos níveis de proteína nas sementes e nas partes vegetativas. As plantas deficientes em nitrogênio tendem a ter crescimento lento, e produzem menos perfilhos do que o normal, (Lopes, 1989). Um sintoma precoce e dramático da deficiência de N é um amarelecimento geral das folhas ou clorose, devido à inibição da síntese de

clorofila, (Epstein, 1975). No alho esse sintoma se inicia nas folhas mais velhas, do ápice em direção à base, (Couto, 1956).

Quanto à capacidade de resposta do alho a níveis de aplicação de N, a literatura estrangeira registra aumento de produtividade, bem como melhor tamanho do bulbo até 360 Kg de N/ha (Maksoud, Foda e Taha, 1985), 160 Kg de N/ha (Pimpini, 1972), 150 Kg de N/ha (Aljaro Uribe e Escaff Gacitúa, 1976; Lazzari, Roseli e Landriscini, 1978; Escaff Gacitúa e Aljaro Uribe, 1982 e Singh, Khurana e Mangal, 1985). Entretanto, trabalhos realizados nas diferentes regiões do Brasil indicam níveis de aplicação de N muito mais baixos, não só pela falta de resposta a doses elevadas, como também pela sensibilidade da planta ao excesso do nutriente, (Magalhães, 1986).

Ferrari e Churata Masca (1975), estudando diferentes doses de N (0, 25, 50, e 75 Kg/ha) e bórax na cultivar Amarante, em Jaboticabal, observaram que a produção de plantas de alho (bulbos + parte aérea), bulbos de alho e bulbos grandes, foi significativamente aumentada até a maior dose aplicada (75 Kg de N/ha). Resultado semelhante foi encontrado por Om, Srivastava e Tiwari (1978), que testaram três doses de N (0, 75 e 150 Kg/ha), sendo a dosagem de 75 Kg/ha a que apresentou melhores efeitos.

O parcelamento da adubação nitrogenada tem produzido efeitos satisfatórios para a cultura, confirmando os resultados obtidos por Nogueira (1979) para a cultivar Juréia, o qual ao comparar a aplicação do adubo nitrogenado em três frações (1/3 no plantio, 1/3 em cobertura aos 30 dias pós-plantio e 1/3 aos 60 dias pós-plantio) com a aplicação total no plantio, concluiu que o primeiro tratamento aumentou a produção de bulbos em 29,72%; verificou também que a altura de plantas aumentou significativamente com a adubação parcelada.

Estudando níveis de nitrogênio (0, 50 e 100 Kg N/ha) em duas cultivares de alho, Juréia e Dourado, Santos (1980) observou que o teor de nitrogênio das folhas e bulbos aumentou com os níveis de nitrogênio aplicados. Verificou também que a altura máxima de plantas foi atingida com a dosagem de 50 Kg N/ha.

Doses de nitrogênio equivalentes a 36,89; 73,78 e 110,67 Kg/ha, aplicadas sobre bulbilhos de alho em diferentes tamanhos, (0,95; 3,15 e 5,10 g), da cultivar Balady, foram avaliadas por Omar e Arafa (1982) quanto ao efeito produtivo na cultura; verificaram eles aumentos na produção, variando de 27,5 Kg/11m² nas parcelas com os menores bulbilhos e menor dose de nitrogênio para 31,20 Kg/11m² nas parcelas com os maiores bulbilhos e maior dose de nitrogênio.

Para a cultivar Branco Mineiro, Santos, Leal e Mendes (1984) observaram que doses crescentes de uréia reduziram as produtividades de alho por hectare. As doses de nitrogênio mineral utilizadas foram 0, 45, 90 e 135 Kg/ha. Os dados sugerem que houve maior desenvolvimento da folhagem em detrimento do crescimento do bulbo quando foi aumentada a dose de uréia.

Quanto à percentagem de bulbos chochos na cultivar Juréia, segundo Costa (1992), foi observado um aumento linear com a aplicação das doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 Kg N/ha).

Visando determinar a influência do nitrogênio na cultura do alho, cultivar Quitéria, Resende (1992) concluiu que a altura de plantas e o número de folhas aos 80 dias após o plantio aumentaram com o incremento das doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 Kg N/ha). Além disso, a produção total de bulbos aumentou até a dose de 144,2 Kg de N/ha, sendo a dose de 66,0 Kg de N/ha a que promoveu a maior produção comercial de bulbos. Já o peso médio de bulbos e o número de bulbilhos por bulbo aumentaram linearmente com as doses de nitrogênio.

2.2.2 Efeito da disponibilidade de potássio sobre a cultura do alho

O potássio é comumente o segundo nutriente mais abundante nas plantas, (Magalhães, 1986), e, juntamente com o N e P, têm um efeito marcante sobre a altura e peso fresco das plantas (Souza e Casali, 1986).

No alho, a deficiência de potássio causa redução no crescimento e amarelecimento das folhas mais velhas, progredindo das margens em direção à nervura, e do ápice para a base, (Couto, 1956).

Quanto à capacidade de reposta do alho à aplicação de potássio, de um modo geral, não têm sido encontrados consideráveis efeitos na adubação potássica, (Filgueira, 1982 e Magalhães, 1986).

Em Latossolo Vermelho-escuro não cultivado, no CNPH/EMBRAPA, a subtração do K causou limitação decisiva no crescimento do alho, (Magalhães et al., 1979), e a adubação na ordem de 100 Kg de K_2O /ha tem sido usada com bons resultados.

Ao empregar o nível de 100 Kg/ha de potássio no solo para a cultivar Branco Mineiro, Couto (1961b) não observou efeito significativo do potássio em alho.

Os efeitos não significativos de potássio são também apresentados na literatura por Nelson (1983) que, ao empregar níveis crescentes de K, juntamente com N e P na cultura do alho, concluiu que o K não apresentou efeito no rendimento nem no tamanho dos bulbos, sendo que o N e o P incrementaram o rendimento. Da mesma forma, Souza (1990), avaliando a influência do N e K na cultura do alho em cobertura não obteve aumento na produtividade nem melhoria nas características comerciais do alho. Konkel (1991) também observou que não

houve efeito tanto no rendimento quanto na qualidade dos bulbos, ao empregar diferentes níveis de cloreto de potássio em alho.

Biasi (1981), estudando o efeito do potássio na cultura do alho com doses crescentes de 0, 40, 80 e 160 Kg de K_2O/ha , em um solo de origem basáltica com 55 ppm de K trocável, verificou que tanto a produção total e a comercial não apresentaram diferenças significativas; porém, os resultados mostraram uma tendência em aumentar e reduzir as produções total e comercial, respectivamente.

Por outro lado, Mascarenhas et al. (1981), estudando o efeito de diferentes níveis de N e K sobre o desenvolvimento e produção do alho, cv. Juréia, em dois anos consecutivos, observaram que houve aumento no stand final com aumento das doses de K e aumento significativo no peso médio de bulbos e produção total para os dois nutrientes testados, no primeiro ano. No segundo ano, ocorreram aumentos significativos na produção total, peso médio de bulbos e stand final, em resposta aos diferentes níveis de K.

Tem sido relatado um aumento na produção de alho com aplicação de crescentes níveis de K_2SO_4 , o que pode ser devido à contribuição do enxofre, (Magalhães, 1986).

2.3 Fatores relacionados com o superbrotamento

O "superbrotamento" ou "pseudoperfilhamento" é devido a uma anormalidade fisiológica, que é considerada uma característica comercialmente indesejável, depreciando o produto e reduzindo a produtividade, (Souza e Casali, 1986).

Segundo Burba et al. (1986), o superbrotamento consiste na brotação

das folhas envoltivas de bulbilhos individuais ou grupo de bulbilhos. Essas folhas podem emergir para a superfície junto com a folha protetora, crescendo através do caule da planta, aumentando o diâmetro do pseudocaule e comprometendo a qualidade comercial e a produção total.

Diversos fatores têm sido relacionados como influentes no superbrotamento em cultivares de alho, a saber: fotoperíodo, temperatura, cultivares, nitrogênio e irrigação, (Souza e Casali, 1986).

A verificação da melhor cultivar para uma dada região torna-se importante, dada à influência do clima. Em cultivares como Amarante, Gigante Inconfidentes, Gigante Roxo e Cateto Roxo, tem-se observado menor incidência do superbrotamento em diversas regiões de plantio. Portanto, esses clones têm comportamentos diferentes de outros clones que respondem às condições climáticas e a alguns tratamentos culturais que favorecem esta anormalidade. A cultivar Gigante de Lavínia, bastante plantada no sul de Minas Gerais, é pouco suscetível ao superbrotamento nas condições da Região Sudeste e possui bulbos de bom aspecto comercial, (Souza e Casali, 1986).

A disponibilidade de água no solo, está comprovadamente relacionada com a ocorrência de plantas superbrotadas. À medida em que são mantidos níveis de água mais altos, pelo excesso de chuva ou pelo aumento na frequência de irrigação, o superbrotamento cresce de modo expressivo, (Garcia, 1980).

Produtores de alho que cultivam clones suscetíveis ao superbrotamento têm-se preocupado, basicamente, com o controle de irrigação, em especial no período de bulbificação e com as adubações nitrogenadas em cobertura, (Souza, 1990).

Garcia e Couto (1964) observaram diferenças de superbrotamento ao estudarem níveis de irrigação em duas cultivares, Lavínia e Branco Mineiro. Em níveis de 60% e 90% da disponibilidade de água no solo e com suspensão da

irrigação 10 dias antes da colheita, a cultivar Branco Mineiro apresentou maior percentagem de superbrotamento quando comparado com o nível de 30% da disponibilidade de água no solo. Com o fator de disponibilidade de água de 90% e suspensão da irrigação 10 dias antes da colheita para a cultivar Lavínia, observou-se um aumento significativo da produção total, sem praticamente ocorrer superbrotamento.

Entretanto, Carrijo et al. (1982), utilizando fatores de consumo de 0,4; 0,7; 1,0 e 1,3, com base na água evaporada de um tanque classe A, verificaram que os mesmos não influenciaram o superbrotamento na cultivar Gigante de Lavínia. O contrário ocorreu com a cultivar Juréia, que apresentou uma grande incidência dessa anormalidade na condição de maior teor de água no solo, (fator 1,3).

Costa (1992) concluiu que a maior percentagem de bulbos superbrotados foi obtida na lâmina total aplicada de 325 mm em todo o ciclo da cultura, e que as doses crescentes de nitrogênio aumentaram o índice desta anormalidade.

A incidência de superbrotamento na cultivar Branco Mineiro aumentou sensivelmente com as doses de nitrogênio, que foram de 25, 50, 75 e 100 Kg/ha, (Couto, 1961b). Resultados semelhantes foram observados por Krarup e Trobok (1975), que verificaram uma relação direta entre o nitrogênio aplicado (0, 96 e 192 Kg N/ha) e a brotação dos bulbilhos em condições de campo, ao trabalhar com a cultivar Valenciano Rosado.

Avaliando a adubação nitrogenada na cultivar Cateto, Vasconcellos, Scalopi e Klar (1971), verificaram que a percentagem de plantas superbrotadas foi maior quando se usaram 60 Kg N/ha, aplicados em cobertura aos 60 dias após o plantio, e este aumento tornou-se pronunciado quando interagiu com os maiores níveis de água disponível no solo (acima de 50%). Klar, Scalopi e

Vasconcellos (1972), utilizando os mesmos tratamentos para a cultivar Gigante de Lavínia, não encontraram plantas com superbrotamento.

Uma menor incidência de superbrotamento, quando o elemento foi aplicado totalmente no plantio, foi verificada por Moraes e Leal (1986), os quais estudaram a influência de níveis e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultivar São Lourenço, independente da dose utilizada. Uma vez parcelado, quanto maior a dose e mais tardia a sua aplicação, maior a incidência de superbrotamento.

Ao estudar o efeito do parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do alho cultivar Juréia, Nogueira (1979) não verificou plantas superbrotadas

Santos (1980), avaliando efeito de fontes e níveis de N nas cultivares Juréia e Dourado, concluiu que o superbrotamento aumentou com as doses de nitrogênio aplicadas. A interação entre níveis de nitrogênio e cultivares revelou que a dose de 100 Kg N/ha foi responsável pela maior percentagem de plantas superbrotadas na cultivar Juréia. Na cultivar Dourado não houve superbrotamento.

As doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 Kg/ha) aplicadas na cultivar Quitéria, promoveram um aumento linear na percentagem de bulbos superbrotados, segundo Resende (1992).

O potássio, além de suas funções osmóticas e estar ligado às ativações enzimáticas, (Malavolta, 1980), tem sido estudado por alguns pesquisadores com o intuito de se reduzir o superbrotamento.

Biasi (1981), visando obter a dose econômica de K_2O /ha para a cultura do alho, utilizando níveis de 0, 40, 80 e 160 Kg/ha de K_2O , verificou que houve tendência para o aumento da produção total e peso médio de bulbos,

embora com aumento na porcentagem de bulbos superbrotados, o que reduziu a produção comercial.

Ao utilizarem diferentes níveis de potássio, em cobertura, visando a reduzir o superbrotamento em bulbos de alho Biasi e Mueller (1988), não verificaram diferenças significativas para esta anormalidade fisiológica.

Nakagawa et al. (1988), aplicando doses de 20 e 40 g/m² de KCl, 100 e 200 g/m² de calcário (minercal), 30 e 60 g/m² de fosfogesso e a testemunha, evidenciaram que o tratamento que proporcionou o menor número de bulbos superbrotados e de forma significativa foi a dose de 20 g/m² de KCl, quando comparada com a dose de 30 g/m² de fosfogesso, que apresentou o maior número de bulbos superbrotados.

Conforme se pode observar pelos diversos trabalhos encontrados na literatura, existe ainda bastante divergência quanto às quantidades ideais de nutrientes e água a aplicar para o melhor desenvolvimento e produção do alho. Contudo, com relação a essas diferenças, existem outros fatores importantíssimos que não podem ser desconsiderados para a obtenção de um melhor resultado no produto final, tais como: cultivar, tipo de solo, material genético e, principalmente, o clima. Vê-se, assim, a necessidade de incentivar pesquisas regionais para o aprimoramento dos aspectos produtivos, consolidando-se os objetivos do presente trabalho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento e descrição da área

O presente trabalho foi instalado e conduzido no setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras, Estado de Minas Gerais. O Município de Lavras está situado no sul do estado a uma altitude de 910 m, tendo por coordenadas geográficas 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste, (Castro Neto, Sedyama e Vilela, 1980). Apresenta uma média anual de precipitação pluvial e temperatura de 1493,2 mm e 19,3°C, respectivamente (Vilela e Ramalho, 1979). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwb caracterizado por uma estação seca entre abril a setembro e por outra chuvosa, de outubro a março.

O solo onde se conduziu o experimento é do tipo Latossolo Roxo distrófico (LRd) e os resultados das análises físicas e químicas estão apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1. Características químicas e físicas do solo da área experimental. Lavras-MG, 1993 ⁽¹⁾.

Características Químicas	Teores	Interpretação
pH em H ₂ O	5,1	AcM
P (ppm)	8,0	M
K (ppm)	67,0	M
Ca (meq/100 cm ³)	2,1	M
Mg (meq/100 cm ³)	0,5	B
Al (meq/100 cm ³)	0,1	B
H + Al (meq/100 cm ³)	4,0	M
S (meq/100 cm ³)	2,8	M
t (meq/100 cm ³)	2,9	M
T (meq/100 cm ³)	6,8	M
m (%)	3,0	B
V (%)	41,0	B
Carbono (%)	2,0	A
Mat. org. (%)	3,4	A

Características Físicas

Profundidade (cm)	Granulometria			Classe Textural	Densidade Global ⁽²⁾ (g/cm ³)
	Areia (%)	Limo (%)	Argila (%)		
0 - 20	28	23	49	Argilosa	-
0 - 15	-	-	-	-	1,02
15 - 30	-	-	-	-	1,18
30 - 45	-	-	-	-	1,09

⁽¹⁾ Análises realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Ciências do Solo/UFLA - Lavras-MG.

⁽²⁾ Determinada nas parcelas da área experimental, com amostras indeformadas coletadas com amostrador de UHLAND.

(A = Alto

B = Baixo

M = Médio

AcM = Acidez média)

3.2 Delineamento experimental

O modelo experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições.

As dimensões das parcelas foram de 1 m de largura e 24 m de comprimento, sendo dispostas paralelamente a uma distância de 2 m entre si.

As subparcelas ficaram compostas por uma área total de 1,50 m² (1,00 x 1,50 m) contendo 5 linhas de plantio com 15 plantas cada. A subparcela útil ficou composta pelas 3 linhas de plantas centrais, com 11 plantas cada, ficando as 4 plantas dos extremos das linhas, (2 em cada extremo), como bordaduras, além das linhas laterais das subparcelas.

Além da bordadura as subparcelas ficaram espaçadas entre si de 0,50 m, (Figura 1).

Os tratamentos constaram-se de 3 lâminas de água (L), colocadas nas parcelas e da combinação de 3 doses de nitrogênio (N) com 4 doses de potássio (K), colocadas nas subparcelas, os quais se relacionam a seguir:

Lâminas de água (L):

L1 = 140% da evapotranspiração máxima da cultura

L2 = 100% da evapotranspiração máxima da cultura

L3 = 60% da evapotranspiração máxima da cultura

Doses de nitrogênio (N):

N0 = 0 Kg N/ha

N1 = 60 Kg N/ha

N2 = 120 Kg N/ha

Doses de potássio (K):

K0 = 0 Kg K₂O/ha

K1 = 40 Kg K₂O/ha

K2 = 80 Kg K₂O/ha

K3 = 160 Kg K₂O/ha

3.3 Instalação e condução do experimento

O preparo do solo constou de aração, gradagem e preparo dos canteiros a uma altura de 0,20 m.

A adubação básica em todo o experimento foi feita na proporção de 1250 Kg de superfosfato simples, 50 Kg de sulfato de magnésio, 10 Kg de sulfato de zinco e 15 Kg de bórax, por hectare, (Filgueira, 1982).

O plantio do alho foi realizado em 30 de abril de 1993 utilizando bulbilhos pré-selecionados, da cultivar Gigante de Lavínia, conforme classificação adotada por Regina e Rodrigues (1970), citado por Mascarenhas (1978). Sendo no bloco I plantados bulbilhos classificados como pequenos e nos blocos II e III os classificados como médio pequenos.

O espaçamento utilizado foi de 0,20 m entre linhas de plantio e 0,10 m entre plantas dentro das linhas de plantio.

Os tratos culturais necessários em todo o ciclo foram aqueles recomendados para a cultura.

A irrigação foi conduzida com uma frequência de dois dias, e para o controle das lâminas de água em cada parcela, foram colocados registros de gaveta distribuídos na linha de derivação do sistema de irrigação, permitindo o

fechamento dos mesmos uma vez atendida a lâmina de água aplicada por tratamento, (Figura 1). A irrigação foi interrompida 9 dias antes da colheita.

As aplicações dos tratamentos (N x K) foram parceladas, sendo 1/3 no plantio, 1/3 aos 35 dias e 1/3 aos 70 dias após o plantio. Como fontes de N e K, foram utilizados os fertilizantes uréia e cloreto de potássio, respectivamente.

A colheita foi realizada aos 165 dias após o plantio, quando as folhas apresentaram sinais de maturação, como seca das folhas e tombamento, completando, assim, o seu ciclo.

3.4 Sistema e manejo da irrigação

Utilizou-se um sistema de irrigação localizada, por gotejamento, composto por tubogotejadores, os quais apresentam as seguintes características técnicas: diâmetro interno 16,5 mm; espessura da parede 0,2 mm; pressão de trabalho 30 a 100 KPa; pressão recomendada 50 a 70 KPa; vazão a 70 KPa, 4 l/m/h; espaçamento entre gotejadores, 0,30 m.

O sistema foi suprido por dois reservatórios de água com capacidade de 1000 l cada. A pressurização do sistema foi feita por uma bomba centrífuga de 1 estágio, com vazão de 2,8 m³/h à altura manométrica de 160 KPa e potência de 1/3 cv.

Compôs-se ainda de um conjunto de filtragem (filtros de tela e areia), registros e hidrômetro, conforme pode ser observado na Figura 1.

As lâminas de água aplicadas, foram projetadas para serem calculadas a partir da evapotranspiração máxima da cultura acumulada no intervalo correspondente ao turno de rega, com base na evaporação do tanque classe A.

A evapotranspiração de referência foi determinada pela seguinte expressão:

$$ET_o = ECA \times K_p$$

onde:

ET_o = evapotranspiração de referência (mm)

ECA = evaporação do tanque classe A (mm)

K_p = coeficiente de tanque

Os coeficientes de tanque utilizados foram os propostos pela FAO (Food and Agricultural Organization), conforme Doorenbos e Pruitt (1977).

A evapotranspiração máxima foi obtida pela expressão:

$$ET_m = ET_o \times K_c$$

onde:


ET_m = evapotranspiração máxima da cultura (mm)

ET_o = evapotranspiração de referência (mm)

K_c = coeficiente de cultura

Sabendo-se que a cultura da cebola (*Allium cepa* L.) apresenta condições de demanda de água semelhante à cultura do alho, o coeficiente de cultura (K_c) adotado foi o mesmo utilizado para esta cultura, uma vez que na literatura consultada não foram encontrados valores específicos para a cultura em estudo.

Os valores dos coeficientes são apresentados em intervalos conforme o estágio de desenvolvimento da planta, os quais são: I - 0,40-0,60 (da germinação até 10% da cobertura do solo); II - 0,70-0,80 (de 10% a 80% da cobertura do solo); III - 0,95-1,10 (de 80% da cobertura do solo até o início do amadurecimento) e IV - 0,75-0,85 (do início do amadurecimento até a colheita), para os estádios I, II, III e IV, respectivamente, (Marouelli, Silva e Silva, 1986 e Doorenbos e Kassam, 1994).



Até os 32 dias após o plantio da cultura do alho, as lâminas de água aplicadas foram de 78,89 mm, 65,87 mm e 42,54 mm para as parcelas L1, L2 e L3, respectivamente, (Anexos - Quadro 1A). Embora essas aplicações das lâminas de água não tivessem acompanhado a metodologia proposta, pelo fato do sistema de irrigação estar em fase de instalação e avaliação, é possível verificar que as relações das três lâminas de água com a lâmina intermediária (L2), são de 1,2; 1,0; e 0,6, atendendo, assim, de forma satisfatória a proporção estabelecida entre as lâminas.

O controle efetivo das lâminas de água iniciou-se no 33^o dia após o plantio (02/06/93) com lâminas fixas de 6, 4, e 2 mm/dia para as lâminas L1, L2 e L3, respectivamente, conduzindo-se, assim, até o 65^o dia após o plantio (04/07/93), quando o manejo de água passou então a ser controlado pela evaporação do tanque classe A. As irrigações foram suspensas no 156^o dia (09/10/93), nove dias antes do início da colheita.

Todos os dados necessários para estimativa da evapotranspiração máxima da cultura foram obtidos na estação de meteorologia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais.

Complementando o manejo de irrigação, foi realizado o balanço hídrico em condições de campo para todas as lâminas de água, sendo que antes realizou-se o teste de condutividade hidráulica do solo numa parcela próxima à unidade experimental, segundo metodologia descrita por Hillel, Krentos e Stylianov (1972), para as mesmas camadas do balanço hídrico.

Foram determinadas periodicamente todas as variáveis envolvidas no balanço hídrico (precipitação e irrigação, drenagem profunda, deflúvio superficial, variação de armazenamento da água no solo, evapotranspiração), baseadas na equação do princípio da conservação da massa, (Hillel, 1971 e Ometto, 1981).

O volume de solo que foi considerado no balanço hídrico teve uma profundidade de 45 cm, em virtude da maior concentração do sistema radicular encontrar-se nos primeiros 30 cm do perfil do solo, (Menezes Sobrinho, 1978).

Foram colocados dois tensiômetros por parcela nas camadas de 15-30 e 30-45 cm do perfil do solo, para estimativa do gradiente de potencial hidráulico entre essas camadas.

Para a avaliação da variação de armazenamento de água no solo, foram retiradas amostras de solo periodicamente nas parcelas, antes da irrigação subsequente, para determinação da umidade pelo método gravimétrico, nas mesmas profundidades dos tensiômetros, assim como para a camada 0-15 cm.

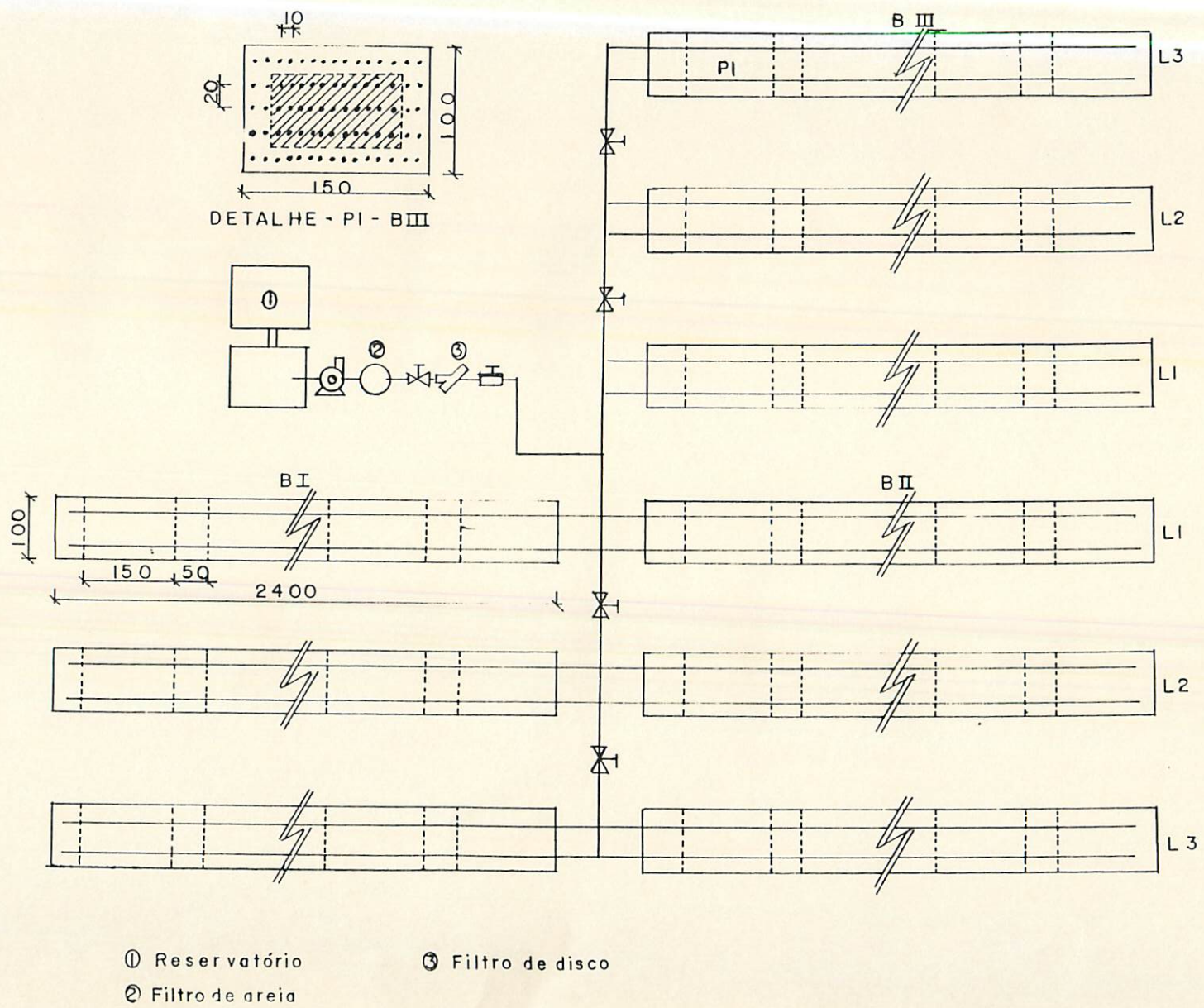


FIGURA 1. Diagrama esquemático da área experimental e do sistema de irrigação. Lavras-MG, 1993.

3.5 Características avaliadas

3.5.1 Percentagem de emergência

Foi realizada contagem do número de plantas emergidas em toda a subparcela aos 10, 20 e 30 dias após o plantio. Os dados foram transformados em percentagem em relação ao total de bulbilhos plantados em toda a área da subparcela.

3.5.2 Número médio de folhas por planta

Aos 60 e 90 dias após o plantio, foram realizadas as contagens do número de folhas de 10 plantas da subparcela coletadas ao acaso, sendo consideradas apenas as folhas que não atingiram a senescência.

3.5.3 Altura de plantas

Aos 60 e 90 dias, foram medidas as alturas de 10 plantas da subparcela coletadas ao acaso.

3.5.4 Stand final

Foi obtido pela contagem do total de plantas colhidas dentro da subparcela.

3.5.5 Percentagem de bulbos chochos

Foi feita pela contagem de bulbos que apresentaram essa característica aos 60 dias após a colheita, expressando os dados em relação ao número total de bulbos colhidos.

3.5.6 Percentagem de bulbos superbrotados

Foi realizada a contagem dos bulbos que apresentaram essa anormalidade, e os dados foram expressos em relação ao número total de bulbos colhidos.

3.5.7 Produção total de bulbos de alho

Foi medida aos 60 dias após a colheita, sendo os dados expressos em Kg/ha.

3.5.8 Produção comercial de bulbos de alho

Foi medida através da pesagem dos bulbos que não foram considerados chochos e superbrotados e que apresentaram diâmetro igual ou superior a 37 mm. Os dados foram expressos em Kg/ha.

3.5.9 Análise de nutrientes nas folhas

Aos 121 dias após o plantio foram coletadas amostras de folhas de todas as plantas de cada subparcela. Foi realizada em laboratório a análise nutricional de macro e micronutrientes com relação ao peso seco das folhas.

3.5.10 Balanço hídrico

Com o estudo do balanço hídrico, estimou-se o consumo de água pela cultura durante os dois últimos terços do ciclo da cultura.

3.6 Análise estatística

Foram feitas análises tradicionais de variância e estudo de regressão para todas as características avaliadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Balanço hídrico

Nos Quadros 2, 3 e 4, estão relacionados os componentes que fazem parte do balanço hídrico. Era de se esperar que para a maior lâmina (L1) houvesse um fluxo (Q_z) significativo e maior em relação às demais lâminas em cada período analisado. Isto não ocorreu em nenhuma das lâminas, em que os fluxos foram praticamente desprezíveis. Por outro lado, a dinâmica da água no perfil estudado pode ser evidenciada pelo comportamento temporal do teor de água nas camadas do solo, conforme estão representadas nas Figuras 2, 3 e 4. Verifica-se que as umidades não variaram muito de uma parcela para outra nas camadas inferiores (15-30 e 30-45 cm), oscilando em torno de um valor médio de $0,35 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$, sendo que as amostras de umidade foram extraídas ao final de cada período do balanço hídrico e antes da irrigação subsequente. Observa-se, também, na camada 0-15 cm, que as umidades do solo apresentaram-se com grandes variações dentro de cada parcela, mostrando, assim, que o consumo e transferência da água para a planta-atmosfera se dá principalmente através dessa camada. Como os fluxos no contorno inferior foram desprezíveis; desta forma evidencia-se que a variação do armazenamento de água na camada 0-30 cm se deu praticamente pelo processo

de evapotranspiração da cultura. Sendo assim, as evapotranspirações estimadas, em média, foram de 4,6; 3,4 e 3,0 mm/dia para as lâminas L1, L2 e L3, respectivamente, possibilitando a cultura do alho atender a sua demanda de evapotranspiração proporcionalmente à disponibilidade de água no solo.

A razão do fluxo (Q_z) ser praticamente nulo em todos os períodos analisados, pode ser explicada pelo fato de o solo possuir uma classe textural argilosa, conforme Quadro 1, apresentando uma elevada capacidade de retenção de água, concordando com os resultados encontrados por Carvalho, Sampaio e Silva (1994), os quais, durante um período de 38 dias, acompanharam a drenagem interna de água a partir da saturação no perfil do solo da área experimental e verificaram que a umidade variou de 0,54 a 0,40 cm^3/cm^3 , mostrando uma redução da umidade da ordem de 26% ao longo do período, podendo deduzir que essa redução é menor ainda para faixas de umidade abaixo da capacidade de campo, como é o caso do presente trabalho. Por outro lado, Sampaio, Carvalho e Silva (1994), trabalhando com o mesmo solo, encontraram os valores de condutividade hidráulica do solo bastante baixos quando os teores de umidade estão abaixo da capacidade de campo. Tais fatos vêm a confirmar os fluxos (Q_z) praticamente nulos, encontrados no balanço hídrico.

O balanço hídrico foi realizado no segundo e terceiro terços do ciclo da cultura. As estimativas das evapotranspirações encontradas são 4,1 e 4,8 mm/dia para o segundo e terceiro terços da cultura, respectivamente, para as parcelas que receberam a maior lâmina de água (L1). Silva et al. (1981) apresentaram para a região do Distrito Federal que, na falta de informações, o alho evapotranspira 5 e 6 mm de água diariamente no segundo e terceiro terços da cultura.

Para a lâmina intermediária (L2), as respectivas evapotranspirações estimadas são 2,8 e 3,9 mm/dia para o segundo e terceiro terços. Para a menor

lâmina (L3), as evapotranspirações já correspondem a 2,3 e 3,4 mm/dia para o segundo e terceiro terços, respectivamente.

Partindo da lâmina intermediária (L2), os valores estimados das evapotranspirações (2,8 e 3,9 mm/dia) estão abaixo daqueles determinados por Silva et al. (1981), devendo-se essas diferenças provavelmente ao clima da região do Distrito Federal, onde as temperaturas são mais elevadas e com umidades relativas mais baixas, o que induz o aumento na demanda de evapotranspiração. Por outro lado, resultados de evapotranspiração obtidos por Demattê et al. (1983), trabalhando numa região apresentando dados de temperatura médias diárias semelhantes às do presente trabalho, também se mostraram superiores. Porém, sabe-se que a evapotranspiração está ligada a uma série de outros fatores, tais como: insolação, velocidade do vento, desenvolvimento vegetativo, tipo de solo, etc. Sendo assim, pode-se atribuir tais diferenças à possível diversidade dessas variáveis com relação às do trabalho em questão.

QUADRO 2. Estimativas dos componentes do balanço hídrico relativas a parcela L1 do experimento. Lavras-MG, 1993.

Data	Δt (dias)	Prec. (mm)	Irrig. (mm)	K(θ) (mm/h) (30 cm)	$\partial H/\partial Z$ (30 cm)	Qz (mm) (30 cm)	Armaz. (mm) (0-30 cm)	Δ armazen. (mm) (0-30cm)	ET acum. (mm)	ET (mm/dia) média no intervalo	ET (mm/dia) média por subperíodo	ET (mm/dia) média no período
09/07	-	-	-	-	-	-	112,9686	-	-	-	-	-
17/07	8	0,00	31,75	0,0011	-1,6466	-0,3614	101,7904	-11,1782	42,57	5,32		
22/07	5	0,00	20,37	0,0009	-1,1484	-0,1270	100,8824	-0,9080	21,15	4,23		
29/07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
06/08	15	0,00	49,46	0,0007	-0,4305	-0,1057	91,5793	-9,3030	58,66	3,91		
13/08	7	0,00	22,94	0,0003	1,6916	0,0895	93,5568	1,9774	21,05	3,01	4,1	
23/08	10	19,40	24,16	0,0007	0,4813	0,0851	104,3489	10,7922	32,85	3,29		
29/08	6	1,46	26,19	0,0009	-0,2401	-0,0323	98,5205	-5,8285	31,99	5,33		
04/09	6	0,00	33,37	0,0005	2,2071	0,1731	89,6457	-8,8747	42,42	7,07		
13/09	9	20,69	18,62	0,0006	1,3939	0,1907	106,5284	16,8826	22,62	2,51		
18/09	5	8,90	10,58	0,0006	2,4999	0,1883	99,5891	-6,9392	26,61	5,32		
28/09	10	31,55	8,95	0,0005	0,9876	0,1209	112,6174	13,0282	27,59	2,76		
02/10	4	4,83	0,00	0,0005	-1,7729	-0,0813	97,1879	-15,4295	20,18	5,04		
08/10	6	24,69	17,57	0,0006	-0,3815	-0,0353	95,7528	-1,4352	43,66	7,28	4,8	4,6
Total		111,52	263,96			0,1046			391,35			

QUADRO 3. Estimativas dos componentes do balanço hídrico relativas a parcela L2 do experimento. Lavras-MG, 1993.

Data	Δt (dias)	Prec. (mm)	Irrig. (mm)	K(θ) (mm/h) (30 cm)	$\partial H/\partial Z$ (30 cm)	Qz (mm) (30 cm)	Armaz. (mm) (0-30 cm)	Δ armazen. (mm) (0-30 cm)	ET acum. (mm)	ET (mm/dia) média no intervalo	ET (mm/dia) média por subperíodo	ET (mm/dia) média no período
09/07	-	-	-	-	-	-	109,2786	-	-	-	-	-
17/07	8	0,00	22,68	0,0007	-0,8147	-0,1073	96,3946	-12,8840	35,46	4,43		
22/07	5	0,00	14,55	0,0005	1,5487	0,0994	68,6439	2,2493	12,40	2,48		
29/07	7	0,00	18,52	0,0006	3,3873	0,3498	105,8598	7,2159	11,65	1,66		
06/08	8	0,00	16,81	0,0005	3,2172	0,2825	90,3949	-15,4650	32,56	4,07		
13/08	7	0,00	16,39	0,0004	3,6828	0,2278	99,1659	8,7711	7,85	1,12		
23/08	10	19,40	17,26	0,0004	0,8575	0,0916	103,1139	3,9481	32,80	3,28	2,8	
29/08	6	1,46	18,71	0,0003	3,9593	0,1428	91,3881	-11,7259	30,58	5,10		
04/09	6	0,00	23,83	0,0001	0,1460	0,0030	94,6746	3,2866	20,55	3,42		
13/09	9	20,69	13,30	0,0004	-6,5867	-0,6381	108,6135	13,9388	19,41	2,16		
18/09	5	8,90	7,56	0,0005	-2,3867	-0,1360	104,5476	-4,0659	20,39	4,08		
28/09	10	31,55	6,39	0,0004	-2,5803	-0,2367	113,0742	8,5266	29,18	2,92		
02/10	4	4,83	0,00	0,0003	-3,8240	-0,1229	101,2292	-11,8450	16,55	4,14		
08/10	6	24,69	12,55	0,0003	0,6844	0,0296	106,2173	4,9881	32,28	5,38	3,9	3,4
Total		111,52	188,55			-0,0144			301,66			

QUADRO 4. Estimativas dos componentes do balanço hídrico relativas a parcela L3 do experimento. Lavras-MG, 1993.

Data	Δt (dias)	Prec. (mm)	Irrig. (mm)	$K(\theta)$ (mm/h) (30 cm)	$\partial H/\partial Z$ (30 cm)	Q_z (mm) (30 cm)	Armaz. (mm) (0-30 cm)	Δ armazen. (mm) (0-30 cm)	ET acum. (mm)	ET (mm/dia) média no intervalo	ET (mm/dia) média por subperíodo	ET (mm/dia) média no período
09/07	-	-	-	-	-	-	102.1103	-	-	-	-	-
17/07	8	0,00	13.61	0.0004	3.8927	0.3295	101.9434	-0.4970	14.44	1.80	-	-
22/07	5	0,00	8.73	0.0003	6.1173	0.2426	92.3301	-9.6132	18.59	3.72	-	-
29/07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/08	15	0,00	21,20	0.0001	3,7447	0.1654	80.1312	-12,1990	33,56	2,24	-	-
13/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/08	17	19,40	20,20	0.0001	-3,8708	-0,0966	98.3682	18,2370	21,17	1,25	2,3	-
29/08	6	1,46	11.23	0.0001	13.4842	0.1473	83.5721	-14.7961	26.17	4.36	-	-
04/09	6	0,00	14.29	0.0000	0,0000	0.0000	82.5979	-0.9741	15.26	2.54	-	-
13/09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/09	14	29,59	12,52	0.0000	0.0000	0.0000	97.1598	14,5618	27,55	1,97	-	-
28/09	10	31,55	3.83	0.0002	-1.9947	-0.1157	110.2667	13.1069	22.16	2.22	-	-
02/10	4	4,83	0.00	0.0003	-6.0010	-0.1503	96.5943	-13.6724	18.35	4.59	-	-
08/10	6	24,69	7.43	0.0002	-2.6984	-0.0856	99.9184	3.3240	28.81	4.80	3,4	3,0
Total		111,52	113,04			0,4366			226,06			

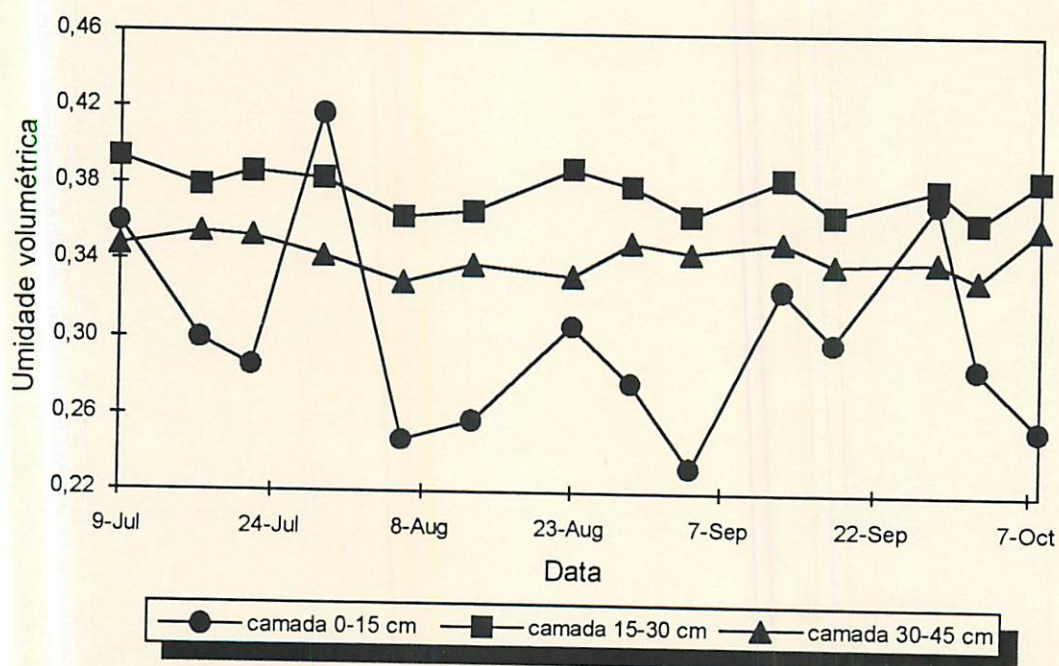


FIGURA 2. Teores de umidade ao longo do período do balanço hídrico dentro da parcela L1. Lavras-MG, 1993.

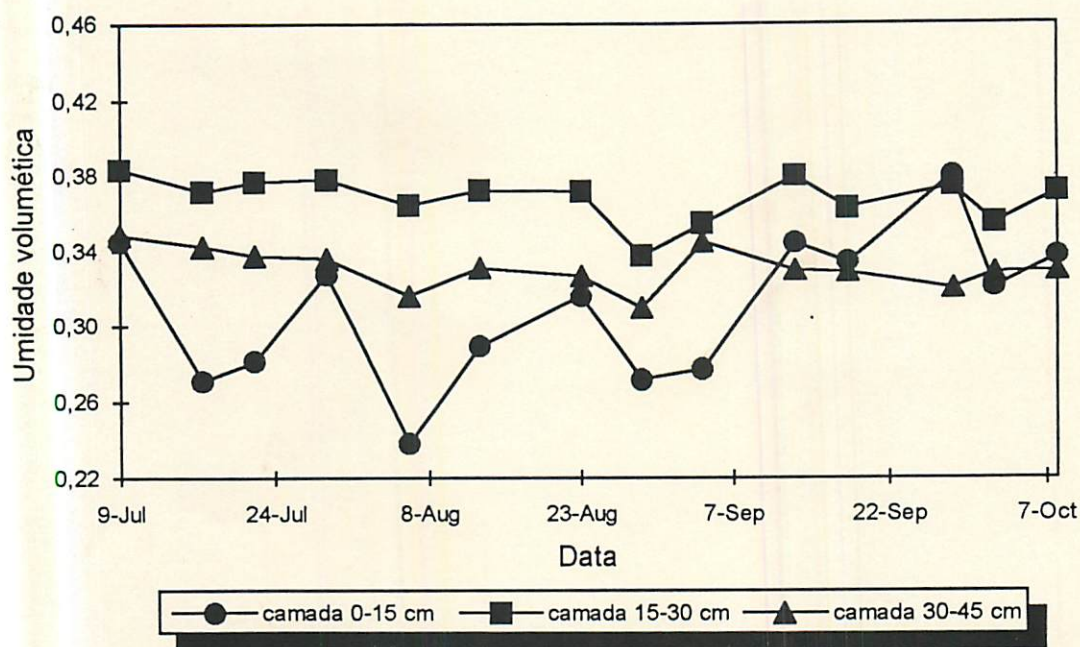


FIGURA 3. Teores de umidade ao longo do período do balanço hídrico dentro da parcela L2. Lavras-MG, 1993.

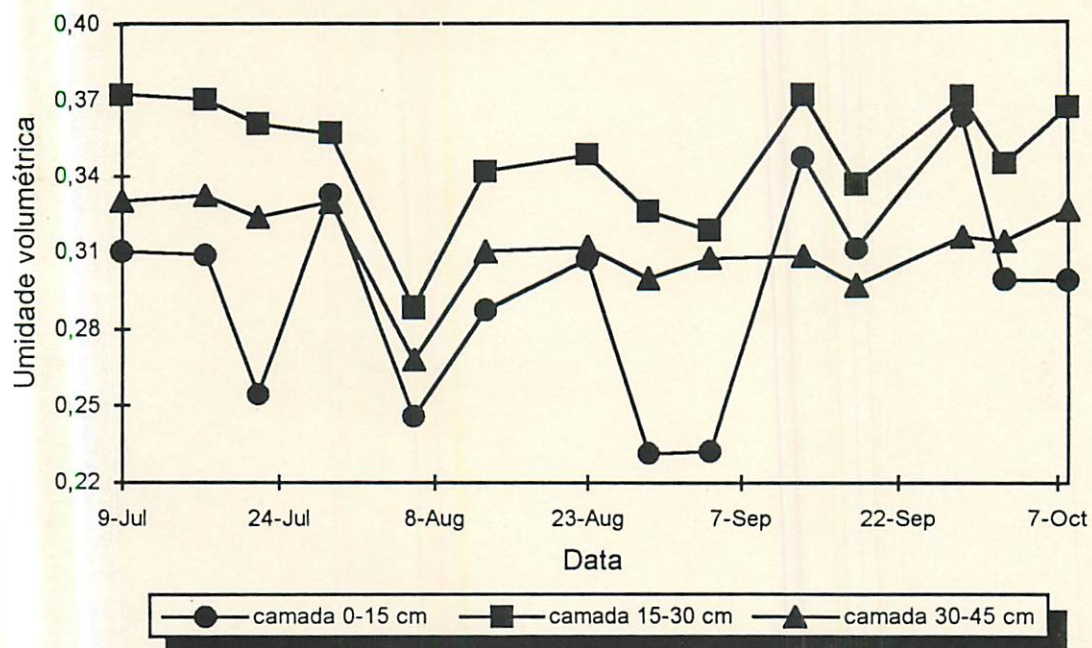


FIGURA 4. Teores de umidade ao longo do período do balanço hídrico dentro da parcela L3. Lavras-MG, 1993.

4.2 Efeitos de lâminas de água

Os distintos níveis do fator lâmina de água não apresentaram efeitos diferenciáveis em nenhuma das características analisadas, quando estudados isoladamente, com exceção para a variável concentração do elemento zinco nas folhas aos 121 dias após o plantio do alho em que o aumento das lâminas de água reduziu linearmente a concentração de zinco nas folhas, (Figura 15).

Da análise dos dados referentes às variáveis climáticas (Anexos - Quadro A1), constata-se que o total de precipitação ocorrido durante o ciclo da cultura foi de 185,52 mm, o que corresponde a 25,89%; 32,82% e 46,20% das lâminas efetivamente aplicadas $L_1=716,48$; $L_2=565,25$ e $L_3=401,55$ mm, respectivamente, o que provavelmente não possibilitou a manifestação do efeito de lâminas de água para as variáveis analisadas, afetando todas as parcelas de forma homogênea, uma vez que o total precipitado já representa uma alta parcela na demanda da cultura, justificando de certa forma os efeitos não significativos encontrados.

Ressaltando o efeito da precipitação nas características avaliadas, observa-se que no período de bulbificação compreendido em torno dos 90 aos 135 dias após o plantio (agosto a setembro), período de maior exigência de água para a formação dos bulbos, o total precipitado foi de 50,45 mm, correspondendo em média a 1,1 mm/dia de lâmina d'água aplicada sobre as parcelas, o que representa uma elevada percentagem em relação à evapotranspiração estimada.

Castro Neto e Silveira (1983) verificaram que para a região de Lavras-MG, as menores precipitações médias prováveis para períodos de 10 dias, ocorrem nos meses de junho a agosto, variando entre 4,2 a 9,2 mm de água e com probabilidades de ocorrência entre 22 e 24%.

Os dados de precipitação do respectivo trabalho se apresentaram ligeiramente superiores às precipitações prováveis estimadas por Castro Neto e Silveira (1983), indicando que o período analisado correspondeu de forma atípica à normalidade de ocorrência de precipitações para o ano em que se conduziu o experimento.

Entretanto, na literatura, de um modo geral, encontram-se trabalhos que mostram efeitos significativos para a cultura, à medida que se eleva a disponibilidade de água no solo para a cultura, seja na produção, Garcia e Couto (1964), Scalopi, Klar e Vasconcellos (1971), Klar, Scalopi e Vasconcellos (1972), Conceição e Leopoldo (1975), Carrijo et al. (1982), Costa (1992), seja, no índice de superbrotamento, dependendo da cultivar, Garcia e Couto (1964), Vasconcellos, Scalopi e Klar (1971), Garcia (1980) e Costa (1992).

4.3 Desenvolvimento vegetativo e produção

4.3.1 Percentagem de emergência

Não foram encontradas diferenças entre os níveis dos fatores estudados na percentagem de plantas emergidas aos 10 e 20 dias após o plantio, (Quadro A2). Com relação à percentagem de emergência de plantas aos 30 dias após o plantio, detectou-se efeito, ($P \leq 0,0269$), para a interação entre lâminas de água e doses de potássio.

Com o desdobramento da interação foram encontradas diferenças entre as doses de potássio somente dentro da lâmina de água L1, ($P \leq 0,0726$), conforme é mostrado na Figura 5, em que a percentagem de emergência apresentou um aumento de forma linear com o incremento das doses de potássio.

Embora não se tenham encontrado na literatura trabalhos que relacionem o potássio com a emergência de plantas de alho, pode-se sugerir que este nutriente, por estar ligado à ativação enzimática (cerca de 60 enzimas são ativadas pelo K^+), (Malavolta, 1980), tenha contribuído para o aumento da emergência; além disso, o potássio está também relacionado com a regulação da turgidez do tecido, e assim o bulbilho em brotação, ao absorver o K^+ , aumenta a sua tensão osmótica, com conseqüente aumento do gradiente de energia do solo para o interior do mesmo, o que pode resultar em maior absorção de água e um aumento no número de plantas emergidas.

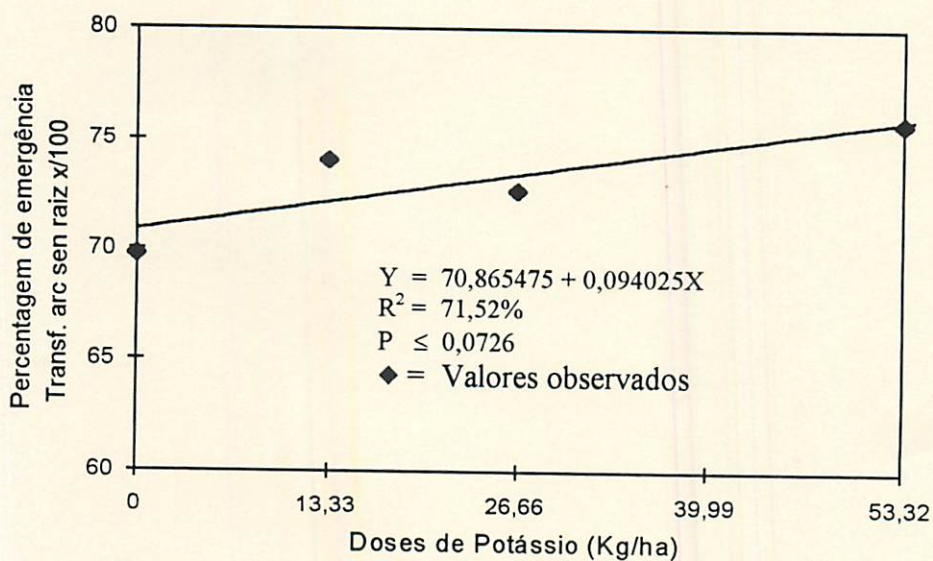


FIGURA 5. Percentagem de plantas emergidas aos 30 dias após o plantio, em função das doses de potássio dentro da lâmina de água L1. Lavras-MG, 1993.

Quanto ao efeito de lâminas de água para a variável analisada, os resultados contrastam com os constatados por Costa (1992), que detectou efeito de lâminas de água aos 20 dias após o plantio. Os resultados sugerem que, mesmo

na menor lâmina de água aplicada, o solo apresentou-se com um teor de umidade favorável, mantendo-se uniforme à percentagem de plantas emergidas entre os diversos tratamentos.

4.3.2 Número médio de folhas por planta

Não foram encontradas diferenças entre os níveis dos fatores analisados para o número médio de folhas por planta, (Quadro A3), tanto aos 60 dias como aos 90 dias após o plantio. O número de folhas por planta na cultura do alho é uma característica bastante inerente à cultivar, o que se nota com os resultados obtidos por Resende (1992). Estes resultados se assemelham com aqueles obtidos por Costa (1992), o qual não verificou efeito de nitrogênio e lâminas de água no número de folhas na cultivar Juréia; mas discordam daqueles obtidos por Om, Srivastava e Tiwari (1978), Souza (1990) e Resende (1992), que detectaram efeitos com relação ao nitrogênio, sendo que este último, ao aplicar níveis distintos de nitrogênio na cultivar Quitéria, verificou aumento do número de folhas aos 80 dias após o plantio com o incremento das doses deste nutriente.

Por outro lado, os resultados concordam com Conceição e Leopoldo (1975), os quais, trabalhando com a cultivar Lavínia no mesmo tipo de solo e outras condições semelhantes àquelas do respectivo trabalho, não verificaram efeitos significativos para o número médio de folhas por planta quando variaram os teores de umidade no solo. Já Garcia e Couto (1964) verificaram aumento no número de folhas para cultivar Lavínia ao variar o nível mínimo de água útil no solo de 30% para 90%.

Sendo as folhas das plantas o órgão responsável pela ação fotossintética, e, conseqüentemente, relacionada com a capacidade de se

desenvolver e produzir, o aumento do número de folhas proporcionaria efeitos favoráveis à produção, segundo Souza (1990).

Pode-se sugerir que a não ocorrência de efeitos significativos de nitrogênio e potássio foi devido ao elevado teor de matéria orgânica e teor médio de potássio para o solo onde se realizou o experimento, conforme são mostrados no Quadro 1. Segundo Lopes (1989), a matéria orgânica em seu processo de mineralização libera nitrogênio para a solução do solo, tornando-se, portanto, fonte deste elemento para o solo.

4.3.3 Altura de plantas

Verificou-se que aos 60 dias após o plantio não foram observados efeitos diferenciáveis entre os níveis dos fatores estudados, (Quadro A3). Porém, aos 90 dias as doses de nitrogênio ($P \leq 0,0358$) e potássio ($P \leq 0,0508$) já apresentaram diferenças na altura de plantas.

Nas Figuras 6 e 7 estão representados os gráficos das equações de regressão correspondentes aos efeitos das doses de nitrogênio e potássio para a altura de plantas aos 90 dias após o plantio. Quanto ao efeito das doses de nitrogênio, verifica-se um aumento linear na altura das plantas com o incremento do nitrogênio aplicado ao solo.

Este resultado contrasta com Santos (1980), que verificou um efeito quadrático nas doses de nitrogênio para a altura de plantas na cultivar Juréia e Dourado, sendo a dose de 50 Kg/ha a que promoveu a máxima altura atingida pelas plantas. Porém, os resultados se assemelham com aqueles obtidos por Resende (1992), que verificou aumentos na altura de plantas aos 80 dias após o plantio para a cultivar Quitéria, com o acréscimo das doses de nitrogênio, bem como com os resultados obtidos por Mascarenhas et al. (1981), por efeito dos

quais o aumento das doses de nitrogênio acentuou significativamente o comprimento das folhas.

Com relação ao efeito de potássio, observou-se um comportamento cúbico para a altura de plantas em função do incremento das doses deste nutriente. Embora não se tenham encontrado efeitos consideráveis na cultura do alho quanto à aplicação de potássio (Filgueira, 1982 e Magalhães, 1986), verifica-se que a deficiência de potássio causa a redução no crescimento, (Couto, 1956).

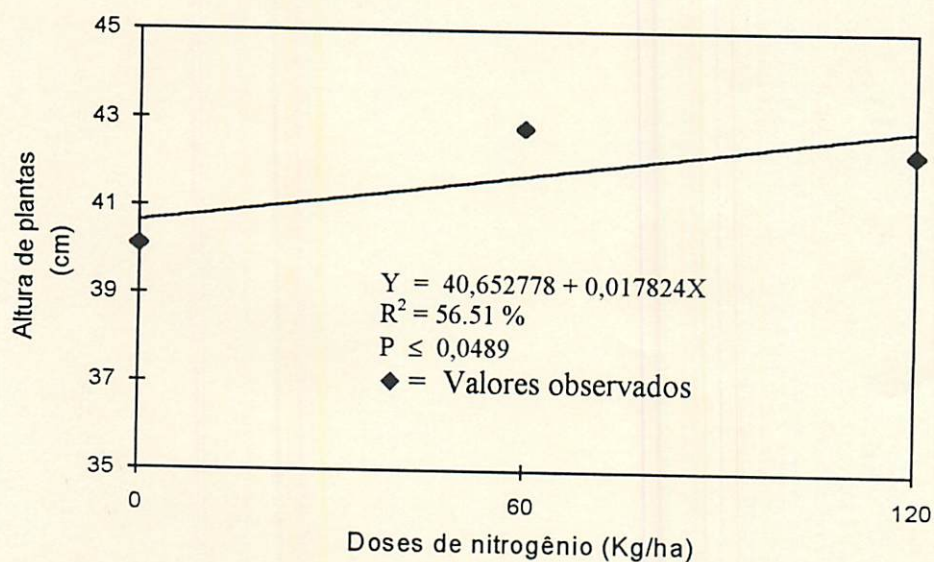


FIGURA 6. Altura de plantas aos 90 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio. Lavras-MG, 1993.

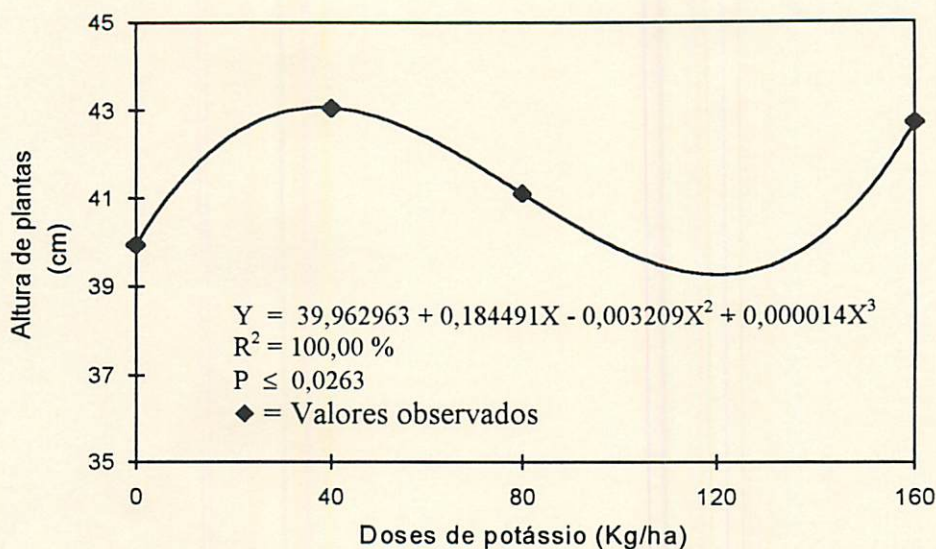


FIGURA 7. Altura de plantas aos 90 dias após o plantio, em função das doses de potássio. Lavras-MG, 1993.

Quanto ao efeito de lâminas de água, Castro e Silva (1982), variando a frequência de irrigação para a cultivar Lavínia, verificaram efeitos significativos para a altura de plantas, discordando, assim, dos resultados do presente trabalho. Também Klar, Scalopi e Vasconcellos (1972) verificaram um aumento na altura de plantas para a cultivar Lavínia, à medida em que se elevou o potencial de umidade do solo de -1500 KPa a -30 KPa.

4.3.4 Stand final

Para essa característica não houve diferença entre os níveis dos fatores estudados, (Quadro A4), concordando com Santos (1980), Araújo (1991), Costa (1992) e Resende (1992).

Om, Srisvastava e Tiwari (1978) não encontraram efeito significativo para o nitrogênio no stand final; no entanto, a dose de potássio de 75 Kg/ha foi a que promoveu o maior número de plantas colhidas. De forma semelhante,

Mascarenhas et al. (1981) também não encontraram efeito significativo para as doses de nitrogênio no stand final, porém, verificaram que o aumento das doses de potássio fez crescer o stand final.

Embora não se tenham detectado efeitos de lâminas de água para o stand final, é de se considerar que em condição de stress hídrico, certamente ocorreriam diferenças no stand final, pois as plantas competiriam entre si na absorção de água através das raízes, e aquelas com maior vigor vegetativo sobressairiam em detrimento das plantas com menor capacidade de se desenvolverem. Essas diferenças no vigor vegetativo das plantas se atribuem principalmente à dificuldade de se obter bulbilhos perfeitamente homogêneos para o plantio, apresentando os mesmos uma certa diferenciação entre si em peso e tamanho.

4.3.5 Percentagem de bulbos chochos

A avaliação de bulbos chochos é de grande importância por ser esta característica uma das principais responsáveis pela redução da produção comercial.

Para essa característica não se verificou efeito entre os níveis dos fatores estudados, (Quadro A5).

A ocorrência de bulbos chochos apresenta-se com uma média geral de 4,36% sobre o total de bulbos colhidos, podendo-se considerar como um percentual baixo. Tal resultado pode ser atribuído à dosagem de boro aplicada na adubação básica de plantio (15 Kg bórax/ha) complementada pelo alto teor de matéria orgânica deste solo conforme se pode observar pelo Quadro 1. De acordo com Malavolta (1980), a matéria orgânica do solo é fonte de boro para as plantas.

Por outro lado, Couto (1961a) observou que a adubação com boro reduziu a percentagem de bulbos chochos.

4.3.6 Percentagem de bulbos superbrotados

A percentagem de bulbos superbrotados é outra característica depreciável, sendo, portanto, responsável pela redução da produção comercial.

Pôde-se verificar que os níveis dos fatores estudados para essa característica não apresentaram diferenças entre si, (Quadro A5). A percentagem média de bulbos superbrotados foi de 7,98%. Este resultado contradiz com os obtidos por Garcia e Couto (1964), Klar, Scalopi e Vasconcellos (1972), Carrijo et al. (1982) e Souza e Casali (1986), que não encontraram plantas superbrotadas para a cultivar Gigante de Lavínia, confirmando, assim, segundo Souza e Casali (1986), a pouca suscetibilidade dessa cultivar ao superbrotamento. O resultado encontrado no presente trabalho pode ser atribuído ao alto teor de matéria orgânica do solo em que se conduziu o experimento; pois sendo a matéria orgânica uma fonte de nitrogênio no solo, pode ter ocorrido que essa parcela do nutriente, juntamente com as doses aplicadas nos tratamentos e a disponibilidade de água, tenham contribuído para a mencionada anormalidade fisiológica. Segundo Garcia (1980), elevando-se os teores de nitrogênio e disponibilidade de água no solo, aumenta-se o superbrotamento.

4.3.7 Produção total e comercial de bulbos de alho

O nitrogênio foi o único fator que apresentou efeito, ($P \leq 0,0440$ e $P \leq 0,0173$) para as respectivas produções total e comercial de bulbos de alho, (Quadro A6).

Nas Figuras 8 e 9 estão representadas as equações de regressão ajustadas para as respectivas produções total e comercial, em função das doses de nitrogênio.

Como pode ser observado, as duas produções apresentam um comportamento quadrático em função das doses de nitrogênio.

As produções máximas equivalentes ao ponto máximo das curvas são de 4440 Kg/ha para uma dose de 70 Kg de N/ha e 2400 Kg/ha para uma dose de 76 Kg de N/ha, que correspondem às produções total e comercial, respectivamente, indicando uma produção comercial de bulbos bem abaixo da média nacional, 4443 Kg/ha, (Anuário..., 1992). Resultados semelhantes foram encontrados por Ferrari e Churata-Masca (1975) e Om, Srivastava e Tiwari (1978), os quais verificaram a maior produção para a dose de 75 Kg de N/ha. Omar e Arafa (1982) realizaram estudos variando doses de nitrogênio equivalentes a 36,89; 73,98 e 110,67 Kg/ha na cultivar Balady e verificaram aumentos na produção da menor para a maior dose de nitrogênio.

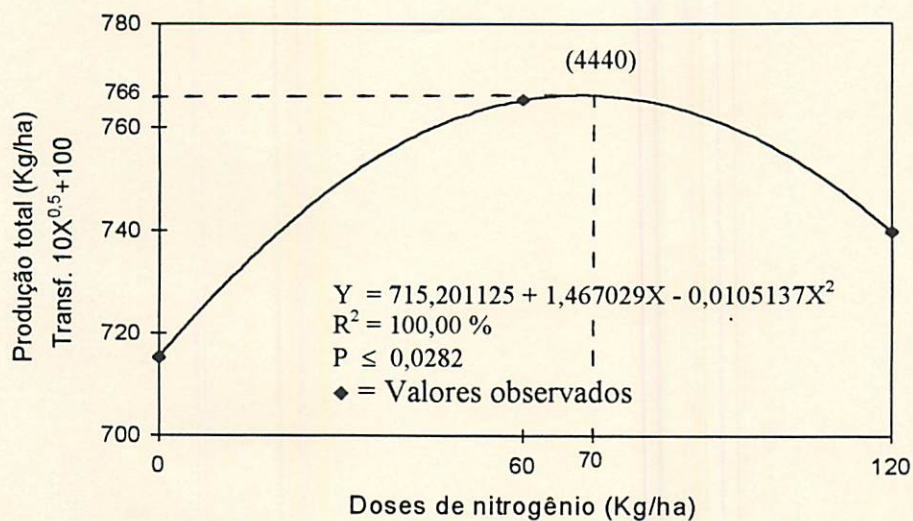


FIGURA 8. Produção total de bulbos de alho em função das doses de nitrogênio. Lavras-MG, 1993.

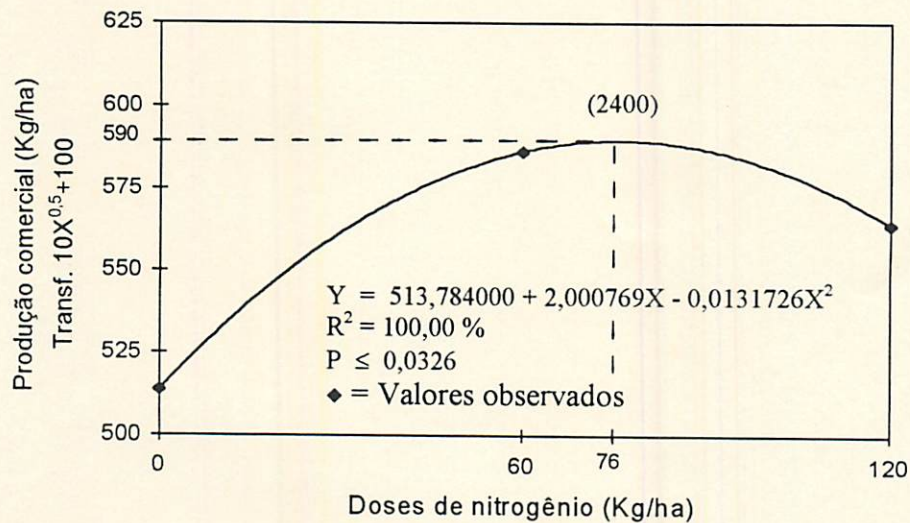


FIGURA 9. Produção comercial de bulbos de alho em função das doses de nitrogênio. Lavras-MG, 1993.

Resende (1992), por sua vez, verificou que a produção total de bulbos na cultivar Quitéria aumentou até a dose de 144,2 Kg de N/ha; contudo, a maior produção comercial atingiu o máximo com a dose de 66,0 Kg de N/ha, resultado que se aproximou do encontrado no presente trabalho.

Por outro lado, os resultados se contradizem de certa forma com aqueles obtidos por Santos, Leal e Mendes (1984), os quais, ao aplicar doses crescentes de uréia em solo arenoso aluvial, verificaram redução na produtividade para a cultivar Branco Mineiro; porém, Costa (1992) não verificou efeitos de nitrogênio na produção para a cultivar Juréia. Pode-se dizer, entretanto, que, embora as projeções das produções máximas, total e comercial, estejam baixas, as doses de nitrogênio aplicadas e associadas a essas produções concordam de modo geral com o que se tem verificado em trabalhos realizados nas diferentes regiões do Brasil.

Esses resultados provavelmente se justificam pela alta quantidade de matéria orgânica presente no solo, conforme a análise realizada em amostra retirada da área experimental, (Quadro 1), uma vez que esta é uma importante fonte de nitrogênio disponível às plantas.

Com relação ao potássio, os resultados concordam com Couto (1961b), Biasi (1981), Nelson (1983), Souza (1990) e Konkel (1991). Porém, discordam de Mascarenhas et al. (1981), que verificaram aumento na produção total com o aumento das doses de potássio.

4.4 Nutrição mineral

4.4.1 Teor de nutrientes nas folhas

Embora a avaliação do estado nutricional das plantas tivesse sido realizada aos 121 dias após o plantio, é possível inferir os resultados encontrados para o final do ciclo da cultura, pois conforme Silva et al. (1970), tanto o crescimento quanto o peso do alho, atingem seus máximos aos 120 dias após o plantio.

Para o teor de nitrogênio nas folhas aos 121 dias após o plantio, (Quadro A7), verifica-se que as doses de nitrogênio aplicadas não influenciaram o teor deste nutriente nas folhas, enquanto que as doses de potássio já causaram efeitos ($P \leq 0,0192$). Esse resultado parece discordar dos de Novais et al. (1974a e 1974b) e Santos (1980), que verificaram aumento no teor de nitrogênio nas folhas de alho com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas no solo.

Com relação ao teor de potássio nas folhas aos 121 dias após o plantio, (Quadro A7), verificam-se efeitos tanto para as doses de nitrogênio ($P \leq 0,0046$), como para a interação entre lâminas de água e nitrogênio ($P \leq 0,0173$).

Nas Figuras 10 e 11 estão representadas as equações ajustadas por regressão para estas duas variáveis, teores de nitrogênio e potássio, respectivamente. Verifica-se pelas duas equações que o aumento de um elemento aplicado ao solo reduziu a absorção do outro pela planta, o que se explica provavelmente devido à absorção de íons de amônio (NH_4^+) que inibem por competição a absorção do íon potássio (K^+), Malavolta (1980). A maior concentração de íons NH_4^+ ocorre devido à reação de hidrólise da uréia a $\text{pH} < 6,0$, (pH do solo da área experimental igual a 5,1 - Quadro 1), favorecendo a liberação desse íon no solo, Lopes (1989). Novais et al. (1974a), trabalhando

com doses bem maiores de nitrogênio, também verificaram uma redução na percentagem de potássio nas folhas com o aumento das doses de nitrogênio.

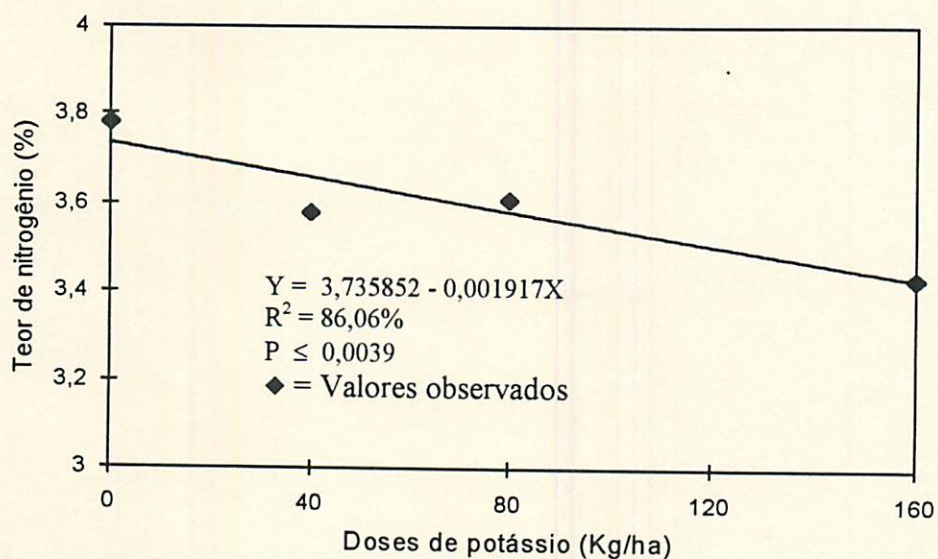


FIGURA 10. Teor de nitrogênio nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de potássio. Lavras-MG, 1993.

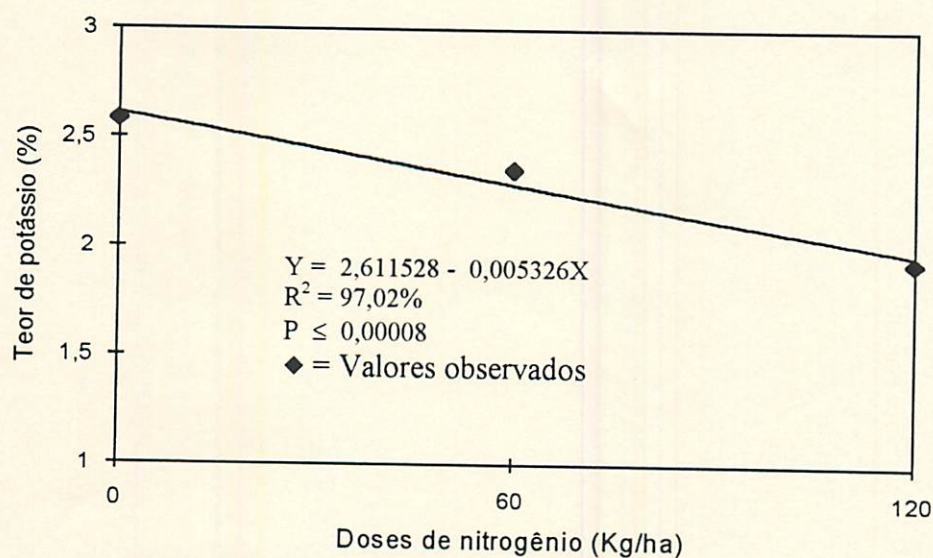


FIGURA 11. Teor de potássio nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L2. Lavras-MG, 1993.

A interação entre lâminas de água e nitrogênio apresentou efeito ($P \leq 0,0007$) e ($P \leq 0,0072$), para os respectivos teores de nutrientes, cálcio e magnésio nas folhas, (Quadro A8). Nas Figuras 12 e 13, são mostradas as equações de regressão para os respectivos teores de Ca e Mg, e verifica-se que o comportamento para ambos os nutrientes é o mesmo que ocorre com o potássio, ou seja, as doses crescentes de nitrogênio reduziram o teor desses nutrientes nas folhas dentro da lâmina de água L2. Esses resultados são confirmados pela Figura 14, onde a relação $K/(Ca+Mg)$ se reduz com o aumento das doses de nitrogênio, tendo apenas o nitrogênio produzido efeito significativo para essa variável (Quadro A10).

Tais resultados podem ser explicados, da mesma forma que ocorre com o potássio, ou seja, por uma possível inibição competitiva do nitrogênio na forma amoniacal com esses nutrientes.

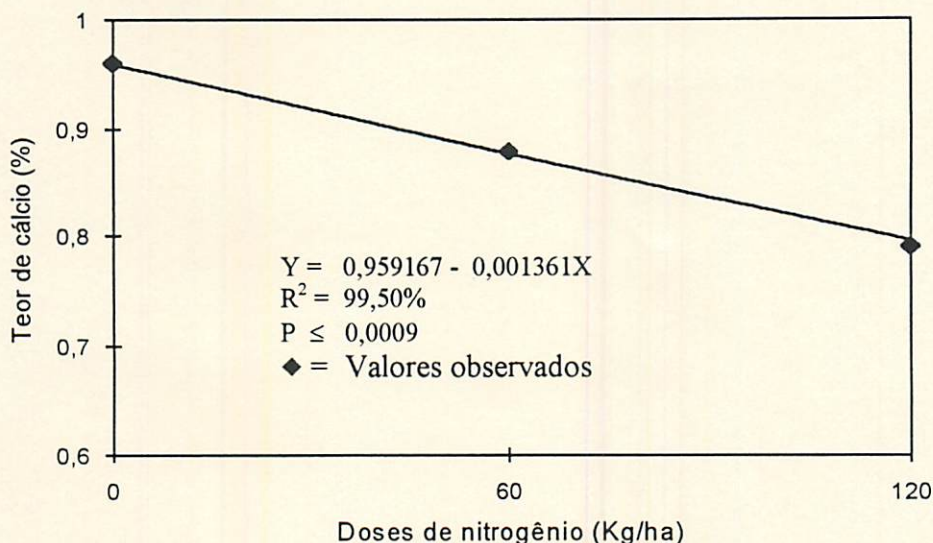


FIGURA 12. Teor de cálcio nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L2. Lavras-MG, 1993.

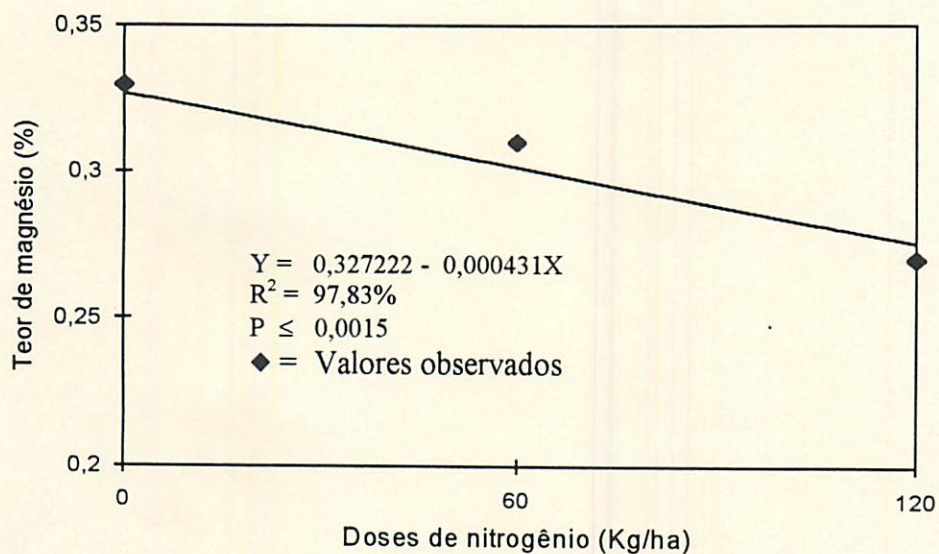


FIGURA 13. Teor de magnésio nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L2. Lavras-MG, 1993.

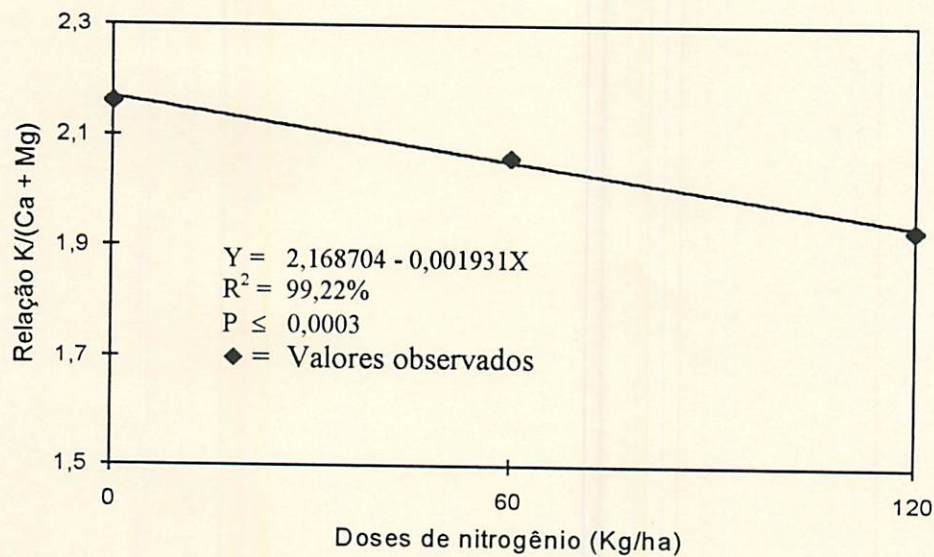


FIGURA 14. Relação entre os teores de potássio, cálcio e magnésio nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio. Lavras-MG, 1993.

Conforme ilustra a Figura 14, verifica-se que, mesmo sem a aplicação do nitrogênio, a relação $K/(Ca+Mg)$ já se encontra abaixo daquela quando comparada com a encontrada por Silva et al. (1970), que encontraram o valor de 4,78 na parte aérea da planta aos 120 dias após o plantio. A redução dessa relação se deve ao baixo teor de potássio (2,47% em média) e à elevação do cálcio (0,89% em média) encontrado nas folhas, quando se compara com Silva et al. (1970), os quais encontraram valores de 4,35% e 0,61% para o potássio e cálcio, respectivamente, sendo que o magnésio praticamente não se diferenciou quanto ao seu teor nas folhas.

Com relação ao micronutriente zinco, (Quadro A9), verifica-se que o fator lâmina de água produziu efeito significativo, ($P \leq 0,0046$). Na Figura 15 está ilustrado o comportamento desse nutriente, observando-se uma redução linear com o aumento das lâminas de água.

Embora os fluxos de água para camadas mais profundas fossem considerados desprezíveis na avaliação do balanço hídrico, o zinco, por ser o elemento aplicado em menor quantidade no solo, pode ter sido deslocado por difusão para camadas mais profundas, reduzindo-se, assim, a sua absorção pela planta.

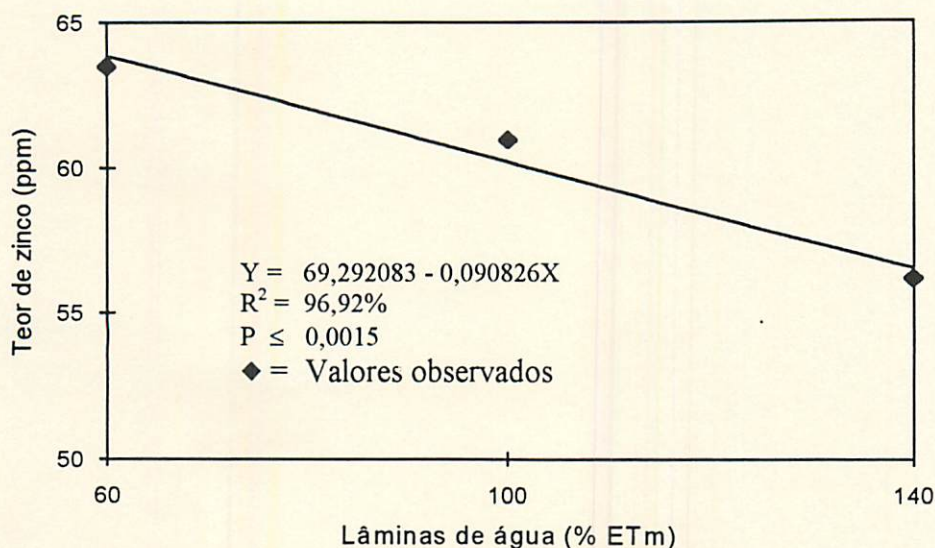


FIGURA 15. Teor de zinco nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das lâminas de água. Lavras-MG, 1993.

Por outro lado, conforme citado anteriormente, o teor de cálcio é relativamente alto, elevando-se, assim, a relação Ca/Zn. O cálcio em concentrações mais altas promove a inibição na absorção de zinco e o fósforo, por sua vez, também induz a deficiência de zinco na planta devido à reação entre esses elementos no solo formando precipitados indisponíveis à planta, (Malavolta, 1980). Bahia (1973) concluiu que, tanto a adubação fosfatada como a calagem, diminuíram o teor de zinco nas folhas da cultura do milho.

Na relação Ca/Zn, (Quadro A10), detectou-se efeito da interação entre lâminas de água e nitrogênio ($P \leq 0,0068$). Na Figura 16 está ilustrado o ajuste dessa variável em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L2. Nota-se que a relação Ca/Zn diminui linearmente com o incremento das doses de nitrogênio. Mesmo para a dose de 120 Kg N/ha a relação Ca/Zn é alta (126,02), quando comparada com a encontrada por Silva et al. (1970) que foi da ordem de 89,70.

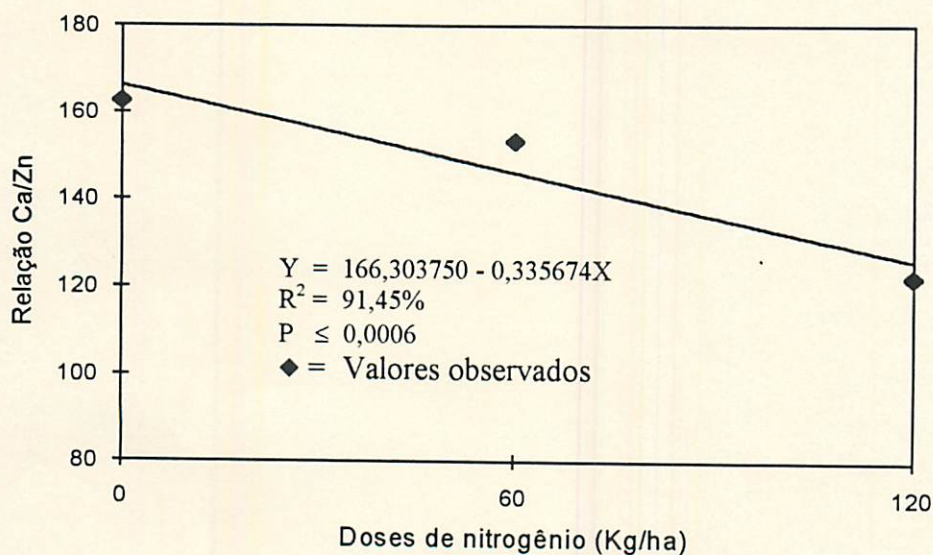


FIGURA 16. Relação entre os teores de cálcio e zinco nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L2. Lavras-MG, 1993.

Quanto ao teor de boro, (Quadro A9), por sua vez permitiu verificar efeito ($P \leq 0,0147$) para a interação entre lâminas de água e nitrogênio. Na Figura 17 está representada a equação de regressão para o teor de boro em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L1. Nota-se um efeito linear positivo no teor de boro com o aumento das doses de nitrogênio. Este resultado pode ser entendido pela contribuição da matéria orgânica mineralizada no solo, onde se realizou o experimento, pois, segundo Malavolta (1980), o processo de mineralização da matéria orgânica libera esse nutriente para a solução do solo, e o processo é intensificado com a aplicação de nitrogênio no solo. Porém, mesmo para as doses de nitrogênio de 120 Kg/ha, o teor de boro (39,43 ppm) ainda está abaixo daquele em que a planta deveria ter aos 120 dias após o plantio, conforme trabalho realizado por Silva et al. (1970), que encontraram o teor ideal de boro de 70 ppm, nessa idade da planta na parte aérea. Contudo, esse resultado contribui

para justificar a baixa percentagem de bulbos chochos encontrada no respectivo trabalho (4,36%), que, além da adubação básica com boro, as doses de nitrogênio, propiciaram a maior disponibilidade de boro no solo.

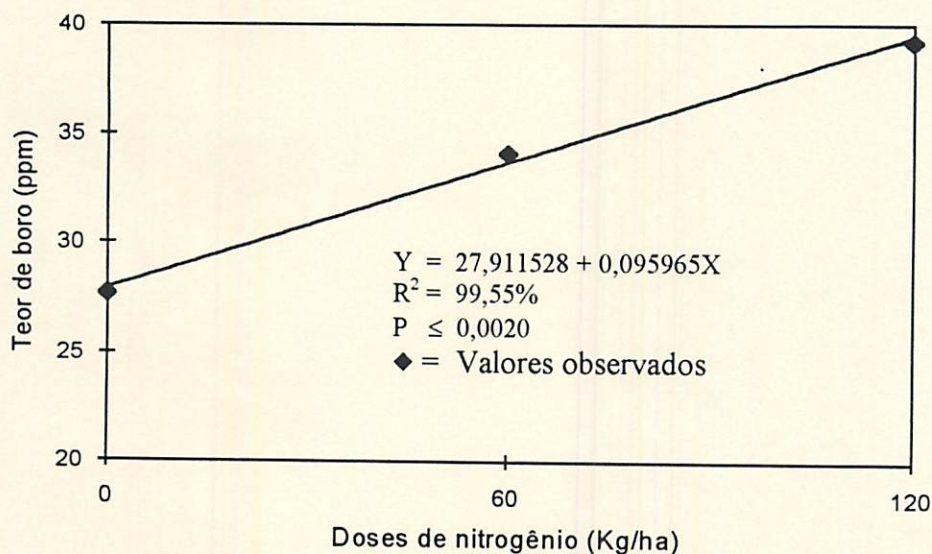


FIGURA 17. Teor de boro nas folhas, aos 121 dias após o plantio, em função das doses de nitrogênio dentro da lâmina de água L1. Lavras-MG, 1993.

Com base na avaliação do estado nutricional da cultura, fica evidenciado um desbalanço entre os nutrientes, principalmente entre K, Ca e Zn, vindo estes a ser um dos fatores a interferir decisivamente e justificar os efeitos não significativos das lâminas de água aplicadas na cultura do referido experimento.

5 CONCLUSÕES

Diante das análises e condições em que foi conduzido o presente trabalho, tornou-se possível chegar às seguintes conclusões:

1. Não se verificaram efeitos significativos na produção e qualidade do alho entre as diferentes lâminas de água aplicadas, provavelmente devido ao alto índice pluviométrico ocorrido.

2. As doses de nitrogênio e potássio não promoveram diferenças na qualidade final do produto.

3. As produções total e comercial foram influenciadas pelas doses de nitrogênio, apresentando um comportamento quadrático, projetando seus máximos nas doses de 70 Kg N/ha (4440 Kg/ha) e 76 Kg N/ha (2400 Kg/ha), respectivamente.

4. O consumo médio de água para o segundo e terceiro terços do ciclo da cultura correspondeu, respectivamente, a 4,1 e 4,8 mm/dia; 2,8 e 3,9 mm/dia e 2,3 e 3,4 mm/dia, para as parcelas L1, L2 e L3.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALJARO URIBE, A.; ESCAFF GACITÚA, M. Fertilización nitrogenada y densidad de plantación en el cultivo de ajos (*Allium sativum* L.). **Agricultura técnica**, Chile, v.36, p.63-68, abr./jun. 1976.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1992. v.52, 1119p.
- ARAÚJO, R. da C. **Efeito da cobertura morta do solo sobre as características morfológicas, fisiológicas e produtivas do alho** (*Allium sativum* L.). Lavras: ESAL, 1991. 85p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- BAHIA, F.G.F.T. de C. **Absorção de zinco em relação à adubação fosfatada e à calagem, em dois solos de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1973. 38p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- BIASI, J. Adubação do alho: efeito do potássio. In: CONGRESSO ANUAL DA SOCIEDADE AMERICANA DE CIÊNCIAS HORTÍCULAS - REGIÃO TROPICAL, 29, e CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 2, Campinas, 1981. **Resumos...** Campinas, 1981. p.16.
- BIASI, J.; MUELLER, S. Adubação do alho com potássio em cobertura visando reduzir o pseudoperfilhamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.6, n.1, p.47, maio. 1988.
- BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. **Natureza e propriedade do solo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974. 594p.
- BURBA, J.L.; ALEMANY, J.; CID, M.V.; AZEVEDO, R.A.B. de. Anormalidades morfológicas en la bulbificación de ajo (*Allium sativum* L.). **Revista de Ciências Agropecuárias**, Córdoba, v.5, p.45-55, Dic. 1986.

- CARRIJO, O.A.; OLITTA, A.F.L.; MINAMI, K; MENEZES SOBRINHO, J.A. de. Efeito de diferentes quantidades de água sobre a produção de duas cultivares de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.5, p.783-790, maio. 1982.
- CARRIJO, O.A.; SILVA, W.L. de C.; MENEZES SOBRINHO, J.A. de; PAES, P.B.; REIS, N.V.B. dos; CORDEIRO, C.M.T. O uso de cobertura do solo e freqüências de irrigação na cultura do alho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23, Rio de Janeiro, 1983. **Resumos...** Rio de Janeiro, 1983. p.189.
- CARVALHO, L.G. de; SAMPAIO, S.C.; SILVA, A.M. da. Estimativa da umidade na capacidade de campo "In Situ", uma abordagem alternativa. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA ESAL, 7, Lavras, 1994. **Anais...** Lavras: ESAL, 1994. p.123-124.
- CASTRO, L.L.F. de; SILVA, A.A. da. Freqüência de irrigação e cobertura do solo na cultura do alho (*Allium sativum* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22, Vitória, 1982. p. 260.
- CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G.C.; VILELA, E. de A. Probabilidade de ocorrência de períodos chuvosos em Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v.4, n.1, p.56-65, jan./jun. 1980.
- CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, J.V. Precipitação provável para Lavras - MG, baseada na função de distribuição de probabilidade gama. III. Períodos de 10 dias. **Ciência e Prática**, Lavras, v.7, n.1, p.58-65, jan./jun. 1983.
- CONCEIÇÃO, F.A.D.; LEOPOLDO, P.R. Características do cv. 'Lavinia' (*Allium sativum* L.) em função de diferentes tensões de umidade do solo e cobertura morta. **Revista de Olericultura**, Viçosa, v.15, p.44-46, 1975.
- COSTA, T.M.P. da. **Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio sobre a cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Juréia.** Lavras: ESAL, 1992. 80p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- COUTO, F.A.A. Nota prévia sobre dosagens de boro e azoto na adubação de alho. **Olericultura**, Viçosa, v.1, n.1, p.39-45, 1961a.
- COUTO, F.A.A. Observações sobre o efeito do azoto, fósforo e potássio na fertilização do alho. **Olericultura**, Viçosa, v.1, n.1, p.26-38, 1961b.
- COUTO, F.A.A. Symptoms of mineral deficiency in garlic. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v.68, p.358-365, Dec. 1956.
- DEMATTÊ, J.B.I.; BERNARDI, J.B.; IGUE, T.; ALVES, S. **Irrigação do alho.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 19p. (Boletim Técnico 12).
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.

- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Crop water requirement. In: **Food Agriculture Organization. Irrigation and Drainage**. Rome, 1977. 144p. (Paper, 24).
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341p.
- ESCAFF GACITÚA, M.; ALJARO URIBE, A. Dos ensayos sobre el efecto del nitrogeno y fósforo en ajo rosado. **Agricultura Técnica**, Chile, v.42, n.2, p.143-147, abr./jun. 1982.
- FERRARI, V.A.; CHURATA MASCA, M.G.C. Efeitos de níveis crescentes de nitrogênio e de bórax na produção do alho (*Allium sativum* L.). **Científica**, Jaboticabal, v.3, n.2, p.254-262, 1975.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2.ed. São Paulo: Ceres, 1982. v.2, 357p.
- GARCIA, A. **Superbrotamento do alho**. Pelotas: EMBRAPA/UEPAE/CAS-CATA, 1980. 3p. (Comunicado Técnico, 9).
- GARCIA, A.; COUTO, F.A.A. Influência da irrigação no crescimento, produção e superbrotamento do alho (*Allium sativum* L.). **Revista de Olericultura**, Pelotas, v.4, p.147-159, 1964.
- HILLEL, D. **Soil and water: physical principles and processes**. New York: Academic Press, 1971. 288p.
- HILLEL, D.; KRENTOS, V.D.; STYLIANOV, Y. Procedure and test of an internal drainage method for measuring soil hydraulic conductivity in situ. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.144, p.395-400, 1972.
- JONES, H.A.; MANN, L.K. Garlic. In: ____ **Onions and their allies**. London: Leonard Hill Books, 1963. cap.18, p.210-229.
- KLAR, A.E.; SCALOPI, E.J.; VASCONCELLOS, E.F.C. Potenciais de umidade do solo e nitrogênio em cobertura afetando uma cultura de alho (*Allium sativum* L.) cv. Lavinia. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.24, n.11, p.1045-1049, nov. 1972.
- KONKEL, S. **Efeitos do vinhoto e do cloreto de potássio sobre algumas características morfológicas, fisiológicas e rendimento do alho (*Allium sativum* L.)**. Lavras: ESAL, 1991. 63p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- KRARUP, C.H.; TROBOK, S.V. Efectos de sistemas de plantacion sobre rendimento calidad del bulbo y aprovechamiento de la fertilizacion nitrogenada en ajo (*Allium sativum* L.). **Asociacion Latinoamericana**, Venezuela, v.11, n.1, p.39-42, 1975.

- LAZZARI, M.A.; ROSELI, R.A.; LANDRISCINI, M.R. Productividad del ajo. I. Fertilización nitrogenada y riegos. **Turrialba**, San José, v.28, n.3, p.245-251, jul./set. 1978.
- LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.
- MAGALHÃES, J.R. de. Nutrição mineral do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.142, p.20-30, out. 1986.
- MAGALHÃES, J.R.; MENEZES SOBRINHO, J.A. de; FONTES, R.R.; SOUZA, A.F. Diagnose por subtração, visando o levantamento de nutrientes limitantes para a cultura do alho em solo de cerrado do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 19., Florianópolis, 1979. **Resumos...** Florianópolis: EMPASC, 1979. v.11, p.197-198.
- MAKSOUND, M.A.; FODA, S.; TAHA, E.M. Effect of different fertilizers on quality and yield of garlic. **Egyptian Journal of Horticulture**, Egypt, v.11, n.1, p.51-58, 1984. In: ABSTRACTS OF TROPICAL AGRICULTURE, Amsterdam, v.10, n.8, p.99, Aug. 1985. (Abst. 51976).
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas** 23.ed. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- MAROUELLI, W.A.; SILVA, H.R. da ; SILVA, W.L. de C. e. **Manejo de irrigação em hortaliças**. Brasília: EMPRAPA/CNPH, 1986. 12p. (Circular Técnica, 2).
- MASCARENHAS, M.H.T. Clima, cultivares, épocas de plantio e alho-planta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.4, n.48, p.15-24, dez. 1978.
- MASCARENHAS, M.H.T.; SOUZA, R.J. de; LARA, J.F.R.; MURAKAMI, M.; SATURNINO, H.M. Efeito da adubação nitrogenada e potássica de alho (*allium sativum* L.), cultivar Juréia, na região de São Gotardo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 21, Campinas, 1981. **Resumos...** Campinas: SOB, 1981.
- MENEZES SOBRINHO, J.A. de. Irrigação na cultura do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.4, n.48, dez. 1978.
- MORAES, E.C.; LEAL, M.L. da S. Influência de níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na incidência de superbrotamento na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.4, n.1, p.61, maio, 1986. (Resumos).
- NAKAGAWA, J.; IZIOKA, H.; UENO, M.N.; PIERI, J.C. de. Efeitos das aplicações de doses de calcário, de fosfogesso e do KCl no superbrotamento de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.6, n.1, p.68, maio, 1988. (Resumos).
- NELSON, M. Garlic fertilizer trial. **New Zealand Commercial Grower**, v.38, n.2, p.28, 1983. In: HORTICULTURAL ABSTRACTS, Wallingford, v.53, n.9, p.628, Sept. 1983. (Abst. 6437).

- NOGUEIRA, I.C.C. **Efeitos do parcelamento da adubação nitrogenada sobre as características morfológicas, fisiológicas e produção de alho (*Allium sativum* L.) cultivar Juréia.** Lavras: ESAL, 1979. 64p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- NOVAIS, R.F. de; MENEZES SOBRINHO, J.A. de; SANTOS, H.L. dos; SANS, L.M.A. Efeito da adubação nitrogenada e da cobertura morta, em três espaçamentos de plantio, sobre os teores de N, P, K, Ca e Mg na folha do alho 'Amarante'. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, n.118, p.486- 499, 1974a.
- NOVAIS, R.F. de; MENEZES SOBRINHO, J.A. de; SANTOS, H.L. dos; SANS, L.M.A. Efeito da adubação nitrogenada e da cobertura morta sobre os teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de três cultivares de alho. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, n.114, p.125-141, 1974b.
- OLIVEIRA, G.D. de; FERNANDES, P.D.; SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Nutrição mineral de hortaliças, XIII. Extração de macronutrientes pelas hortaliças. **O Solo**, Piracicaba, v.63, n.1, p.7-12, 1971.
- OM, H.; SRIVASTAVA, R.P.; TIWARI, D.N. Effect of nitrogen, phosphorus and potash fertilization on the growth and yield of garlic. **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, v.35, n.4, p.364-369, 1978.
- OMAR, F.A.; ARAFA, A.E. Effect of clove size and nitrogen levels on growth, yield, and chemical composition of garlic plants. **Agricultural Research Review, Horticulture**, v.57, n.3, p.233-42. 1979. In: HORTICULTURAL ABSTRACTS, Wallingford, v.52, n.6, p.357, 1982. (Abst. 3750).
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal.** São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. 441p.
- PIMPINI, F. Investigations on the fertilizing of garlic (*Allium sativum* L.). **Rivista di Agronomia**, Italy, v.4, n.3, p.182-188, 1970. In: SOILS AND FERTILIZERS, England, v.35, n.2, p.227, Apr. 1972. (Abst. 1813).
- RESENDE, G.M. de. **Influência do nitrogênio e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Quitéria.** Lavras: ESAL, 1992. 107p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- SAMPAIO, S.C.; CARVALHO, L.G. de; SILVA, A.M. da. Determinação da condutividade hidráulica "in situ" de um latossolo roxo distrófico. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA ESAL, 7, Lavras, 1994. **Anais...** Lavras: ESAL, 1994. p.79-80.
- SANTOS, A.V.X.; LEAL, E.P.; MENDES, J.E.S. Efeito da dosagem crescente de nitrogênio mineral na cultura do alho (*Allium sativum* L.) em Jacobina, BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24, e REUNIÃO LATINO AMERICANA DE OLERICULTURA, 1, Jaboticabal, 1984. **Resumos...** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1984. p.1.

- SANTOS, M. de L.B. dos. **Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e produção de duas cultivares de alho (*Allium sativum* L.)**. Lavras: ESAL, 1980. 74p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- SCALOPI, E.J.; KLAR, A.E.; VASCONCELLOS, E.F.C. Irrigação e adubação nitrogenada na cultura do alho. **O Solo**, Piracicaba, v.63, n.1, p.63-66, 1971.
- SHIMOYA, C. Anatomia do bulbo de alho (*Allium sativum* L.) durante o seu ciclo evolutivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.17, n.92, p.102-118, abr./jun. 1970.
- SILVA, N. da; OLIVEIRA, G.D. de; VASCONCELLOS, E.F.C.; HAAG, H.P. Nutrição mineral de hortaliças. XI. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. **O Solo**, Piracicaba, v.62, n.1, p.7-17, 1970.
- SILVA, W.L. de C. e; CARRIJO, O.A.; OLIVEIRA, C.A. da S.; MENEZES SOBRINHO, J.A. de. **Irrigação da cultura do alho no Distrito Federal**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa em Hortaliças, 1981. 35p. (Circular Técnica, 1).
- SINGH, C.B.; KHURANA, S.C.; MANGAL, J.L. Effect of nitrogen doses and plant spacing on growth, yield and quality of garlic (*Allium sativum* L.). **Indian Journal of Agricultural Research**, India, v.18, n.2, p.83-86, 1984. In: ABSTRACTS OF TROPICAL AGRICULTURE, Amsterdam, v.10, n.10, p.101, Oct. 1985. (Abst. 52653).
- SOUZA, R.J. de. **Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.)**. Viçosa: UFV, 1990. 143p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- SOUZA, R.J. de.; CASALI, V.W.D. Pseudoperfilhamento - uma anormalidade genético-fisiológica em alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.142, p.36-40, out. 1986.
- VASCONCELLOS, E.F.C.; SCALOPI, E.J.; KLAR, A.E. A influência da irrigação e adubação nitrogenada na precocidade e "superbrotamento" da cultura do alho (*Allium sativum* L.). **O Solo**, Piracicaba, v.63, n.2, p.15-19, nov. 1971.
- VILELA, E. de A.; RAMALHO, M.A.P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v.3, n.1, p.71-79, jan./jun. 1979.
- ZINK, F.W. Rate of growth and nutrient absorption of late garlic. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, New York, v.83, p.579-584, 1963.

ANEXOS

QUADRO A1. Variáveis climáticas durante o período experimental, lâminas de água aplicadas e intervalo das irrigações. Lavras-MG, 1993.

Data	Período (dias)	Tmáx (°C)	Tmin (°C)	Tmed (°C)	Prec (mm)	UR (%)	ECA (mm)	ETm (mm)	.Lâminas Aplicadas (mm)			Interv. de irrig. (dias)
									L1	L2	L3	
30/04 - 01/05	0-01	25,8	16,0	20,9	0	76	9,98	4,75	13,16	11,64	7,98	1
01/05 - 12/05	01-12	25,3	13,8	19,5	12,00	80	31,20	15,31	21,54	19,05	13,05	11
12/05 - 22/05	12-22	23,4	12,8	18,1	0	77	33,01	15,50	3,00	3,00	3,00	10
22/05 - 23/05	22-23	23,5	12,1	17,8	0	73	2,44	1,10	2,94	2,94	2,94	1
23/05 - 27/05	23-27	24,8	11,3	18,1	0	73	11,18	5,35	12,16	12,21	12,09	4
27/05 - 28/05	27-28	25,5	10,2	17,9	0	76	6,84	3,08	13,55	13,34	3,48	1
28/05 - 29/05	28-29	23,1	11,6	17,4	0	80	2,90	1,31	7,77	3,69	0,00	1
29/05 - 01/06	29-32	22,6	14,8	18,7	17,00	85	10,00	6,45	4,77	0,00	0,00	3
01/06 - 02/06	32-33	23,1	14,8	19,0	0	79	1,60	0,96	6,00	4,00	2,00	1
02/06 - 03/06	33-34	23,1	13,4	18,3	0	78	3,84	2,30	6,00	4,00	2,00	1
03/06 - 04/06	34-35	25,1	13,4	19,3	0	80	2,10	1,26	6,00	4,00	2,00	4
04/06 - 08/06	35-39	24,4	14,9	19,6	34,60	88	10,80	7,16	6,00	4,00	2,00	2
08/06 - 10/06	39-41	26,6	13,6	20,1	5,00	78	6,68	4,54	2,92	2,71	0,18	3
10/06 - 13/06	41-44	18,7	12,4	15,5	1,00	84	4,70	3,05	22,26	12,47	5,00	1
13/06 - 14/06	44-45	21,7	9,8	15,8	0	74	3,60	2,16	6,00	4,00	2,00	1
14/06 - 15/06	45-46	22,1	11,1	16,6	0	73	1,57	1,07	6,00	4,00	2,00	1
15/06 - 16/06	46-47	21,9	8,8	15,3	0	75	3,47	2,08	6,00	4,00	2,00	1
16/06 - 17/06	47-48	21,9	11,0	16,4	0	81	1,78	1,07	4,16	3,86	2,00	2
17/06 - 19/06	48-50	21,4	10,9	16,1	4,40	83	4,94	1,24	8,00	4,00	0,00	1
19/06 - 20/06	50-51	19,9	7,2	13,5	0	76	1,82	0,95	6,00	4,00	2,00	1
20/06 - 21/06	51-52	23,3	7,6	15,4	0	68	1,58	1,01	6,00	4,00	2,00	1
21/06 - 22/06	52-53	24,3	7,5	15,9	0	74	1,48	2,24	6,00	4,00	2,00	1
22/06 - 23/06	53-54	24,7	8,3	16,5	0	71	3,30	1,13	6,00	4,00	2,00	1
23/06 - 24/06	54-55	24,5	9,2	16,9	0	70	1,88	2,24	6,00	4,00	2,00	1
24/06 - 25/06	55-56	24,9	8,6	16,8	0	69	4,06	2,52	6,00	4,00	2,00	1
25/06 - 26/06	56-57	24,7	10,1	17,4	0	63	4,50	1,73	6,00	4,00	2,00	1
26/06 - 27/06	57-58	24,9	9,1	17,0	0	69	2,88	1,69	6,00	4,00	2,00	1
27/06 - 28/06	58-59	25,7	9,5	17,6	0	64	2,88	1,32	6,00	4,00	2,00	1
28/06 - 29/06	59-60	25,5	8,9	17,2	0	66	2,36	2,36	6,00	4,00	2,00	1
29/06 - 01/07	60-62	26,2	11,8	19,0	0	65	6,58	4,22	12,00	8,00	4,00	2
01/07 - 04/07	62-65	29,0	11,2	20,1	0	56	11,42	7,99	11,19	7,99	4,79	3
04/07 - 05/07	65-66	28,5	12,1	20,3	0	58	2,54	1,91	2,67	1,91	1,15	1

Continua...

QUADRO A1, Cont.

Data	Periodo (dias)	Tmáx (°C)	Tmín (°C)	Tmed (°C)	Prec (mm)	UR (%)	ECA (mm)	ETm (mm)	.Lâminas Aplicadas (mm)			Interv. de irrig. (dias)
									L1	L2	L3	
05/07 - 07/07	66-68	26,3	11,1	18,7	0	66	9,28	6,80	9,53	6,81	4,09	2
07/07 - 09/07	68-70	24,8	14,6	19,7	0	76	5,56	4,17	5,85	4,18	2,51	2
09/07 - 11/07	70-72	23,5	12,3	17,9	0	69	8,14	6,54	9,17	6,55	3,93	2
11/07 - 13/07	72-74	27,0	12,1	19,5	0	68	4,18	3,42	4,97	3,55	2,13	2
13/07 - 17/07	74-78	24,2	13,5	18,9	0	77	10,52	8,53	12,00	8,57	5,14	4
17/07 - 19/07	78-80	25,6	12,1	18,9	0	69	8,52	6,69	9,37	6,69	4,01	2
19/07 - 22/07	80-83	26,5	10,5	18,5	0	59	11,09	7,95	11,13	7,95	4,77	3
22/07 - 25/07	83-86	27,0	11,1	19,0	0	61	11,24	8,57	12,00	8,57	5,14	3
25/07 - 27/07	86-88	23,0	13,7	18,4	0	71	7,14	5,48	7,67	5,48	3,29	2
27/07 - 29/07	88-90	24,8	12,9	18,8	0	76	6,22	4,93	6,90	4,93	2,96	2
29/07 - 31/07	90-92	23,2	13,3	18,2	0	80	3,70	3,14	4,34	3,10	1,86	2
31/07 - 04/08	92-96	26,4	12,2	19,3	0	71	10,06	7,95	11,13	7,95	4,17	4
04/08 - 06/08	96-98	26,1	13,9	20,0	0	66	7,60	5,72	8,01	5,72	3,43	2
06/08 - 09/08	98-101	28,7	11,1	19,9	0	55	13,94	10,46	14,64	10,46	6,28	3
09/08 - 11/08	101 -103	27,7	12,6	20,2	0	64	8,26	5,93	8,30	5,93	3,56	2
11/08 - 14/08	103-106	23,4	10,5	16,9	0	70	13,40	9,80	13,72	9,80	5,88	3
14/08 - 16/08	106-108	20,1	12,2	16,1	0,60	79	4,68	3,51	4,07	2,91	1,75	2
16/08 - 18/08	108-110	25,3	10,6	18,0	0	66	6,06	4,55	6,37	4,55	2,73	2
18/08 - 27/08	110-119	22,8	11,9	17,4	20,26	75	34,82	22,86	13,86	9,90	5,94	9
27/08 - 29/08	119-121	30,4	11,6	21,0	0	48	12,22	8,81	12,33	8,81	5,29	2
29/08 - 31/08	121-123	32,7	11,9	22,3	0	41	12,04	8,10	11,34	8,10	4,86	2
31/08 - 02/09	123-125	32,6	14,6	23,6	0	41	11,78	7,07	9,94	7,10	4,26	2
02/09 - 04/09	125-127	29,1	14,3	21,7	0	59	11,97	8,67	12,18	8,70	5,22	2
04/09 - 06/09	127-129	31,8	14,9	23,3	0	51	10,07	7,20	10,08	7,20	4,32	2
06/09 - 08/09	129-131	30,9	16,9	23,9	0	52	8,28	6,08	8,54	6,10	3,66	2
08/09 - 18/09	131-141	26,1	13,7	19,9	29,59	68	47,32	29,24	10,58	7,56	4,54	10
18/09 - 20/09	141-143	32,4	15,1	23,7	0	59	10,38	6,39	8,96	6,40	3,84	2
20/09 - 03/10	143-156	27,4	16,5	22,0	36,38	77	59,87	39,95	17,57	12,55	7,53	13
03/10 - 09/10	156-162	26,3	14,3	20,3	24,69	68	36,20	22,00	12,32	8,80	5,28	6
Totais					185,52		604,45	391,57	530,96	379,73	216,03	
Lâmina + Prec									716,48	565,25	401,55	

QUADRO A2. Resumos das análises de variâncias para percentagem de emergência aos 10, 20 e 30 dias após o plantio em função das lâminas de água, doses de nitrogênio e potássio. Lavras-MG, 1993⁽¹⁾.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		10	20	30
Bloco	2	1323,3864	493,3876*	120,0658
Lâmina de água (L)	2	94,0083	43,0618	11,9127
Resíduo (a)	4	241,0319	36,8883	60,7231
Parcelas	8			
Nitrogênio (N)	2	19,0410	102,7392	23,8742
Potássio (K)	3	13,0770	15,6829	35,8074
N x K	6	37,8245	39,3773	46,4280
L x N	4	49,0388	19,9423	23,3108
L x K	6	8,9510	26,5878	97,6351**
L x N x K	12	34,3704	40,7382	28,7945
Resíduo (b)	66	32,2722	49,6154	38,1184
Média geral		35,50	62,87	73,06
CV para parcelas (%)		43,73	9,66	10,67
CV para subparcelas (%)		16,00	11,20	8,45

⁽¹⁾ Análise feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$

* $P \leq 0,0187$

** $P \leq 0,0269$

QUADRO A3. Resumos das análises de variâncias para número de folhas por planta e altura de plantas aos 60 e 90 dias após o plantio em função das lâminas de água, doses de nitrogênio e potássio. Lavras-MG, 1993.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		número de folhas ⁽¹⁾		altura de plantas	
		60	90	60	90
Bloco	2	0,1318	0,6053	205,4815	956,5833
Lâminas de água (L)	2	0,0064	0,0314	6,4815	109,3611
Resíduo (a)	4	0,0638	0,1964	74,0370	524,8194
Parcelas	8				
Nitrogênio (N)	2	0,0178	0,0007	6,8426	72,8611*
Potássio (K)	3	0,0257	0,0287	8,8642	57,0000**
N x K	6	0,0081	0,0236	2,6697	8,6759
L x N	4	0,0146	0,0081	2,1898	19,3056
L x K	6	0,0072	0,0139	1,4568	11,6944
L x N x K	12	0,0122	0,0177	1,2762	14,5648
Resíduo (b)	66	0,0120	0,0164	5,7306	20,9933
Média geral		1,98	2,44	29,93	41,72
CV para parcelas (%)		12,76	18,16	28,75	54,90
CV para subparcelas (%)		5,53	5,25	7,99	10,98

⁽¹⁾ Análises feitas com os dados transformados em \sqrt{x}

* $P \leq 0,0358$

** $P \leq 0,0508$



QUADRO A4. Resumo da análise de variância para o stand final em função das lâminas de água, doses de nitrogênio e potássio. Lavras-MG, 1993⁽¹⁾.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Bloco	2	558,7326
Lâmina de água (L)	2	14,9717
Resíduo (a)	4	107,6856
Parcelas	8	
Nitrogênio (N)	2	117,0557
Potássio (K)	3	116,5887
N x K	6	118,5872
L x N	4	113,6466
L x K	6	63,3024
L x N x K	12	112,2369
Resíduo (b)	66	60,4370
Média geral		66,59
CV para parcelas (%)		15,58
CV para subparcelas (%)		11,67

⁽¹⁾ Análise feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$

QUADRO A5. Resumos das análises de variâncias para percentagem de bulbos chochos e superbrotados em função das lâminas de água, doses de nitrogênio e potássio. Lavras-MG, 1993⁽¹⁾.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Chochos	Superbrotados
Bloco	2	0,1221	0,1764 *
Lâmina de água (L)	2	0,0396	0,0105
Resíduo (a)	4	0,0428	0,0166
Parcelas	8		
Nitrogênio (N)	2	0,0097	0,0014
Potássio (K)	3	0,0008	0,0023
N x K	6	0,0045	0,0025
L x N	4	0,0023	0,0040
L x K	6	0,0071	0,0045
L x N x K	12	0,0126	0,0014
Resíduo (b)	66	0,0078	0,0044
Média geral		4,64 (4,36) ⁽²⁾	4,68 (7,98) ⁽²⁾
CV para parcelas (%)		4,46	2,75
CV para subparcelas (%)		1,90	1,42

⁽¹⁾ Análises feitas com os dados transformados em $\log(x+100)$

⁽²⁾ Valores não transformados

* $P \leq 0,0267$

QUADRO A6. Resumos das análises de variâncias para produção total e comercial de bulbos de alho em função das lâminas de água, doses de nitrogênio e potássio. Lavras-MG, 1993⁽¹⁾.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Produção total	Produção comercial
Bloco	2	390754,1312	369603,4400
Lâmina de água (L)	2	42116,0153	19984,4297
Resíduo (a)	4	139178,9441	237113,3045
Parcelas	8		
Nitrogênio (N)	2	22657,8207 *	49852,8663 **
Potássio (K)	3	7592,3586	9323,7415
N x K	6	12165,7293	9347,3121
L x N	4	1598,0518	7334,3143
L x K	6	2411,0602	3822,2739
L x N x K	12	3332,2476	7883,2050
Resíduo (b)	66	6984,2507	11603,9987
Média geral		740,14	554,79
CV para parcelas (%)		50,40	87,76
CV para subparcelas (%)		11,29	19,42

⁽¹⁾ Análises feitas com os dados transformados em $10X^{0,50} + 100$

* $P \leq 0,0440$

** $P \leq 0,0173$

QUADRO A7. Resumos das análises de variâncias para os teores de nitrogênio e potássio nas folhas aos 121 dias após o plantio em função das lâminas de água, doses de nitrogênio e potássio. Lavras-MG, 1993.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Nitrogênio	Potássio
Bloco	2	2,2508 *	1,1798
Lâmina de água (L)	2	0,4228	0,9194
Resíduo (a)	4	0,2880	1,0437
Parcelas	8		
Nitrogênio (N)	2	0,0685	0,6647 ***
Potássio (K)	3	0,5380 **	0,2244
N x K	6	0,1920	0,1217
L x N	4	0,0056	0,3621 ****
L x K	6	0,1604	0,0534
L x N x K	12	0,1033	0,1630
Resíduo (b)	66	0,1524	0,1120
Média geral		3,60	2,48
CV para parcelas (%)		14,90	41,25
CV para subparcelas (%)		10,84	13,51

* $P \leq 0,0429$

** $P \leq 0,0192$

*** $P \leq 0,0046$

**** $P \leq 0,0173$

QUADRO A8. Resumos das análises de variâncias para os teores de cálcio e magnésio nas folhas aos 121 dias após o plantio em função das lâminas de água, doses de nitrogênio e potássio. Lavras-MG, 1993.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Cálcio	Magnésio
Bloco	2	0,0936	0,0425
Lâmina de água (L)	2	0,0199	0,0146
Resíduo (a)	4	0,2070	0,0409
Parcelas	8		
Nitrogênio (N)	2	0,0041	0,0003
Potássio (K)	3	0,0098	0,0021
N x K	6	0,0169	0,0023
L x N	4	0,0710 *	0,0053 **
L x K	6	0,0021	0,0007
L x N x K	12	0,0120	0,0016
Resíduo (b)	66	0,0124	0,0014
Média geral		0,89	0,32
CV para parcelas (%)		50,64	64,14
CV para subparcelas (%)		12,38	11,81

* $P \leq 0,0007$

** $P \leq 0,0072$

QUADRO A9. Resumos das análise de variâncias para os teores de boro e zinco nas folhas aos 121 dias após o plantio em função das lâminas de água, doses de nitrogênio e potássio. Lavras-MG, 1993.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Boro	Zinco
Bloco	2	226,4094	902,0301 **
Lâmina de água (L)	2	884,3976	490,2874 ***
Resíduo (a)	4	1313,1621	96,1932
Parcelas	8		
Nitrogênio (N)	2	18,5794	131,8659
Potássio (K)	3	85,7937	66,1661
N x K	6	62,8415	25,8872
L x N	4	247,5594 *	50,5425
L x K	6	19,7382	37,0736
L x N x K	12	31,2317	21,4524
Resíduo (b)	66	73,9848	82,5014
Média geral		37,82	60,21
CV para parcelas (%)		95,80	16,29
CV para subparcelas (%)		22,74	15,09

* $P \leq 0,0147$

** $P \leq 0,0325$

*** $P \leq 0,0046$

QUADRO A10. Resumos das análises de variâncias para as relações entre os teores de nutrientes de K/(Ca+Mg) e Ca/Zn nas folhas aos 121 dias após o plantio em função das lâminas de água, doses de nitrogênio e potássio. Lavras-MG, 1993.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		K/(Ca+Mg)	Ca/Zn
Bloco	2	0,2274	667,7513
Lâmina de água (L)	2	0,3920	5660,5665
Resíduo (a)	4	0,1376	9415,4894
Parcelas	8		
Nitrogênio (N)	2	0,4868 *	1376,6792
Potássio (K)	3	0,0978	408,4945
N x K	6	0,0314	825,0645
L x N	4	0,0199	2643,5315 **
L x K	6	0,0562	318,6129
L x N x K	12	0,0966	468,1593
Resíduo (b)	66	0,0568	676,1991
Média geral		2,05	152,65
CV para parcelas (%)		18,07	63,56
CV para subparcelas (%)		11,60	17,04

* $P \leq 0,0008$

** $P \leq 0,0068$