

ROVILSON JOSÉ DE SOUZA

**Influência do Nitrogênio, Potássio, Cycocel e
Paclobutrazol na Cultura do Alho
(*Allium sativum* L.)**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
MARÇO - 1990**

Pro colega Marcos A.
Avenida para entrega
Glyza

ROVILSON JOSE DE SOUZA

INFLUENCIA DO NITROGENIO, POTASSIO, CYCOCEL E PACLOBUTRAZOL NA
CULTURA DO ALHO (Allium sativum L.)

Tese Apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como Parte das Exigências do
Curso de Fitotecnia, para Obtenção do
Titulo de "*Doctor Scientiae*".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
MARÇO - 1990

Ficha catalográfica preparada pela Área de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

S729i
1990

Souza, Rovilson José de.

Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e
paclobutrazol na cultura do alho (Allium
sativum L.). Viçosa, UFV, 1990.
143p.

Tese (D.S.) - UFV

1. Alho - Cultura. 2. Alho - Superbrotamento -
Efeito do nitrogênio. 3. Alho - Superbrotamento
- Efeito do potássio. 4. Alho - Reguladores do
crescimento. 5. Alho - Produção. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 18.ed. 635.26

CDD 19.ed. 635.26

ROVILSON JOSE DE SOUZA

INFLUENCIA DO NITROGENIO, POTASSIO, CYCOCEL E PACLOBUTRAZOL NA
CULTURA DO ALHO (Allium sativum L.)

Tese Apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como Parte das Exigências do
Curso de Fitotecnia, para Obtenção do
Título de "Doctor Scientiae".

APROVADA: 08 de Agosto de 1989.

Vicente W. D. Casali

^{pl} Prof. Roberto F. da Silva
(Conselheiro)

J. Rodrigues

Prof. Joaquim Joel do Valle
Rodrigues

Victor Hugo Alvarez V.

Prof. Victor Hugo Alvarez V.
(Conselheiro)

Eldo A. M. da Silva

Prof. Eldo A. M. da Silva

Vicente W. D. Casali

Prof. Vicente W. D. Casali
(Orientador)

Ao meu pai Sebastião,

A minha mãe Alzirinha (in memoriam),

A minha esposa Rosa,

*Aos meus filhos Lucas, Fernando e
Júnior.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pelo aprimoramento espiritual.

À Universidade Federal de Viçosa e à Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade de realizar este Curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo.

A Cyanamid Química do Brasil Ltda. e à ICI Brasil S.A., pelo fornecimento dos produtos químicos avaliados nas pesquisas.

Ao Professor Vicente Wagner Dias Casali, pela amizade, pelo incentivo e pela valiosa orientação deste trabalho.

Aos Professores Victor Hugo Alvarez V. e Joel A. Muniz, pelas valiosas sugestões na área de estatística experimental.

Aos Professores Roberto Ferreira da Silva, Joaquim Joel do Valle Rodrigues e Eldo A. Monteiro da Silva, pelas críticas e

sugestões.

Aos colegas Jorge Magalhães Gomes, José Luiz Teixeira, Antônio Ilson G. Oliveira, Wagner P. Reis e José Francisco Faria, pela inestimável colaboração nas análises estatísticas.

Ao colega e pesquisador Francisco Affonso Ferreira, pela amizade e colaboração na condução de pesquisas de campo.

Ao bibliotecário Luiz Carlos de Miranda, pelas correções bibliográficas.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação, pela amizade e pelos ensinamentos.

Aos funcionários de campo, laboratório e secretaria do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Aos amigos e colegas de curso, pela amizade e pelo estímulo.

A todos que, direta e indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ROVILSON JOSE DE SOUZA, filho de Sebastião Ribeiro de Souza e Alzira do Espirito Santo de Souza, nasceu em Poço Fundo, Estado de Minas Gerais, em 23 de outubro de 1949.

Realizou o curso primário no Grupo Escolar José Bonifácio e o curso ginásial no Colégio Estadual, ambos em Poço Fundo-MG.

Em maio de 1970, diplomou-se Técnico Agrícola pela Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, em Muzambinho-MG.

Em dezembro de 1975, graduou-se Engenheiro-Agrônomo pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, em Lavras - MG.

Em janeiro de 1976, foi contratado, como Pesquisador, pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG).

Em fevereiro de 1979, iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em abril de 1981.

Em março de 1982, foi contratado, como Professor Assistente, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, onde atualmente é Professor Adjunto.

Em março de 1984, iniciou o Curso de Doutorado em Fito-tecnia na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG.

CONTEUDO

	Página
EXTRATO.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Fatores Relacionados com o Superbrotamento	3
2.1.1. Fitormônios	4
2.1.2. Disponibilidade de Nitrogênio	7
2.1.3. Disponibilidade de Água	11
2.1.4. Fotoperíodo	13
2.1.5. Temperatura	15
2.1.6. Cultivares	17
2.2. Efeitos de Reguladores de Crescimento em Processos Fisiológicos	19
2.3. Efeitos do Potássio na Cultura do Alho	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	30

3.1.Experimento 1 - Efeitos do Nitrogênio e Cycocel nas Características Comerciais do Alho	30
3.2.Experimento 2 - Efeitos do Paclobutrazol nas Caracte- rísticas Comerciais do Alho	38
3.3.Experimento 3 - Efeitos do Nitrogênio e Potássio nas Características Comerciais do Alho	41
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1.Experimento 1 - Efeitos do Nitrogênio e Cycocel nas Características Comerciais do Alho	46
4.1.1.Altura de Plantas	46
4.1.2.Número de Folhas	51
4.1.3.Percentagem de Perda de Peso de Plantas de Alho.	54
4.1.4.Produção Total e Produção Comercial de Bulbos de Alho	57
4.1.5.Peso Médio de Bulbos de Alho	61
4.1.6.Número de Túnicas por Bulbo	64
4.1.7.Percentagem de Bulbos Superbrotados	66
4.1.8.Percentagem de Bulbos Deteriorados	71
4.1.9.Teores de Macronutrientes na Matéria Seca da Polpa de Bulbilhos de Alho	75
4.1.9.1.Nitrogênio	75
4.1.9.2.Fósforo	76
4.1.9.3.Potássio	77
4.1.9.4.Cálcio	78
4.1.9.5.Magnésio	80
4.1.9.6.Enxofre	81
4.2.Experimento 2 - Efeitos do Paclobutrazol nas Ca- racterísticas Comerciais do Alho	85

	Página
4.2.1. Altura de Plantas	85
4.2.2. Número de Folhas	89
4.2.3. Produção Comercial de Bulbos de Alho	91
4.2.4. Peso Médio de Bulbos de Alho	97
4.2.5. Número de Bulbilhos por Bulbo	100
4.2.6. Percentagem de Bulbos Superbrotados	104
4.3. Experimento 3 - Efeitos do Nitrogênio e Potássio	
nas Características Comerciais do Alho	111
4.3.1. Altura de Plantas	111
4.3.2. Número de Folhas	114
4.3.3. Produção Comercial de Bulbos de Alho	115
4.3.4. Peso Médio de Bulbos de Alho	119
4.3.5. Número de Bulbilhos por Bulbo	120
4.3.6. Percentagem de Bulbos Superbrotados	121
5. RESUMO E CONCLUSÕES	123
BIBLIOGRAFIA	127

EXTRATO

SOUZA, Rovilson José de, D. S., Universidade Federal de Viçosa, Março de 1990. Influência do Nitrogênio, Potássio, Cycocel e Paclobutrazol na Cultura do Alho (*Allium sativum* L.). Professor Orientador: Vicente W. Dias Casali. Professores Conselheiros: Victor Hugo Alvarez V. e Roberto Ferreira da Silva.

Foram conduzidos três experimentos, sendo um na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, no ano agrícola 1986/87, e dois na Escola Superior de Agricultura de Lavras, em Lavras - MG, no ano agrícola 1988/89, tendo por objetivo estudar os efeitos de N e K e de reguladores de crescimento sobre as características comerciais de bulbos de alho. Verificou-se aumento na percentagem de bulbos superbrotados com a elevação das doses de N. A utilização de cycocel não possibilitou o uso de doses mais adequadas de N para a cultura, sem ocorrer o superbrotamento. A aplicação de cloreto de potássio em cobertura juntamente com sulfato de amônio não aumentou a produtividade, nem melhorou as

características comerciais do alho. O regulador de crescimento paclobutrazol aumentou a produção de bulbos comerciáveis e reduziu a percentagem de bulbos superbrotados para os clones *B.G.A. 8701* e *Jurêia*.

1. INTRODUÇÃO

Embora o Brasil esteja entre os maiores consumidores de alho do mundo, a produtividade no País ainda é muito baixa. Diversos fatores, tais como o menor peso de bulbos e a presença de anormalidades fisiológicas, fazem com que muitos de nossos cultivares apresentem baixo valor comercial.

Entretanto, alguns clones nacionais apresentam características comerciais superiores às dos alhos importados, o que faz com que alguns pesquisadores visualizem a possibilidade de o País passar de simples importador para exportador, com a utilização de tecnologias adequadas e a solução de alguns problemas da cultura.

Entre as anormalidades que ocorrem no alho (Allium sativum L.), o superbrotamento é indesejável, em razão de depreciar o produto e comprometer a produtividade. Cultivares como *Chonan*,

Caçador e Quitéria, de ótimas características comerciais, são suscetíveis ao superbrotamento (SOUZA e CASALI, 1986).

Os alhos importados apresentam características de qualidade que atendem aos mercados mais exigentes do Centro-Sul. Geralmente, são alhos de bulbilhos graúdos e arroxeados, com bom revestimento do bulbo, o que permite a limpeza (toailete) pela eliminação da película externa do bulbo (SILVA, 1984).

A influência de níveis elevados de nitrogênio (*N*), associados ou não a outros fatores, com relação ao superbrotamento de alho, faz com que muitos produtores utilizem menor quantidade desse nutriente. Em alguns casos, principalmente quando é feita a vernalização antes do plantio, a adubação nitrogenada em cobertura não tem sido feita, o que vem causando redução na produtividade.

A alta atividade de giberelinas, induzindo o crescimento secundário em alho (MOON e LEE, 1980), sugere que substâncias antigiberelínicas poderiam apresentar algum controle sobre esta anormalidade, possibilitando o uso racional de fatores de produção como o *N* e a água.

No presente trabalho, procurou-se estudar o parcelamento de *N* e *K* e de substâncias antigiberelínicas, visando ao aumento da produtividade e à melhoria das características comerciais do alho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fatores Relacionados com o Superbrotamento

A ocorrência do superbrotamento em cultivares de alho tem sido relacionada com diversos fatores, a saber: fotoperíodo (PARK e LEE, 1979; PYO *et alii*, 1979; MANN e MINGES, 1958), temperatura (MANN e MINGES, 1958; SILVA, 1982; CARMO *et alii*, 1985), nitrogênio (AMARAL, 1967; COUTO, 1956/1961; KRARUP e TROBOK, 1975), irrigação (GARCIA, 1964), cobertura morta (CARMO, 1985) e giberelina (MOON e LEE, 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.

2.1.1. Fitormônios

Embora o mecanismo de ação de substâncias reguladoras de crescimento não tenha ainda sido muito estudado na cultura do alho, a presença de giberelinas em componentes dos bulbos indica que estas substâncias estão envolvidas no desenvolvimento fisiológico dos bulbos (AUNG *et alii*, 1969).

A aplicação de ácido giberélico diretamente nos bulbilhos antes do plantio ou pela pulverização das plantas de alho estimulou o crescimento secundário e a formação de bulbilhos aéreos e aumentou o número de bulbilhos por bulbo (TAKAGI e AOBA, 1978). A associação de substâncias giberelínicas com crescimento secundário em alho foi comprovada por MOON e LEE (1980), que constataram que esta anormalidade era induzida pela alta atividade da giberelina, com pequena ou nula atividade do ácido abscísico.

O ácido giberélico (GA_3), por ser promotor de crescimento, pode aumentar a incidência do superbrotamento. Entretanto, SILVA (1984) não observou aumento desta anormalidade ao pulverizar plantas de alho com GA_3 , na dosagem de 300 ppm.

As giberelinas parecem estar associadas, de alguma forma, com os efeitos do frio sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Há indicação de que o tratamento de gemas dormentes com o frio resulta, num alto nível de substâncias endógenas semelhantes às giberelinas (RENA, 1970). Segundo

MANN (1952), o bulbilho é considerado gema vegetativa dormente, ingressando neste estágio após o início do desenvolvimento das folhas de armazenamento e da folha de brotação.

A transformação de bulbilhos dormentes em bulbilhos com crescimento ativo é acompanhada pelo aumento constante de giberelinas, principalmente no momento da modificação de formas confinadas em formas livres (RAKHIMBAEV e OLSHANSKAYA, 1976). O conteúdo de giberelinas livres aumenta com as condições favoráveis à brotação (AUNG *et alii*, 1969; RAKHIMBAEV e OLSHANSKAYA, 1976). Desta maneira, se as giberelinas estão relacionadas com diversos processos fisiológicos que determinam a formação, crescimento e desenvolvimento dos bulbilhos, portanto a aplicação de substâncias antigiberelínicas e/ou práticas agrícolas que interfiram na atividade desse fitormônio poderão ter algum efeito sobre o superbrotamento.

O fato de os bulbilhos constituírem-se de gemas vegetativas permite indicar a possível influência das citocininas na brotação destes em condição de campo. Segundo BURBA (1983), o superbrotamento ocorre em consequência da emergência de folhas envoltentes anormais que revestem os bulbilhos.

O crescimento de gemas laterais parece estar relacionado com os efeitos de citocininas na diferenciação de tecidos vasculares, com o crescimento e com a união de células do xilema do caule à base da gema. Esta nova conexão vascular, cuja iniciação é normalmente inibida por ação de auxina endógena do

ápice, permite o crescimento das gemas laterais, por meio de aumento do nível de nutrientes (METIVIER, 1979).

Embora a aplicação direta de cinetina em gemas laterais de ervilha, girassol e fava italiana estimule o crescimento, raramente essas gemas se alongam além de poucos centímetros. Assim, as citocininas podem liberar as gemas da dominância apical, embora outros fatores devam estar envolvidos.

A aplicação de auxina em ápices de gemas parcialmente expandidas permite que o alongamento continue normalmente (METIVIER, 1979). Isto sugere a presença de citocininas para o crescimento inicial das gemas, com posterior presença de auxina.

Em alho a determinadas condições, as brotações que originam o superbrotamento vão pouco além do revestimento dos bulbilhos, o que permite a proposição da hipótese de que o fluxo de auxina e de outros nutrientes não deve ter ocorrido, impedindo, portanto, maior expansão das folhas anormais.

A indução da diferenciação de tecidos é propriedade das citocininas (METIVIER, 1979). O superbrotamento inicia-se na fase de formação dos bulbilhos, ou seja, quando estes estão se diferenciando em folhas de reserva, de brotação e de proteção. Nesta fase, em decorrência de algum fator endógeno da planta, em vez de ocorrer transformação das folhas de proteção apenas em túnica de revestimento dos bulbilhos, ocorrem brotação e direcionamento anatômico no sentido de formar folhas adicionais,

apresentando-se, em grande número, normalmente finas e conferindo à planta aspecto de touceira.

2.1.2. Disponibilidade de Nitrogênio

O nitrogênio (*N*) constitui um dos nutrientes de maior importância para as plantas. O estudo do papel do *N* quase se confunde com o da própria bioquímica das plantas (EPSTEIN, 1975).

As proteínas vegetais contêm, aproximadamente, 1,5 por cento de *N* e são constituintes de aminoácidos, nucleotídeos e coenzimas. O maior efeito bioquímico da deficiência de *N* ocorre com a síntese de proteína, interferindo no crescimento. Um sintoma precoce e drástico da deficiência é o amarelecimento geral das folhas ou clorose, em razão da inibição da síntese de clorofila. A redução da fotossíntese faz com que a planta deficiente tenha carência de esqueletos de carbono para todas as sínteses orgânicas (EPSTEIN, 1975).

Considerando-se que na colheita do alho as plantas são arrancadas, a exportação de nutrientes do solo pelos bulbos confunde-se com a extração total pelas plantas. Os macronutrientes absorvidos em maior quantidade são *N* e potássio(*K*), seguidos, em ordem decrescente, pelo enxofre(*S*), cálcio(*Ca*), fósforo(*P*) e magnésio (*Mg*) (SILVA et alii, 1970).

Em solo fértil e com adequado pH , a maioria do N absorvido pelas plantas ocorre na forma de nitrato, sendo a forma amoniacal convertida pela nitrificação microbiana. Respostas fisiológicas do alho às diferentes formas de N não são conhecidas, e em regiões frias a forma amoniacal tem prejudicado o crescimento inicial do alho, provocando superbrotamento no final do ciclo (MAGALHÃES, 1986). Segundo este autor, isto indica baixa taxa de nitrificação, com provável toxidez de NH_4^+ , no início do crescimento, e elevada disponibilidade de NO_3^- após o inverno, numa possível fase crítica, que induz o superbrotamento dos bulbos.

MOON e LEE (1986) verificaram que a percentagem de plantas com crescimento secundário aumentou, à medida que se elevou a frequência de aplicação de N . Entretanto, os referidos autores não observaram diferenças entre as fontes de uréia e sulfato de amônio. Ao contrário, COUTO (1961a), avaliando diversas fontes de N , verificou que o sulfato de amônio foi o que apresentou maior índice de superbrotamento (38,4%), seguido do nitrocálcio (18,1%), salitre-do-chile (15,8%) e torta de mamona (11,0%). Quando se utilizou adubação fosfatada e potássica na ausência do N , esse mesmo autor não constatou a presença de bulbos com essa anormalidade.

Embora a aplicação de N proporcione aumento do superbrotamento em cultivares sensíveis, segundo AMARAL (1956), COUTO (1956 e 1961), KRARUP e TROBOK (1975) e SANTOS (1984), outras

pesquisas têm evidenciado a importância desse nutriente no aumento da produtividade do alho. A resposta a doses de *N* é bastante variável na cultura do alho. Em outros países, o aumento de produtividade tem sido obtido com dosagens mais elevadas do que aquelas praticadas em diversas regiões brasileiras. Desta maneira, as maiores produtividades foram verificadas nas dosagens de 256 kg de *N*/ha (SOTOMAYOR, 1975), 172,8 kg de *N*/ha (ALIUDIM, 1983), 150 kg de *N*/ha (RUIZ, 1985) e 75 kg de *N*/ha (MAURYA e BHUYAN, 1983; OM *et alii*, 1978).

Entretanto, trabalhos realizados em várias regiões do Brasil indicam doses de *N* mais baixas não só pela falta de resposta a doses elevadas, como também pela sensibilidade da planta ao excesso do nutriente (MAGALHÃES, 1986). Respostas significativas foram observadas por SANTOS (1980) até a dosagem de 50 kg de *N*/ha, por FERRARI e CHURATA-MASCA (1975) até 75 kg de *N*/ha e por MENEZES SOBRINHO (1974) com 100 kg de *N*/ha. Segundo MAGALHÃES (1986), a resposta à adubação nitrogenada depende do teor de matéria orgânica no solo, textura do solo e condições químicas e climáticas que afetam a dinâmica de transformação do nutriente, além de os cultivares apresentarem diferentes níveis de respostas nas mesmas condições.

As pesquisas têm mostrado o efeito de doses de *N* sobre o superbrotamento, sem a preocupação de relacioná-lo com possíveis fatores endógenos na planta que, associados ao *N*, induziriam essa anormalidade. As giberelinas e o *N* parecem

estar relacionados com o superbrotamento, as quais seriam, de acordo com MOON e LEE (1980), o fator responsável pelo distúrbio fisiológico da planta. Uma das características das giberelinas é a possibilidade de se conjugarem com compostos nitrogenados, possivelmente aminoácidos e proteínas. Esta conjugação parece comum em plantas superiores e pode significar armazenamento de giberelinas (METIVIER, 1979). Portanto, à medida que se aumenta a concentração de *N* nas plantas, aumenta-se também a possibilidade de armazenamento de giberelinas, o que pode promover o superbrotamento em cultivares sensíveis.

MOON e LEE (1980), sob condições de dia curto, verificaram tendência em aumentar as concentrações de nutrientes nas plantas (*N*, *P*, *K*, *Ca*), em comparação com as condições de dia longo. Considerando-se que a maior concentração de plantios de alho no Brasil ocorre sob condições de dias curtos, dependendo do cultivar e dos níveis de *N* utilizados, os riscos de aparecimento desse distúrbio serão, portanto, maiores. BURBA (1983) verificou que, em Curitiba-SC, praticamente não ocorreu superbrotamento em plantio de maio e junho. As plantas, nestes períodos, vegetaram em condições de dias mais longos do que em plantios conduzidos em fevereiro, março e abril, o que pode significar menor disponibilidade de *N*, embora isto não tenha sido quantificado.

Em batata (Solanum tuberosum), o aumento na quantidade de *N* até 240 kg/ha promoveu maior número de tubérculos e produção de batata-semente sem influenciar no número de hastes. O *N* favoreceu, ainda, o crescimento vegetativo e a produção total, mediante o aumento da superfície foliar da planta, levando à maior produção de fotoassimilados, o que refletiu no número e tamanho dos tubérculos. Desta maneira, tanto a produção de batata-semente quanto a produção comercial foram maiores com melhor disponibilidade de *N* (SEKHON e SINGH, 1985).

2.1.3. Disponibilidade de Água

A disponibilidade de água para as plantas de alho constitui fator de grande importância à produtividade. Tanto o nível de água disponível quanto a frequência e a suspensão das irrigações têm sido motivos de pesquisas na cultura.

GARCIA (1964) observou que os cultivares *Lavinia* e *Branco Mineiro* apresentam acentuada diferença com relação ao superbrotamento, nos diferentes níveis de água disponível. Nos níveis de 60 e 90% de água útil e suspensão de irrigação, 10 dias antes da colheita o cultivar *Branco Mineiro* apresentou maior percentagem de superbrotamento. Para o cultivar *Lavinia*, a manutenção da disponibilidade de água em nível de 90% e a suspensão de irrigação 10 dias antes da colheita corresponderam

a um aumento significativo da produção total, sem ocorrer superbrotamento. Estes resultados revelaram menor suscetibilidade do cultivar *Lavinia* ao superbrotamento, para a região Centro-Sul, como também a importância de manter elevados níveis de água disponível para a obtenção de altas produtividades.

As giberelinas apresentam notável efeito sobre o crescimento, estando inteiramente relacionadas com a absorção osmótica de água e promovendo, também, o alongamento celular. Acredita-se que a ação das giberelinas sobre o alongamento celular esteja relacionada com a maior atividade da α - amilase, cuja produção é induzida por estas substâncias, o que resulta aumento de substâncias osmoticamente ativas no suco celular, fazendo com que as plantas absorvam maior quantidade de água (RENA, 1970).

Em alho, tanto as giberelinas (MOON e LEE, 1980) quanto o teor de água disponível (GARCIA, 1964) têm sido relacionados com o superbrotamento. Entretanto, na literatura consultada, não foi detectada nenhuma indicação de que a presença dessa anormalidade, em cultivares sensíveis, possa ser devida à maior absorção de água induzida pela atividade das giberelinas, ou de que esses fatores possam atuar isoladamente.

A utilização da cobertura morta, visando conservar mais a umidade do solo, é bastante difundida entre os produtores de alho. LEOPOLDO e CONCEIÇÃO (1975) observaram que a cobertura morta proporcionou economia de água da ordem de 40%, com

sensível redução no número de irrigações.

A influência da cobertura morta sobre o rendimento e sobre as características do alho está mais relacionada com o efeito sobre o nível de umidade do solo. Segundo COUTO (1958), o menor índice de superbrotamento proporcionado pela cobertura morta está associado à diminuição da temperatura do solo e ao decréscimo nos níveis de nitratos disponíveis. Entretanto, CARMO (1984) verificou que o número de plantas superbrotadas foi alto quando se utilizaram coberturas vegetais. Os resultados, contrastantes, encontrados parecem sugerir que o tipo de cobertura vegetal utilizado pode influenciar, de maneira diferente, no superbrotamento. Aspectos como maior disponibilidade de água, redução de temperatura do solo e relação $C:N$ do material vegetal, promovendo imobilidade de N , que estaria disponível para as plantas, podem estar associados aos resultados contrastantes obtidos por esses dois autores.

2.1.4. Fotoperíodo

A resposta do alho ao comprimento do dia condiciona a escolha de épocas de plantio e de cultivares (MANN e MINGES, 1958).

O alho é planta de dia longo, e somente há formação de bulbos quando os dias são maiores do que o valor crítico da

variedade (AOBA e TAGAGI, 1972; KOLEFF, 1963 e 1966; KOMISSAROV, 1958; RAMOS e MALUE, 1977; ZHILA, 1978). Sob condições de fotoperíodo insuficiente, ocorre crescimento vegetativo sem haver formação normal de bulbos e bulbilhos (KAZAKOVA, 1958; KOLEFF, 1963 e 1966; KOMISSAROV, 1958; SA CARVALHO, 1975).

Entretanto, as exigências diferem muito entre cultivares. SA CARVALHO (1975) observou que o fotoperíodo crítico para os cultivares *Amarante* e *Centenário* é inferior a nove horas, enquanto PARK e LEE (1979) observaram, em seis cultivares *Coreanos*, que o fotoperíodo crítico é igual ou superior a 12 horas.

O que se observa é que, mesmo entre os cultivares nacionais, ocorrem variações em termos de exigências quanto ao fotoperíodo e à temperatura. Cultivares como *Chonan*, *Caçador* e *Quitéria*, provenientes de Santa Catarina, não bulbificam adequadamente na Região Sudeste sem a frigorificação antes do plantio, em razão das exigências em fotoperíodo e/ou temperatura.

Segundo BURBA (1983), bulbilhos previamente frigorificados bulbificam rapidamente em condição de dia longo e altas temperaturas, possibilitando a produção em regiões tropicais e subtropicais.

Em regiões produtoras de alho no Brasil, os cultivares são plantados de fevereiro a julho, em decorrência das

exigências climáticas. No entanto, PARK e LEE (1979), PYO et alii (1979) e MANN e MINGES (1958) constataram maior incidência de crescimento secundário em dias curtos, ou seja, na faixa de comprimento de dia em que se cultiva alho no Brasil. Estes autores verificaram que, em condições de dia longo, houve supressão deste distúrbio fisiológico.

Em Curitibanos-SC, praticamente não ocorreu superbrotamento em plantios de maio a junho, além de se conseguirem, nestas épocas, boas produtividades. As plantas, nestes períodos, vegetaram em condições de dias mais longos do que em plantios conduzidos em fevereiro, março e abril (BURBA, 1983).

A bulbificação do alho indica a existência de duas etapas: uma indutiva, na qual o frio e dias longos seriam fatores imprescindíveis (efeito qualitativo), já que a ação de pelo menos um fator é necessária para que a bulbificação se manifeste; e outra morfogênica, na qual as condições fotoperiódicas são capazes de modificar apenas a velocidade do processo (efeito quantitativo) (BURBA, 1983).

2.1.5. Temperatura

O conhecimento da resposta do alho à temperatura, juntamente com o fotoperíodo, é essencial para que se tenha sucesso com a cultura, uma vez que a temperatura, além de interferir na

bulbificação, pode influenciar nas características comerciais do alho.

Diversos trabalhos (BURBA, 1983; MANN e MINGES, 1958; SILVA, 1982) têm mostrado os efeitos da baixa temperatura em pré-plantio, promovendo o superbrotamento em alho.

A presença de bulbos superbrotados está associada com a época de plantio e a temperatura de armazenamento do alho-plantado. MANN e MINGES (1958) verificaram que bulbilhos armazenados a 0°C apresentaram maior percentagem de crescimento secundário do que bulbilhos armazenados a 15 e 20 °C. A baixa temperatura antes do plantio não só induziu a alongação de folhas de proteção dos bulbilhos em folhas verdes, como também promoveu a formação de pseudobulbos. Segundo estes autores, isto explica a associação de baixas temperaturas e a presença de bulbos defeituosos. Além do efeito da baixa temperatura, à medida que se aumenta o período de armazenamento, maior é a percentagem de plantas superbrotadas (MANN, 1952; MANN e MINGES, 1958; BURBA, 1983).

SILVA (1982), estudando períodos de frigorificação em pré-plantio no cultivar *Chonan*, verificou que o tratamento sem frigorificação apresentou apenas 2,9% de plantas com superbrotamento. Entretanto, a influência da frigorificação sobre essa anormalidade fisiológica tem sido, também, relacionada com a antecipação da bulbificação e com a coincidência de precipitação pluvial nesta fase. Neste caso, a utilização de baixas

temperaturas pré-plantio teria efeito secundário, enquanto a elevada disponibilidade de água seria, possivelmente, a causa primária.

Durante o ciclo vegetativo, as temperaturas do ar e do solo que ocorrem nas condições de campo também exercem influência sobre essa desordem fisiológica. CARMO *et alii* (1985) analisaram o efeito da temperatura do ar e do solo sobre o índice de superbrotamento do cultivar *Dourados*, em vários tipos de cobertura do solo. Observaram ainda que, no plantio realizado na região de temperaturas elevadas, a 20 m de altitude, não se verificou a presença de bulbos superbrotados. Neste local, a temperatura média do ar foi de 21,9 °C e a média de temperaturas mais baixas do solo, de 26,2 °C. Na região alta (950 m), com temperatura média do ar de 14,4 °C, ocorreu superbrotamento em todos os tratamentos. O menor índice de plantas superbrotadas (13,5%) foi verificado no cultivo sob plástico preto, que proporcionou as temperaturas mais elevadas do solo.

2.1.6. Cultivares

O plantio de cultivares capazes de competir com os alhos importados, em locais e épocas que favoreçam a colheita de um produto de melhor qualidade, poderá contribuir para melhor aceitação comercial do alho brasileiro (MARCIANO, 1980).

Entretanto, as características inerentes de cada cultivar fazem com que estes respondam diferentemente aos fatores que promovem o superbrotamento. A ocorrência deste distúrbio é muito variável, havendo cultivares em que não se observa esta anomalia e cultivares com alta suscetibilidade (SOUZA e CASALI, 1986).

Em cultivares como *Amarante*, *Gigante Inconfidentes*, *Gigante Roxo* e *Cateto Roxo*, tem-se observado menor incidência do superbrotamento em diversas regiões de plantio. Portanto, estes cultivares têm comportamento diferente do de outros clones que respondem às condições climáticas e a alguns tratamentos culturais que favorecem esta anormalidade. O cultivar *Gigante de Lavínia*, bastante plantado no Sul de Minas, é pouco suscetível ao superbrotamento nas condições da Região Sudeste e possui bulbos de bom aspecto comercial (SOUZA e CASALI, 1986).

Elevadas incidências de bulbos superbrotados têm sido constatadas em diversas regiões de plantio, em cultivares como *Peruano*, *Juréia*, *Branco Mineiro* e *Dourados* (SOUZA e CASALI, 1986). No Planalto Catarinense, o cultivar *Dourados* apresentou incidência de superbrotamento superior a 60% (MUELLER e BIASI, 1986).

Originário da região de Curitiba-SC, o cultivar *Chonan* apresenta-se suscetível ao superbrotamento, respondendo aos fatores climáticos, como também à vernalização pré-plantio.

Neste cultivar, BURBA (1983) constatou que a frigorificação pré-plantio promoveu superbrotamento da ordem de 50, 40 e 35%, respectivamente, para os plantios de fevereiro, março e abril. A ausência de frigorificação deste cultivar, para as condições de Curitiba, reduziu sensivelmente a incidência desse distúrbio fisiológico.

Em razão das exigências termofotoperiódicas, cultivares como *Chonan*, *Caçador* e *Quitéria* necessitam de frigorificação para o plantio na Região Sudeste. Esta técnica parece diminuir, em parte, as exigências destes cultivares ao fotoperíodo. O cultivar *Quitéria*, que produz bulbos com boas características comerciais, apresentou índice de bulbos superbrotados inferior a 12%, no Planalto Catarinense (MUELLER e BIASI, 1986).

Pelas boas características comerciais de cultivares provenientes de Santa Catarina, pesquisas com fitormônios, fitoreguladores, nutrição mineral, épocas de plantio e outras alternativas que visam diminuir o superbrotamento poderão ser avaliadas.

2.2. Efeitos de Reguladores de Crescimento em Processos Fisiológicos

Uma série de compostos sintéticos que apresentam efeitos sobre processos fisiológicos das plantas, incluindo dormência

de gemas, dominância apical, florescimento, desenvolvimento de frutos, tuberização, bulbificação e crescimento de plantas, tem surgido nos últimos anos. Estas substâncias apresentam grande potencial na agricultura. Retardantes de crescimento têm sido utilizados, visando à regulação de crescimento e florescimento, com maior interesse por parte de horticultores na obtenção de plantas compactas com intensa coloração verde (MARTH, 1965).

Pelo fato de a atuação destas substâncias no crescimento das plantas poder ser neutralizada pelas giberelinas, estas têm sido identificadas como substâncias antigiberelínicas. Entretanto, o sítio de ação dos retardantes de crescimento não é bem conhecido (CLELAND, 1965).

O cloreto de 2-cloroetiltrimetilamônio, conhecido também por cloreto de clorocolina, *CCC* e *cycocel*, é uma substância do grupo dos retardantes de crescimento que produz extraordinárias e variadas respostas em diversas espécies de plantas. Uma de suas funções é impedir a formação das giberelinas, em virtude de impedir a ciclização do geranil-geranil pirofosfato, composto intermediário da biossíntese das giberelinas, provocando, assim, redução de crescimento das plantas (METIVIER, 1979; WITWER, 1968).

As plantas tratadas com *cycocel* geralmente se mostram compactas e robustas, com entrenós curtos, folhas verde-escuras e pecíolos curtos. As plantas tornam-se mais resistentes à seca, as mudas apresentam maior tolerância ao transplante e

ocorrem efeitos no florescimento de algumas plantas (METIVIER, 1979).

A utilização de retardantes de crescimento vem sendo estudada em alho, visando ao controle do superbrotamento. SILVA (1984) avaliou a influência do *cycocel* (1.000 ppm) e do ácido giberélico (300 ppm) na percentagem dessa anormalidade. Não se constatou nenhum efeito desses tratamentos no controle do distúrbio fisiológico. Entretanto, a imersão de bulbilhos de alho em solução de *cycocel* e a pulverização de plantas por duas vezes (1.000 ppm) resultaram maior produtividade em bulbos de maior tamanho, em menor número de bulbilhos por bulbo, e menor perda de peso durante o armazenamento (FODA *et alii*, 1979).

MUELLER e BIASI (1985), testando cinco reguladores de crescimento: *daminozide*, *ANA*, *ethephon*, *carbonyl* e *ácido giberélico*, constataram oscilações de 9 a 30% de bulbos superbrotados, entretanto não foram obtidas conclusões concretas. Por outro lado, TEWARE *et alii* (1984) verificaram que o ALAR a 500 ppm aumentou o número de folhas e a produtividade do alho. Entretanto, estes autores não fazem referência ao superbrotamento.

Em algumas culturas, a utilização do N em cobertura, embora se apresente como vantajosa em termos de aumento de produtividade, muitas vezes promove crescimento vegetativo excessivo e acamamento. Por esta razão, pesquisas têm sido feitas sobre o uso de substâncias reguladoras de crescimento, de modo a permitir o uso do N, aumentando a produção, sem

causar o acamamento. Na cultura do trigo sob condições favoráveis ao acamamento, a utilização de *cycocel* em pulverização aumentou, notavelmente, o rendimento, quando aplicado conjuntamente com níveis elevados de fertilizantes nitrogenados ou quando cultivado em solos com alto conteúdo de *N* (CYANAMID INTERNACIONAL-INFORMACION TECNICA, 1966).

O regulador de crescimento *cycocel* teve, em muitos aspectos, efeitos opostos aos das giberelinas em plantas de batata, uma vez que reduziu o alongamento do caule, estolões e área foliar, e as folhas tornaram-se verde-escuras. Houve, também, formação precoce de tubérculos, aumento do teor de *N* nos tubérculos e níveis normais de *N* nos caules e nas folhas (DYSON, 1965).

SEKHON e SINGH (1985) testaram, em batata, a combinação de quatro níveis de *cycocel* (0, 600, 1.200 e 1.800 ppm), aplicados em pulverização, e quatro níveis de *N* (60, 120, 180 e 240 kg/ha), aplicados no solo. O retardante de crescimento aplicado cinco semanas após o plantio, ou mais tarde, não exerceu nenhum efeito sobre a altura das plantas, mas aumentou o número e a produção de tubérculos-semente. A melhor dosagem foi a de 1.200 ppm de *cycocel*. A aplicação de *cycocel* aos 20 dias após o plantio, mesmo na menor dose (600 ppm), reduziu o comprimento dos entrenós e a altura das plantas. Não se observou interação entre *N* e *cycocel*. A resposta aos dois fatores tendeu para a aditividade. Segundo esses autores,

níveis ótimos de *N* podem ser usados combinados com pulverização com *cycocel*, para elevar a produção de batata-semente, produção comercial e produção total.

Também em batata-doce, a aplicação foliar do *cycocel* (1.500 ppm) favoreceu as características de boa qualidade, acelerou o início da tuberização e incrementou a produtividade, por meio do aumento do peso das raízes tuberosas (AIAZZI et alii, 1985). A diminuição de rendimentos encontrada nos tratamentos por imersão foi atribuída aos efeitos de diluição e/ou perda de alguns metabólitos implicados na tuberização.

Em tomateiro, as maiores produtividades foram obtidas com pulverização com ALAR e *cycocel* a 250 ppm. As maiores concentrações de *N*, *P*, *K*, *Ca* e *Mg*, nos frutos, foram obtidas em decorrência da aplicação foliar de 500 ppm de *cycocel* ou ALAR (GABR et alii, 1985). Entretanto, as respostas, em termos de aumento de produtividade com a aplicação de substâncias reguladoras de crescimento, nem sempre têm sido positivas. A aplicação de *cycocel* em plantas de tomateiro no estágio de duas folhas verdadeiras não influenciou na altura das plantas, número de folhas e produção de frutos (PISARCZYK et alii, 1979). Segundo NAWATA et alii (1985), a redução no peso de frutos de tomate pela aplicação de *cycocel*, via solo e pulverização em toda a planta, talvez seja causada pela redução no crescimento de plantas, que pode resultar redução de fotoassimilados.

Embora seja considerada em inúmeras pesquisas como substância antigiberelínica, o *cycocel* altera níveis de outros fitormônios naturais, apresentando, em alguns casos, as mais contraditórias respostas, uma vez que pode alterar o metabolismo das plantas. NAWATA et alii (1985) observaram aumento do conteúdo de citocinina na seiva xilemática de tomateiro após a aplicação de *cycocel* via sistema radicular. Isto indica que houve aumento da biossíntese de citocinina nas raízes. Também, o nível de citocinina nos frutos de tomate em estádios iniciais de crescimento foi aumentado pelo tratamento com o referido regulador de crescimento.

Kuraishi e Muir, citados por NAWATA et alii (1985), observaram que o *cycocel* reduziu o nível de auxina em coleóptilos de aveia, por meio da ativação de IAA-oxidase.

Em mostarda, a aplicação de *cycocel* reduziu o crescimento do caule, mas aumentou a área foliar. Possivelmente, a redução no crescimento dos entrenós aumentou a atividade meristemática no primórdio foliar, produzindo mais células por folha ou expansão celular, pelo desvio de nutrientes dos entrenós para a folha. Nas plantas tratadas, as folhas receberam mais N, enquanto a quantidade total recebida pela planta foi pouco influenciada. Provavelmente, esta redistribuição promove maior conteúdo protéico na folha (HUMPHRIES, 1963).

Plantas tratadas com *cycocel* apresentaram redução no conteúdo de matéria seca total, em virtude do menor peso do caule, embora tenha aumentado a área foliar. Conseqüentemente, a taxa assimilatória líquida foi menor em plantas que receberam o referido regulador de crescimento. Uma explicação possível para este declínio na eficiência da folha é que o *cycocel* tem efeito adverso no mecanismo fotossintético, embora não interfira na formação da clorofila ou na absorção de *N* pela folha. A eficiência fotossintética reduz, porque o *cycocel* inibe o crescimento do caule, um dos principais drenos para os quais carboidratos são desviados em plantas como mostarda e tabaco. Estes resultados evidenciam que a taxa assimilatória líquida depende da extensão do dreno (HUMPHRIES, 1963).

Não foram encontrados trabalhos com o retardante de crescimento paclobutrazol, visando ao controle do superbrotamento em alho. Este retardante é regulador de crescimento vegetal, cujo modo de ação consiste na inibição da biossíntese da giberelina. O produto é absorvido através das raízes, tecido do tronco e folhas (IMPERIAL, 1984).

Em tomateiro, a aplicação do paclobutrazol diminuiu a emergência das plântulas e reduziu, drasticamente, o crescimento (POMPO *et alii*, 1985). Em plantas de morango, houve redução do crescimento, afetando também o peso de matéria seca da planta e a eficiência fotossintética sem, contudo, afetar a produção (RAMIRA, 1985).

Em fruteiras, a aplicação do paclobutrazol tem sido bastante pesquisada. Em pessegueiros, foram reduzidos o crescimento vegetativo e o comprimento das raízes (WILLIANSO *et alii*, 1986). WANG *et alii* (1986) não constatarem inibição no crescimento de brotações no primeiro ano de cultivo em macieira, mas se constatou retardamento no segundo ano. Em plantas de figo, segundo LECAIN *et alii* (1986), esse regulador de crescimento reduziu a altura de plantas, tamanho de folhas, comprimento de entrenós e a produtividade.

Além do conhecimento de como estas substâncias atuam nas plantas, é necessário, também, verificar as influências das condições climáticas. CATHEY e STWART (1961) verificaram que a substância AMO-1618, em termos de redução de crescimento, foi levemente superior no verão, fosfon *D* foi mais eficiente no verão e o *cycocel* apresentou os melhores resultados no inverno. Considerando-se que a cultura do alho, em nossas condições, é conduzida no outono-inverno, o regulador de crescimento *cycocel* terá, provavelmente, algum efeito nessa cultura, quando aplicado em pulverização.

2.3. Efeitos do Potássio na Cultura do Alho

Dentre os elementos essenciais para a cultura do alho, o *K* ocupa lugar de destaque, sendo o segundo elemento mais absor-

vindo pela cultura, de acordo com SILVA *et alii* (1970) e ZINK (1963).

As funções propostas para o *K* ligam-no indiretamente à fotossíntese. O mecanismo de abertura dos estômatos para as trocas gasosas é regulado por esse elemento, que se acumula nas células-guardas. Outra atividade do *K* nas plantas relaciona-se com a promoção de translocação de assimilados das folhas. A velocidade da fotossíntese diminui quando os fotoassimilados se acumulam nas folhas (EPSTEIN, 1975). Hart (1969), citado por EPSTEIN (1975), apresentou evidências de que o *K* acelera o movimento de assimilados das folhas de cana-de-açúcar.

O *K* constitui ativador de numerosas enzimas. Sob a carência do nutriente, compostos nitrogenados solúveis, inclusive as aminas, muitas vezes se acumulam, sendo prováveis responsáveis pelas manchas necróticas que aparecem nas folhas deficientes. Em razão de o *K* ser altamente móvel no floema e, portanto, redistribuído para os órgãos novos em crescimento, os sintomas de deficiência aparecem, em primeiro lugar, nas folhas mais velhas (EPSTEIN, 1975).

Na cultura do alho, a deficiência de *K* causa redução no crescimento da planta e clorose das folhas mais velhas, progredindo das margens em direção à nervura central e do ápice para a base. As novas folhas que se formam são menores e mais fracas (COUTO, 1965; MAGALHÃES, 1979).

A resposta da cultura à adubação potássica não tem sido tão acentuada em comparação com aquelas verificadas para *N* e *P*, provavelmente por serem suficientes os níveis desse nutriente no solo. Além disto, o *K* existe em uma forma assimilável, e suas perdas são muito menores (FILGUEIRA, 1982). COUTO (1961a) não detectou efeito do *K* na dosagem de 100 kg/ha de K_2O , em comparação com a testemunha, sobre a produção total de plantas e peso de plantas. Entretanto, MASCARENHAS *et alii* (1980), avaliando doses de *K* de 0 a 240 kg/ha de K_2O , verificaram que o elemento na maior dosagem possibilitou maior número de plantas na colheita, maior peso médio de bulbos e maior produção de bulbos comerciais. A interação *N* x *K* foi altamente significativa e positiva, e o comportamento do *K* mudou segundo as doses de *N*. OM *et alii* (1976) também verificaram que a produção de bulbos foi significativamente aumentada pela aplicação de 75 kg de *N*, 250 kg de P_2O_5 e 75 kg de K_2O /ha.

A importância do *K* para a produção de bulbos é evidente, uma vez que estes são produzidos pela translocação de fotoassimilados das folhas para a parte subterrânea das plantas.

Na cultura da batata, o *K* aumenta a resistência às doenças fúngicas da folhagem, fortalece as hastes, evitando o acamamento precoce, e contribui para aprimorar as qualidades culinárias e a conservação dos tubérculos. A disponibilidade adequada de *K* previne também o efeito depressivo de dosagens excessivas de *N* (FILGUEIRA, 1982).

Segundo BIASI e MUELLER (1988), uma das práticas em uso no meio rural do Planalto Catarinense é a adubação com cloreto de potássio em cobertura para reduzir o superbrotamento dos bulbos. Entretanto, essa prática precisa ser pesquisada, podendo vir a ser um fator que diminui essa anormalidade fisiológica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento 1 - Efeitos do Nitrogênio e Cycocel nas Características Comerciais do Alho

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Viçosa situa-se a 649 metros de altitude, 42°54' de longitude Oeste e 20°45' de latitude Sul. Nas Figuras 1 e 2, observam-se temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial e umidade relativa, durante o período de condução do experimento.

O resultado da análise química do solo onde foi instalado o experimento encontra-se no Quadro 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos (Quadro 2) foram escolhidos de acordo com a matriz quadrado triplo, modelo:

$$3 \times 2^k + 2k + 4k + 1.$$

Os fatores foram constituídos pelo *N* aplicado ao solo e pelo *cycocel* aplicado em pulverização .

O adubo nitrogenado utilizado foi a uréia, sendo 1/3 aplicado no plantio, 1/3 aos 40 dias após o plantio e 1/3 aos 80 dias após o plantio.

Para a aplicação do regulador de crescimento, utilizou - se o produto comercial *cycocel* 100A, com 10% de princípio ativo. No momento da aplicação, adicionou-se 0,3 ml do espalhante adesivo Extravon 200 por litro de solução. Nos tratamentos em que o *cycocel* correspondia à dose zero, aplicou-se, em pulverização, apenas a solução constituída de espalhante adesivo e água. As aplicações de *cycocel* foram realizadas aos 45, 65, 85 e 105 dias após o plantio.

Além das dosagens de *N*, foram aplicados no plantio os seguintes nutrientes: 140 kg/ha de P_2O_5 , 120 kg/ha de K_2O , 10 kg/ha de Mg, 0,4 kg/ha de B e 2,2 kg/ha de Zn, utilizando-se, respectivamente, os adubos: superfosfato simples, cloreto de potássio, sulfato de magnésio - $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, bórax - $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ e sulfato de zinco - $Zn SO_4 \cdot 7H_2O$, de acordo com a recomendação de FILGUEIRA (1982).

O preparo do solo constou de aração, gradagem e levantamento dos canteiros de 1,0 metro de largura. A área útil da parcela foi de 1,68 m² (2,10 x 0,80 m) e a área total de cada parcela, de 3,0 m² (2,50 x 1,20 m).

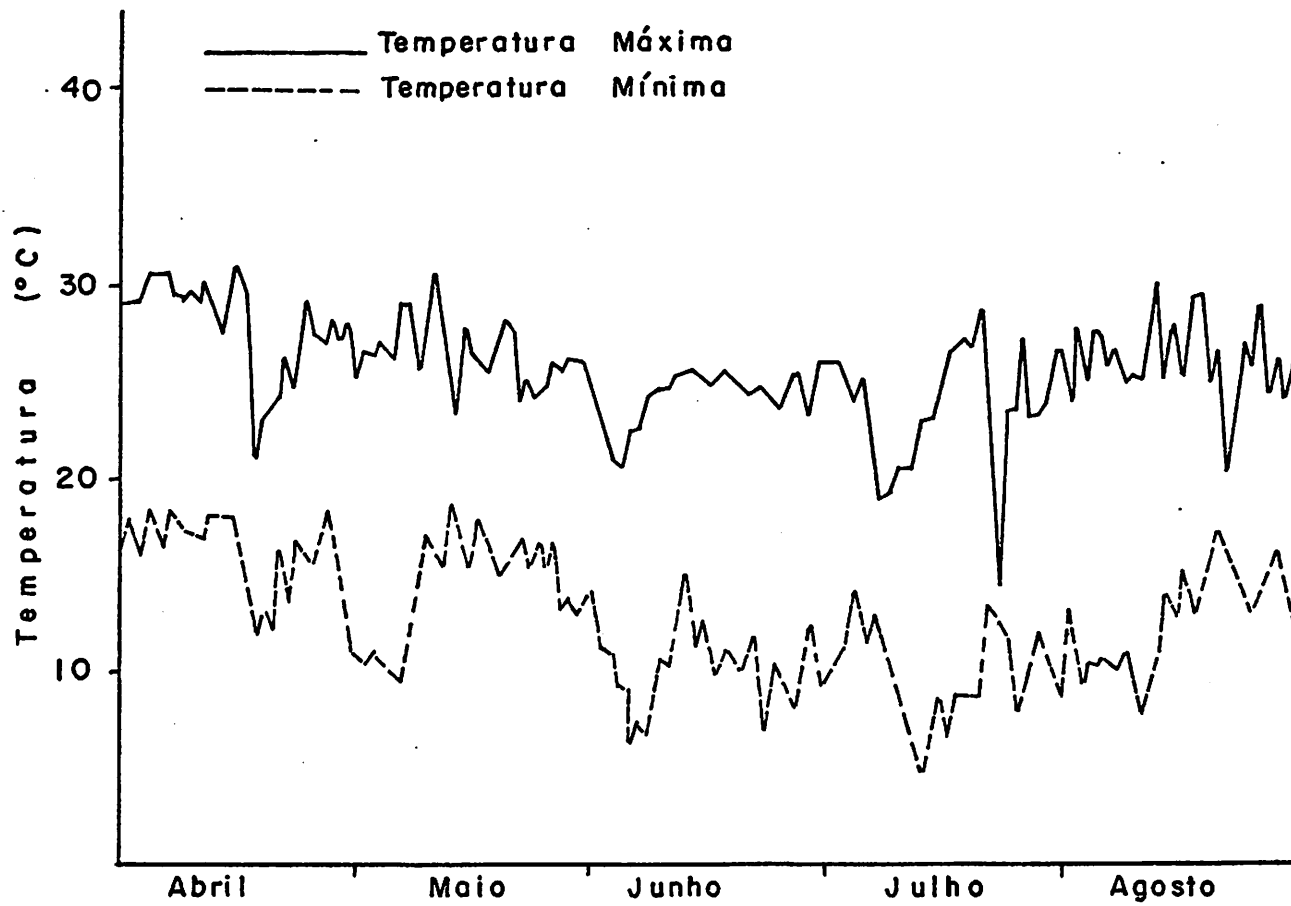


FIGURA 1. Temperaturas Máxima e Mínima Durante a Realização do Experimento 1 - Viçosa-MG, 1986.

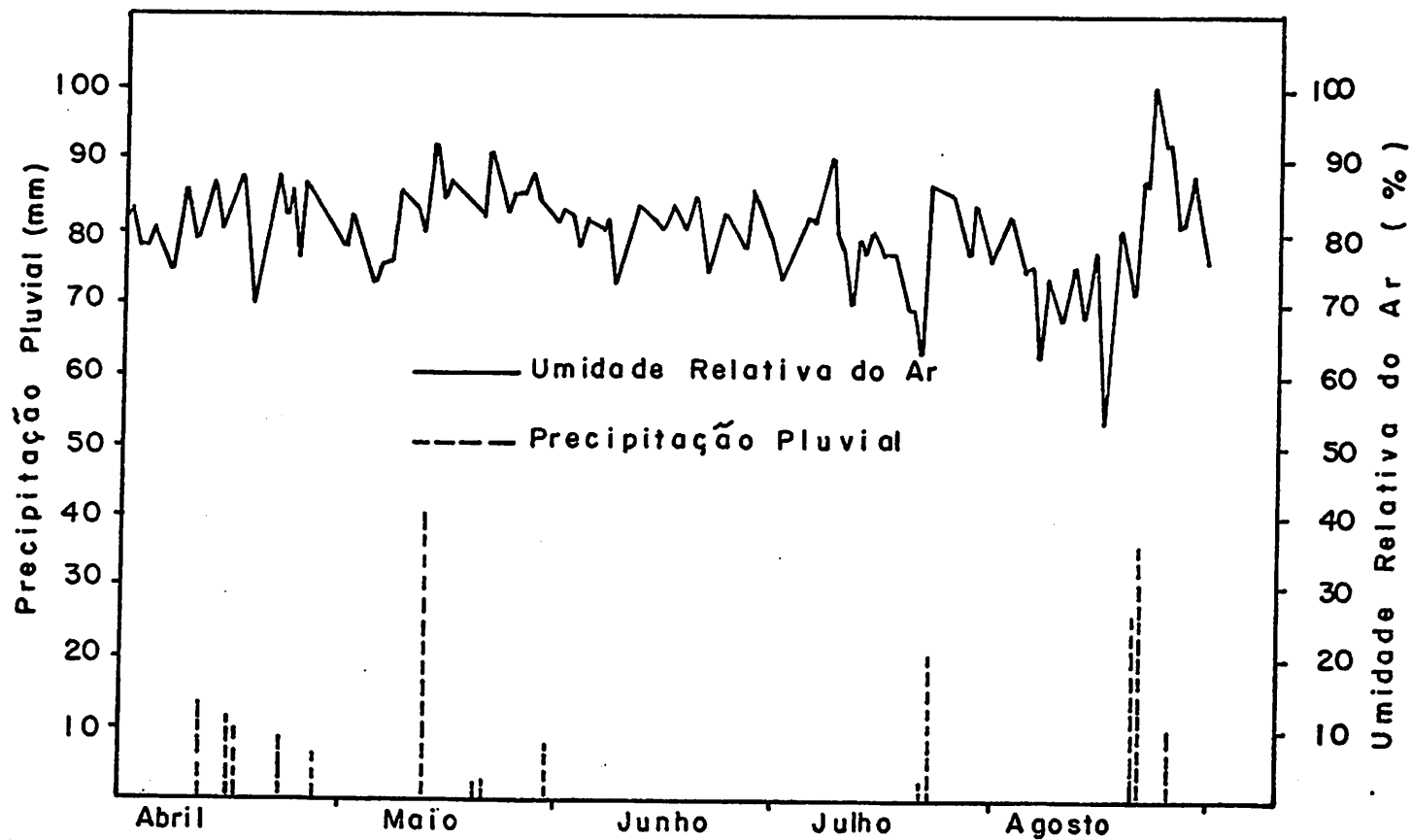


FIGURA 2. Precipitação Pluvial, em mm, e Umidade Relativa do Ar, em %, Durante a Realização do Experimento 1. Viçosa-MG, 1986.

QUADRO 1 - Resultados das Análises Químicas das Amostras de Solo dos Locais de Instalação dos Experimentos 1/

Determinação	Níveis de Fertilidade	
	Experimento 1	Experimentos 2 e 3
pH em água	5,6 Ac.média	5,8 Ac. média
Al ⁺⁺⁺ (meq/100 cm ³ de solo)	0,0 Baixo	0,1 Baixo
Ca ⁺⁺ (meq/100 cm ³ de solo)	2,4 Médio	3,1 Médio
Mg ⁺⁺ (meq/100 cm ³ de solo)	0,5 Baixo	0,1 Baixo
P (ppm)	116,0 Alto	4,0 Baixo
K (ppm)	90,0 Alto	95,0 Alto

1/ Análises realizadas pelo Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, em 1986 (Exp.1), e pelo Instituto de Química "John Weelock", do Departamento de Ciência do Solo da ESAL (Exp.2 e 3).

QUADRO 2. Relação de Tratamentos Testados no Experimento 1. Viçosa-MG, 1986

Tratamentos	Doses de Cycocel(ppm)	Doses de N (kg/ha)
1	0	0
2	0	60
3	0	120
4	0	180
5	425	30
6	425	90
7	425	150
8	850	0
9	850	60
10	850	120
11	850	180
12	1275	30
13	1275	90
14	1275	150
15	1700	0
16	1700	60
17	1700	120
18	1700	180
19	2125	30
20	2125	90
21	2125	150
22	2550	0
23	2550	60
24	2550	120
25	2550	180

O plantio foi realizado na primeira quinzena de abril de 1986, utilizando -se o cultivar *Jurúia*, proveniente do Banco de Germoplasma de Hortaliças (B.G.H.) da Universidade Federal de Viçosa, sendo empregados bulbilhos de tamanho médio (P3), retidos em peneira de malha de 8 × 17 mm.

O espaçamento utilizado foi de 20 cm entre fileiras e 10 cm entre plantas, dentro das fileiras. Cada parcela constituiu de cinco fileiras, sendo consideradas as duas fileiras laterais como bordaduras, além de duas plantas nas extremidades de cada unidade experimental.

O controle de plantas invasoras foi feito com EPTC em pré-plantio incorporado e com Prometryn em pré - emergência.

O controle das doenças foi feito de acordo com as recomendações para a cultura, isto é, com Maneb, alternando-se com Captafol. Para o controle de pragas, principalmente Trips (*T.tabaci*), utilizou-se Thiometon.

As características avaliadas no presente trabalho foram: altura média de plantas, número médio de folhas, percentagem de perda de peso de plantas durante o período de cura dos bulbos, produção total e comercial de bulbos, peso médio de bulbos, número de túnicas por bulbo, percentagem de bulbos superbrotados, percentagem de bulbos deteriorados e percentagem de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) na matéria seca de polpa de bulbilhos de alho.

Consideraram-se como bulbos comerciais os bulbos perfeitos, livres de pragas, doenças e anormalidades fisiológicas, como o superbrotamento, e que apresentavam diâmetro acima de 37 mm.

Foram considerados como bulbos deteriorados aqueles chochos e com podridões provenientes de ataques de pragas, doenças ou danos mecânicos. Para estas avaliações, os bulbos foram acondicionados em sacos telados e mantidos em galpão arejado, sob condições de temperatura ambiente, durante oito meses de armazenamento.

Depois de avaliada a produção, retiraram-se amostras de bulbilhos para as análises químicas dos macronutrientes. As polpas dos bulbilhos amostrados foram secas em estufa com circulação forçada de ar (70°C, por 48 horas), moídas em moinho Wiley e submetidas à digestão nitroperclórica, para as análises de *P*, *K*, *Ca*, *Mg* e *S*, e à digestão sulfúrica, para a análise de *N* (JACKSON, 1958).

A determinação do *N* foi realizada pelo método de Nessler, de acordo com JACKSON (1958), e o *P*, colorimetricamente, segundo a técnica modificada por BRAGA e DEFELIPO (1974). O *K* foi determinado por fotometria de chama, sendo as análises de *Ca* e *Mg* realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer, modelo 290 B.

Os efeitos das doses de *N* e *Cycocel* sobre as características estudadas foram avaliados mediante a análise de

regressão, com base no seguinte modelo polinomial:

$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1^2 + b_4X_2^2 + b_5X_1X_2$, no qual Y corresponde à característica em estudo; X_1 e X_2 , às doses de *N* e *Cycocel* e b_i , aos coeficientes da regressão.

Os valores de número médio de folhas por planta e número de túnicas por bulbo foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$. As percentagens de bulbos superbrotados e de bulbos deteriorados foram transformadas em arco-seno $\sqrt{\frac{P}{100}}$, para efeito de análise estatística.

3.2. Experimento 2 - Efeitos do Paclobutrazol nas Características Comerciais de Três Cultivares de Alho

O experimento foi conduzido na Escola Superior de Agricultura de Lavras, na área experimental do Setor de Olericultura, em Lavras, Minas Gerais.

Lavras situa-se a 918 m de altitude, 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste.

Os dados referentes às temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial e umidade relativa durante o período de condução do experimento encontram-se nas Figuras 3 e 4.

O resultado da análise química do solo onde foi instalado o experimento encontra-se no Quadro 1.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Estudaram-se a imersão, por uma hora, em cinco doses de paclobutrazol (0- 500 - 1.000 - 1.500 - 2.000 ppm) e três cultivares : Amarante, Juréia e B.G.A. 8701 (fatorial 5×3).

Os bulbilhos para plantio foram classificados em peneiras, sendo utilizados bulbilhos de tamanho médio (P3), retidos na malha de 8 x 17 mm. Antes do plantio, os bulbilhos foram colocados em imersão, por uma hora, nas soluções correspondentes às diversas doses de paclobutrazol. Posteriormente, foram secos à sombra e, no dia seguinte, realizou-se o plantio.

O preparo do solo constou de aração, gradagem e levantamento dos canteiros de 0,80 m de largura. A área útil de cada parcela foi de 1,6 m², utilizando-se três fileiras de plantas. O espaçamento utilizado foi de 20 cm entre fileiras e 10 cm entre plantas, sendo o plantio realizado na primeira quinzena de abril de 1988.

Foram aplicadas antes do plantio, nos sulcos, as seguintes quantidades de adubos: 140 kg/ha de P₂O₅ (superfosfato simples), 120 kg/ha de K₂O (cloreto de potássio), 20 kg/ha de N(sulfato de amônio), 10 kg/ha de Mg(sulfato de magnésio), 0,4 kg/ha de boro(bórax) e 2,2 kg/ha de Zn(sulfato de zinco). As adubações nitrogenadas, em cobertura, foram realizadas aos 30 e 60 dias após o plantio, na dosagem de 8 kg/ha de N (sulfato de amônio), por cobertura.

As práticas culturais e o controle de pragas e doenças foram feitos segundo as recomendações para a cultura.

As características avaliadas no presente trabalho foram: altura média de plantas, número médio de folhas, produção comercial de bulbos, peso médio de bulbos, número médio de bulbilhos por bulbo e percentagem de bulbos superbrotados.

Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão. Os valores de número médio de folhas e número médio de bulbilhos por bulbo foram transformados em $[\bar{x} + 0,5]$, enquanto a percentagem de bulbos superbrotados foi transformada em arco-seno $[\sqrt{P/100}]$.

Na avaliação dos cultivares, utilizaram-se contrastes ortogonais.

Foram avaliados os seguintes contrastes:

$$C_1 = \bar{X}_1 - 2\bar{X}_2 + \bar{X}_3$$

$$C_2 = \bar{X}_1 - \bar{X}_3$$

Para o primeiro contraste ($C_1 = \bar{X}_1 - 2\bar{X}_2 + \bar{X}_3$), verificou-se se não havia diferença entre os cultivares com baixa sensibilidade ao superbrotamento, ou seja, $\bar{X}_1 = \text{Amarante}$ e $\bar{X}_3 = \text{B.G.A. 8701}$, com o cultivar sensível ($X_2 = \text{Juréia}$). No segundo contraste ($C_2 = \bar{X}_1 - \bar{X}_3$) compararam-se os cultivares com baixa sensibilidade ao superbrotamento.

3.3. Experimento 3 - Efeitos do Nitrogênio e Potássio nas Características Comerciais do Alho.

O experimento foi conduzido na Escola Superior de Agricultura de Lavras, na área experimental do Setor de Olericultura, em Lavras, Minas Gerais.

Lavras situa-se à 918 m de altitude, 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste.

Os dados referentes às temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial e umidade relativa, durante o período de condução do experimento, encontram-se nas Figuras 3 e 4.

O resultado da análise química do solo onde foi instalado o experimento encontra-se no Quadro 1.

Os tratamentos (Quadro 3) foram escolhidos de acordo com a Matriz *Box Berard* aumentada 3, modelo: $2^k + 2k + 2k + 1 + 1$, mais um tratamento adicional (testemunha), em que k corresponde ao número de fatores. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Como fonte nitrogenada, utilizou-se a uréia e para o fornecimento do potássio, o cloreto de potássio. As aplicações foram parceladas, sendo 1/3 das quantidades dos referidos adubos aplicado no plantio, 1/3 aos 30 dias após o plantio e 1/3 aos 60 dias após o plantio.

QUADRO 3. Relação de Tratamentos Testados no Experimento 3.
Lavras-MG, 1988

Tratamentos	Doses de K_2O (kg/ha)	Doses de N (kg/ha)
1	12	12
2	12	60
3	30	120
4	60	12
5	60	60
6	60	180
7	120	30
8	120	120
9	120	210
10	180	60
11	180	180
12	180	228
13	210	120
14	228	180
15	0	0

Além das dosagens de *N* e *K*, aplicaram-se no plantio os seguintes adubos: 140 kg/ha de P_2O_5 (superfosfato simples), 10 kg/ha de Mg (sulfato de magnésio), 0,4 kg/ha de boro (bórax) e 2,2 kg/ha de Zn (sulfato de zinco), de acordo com a recomendação de FILGUEIRA (1982).

O preparo do solo constou de aração, gradagem e levantamento de canteiros de 0,80 m de largura. A área útil de cada

unidade experimental foi de $1,6 \text{ m}^2$, utilizando-se três fileiras de plantas. O espaçamento utilizado foi de 20 cm entre fileiras e 10 cm entre plantas.

O plantio foi realizado na primeira quinzena de abril de 1988, utilizando-se o cultivar *Jureia*, proveniente do B.G.H. da Universidade Federal de Viçosa, sendo utilizados bulbilhos de tamanho médio (P3), retidos na malha de 8 x 17 mm.

Utilizou-se a cobertura morta com capim-gordura, visando ao melhor controle de umidade do solo e das plantas daninhas.

As práticas culturais e o controle de pragas e doenças foram feitos segundo as recomendações para a cultura.

As características avaliadas foram: altura média de plantas, número médio de folhas, produção comercial de bulbos, peso médio de bulbos, número médio de bulbilhos por bulbo e percentagem de bulbos superbrotados.

Os efeitos das doses de N e K₂O sobre as características estudadas foram avaliados mediante a análise de regressão, com base no seguinte modelo polinomial:

$\hat{Y} : b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1^2 + b_4X_2^2 + b_5X_1X_2$, no qual Y corresponde à característica em estudo; X₁ e X₂, às doses de N; K₂O e b_i, aos coeficientes de regressão.

Os valores de número médio de folhas e número médio de bulbilhos por bulbo foram transformados em $\sqrt{\bar{X} + 0,5}$, e a percentagem de bulbos superbrotados foi transformada em arco-seno $\sqrt{P/100}$.

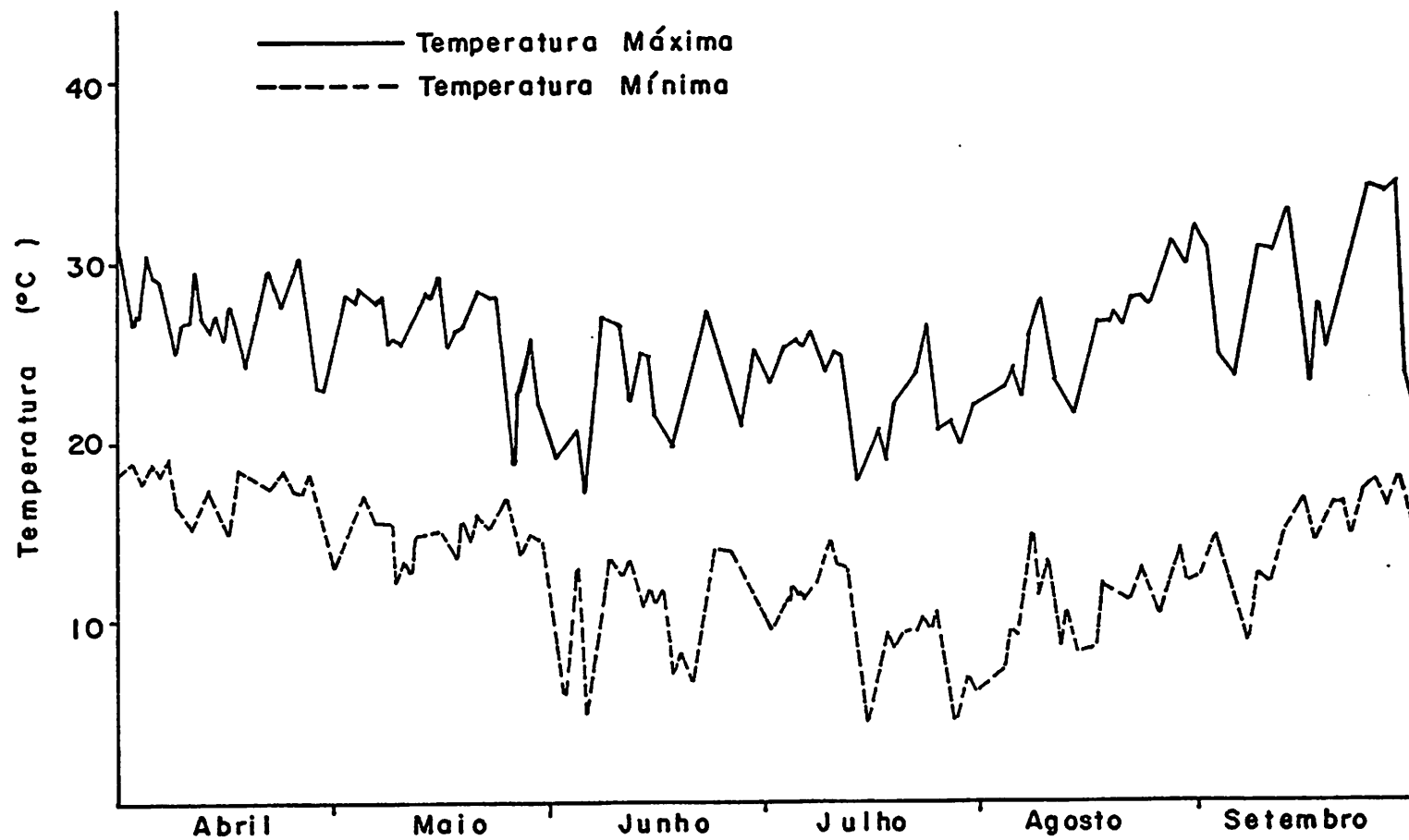


FIGURA 3. Temperaturas Máxima e Mínima Durante a Realização dos Experimentos 1 e 2. Lavras-MG, 1988.

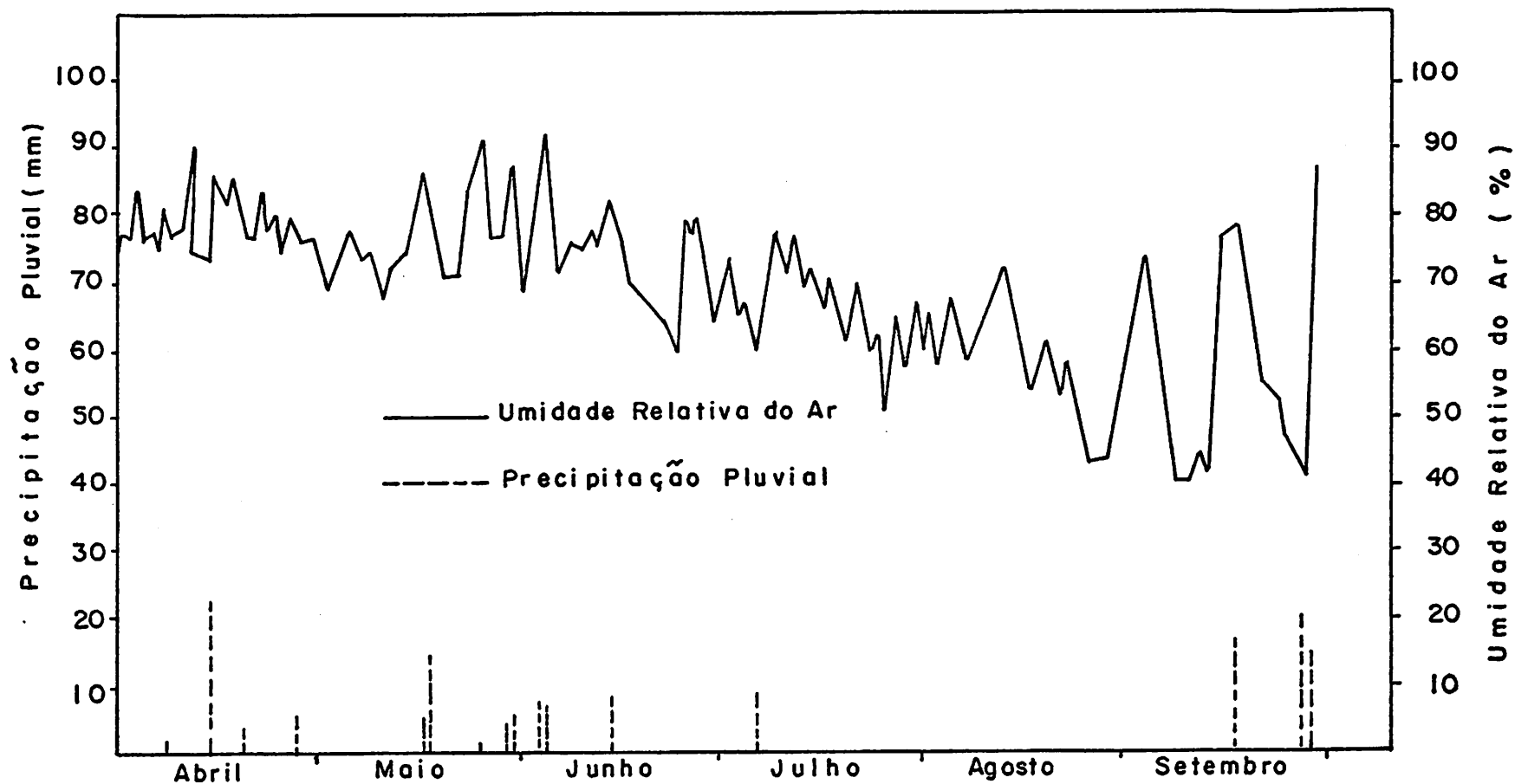


FIGURA 4. Precipitação Pluvial, em mm, e Umidade Relativa do Ar, em %, Durante a Realização dos Experimentos 1 e 2. Lavras-MG, 1988.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1 - Efeitos do Nitrogênio e Cycocel nas Características Comerciais do Alho

4.1.1. Altura de Plantas

A altura de plantas de alho foi influenciada, significativamente, pelas doses de *N* e cycocel, conforme se pode observar no Quadro 4. Houve aumento quadrático na altura de plantas de acordo com o aumento das doses de *N* e redução linear na altura de plantas com o aumento das doses de cycocel (Figura 5).

Com relação ao *N*, os resultados estão coerentes com as observações de NOGUEIRA (1979), KRARUP e TROBOK (1975) e SINGH et alii (1963), que observaram efeito positivo do *N* sobre a altura de plantas. Entretanto, SANTOS (1980) detectou a

existência de efeito do *N* na altura de plantas até a dosagem de 48,9 kg de *N*/ha. A partir desta dosagem até 100 kg/ha, o *N* apresentou efeito depressivo sobre a altura de plantas. Plantas com deficiência de *N* apresentam, além da aparência raquítica, crescimento atrasado e lento. Excetuando-se a deficiência de água, nenhuma outra é tão severa quanto a de *N* (EPSTEIN, 1975).

COUTO (1958), estudando o efeito do tamanho de bulbilhos na produção de alho, verificou que as maiores produções resultaram de bulbilhos de maior peso, que originavam plantas maiores na fase de bulbificação. Plantas de alho com maior porte apresentam maior capacidade fotossintética, possibilitando maior translocação de fotoassimilados para os bulbos, proporcionando maior produção. O fato de as produções mais elevadas resultarem das plantas maiores na época da bulbificação torna a altura das plantas uma característica importante no estudo do alho.

Os resultados observados para o *cycocel* concordam com os de FODA *et alii* (1979), que também verificaram redução na altura das plantas de alho, por meio da imersão de bulbilhos e pulverizações foliares de *cycocel* na concentração de 1.000 ppm.

A redução da altura das plantas causada pelo *cycocel* foi constatada em diversas culturas: em batata (*Solanum tuberosum*), por DYSON (1965), SEKHON e SINGH (1985) e SHADEQUE *et alii* (1982); em tomate (*Lycopersicon esculentum*), KASIN e MEHSIN (1983), NAWATA *et alii* (1985) e WITTWER e TOLBERT (1960); em

mostarda (Brássica juncea), HUMPHRIES (1963); e em feijão (Phaseolus vulgaris), RAFIQUE (1984), em que se observaram reduções de altura de plantas pela aplicação desse regulador de crescimento.

A redução da altura das plantas em resposta à aplicação de *cycocel* depende, provavelmente, da idade das plantas, visto que, em tomateiro, a aplicação no estágio de duas folhas verdadeiras (PIZARCZYK *et alii*, 1979) e, em batata, a aplicação cinco semanas após o plantio, ou posteriormente, não reduziram a altura de plantas (SEKHON e SINGH, 1985).

O uso de retardantes de crescimento para controlar a altura de plantas tem-se tornado freqüente em culturas hortícolas. Entretanto, pouco se sabe a respeito do mecanismo pelos quais estes compostos induzem alterações morfológicas (INTRIERI e RYEGO, 1974). Segundo DYSON (1965), o efeito inibitório de *cycocel* no crescimento de plantas reduz sensivelmente após 42 dias da aplicação.

QUADRO 4. Análise de Variância de Altura e Número de Folhas por Planta, 100 Dias após o Plantio, de Acordo com as Doses de Nitrogênio e Cycocel. Viçosa-MG, 1986

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Altura de Plantas (cm)	Número de Folhas l/
Blocos	2	51,7894*	0,0198*
Nl	1	1367,5239**	0,1589**
Cl	1	47,8614 ^e	0,0037
Nq	1	80,1612*	0,0012
Cq	1	0,6966	0,0090
Nl × Cl	1	0,4071	0,0025
Indep. da Reg.	19	10,1786	0,0068
Resíduo	48	11,8198	0,0058
C.V. (%)		4,63	2,86

N - Nitrogênio.

C - Cycocel.

l - Linear.

q - Quadrático.

1/ Análise feita com os dados transformados em $[\bar{X} + 0,5]$

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^e Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste F.

- As demais fontes de variação não apresentaram diferenças significativas, pelo teste F.

$$\hat{Y} = 67,688 + 0,1276^{**}N - 0,000921^{\ominus}C - 0,000321^{*}N^2.$$

$$R^2 = 0,88.$$

** Significativo a 1% de probabilidade.

* Significativo a 5% de probabilidade.

\ominus Significativo a 10% de probabilidade.

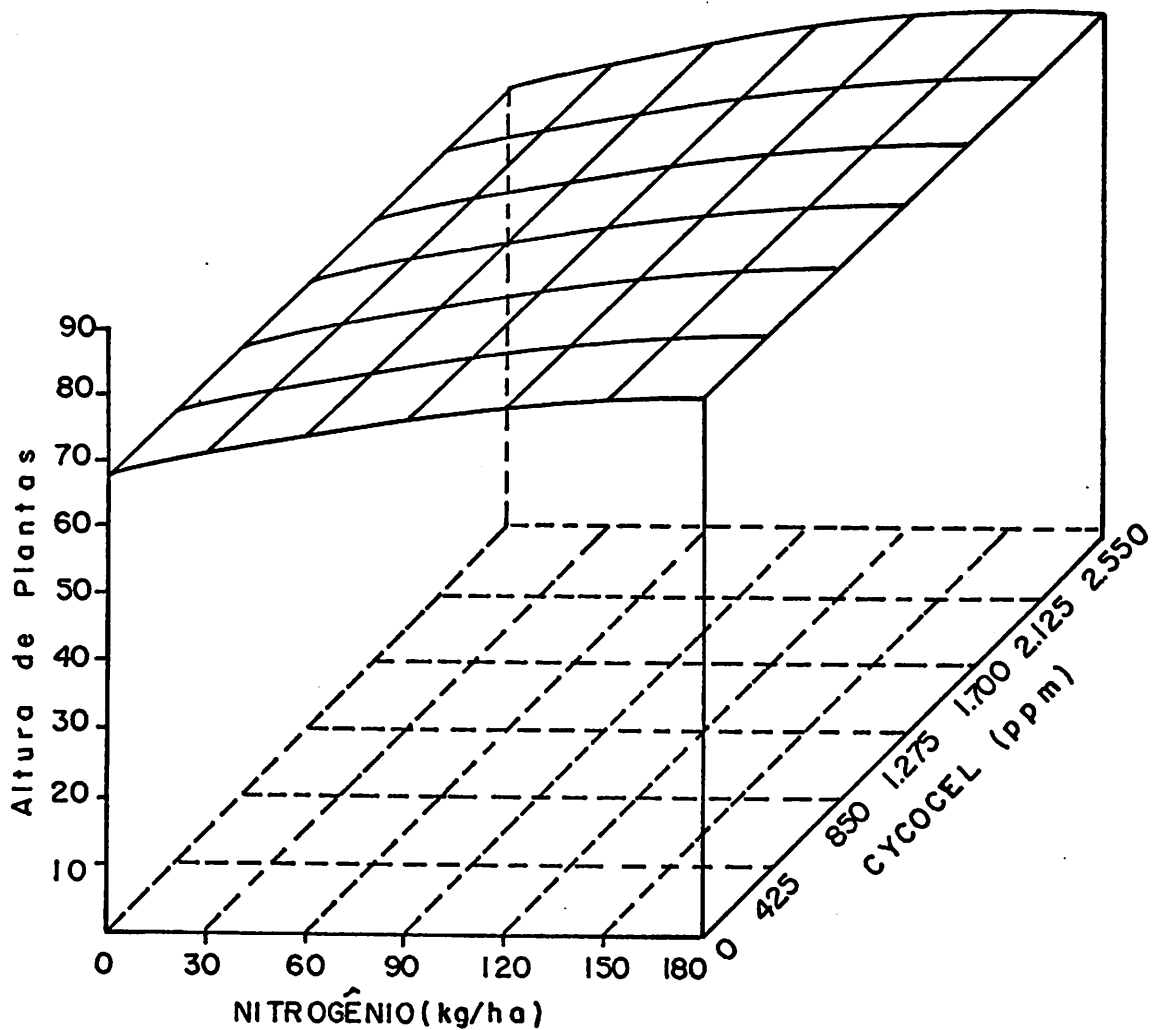


FIGURA 5. Altura de Plantas de Acordo com as Doses de Nitrogênio e Cycocel, 100 Dias após o Plantio. Viçosa-MG, 1986.

4.1.2. Número de Folhas

O número de folhas foi influenciado, significativamente, pelas doses de *N* (Quadro 4). Houve incremento linear no número de folhas, à medida que se aumentaram as doses de *N*. Entretanto, este incremento foi pequeno, como se pode verificar na Figura 6.

NOGUEIRA (1979), avaliando o parcelamento de *N*, verificou que o número de folhas atingiu o máximo aos 100 dias, aproximadamente, após o plantio. Entretanto, não foram constatados efeitos significativos do parcelamento de 250 kg/ha de sulfato de amônio no número de folhas.

Pela própria característica da planta de alho, em que as bainhas das folhas formam o pseudocaule, ereto e curto, (FILGUEIRA, 1982), o aumento no número de folhas poderá proporcionar à planta maior capacidade fotossintética e, conseqüentemente, maior capacidade produtiva.

Segundo SINGH *et alii* (1963), o *N*, juntamente com o *P* e o *K*, exerce efeito marcante sobre a altura, peso de plantas, número de folhas e de bulbilhos, tamanho de bulbos e produtividade.

$$\hat{Y} = 2,595 + 0,000774^{***} N.$$

$$R^2 = 0,97.$$

** Significativo a 1% de probabilidade.

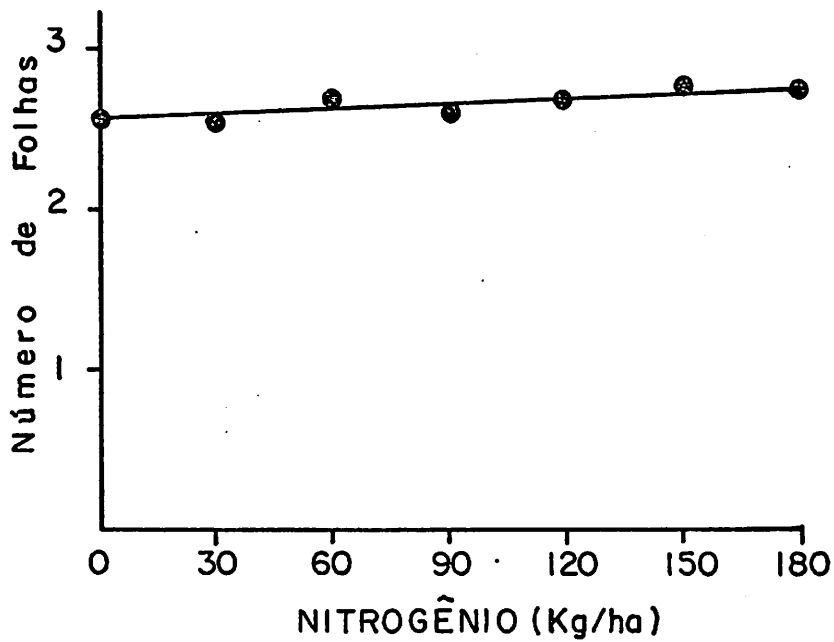


FIGURA 6. Número de Folhas de Alho (Dados Transformados), de Acordo com as Doses de Nitrogênio, 100 Dias após o Plantio. Viçosa-MG, 1986.

Com relação ao *cycocel*, pode ser observado, no Quadro 4, que não houve efeito significativo deste regulador de crescimento sobre o número de folhas. Os resultados concordam com os de SILVA (1984), que não detectou influência do *cycocel* no número de folhas de alho. Entretanto, FODA *et alii* (1979) verificaram que o número de folhas de plantas de alho pulverizadas com *Cycocel* cresceu com o aumento no número de pulverizações. No presente trabalho, a aplicação de quatro pulverizações com *cycocel*, aos 45, 65, 85 e 105 dias após o plantio, não propiciou aumento no número de folhas.

Pode ter influenciado nos resultados o fato de a resposta ao *cycocel* depender da idade da planta (PISARCZYK *et alii*, 1979; SEKHON e SINGH, 1985) e de a possibilidade da alta cerosidade das folhas do alho (FILGUEIRA, 1982) dificultar a aderência e penetração de substâncias via foliar. Para corrigir essa possível dificuldade, utilizou-se espalhante adesivo juntamente com o *Cycocel*.

Em plantas de tomate, a aplicação de *cycocel* no estágio de duas folhas verdadeiras não influenciou no número de folhas (PISARCZYK *et alii*, 1979). Já em beterraba-açúcareira, Humphries e French (1962), citados por HUMPHRIES (1963), constataram que o *cycocel* aumentou a produção de folhas.

Em mostarda, a aplicação de *cycocel* induziu a produção de folhas maiores, embora o maior efeito tenha ocorrido no encurtamento de entrenós (HUMPHRIES, 1963). A taxa assimilatória

líquida também foi menor em plantas de mostarda tratadas com *cycocel*, e este declínio na eficiência da folha se justificou pelo efeito adverso do *cycocel* no mecanismo fotossintético, embora não exista efeito na formação da clorofila ou na absorção de *N* pela folha. Possivelmente, a eficiência fotossintética tenha sido reduzida, porque o *cycocel* inibe o crescimento do caule, um dos principais drenos para os quais os carboidratos são translocados nas plantas.

4.1.3. Percentagem de Perda de Peso de Plantas de Alho

A análise de variância dos dados de percentagem de perda de peso de plantas de alho pode ser observada no Quadro 5. Nas doses de *N* utilizadas, não houve influência na perda de peso de plantas, durante os 60 dias que antecederam o beneficiamento dos bulbos (toailete). SANTOS (1980) não constatou influência de fontes e doses de *N* sobre a perda de peso de bulbos dos cultivares *Dourados* e *Juréia*, durante 80 dias de armazenamento em ambiente ventilado.

Com relação ao *cycocel* obteve-se, em função das doses aplicadas, a equação de regressão, ajustada ao modelo quadrático (Quadro 6), a partir da qual se calculou a dose de *cycocel*, 1.210,8 ppm, que possibilitou a menor perda de peso de plantas, ou seja, 30,99%. Entretanto, esta redução na perda de

peso foi pequena em razão, provavelmente, do curto período de avaliação (60 dias).

FODA *et alii* (1979), avaliando o peso de bulbos durante seis meses, verificaram que o *cycocel* (1.000 ppm) reduziu a perda de peso. Ao utilizarem três pulverizações, estes autores observaram redução de cerca de 6,5% na perda de peso em relação à testemunha. No presente trabalho, embora a perda de peso de bulbos tenha sido avaliada durante oito meses, a mesma não foi apresentada, em razão da alta variabilidade observada nos dados de pesagem, o que tornou inviáveis a análise e a própria interpretação dos resultados.

QUADRO 5. Análise de Variância dos Dados de Percentagem de Perda de Peso de Plantas, Produção Total de Bulbos, Produção Comercial de Bulbos e Peso Médio de Bulbos, de Acordo com as Doses de Nitrogênio e Cycocel. Viçosa-MG, 1986

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		% de Perda de Peso de Plantas 1/	Prod. Total de Bulbos	Prod. Comerc. de Bulbos	Peso Médio de Bulbos
Blocos	2	5,55302*	1278061,0	6329672,0	13,81333
N1	1	2,53749	111946000,00**	129875000,0**	1184,81460**
C1	1	0,76205	20544,0	61872,0	0,20508
Nq	1	0,49480	122064,0	3123072,0	10,36963
Cq	1	13,39259**	629328,0	4512,0	10,09644
N1 × C1	1	4,34962	671904,0	1311504,0	1,15209
I. da Reg	19	2,57453	621789,3	331831,6	5,33184
Resíduo	48	2,00455	923296,6	2590033,0	17,25777
C.V. (%)		4,49	15,75	45,01	14,85

N - Nitrogênio.

C - Cycocel.

I - Linear.

q - Quadrática.

1/ Análise feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{\frac{P}{100}}$.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

- As demais fontes de variação não apresentaram diferenças significativas, pelo teste F.

QUADRO 6. Equações de Regressão dos Dados de Percentagem de Perda de Peso de Plantas de Alho, de Acordo com as Doses de Cycocel e Número de Túnicas por Bulbo, de Acordo com as Doses de Nitrogênio. Viçosa-MG, 1986

Característica Avaliada	Equações
Percentagem de Perda de Peso de Plantas	$\hat{Y} = 31,878 - 0,001453C + 0,00000063^*C^2$ $R^2=0,56$
Número de Túnicas por Bulbo	$\hat{Y} = 2,181 - 0,000492^{**}N$ $R^2=0,35$

* Significativo a 5% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade.

4.1.4. Produção Total e Comercial de Bulbos

A análise de variância dos dados de produção total e produção comercial de bulbos de alho pode ser observada no Quadro 5. A produção total e a produção comercial de bulbos foram influenciadas linear e positivamente pelas doses de N utilizadas (Figura 7).

A importância do N para a produção de alho pode ser constatada na Figura 7. Observa-se que, da dose zero de N para

a maior dose (180 kg de N/ha), houve incremento de cerca de 3.800 kg/ha de bulbos comerciais. A diferença entre produção total e produção comercial ocorreu em razão, principalmente, do superbrotamento. Quando se utilizou a maior dose de N, a produção comercial de bulbos correspondeu a cerca de 65% da produção total destes. Nesta dosagem, houve 30%, aproximadamente, de bulbos superbrotados (Figura 9). Dos distúrbios fisiológicos que ocorrem no alho, o superbrotamento é indesejável comercialmente, porque deprecia o produto e reduz a produtividade (VASCONCELLOS et alii, 1971).

A medida que se elevaram as doses de N, FERRARI e CHURATA-MASCA (1975), KRARUP e TROBOK (1975), MENESES SOBRINHO et alii (1974), SCALOPI et alii (1974) e URIBE e GACITUA (1976) observaram incrementos significativos na produção.

Aumentos de rendimento de alho comercial até a dosagem de 225 kg de N/ha foram obtidos por URIBE e GACITUA (1976), utilizando a população de 1000.000 plantas/ha. Entretanto, com a população de 500.000 plantas/ha, estes autores obtiveram o maior rendimento comercial de bulbos com a dosagem de 150 kg/ha de N. Nestas condições, a utilização de 225 kg de N/ha reduziu o rendimento comercial de alho. Pesquisas realizadas em diversas regiões do Brasil recomendam a aplicação de níveis de N mais baixos, não só pela falta de resposta a doses elevadas, como também pela suscetibilidade da planta ao excesso do nutriente (MAGALHÃES, 1986).

COUTO (1961a), ao estudar doses crescentes de *N* de 25 a 100 kg/ha, não encontrou resposta significativa para a produção de bulbos. Resultados semelhantes foram observados por SANTOS (1980), que não detectou diferença entre os níveis de 0, 50 e 100 kg de *N*/ha. Segundo MAGALHÃES (1986), a resposta à adubação nitrogenada depende do teor de matéria orgânica no solo, textura do solo e condições químicas e climáticas que interferem na dinâmica de transformação do nutriente.

Considerando-se que na colheita do alho as plantas são arrancadas, a exportação de nutrientes do solo pelos bulbos confunde-se com a extração total pelas plantas. De acordo com SILVA *et alii* (1970), admitindo-se uma população de 333.333 plantas/ha, a extração do *N* pela cultura é de 122 kg/ha.

Pode-se observar, pelo Quadro 5, que o *cycocel* não exerceu influência significativa nas características produção total e produção comercial de bulbos. Estes resultados confirmam a conclusão de SILVA (1984) de que a 1.000 ppm não houve influência do *cycocel* na produtividade do alho. No entanto, FODA *et alii* (1979) observaram efeito significativo do *cycocel* (1.000 ppm) na produtividade do alho. Além das próprias características dos clones utilizados, as características climáticas também exercem influência na aplicação de *cycocel* (CATHEY e STWART, 1961), podendo estes fatores ter influenciado nos resultados.

$$\hat{Y}_1 = 4.303,21 + 20,034^{***} N.$$

$$R^2 = 0,99.$$

$$\hat{Y}_2 = 1.609,38 + 21,899^{**} N.$$

$$R^2 = 0,94.$$

** Significativo a 1% de probabilidade.

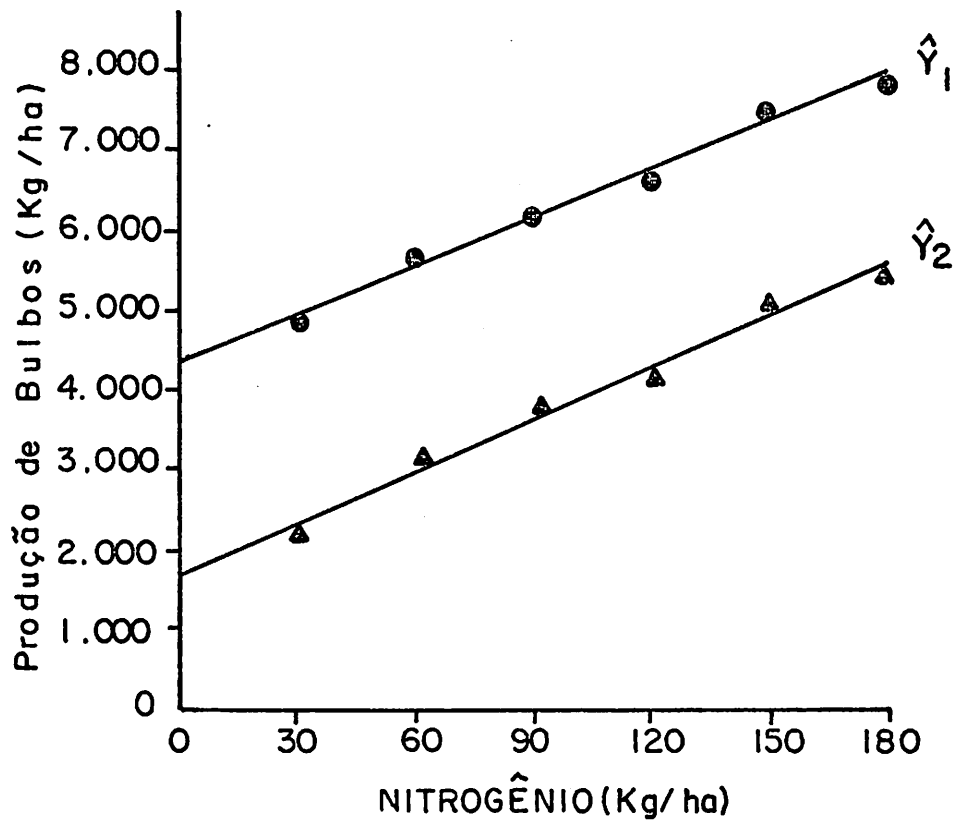


FIGURA 7. Produção Total (\hat{Y}_1) e Produção Comercial de Bulbos de Alho (\hat{Y}_2), de Acordo com as Doses de Nitrogênio. Viçosa-MG, 1986.

4.1.5: Peso Médio de Bulbos de Alho

A análise de variância dos dados de peso médio de bulbos pode ser observada no Quadro 5. O peso de bulbos foi influenciado pelas doses de *N* utilizadas. Houve aumento linear nesta característica, na medida em que se aumentaram as doses de *N* (Figura 8).

O peso de bulbos é característica de grande importância para a comercialização do alho. Bulbos maiores e de melhor aparência comercial recebem melhores cotações nos mercados consumidores. Este fato representa desafio para a olericultura nacional, uma vez que nossos cultivares, à exceção daqueles considerados nobres ('Chonan', 'Caçador' e 'Quitéria'), apresentam bulbos menores. Por esta razão, possuem preços inferiores aos dos alhos importados, que normalmente apresentam tamanho superior ao dos cultivares nacionais.

O *N* proporcionou aumento no peso de bulbos (Figura 8) e, também, no índice de superbrotamento, tornando cerca de 30% dos bulbos inadequados para a comercialização (Figura 9). Pela importância que o *N* representa para a cultura do alho, a utilização de substâncias reguladoras de crescimento ou práticas culturais que permitem a utilização racional do *N*, sem promover superbrotamento, torna-se necessária.

O aumento no peso de bulbos também foi observado por FERRARI e CHURATA-MASCA (1975) e KRARUP e TROBOK (1975),

utilizando, respectivamente, as doses de 75 kg N/ha e 96 kg N/ha.

Com relação ao *cycocel*, pode-se observar, no Quadro 5, que não houve efeito sobre o peso médio de bulbos. Entretanto, FODA et alii (1979) verificaram que a aplicação de três pulverizações com *cycocel* (1.000 ppm) aumentou significativamente o diâmetro dos bulbos de alho.

Em batata (*Solanum tuberosum*), a aplicação de *cycocel* aumentou a produção, a percentagem de tubérculos maiores, o conteúdo protéico, o ácido ascórbico e o peso específico dos tubérculos (SHADEQUE e PANDITA, 1984). Em batata-doce (*Ipomoea batatas*), que, à semelhança do alho e da batata, desenvolve órgãos de reserva subterrâneos, AIAZZI et alii (1985) verificaram que o *cycocel* aplicado, em pulverização, às plantas jovens conferiu às raízes tuberosas características de boa qualidade e incrementou os rendimentos finais.

Em tomateiro, houve redução no peso médio de frutos, quando se aplicou *cycocel* via sistema radicular e pulverização em toda a planta. A redução no crescimento de plantas pode ter promovido redução de fotoassimilados, originando frutos menores (NAWATA et alii, 1985).

$$\hat{Y} = 22,044 + 0,0660^{***} N.$$

$$R^2 = 0,96.$$

** Significativo a 1% de probabilidade.

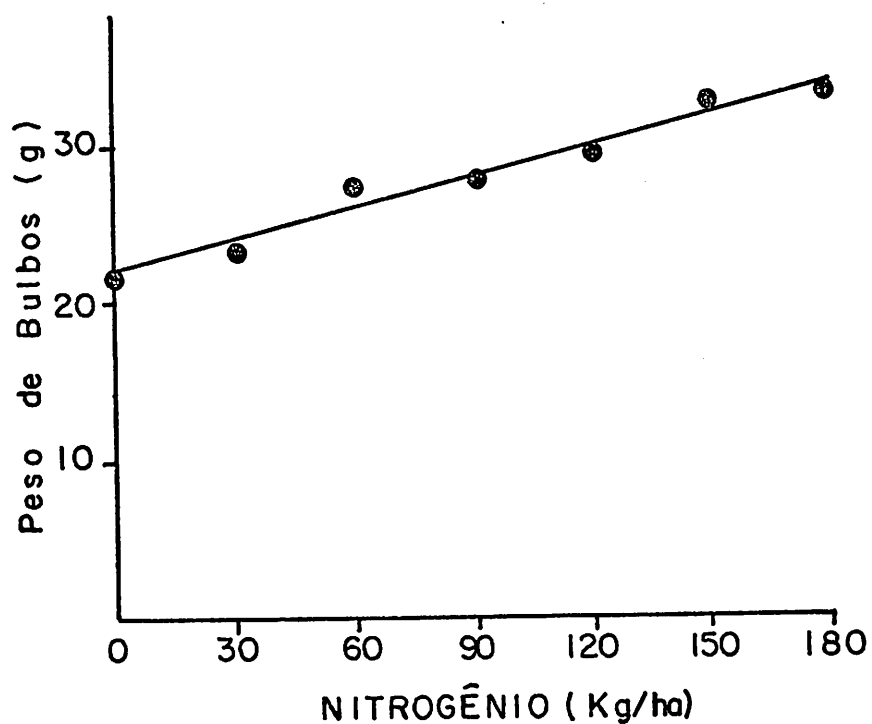


FIGURA 8. Peso Médio de Bulbos de Alho, de Acordo com as Doses de Nitrogênio. Viçosa-MG, 1986.

4.1.6. Número de Túnicas por Bulbo

A análise de variância dos dados de número de túnicas pode ser observada no Quadro 7. O número de túnicas de revestimento dos bulbos de alho foi influenciado linear e negativamente pelas doses de *N* utilizadas, conforme a equação de regressão (Quadro 6).

Segundo SILVA (1984), o maior número de túnicas de revestimento é de grande interesse prático, pois o maior revestimento do alho permite boa limpeza (toailete) dos bulbos, ao mesmo tempo em que evita a produção de bulbos abertos, que debulham com facilidade pelo manuseio durante a comercialização.

Não foram encontradas referências sobre a influência do *N* com relação à característica número de túnicas por bulbo. Entretanto, o *N*, como componente de proteínas, purinas, pirimidinas e de muitas coenzimas, tem influência direta sobre os processos de crescimento e desenvolvimento da planta (EPSTEIN, 1975).

O fato de as doses de *N* terem variado enquanto os demais nutrientes - *P*, *K*, *Mg*, *S*, *B*, e *Zn* - foram aplicados de acordo com a adubação básica pode ter provocado desequilíbrio nutricional nas plantas de alho, tendo como uma das possíveis conseqüências a redução do número de túnicas por bulbo.

Pode-se verificar, no Quadro 7, que o *cycocel* não exerceu influência significativa na característica número de túnicas por bulbo. Resultado semelhante foi observado por SILVA (1984), que não constatou efeito do *cycocel* sobre o número de túnicas por bulbo.

QUADRO 7. Análise de Variância dos Dados de Número de Túnicas por Bulbo, Percentagem de Bulbos Superbrotados e Percentagem de Bulbos Deteriorados, de Acordo com as Doses de Nitrogênio e Cycocel. Viçosa-MG, 1986

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Número de Túnicas /Bulbo	Perc.de Bulbos Superbrotados 1/	Perc. de Bulbos Deteriorados 2/
Blocos	2	0,18967**	2303,09000**	1360,90300**
N1	1	0,08578**	5125,11300**	1869,72060**
C1	1	0,00037	24,36400	145,78344
Nq	1	0,0003	167,47850	17,72095
Cq	1	0,01048	0,35156	465,46800**
N1 × C1	1	0,00875	12,35303	34,58277
Ind.da Reg.19		0,012210	41,20932	8,64314
Resíduo	48	0,01092	82,90982	55,31477
C.V.(%)		4,88	58,81	24,67

N - Nitrogênio.

C - Cycocel.

l - Linear.

q - Quadrática.

1/ Análise feita com os dados transformados em $[\bar{X} + 0,5]$.

2/ Análise feita com os dados transformados em arco-seno $[\bar{P}/100]$.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

- As demais fontes de variação não apresentaram diferenças significativas, pelo teste F.

4.1.7. Percentagem de Bulbos Superbrotados

A análise de variância dos dados de percentagem de bulbos superbrotados pode ser observada no Quadro 7. A percentagem de bulbos superbrotados foi influenciada pelas doses de N utilizadas. Houve crescimento linear na percentagem de bulbos superbrotados, à medida que foram aumentadas as doses de N (Figura 9).

Segundo AMARAL (1967), o superbrotamento é consequência do teor de N aplicado e disponível. A incidência de superbrotamento no cultivar *Branco Mineiro* aumentou sensivelmente, à medida que as doses de N cresceram de 50 para 100 kg/ha (COUTO, 1961a). Resultados semelhantes foram observados por KRARUP e TROBOK (1975), que constataram a relação direta entre o N aplicado e a brotação dos bulbilhos, em condições de campo. De acordo com esses autores, as plantas, tendo maior disponibilidade de N , apresentam maior crescimento vegetativo, iniciando-se, assim, os processos que determinam o alongamento imediato das folhas de proteção dos bulbilhos, o que ocasiona o superbrotamento.

VASCONCELLOS et alii (1971) verificaram que o N isolado ou interagindo com a frequência de irrigação, na qual foram mantidos níveis elevados de água disponível, aumentou a percentagem de plantas superbrotadas, depreciando a qualidade dos bulbos e reduzindo a produção da cultura. A influência da

irrigação no aumento do superbrotamento em alho também foi verificada por GARCIA e COUTO (1964).

As diversas pesquisas apresentadas mostram o efeito de níveis de *N* sobre o superbrotamento sem, contudo, relacioná-lo com possíveis fatores endógenos na planta que, associados ao *N*, induziriam o aparecimento desta anormalidade. Substâncias como giberelinas, ácido abscísico, auxinas e citocininas estão, provavelmente, envolvidas no processo de bulbificação e superbrotamento do alho.

O papel preciso da giberelina no desenvolvimento de bulbos não é bem conhecido. Contudo, a presença deste fitormônio nos bulbos indica que esta substância esteja envolvida no desenvolvimento fisiológico (AUNG *et alii*, 1969). MOON e LEE (1980) verificaram que o crescimento secundário em alho era induzido por alta atividade da giberelina. Segundo estes autores, a formação de bulbos de alho está mais relacionada com alta atividade do ácido abscísico e altos níveis de açúcares totais.

As giberelinas e o *N* têm sido relacionados com o superbrotamento. No caso, a giberelina seria o fator endógeno responsável pelo distúrbio fisiológico. Uma das características das giberelinas é que podem-se conjugar com compostos nitrogenados, possivelmente aminoácidos e proteínas. Esta conjugação parece comum em plantas superiores e pode constituir um armazenamento de giberelinas (METIVIER, 1979). Portanto, a

medida que cresce a concentração de *N* nas plantas, aumenta-se a possibilidade do armazenamento de giberelinas, podendo, assim, promover o aparecimento do superbrotamento em cultivares suscetíveis.

No Quadro 7, pode-se verificar que o *cycocel* não apresentou influência significativa sobre a percentagem de bulbos superbrotados. SILVA (1984) também não observou efeito do *cycocel*, quando aplicado em diversas épocas de plantio, na redução desta anormalidade fisiológica. Em razão da influência das giberelinas no crescimento secundário (pseudobulbificação), de acordo com MONN e LEE (1980), seria esperado que o *cycocel*, por ser substância antigiberelínica, reduzisse esta anormalidade fisiológica. Segundo METIVIER (1979), este regulador de crescimento bloqueia, especificamente, a formação das giberelinas, inibindo a ciclização do geranyl-geranyl pirofosfato, um dos intermediários da biossíntese.

A atividade específica do *cycocel* sobre a biossíntese das giberelinas não tem sido evidenciada em pesquisas. Assim, NAWATA *et alii* (1985) observaram aumento no conteúdo de citocinina na seiva xilemática de plantas de tomate, após a aplicação de *cycocel* através do sistema radicular. Isto indica aumento da biossíntese de citocinina em raízes de tomateiro pelo tratamento com *cycocel*. O conteúdo de citocinina nos frutos de tomate em estádios iniciais de crescimento foi muito aumentado pela aplicação de *cycocel* nas raízes. De acordo com

esses autores, esta substância aplicada nos frutos, ou em toda a planta, se transloca para as raízes, aumentando nestas a biossíntese de citocinina. Tem sido constatada, também, a influência deste regulador de crescimento sobre alguns aspectos do metabolismo de auxina nos tecidos de plantas. A produção de auxina pelo ápice de plântulas de ervilha (Pisum sativum) foi severamente inibida pelo *cycocel* (CLELAND, 1965).

É possível que, pelas múltiplas atividades do *cycocel*, alterando também teores de citocinina e auxina nas plantas, embora sendo uma substância antigiberelínica, não tenha apresentado efeito no controle do superbrotamento, como também pela complexidade desta anormalidade, em que diversos fatores estão envolvidos, quais sejam: teor de *N* disponível (AMARAL, 1967; COUTO, 1961a; KRARUP e TROBOK, 1975), teor de água disponível (GARCIA e COUTO, 1964), fotoperíodo (MANN e MINGES, 1958; PARK e LEE, 1979; PYO *et alii*, 1979) e frigorificação (MANN e MINGES, 1958; BURBA, 1983; SILVA, 1982).

$$\hat{Y} = 3,425 + 0,1332^{**}N.$$

$$R^2 = 0,89.$$

** Significativo a 1% de probabilidade.

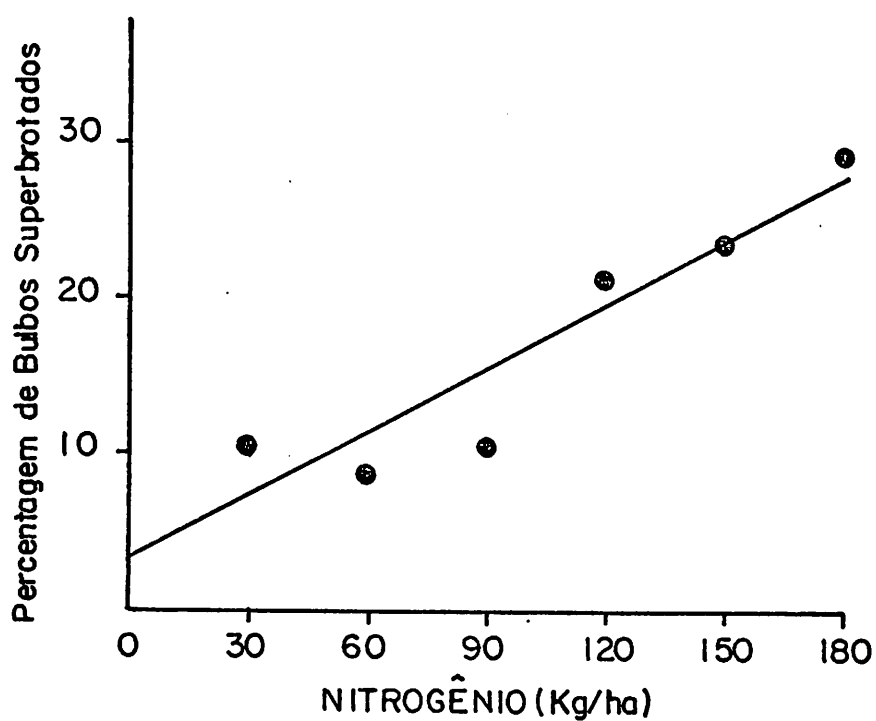


FIGURA 9. Percentagem de Bulbos de Alho Superbrotados, de Acordo com as Doses de Nitrogênio. Viçosa-MG, 1986.

4.1.8. Percentagem de Bulbos Deteriorados

A análise de variância dos dados de percentagem de bulbos deteriorados pode ser observada no Quadro 7, a qual foi influenciada pelas doses de *N* utilizadas. Houve aumento linear na percentagem desses bulbos, à medida que se aumentaram as doses de *N* (Figura 10). Considerando o nível zero de *cycocel*, pode-se verificar que, da testemunha (0 kg N/ha) para a maior dose de *N* (180 kg N/ha), houve incremento de cerca de 13% de bulbos deteriorados, durante 240 dias de armazenamento.

COUTO (1961b), avaliando os efeitos de boro e NPK sobre a produção e conservação do alho, observou resposta ao boro na conservação, por meio da diminuição do número de bulbos chochos. Os resultados indicaram a existência de uma relação entre a adubação nitrogenada e o fornecimento de boro. Em outra pesquisa, COUTO (1961a), estudando níveis de *N* e mantendo a adubação básica com PK, observou sintomas leves de deficiência de boro em plantas que receberam 25 kg de N/ha e sintomas mais severos com níveis mais elevados de *N*. A falta de resposta à adubação nitrogenada e à adubação com PK sobre a produção é explicada, segundo esse autor, como sendo consequência da deficiência de boro, que diminuiu a eficiência dos fertilizantes aplicados. No presente trabalho, utilizou-se a adubação básica de 15 kg de bórax/ha, de acordo com COUTO (1961b), e não foram constatadas deficiências deste micronutriente nas plantas.

Outro aspecto a ser considerado é que o *N* diminuiu o número de túnicas por bulbo, como pode ser determinado pela equação de regressão (Quadro 6). Segundo SILVA (1984), maior número de túnicas por bulbo possibilita maior proteção aos bulbilhos, evitando que os mesmos sejam debulhados, o que melhora, conseqüentemente, a conservação dos bulbos.

Com relação ao *cycocel* (Figura 10), considerando a dose zero de *N*, observa-se que a menor percentagem de bulbos deteriorados se encontra entre as doses de 850 e 1.275 ppm, correspondendo a cerca de 20%. Entretanto, este valor foi menor que o da testemunha apenas cerca de 5%, durante os oito meses de armazenamento. As maiores doses de *cycocel* utilizadas - 2.125 e 2.550 ppm - apresentaram valores maiores do que os da testemunha (dose zero de *cycocel*).

Não foram encontrados trabalhos que relatam a influência do *cycocel* sobre a deterioração de bulbos de alho. Entretanto, FODA *et alii* (1979) verificaram que o referido regulador de crescimento causou a redução de perda de peso de bulbos em condições de armazenamento, o que indica o possível efeito do *cycocel* sobre os processos metabólicos que ocorrem nos bulbos durante o período de armazenamento.

Diversos processos fisiológicos e bioquímicos contribuem para que os produtos hortícolas colhidos e não beneficiados se alterem, perdendo, deste modo, qualidade. TEIXEIRA (1966) considera que as alterações verificadas nos produtos armazenados

podem ser de caráter físico, químico e microbiológico. Os produtos armazenados estão sujeitos à evaporação de água dos tecidos, aspecto importante não só em razão de causar a perda de peso, mas também pelo fato de provocar desidratação na superfície. O referido autor considera a respiração pós-colheita como um dos fenômenos fisiológicos de maior importância na conservação de produtos armazenados. Estas observações foram confirmadas por DOSTAL (1969), que considerou a perda de água dos produtos hortícolas a causa principal da deterioração em condições de armazenamento.

$$\hat{Y} = 24,187 + 0,08159^{***} N - 0,00837 C + 0,0000039^{***} C^2.$$

$$R^2 = 0,82.$$

** Significativo a 1% de probabilidade.

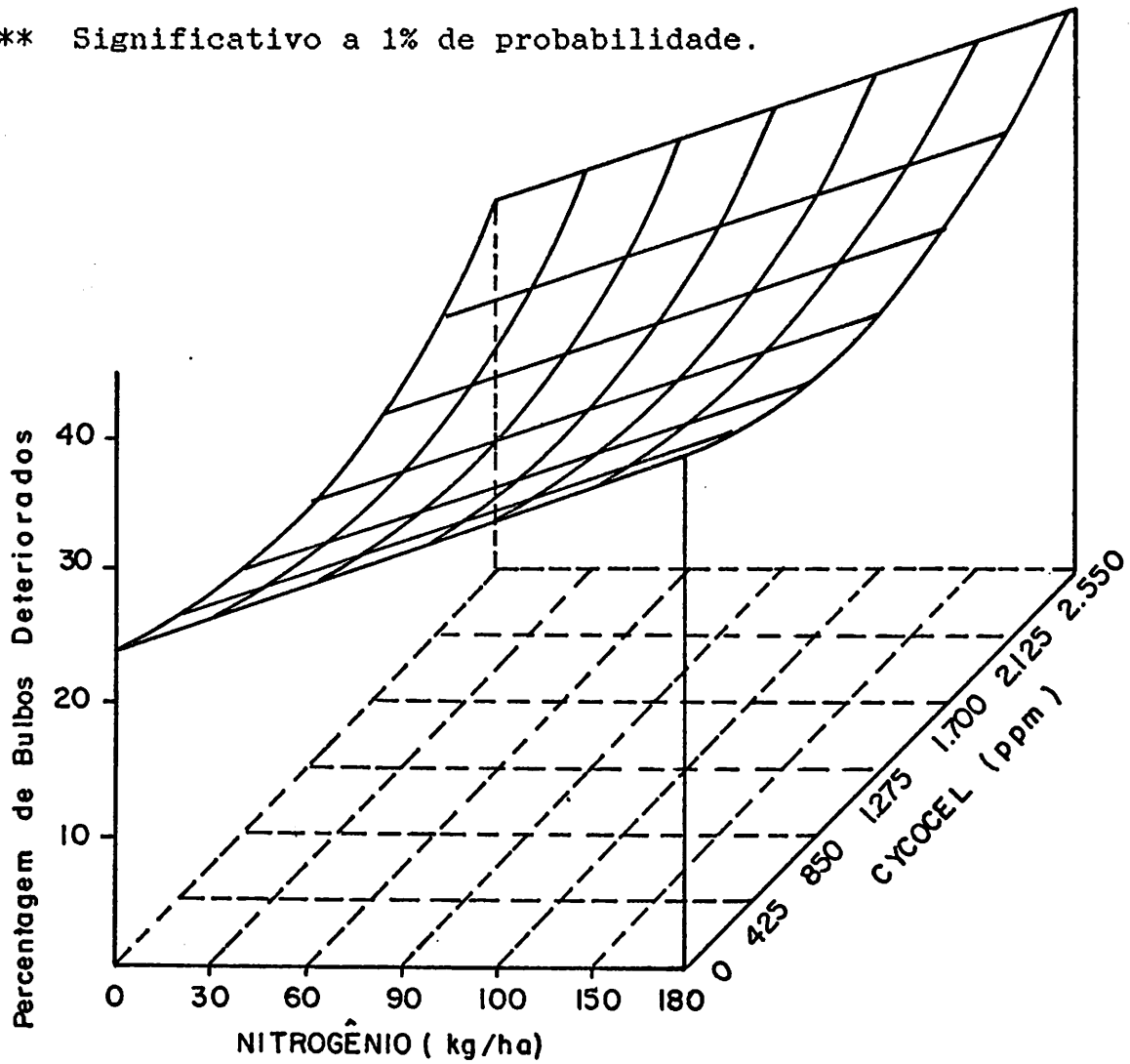


FIGURA 10. Percentagem de Bulbos de Alho Deteriorados após Oito meses de Armazenamento em Condições Naturais, de Acordo com as Doses de Nitrogênio e Cycocel. Viçosa-MG, 1986.

4.1.9. Teores de Macronutrientes na Matéria Seca de Polpa de Bulbilhos de Alho

4.1.9.1. Nitrogênio

A análise de variância dos dados de percentagem de *N* na matéria seca da polpa de bulbilhos de alho pode ser observada no Quadro 8. O incremento nas doses de *N* promoveu aumento linear na percentagem do elemento na polpa de bulbilhos de alho (Quadro 9). O resultado é coerente com aqueles de SANTOS (1980), que verificou, nas dosagens de 50 e 100 kg de *N*/ha, maior concentração do elemento nos bulbos, em comparação com a testemunha. O mesmo autor observou ainda, ao avaliar o teor de *N* nas folhas de alho, decréscimo aos 120 dias após o plantio, provavelmente em razão da diluição do *N* na planta, como consequência do período de crescimento mais intenso e, também, da translocação para o bulbo.

Na cultura do pepino, SOLIS (1982) verificou redução na percentagem de *N* nos frutos, à medida que cresciam. Esta redução na concentração do elemento explica-se pela participação de frutos maiores nas últimas amostragens, nos quais se observa a tendência de manter constante a composição química.

O *N* é comumente o quarto elemento mais abundante nas plantas, depois do carbono e dos elementos da água. É constituinte de aminoácidos, nucleotídeos e coenzimas, sendo

1,5%, aproximadamente, deste elemento encontrado nas proteínas (EPSTEIN, 1975). No alho, sua absorção é lenta até os 45 dias, intensificando-se a partir daí. A máxima absorção foi observada aos 130 dias após o plantio (SILVA *et alii*, 1970). Neste período, segundo SANTOS (1980), deve ocorrer intensa translocação do *N* das folhas para os bulbos. Contudo, de acordo com PECK (1978), a remoção de elementos pelas plantas depende dos níveis de disponibilidade do elemento e das condições em que se encontra o sistema radicular, além do estágio de crescimento da planta.

4.1.9.2. Fósforo

Conforme se pode observar no Quadro 9, por meio da equação de regressão, à medida que se elevaram as doses de *N*, ocorreu redução no teor de fósforo (*P*), na polpa de bulbilhos de alho.

O *P* é um dos elementos proeminentes absorvido, principalmente, como $H_2PO_4^-$. Incorporado em ATP, o *P* é componente energético de todas as células vivas de qualquer espécie. O papel do *P* nas reações biossintéticas indica que a deficiência é tão prejudicial quanto a do *N* (EPSTEIN, 1975).

Em repolho, SILVA Jr. (1987) verificou que o sulfato de amônio, combinado com o cloreto de potássio e o esterco,

reduziu o teor de *P* no tecido em 20 e 11%, respectivamente. Outras pesquisas têm revelado redução no teor de *P* no tecido quando há abundante crescimento vegetativo, em virtude do efeito de diluição observado, também em repolho, por HARA e SONODA (1979). Por outro lado, BLACK (1968) considera que o fornecimento de *N* e, também, do *K* à planta poderá influenciar na absorção de nutrientes menos móveis como o *P*.

Além disso, existem diferenças entre espécies vegetais em sua capacidade de aproveitar o *P* do solo. Assim, plantas de crescimento muito rápido e sistema radicular pouco desenvolvido como o alho, segundo RAIJ (1983), aproveitam mal o *P* do solo e necessitam de teores disponíveis elevados. No presente trabalho, para o adequado suprimento de *P*, realizou-se uma adubação básica com superfosfato simples, na dosagem de 700 kg/ha, segundo recomendação de FILGUEIRA (1982).

4.1.9.3. Potássio

A medida que se elevaram as doses de *N*, conforme a equação de regressão (Quadro 9), ocorreu redução linear na percentagem de *K*, em polpa de bulbilhos de alho. Isto ocorreu em razão, provavelmente, do efeito de diluição causado pelo aumento no teor da matéria seca da planta.

Entretanto, o antagonismo entre *N* e *K* tem sido descrito por diversos autores como, por exemplo: MENGEL e KIRKBY (1978) e HARA e SONODA (1979). Segundo SILVA Jr. (1987), uma das grandes causas de antagonismo entre *N* e *K* tem origem em adubações desequilibradas.

Em repolho, a aplicação de sulfato de amônio na ausência de *K* reduziu o teor deste em 12% (SILVA Jr., 1987). De acordo com Hodges (1974), citado por esse autor, esta redução pode ser causada pelo antagonismo do íon amônio e do *K* na membrana celular. Ainda em repolho, SILVA Jr. *et alii* (1984) observaram que, apesar de ser o *N* o nutriente que mais contribui para o rendimento da cultura, o seu aproveitamento é aumentado quando os níveis de *K* disponíveis são satisfatórios.

Em diversas hortaliças, o *K* é encontrado em concentrações mais elevadas dentre os macronutrientes (FURLANI *et alii*, 1978). Em alho, o *K* é, depois do *N*, o segundo elemento mais extraído pela planta. Sua absorção é pequena até aos 45 dias, intensificando-se nos períodos subseqüentes (SILVA *et alii*, 1970).

4.1.9.4. Cálcio

Com relação ao teor de cálcio (*Ca*) na polpa de bulbilhos, pode-se observar, por meio da análise de variância

(Quadro 8), que as doses de *N* e *cycocel* não apresentaram nenhuma influência.

As concentrações de *Ca* nos tecidos de muitas plantas variam de 0,2 a 2% (EPSTEIN, 1975). Na parte aérea do alho, correspondente à maior taxa de crescimento da planta (75 a 90 dias), observaram-se concentrações de *Ca* variando de 0,57 a 0,68% (SILVA *et alii*, 1970). Segundo estes autores, esse teor pode ser empregado para o estabelecimento de primeira aproximação do nível crítico, considerando-se que essas concentrações nas folhas se relacionam com alto crescimento vegetativo.

O *Ca*, depois de *N*, *K* e *S*, é o quarto elemento em quantidade mais absorvido pelas plantas de alho, de acordo com SILVA *et alii* (1970), o que evidencia sua grande importância para a cultura. O papel principal do *Ca* relaciona-se com a manutenção da integridade da membrana plasmalema, principalmente se houver no meio íons potencialmente prejudiciais quando em alta concentração (EPSTEIN, 1975).

O fato de não se ter detectado em polpa de bulbilhos de alho aumento na concentração de *Ca*, na medida em que se elevaram as doses de *N* até 180 kg/ha, possivelmente esteja relacionado com a imobilidade do elemento. De acordo com EPSTEIN (1975), as concentrações de *Ca* no tecido de plantas necessárias para o crescimento adequado são menores do que aquelas encontradas normalmente nas determinações.

4.1.9.5. Magnésio

A análise de variância dos dados de percentagem de magnésio (*Mg*), na matéria seca da polpa de bulbilhos de alho, pode ser observada no Quadro 8.

Ao contrário do que se observou com *P* e *K*, o aumento nas doses de *N* elevou linearmente a percentagem de *Mg* na polpa de bulbilhos de alho, conforme equação de regressão apresentada no Quadro 9. Isto parece indicar maior translocação do elemento para os bulbos em plantas adequadamente supridas com *N*.

O *N* e o *Mg* exercem influência importante na fotossíntese. A deficiência de *N* caracteriza-se pelo amarelecimento geral das folhas ou clorose, em virtude da inibição da síntese de clorofila. A diminuição na fotossíntese faz com que a planta tenha carência não somente de aminoácidos essenciais, mas também da síntese de carboidratos e dos esqueletos carbônicos para todas as sínteses orgânicas (EPSTEIN, 1975).

O *Mg* corresponde a 2,7% do peso molecular da clorofila. Como componente da clorofila e ativador de numerosas enzimas que interferem na transferência do fosfato, o *Mg* é um elemento cuja deficiência influencia em todo o metabolismo da planta. A deficiência inicia-se com uma clorose nas folhas mais velhas, causando diminuição da fotossíntese (EPSTEIN, 1975).

O aumento nas dosagens de *N*, associado à adubação básica adequada de sulfato de magnésio (50 kg/ha), segundo

recomendação de FILGUEIRA (1982), possibilitou adequado crescimento vegetativo das plantas e maior atividade fotossintética, o que, possivelmente, favoreceu a maior translocação de *Mg* para os bulbos.

4.1.9.6. Enxofre

De maneira semelhante ao que ocorreu com o *Ca*, não se observou influência de doses de *N* e *cycocel* na percentagem de enxofre (*S*), na polpa de bulbilhos de alho (Quadro 8).

O *S* é absorvido, principalmente, na forma de sulfato e reduzido nas plantas, incorporando-se em compostos orgânicos; também é constituinte dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina, além de ativador de algumas enzimas (EPSTEIN, 1975).

Alguns compostos voláteis contendo *S* contribuem para o odor característico do alho, cebola, mostarda e outros produtos vegetais. Os óleos essenciais encontrados no alho e cebola são formados pela combinação de compostos contendo *S*, mais comumente bissulfeto de propenil-2 - propil e bissulfeto de di-propenil-2. São estes óleos essenciais que aumentam os efeitos benéficos do alho e da cebola. A concentração destes óleos é de 0,005% em cebola e 0,06-0,1% em alho, o que explica o maior valor culinário e medicinal do alho em relação à cebola (BORDIA *et alii*, 1975).

O *S* é o terceiro elemento mais absorvido pelas plantas de alho, depois de *N* e *K* (SILVA *et alii*, 1979). Plantas de alho com deficiência de *S* apresentam ligeiro amarelecimento, que se inicia nas folhas mais novas, da base para o ápice. No estágio mais avançado, a clorose passa para amarelo-esbranquiçado, atingindo, posteriormente, todas as folhas (MAGALHÃES *et alii*, 1979).

As próprias características de deficiência evidenciam ser o *S* de pouca mobilidade no floema. Isto pode ter influenciado a não observação de alteração no teor deste elemento em polpa de bulbilhos de alho com o aumento das doses de *N*.

QUADRO 8. Análise de Variância dos Dados de Teores de Macronutrientes na Matéria Seca da Polpa de Bulbilhos de Alho, de Acordo com as Doses de Nitrogênio e Cycocel. Viçosa-MG, 1986

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	2	0,0626	0,3354**	0,0341	0,4846**	0,0569	0,3477**
Nl	1	6,3956**	0,1400*	0,4021*	0,0607	0,0877 [⊖]	0,0390
Cl	1	0,0688	0,0100	0,0657	0,0135	0,0009	0,0014
Nq	1	0,0337	0,0050	0,0089	0,0003	0,0072	0,0378
Cq	1	0,0075	0,0036	0,0149	0,0144	0,0021	0,0022
Nl × Cl	1	0,0456	0,0265	0,0009	0,0049	0,0038	0,0189
I. da Reg. 19	0,1349	0,0193	0,0425	0,0414	0,0147	0,0431	
Resíduo	48	0,1414	0,0245	0,0639	0,0462	0,0229	0,0534
C.V. (%)		4,17	3,47	3,34	6,26	3,01	4,72

N - Nitrogênio.

C - Cycocel.

l - Linear.

q - Quadrática.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste *F*.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste *F*.

⊖ Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste *F*.

- As demais fontes de variação não apresentaram diferenças significativas pelo teste *F*.

QUADRO 9. Equações de Regressão dos Dados de Teores de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre na Matéria Seca da Polpa de Bulbilhos de Alho, de Acordo com as Doses de Nitrogênio. Viçosa-MG, 1986

Características Avaliadas	Equações
Percentagem de Nitrogênio	$\hat{Y} = 8,583 + 0,004718^{**} N$ $R^2 = 0,88$
Percentagem de Fósforo	$\hat{Y} = 4,577 - 0,000726^* N$ $R^2 = 0,73$
Percentagem de Potássio	$\hat{Y} = 7,669 - 0,001234^* N$ $R^2 = 0,56$
Percentagem de Cálcio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,035$
Percentagem de Magnésio	$\hat{Y} = 4,926 + 0,001011^{\ominus} N$ $R^2 = 0,73$
Percentagem de Enxofre	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,72$

\ominus Significativo a 10% de probabilidade.

* Significativo a 5% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade.

4.2. Experimento 2 - Efeitos do Paclobutrazol nas Características Comerciais do Alho

4.2.1. Altura de Plantas

A análise de variância dos dados de altura de plantas pode ser observada no Quadro 10. Observa-se que houve diferença significativa entre cultivares e efeito de doses de paclobutrazol sobre a altura de plantas, para o cultivar *Juréia*.

Por meio da Figura 11, pode-se constatar que houve redução na altura de plantas, com o aumento das doses de paclobutrazol. Derivando a equação de regressão: $\hat{Y} = 67,5886 - 0,0247901 DS + 0,00001259 DS^2$, pode-se chegar à dose de 991 ppm do regulador de crescimento, o que possibilitaria a menor altura de plantas. Diversos autores, trabalhando com outras espécies, verificaram, também, redução no porte de plantas quando utilizaram este regulador de crescimento.

POMPO *et alii* (1985), em tomateiro; RAMIRA *et alii* (1985), em plantas de morango; WILLIANSO *et alii* (1986), em pessegueiro; e LECAIN *et alii* (1986), em plantas de figo, observaram que esta substância reduziu a altura de plantas.

Outras substâncias consideradas antigiberelínicas também atuam de maneira semelhante, reduzindo o porte das plantas. TEWARI *et alii* (1984) verificaram que o ALAR, nas dosagens de

1.000 e 1.500 ppm, reduziu a altura de plantas de alho. Resultados semelhantes foram observados por SEKHON e SINGH (1985), na cultura da batata, e por NAWATA *et alii* (1985), em tomateiro, ambos utilizando o *cycocel*.

Pode-se observar no Quadro 10, pelo contraste C_1 , diferença entre os cultivares *Amarante* e *B.G.A. 8701* e o cultivar *Juréia*. Por meio do contraste C_2 , constata-se, também, diferença significativa entre os cultivares *Amarante* e *B.G.A. 8701*.

O cultivar *Amarante* é muito plantado em Minas Gerais e caracteriza-se por apresentar folhas largas, que se curvam a cerca de 2/3 de seu comprimento. O clone *B.G.A. 8701* apresenta-se bastante semelhante ao cultivar *Amarante*, em termos de largura de folhas e formato de plantas, entretanto, pelo contraste C_2 , pode-se constatar que são cultivares diferentes. O cultivar *Juréia*, muito semelhante ao cultivar *Branco Mineiro*, apresenta folhas eretas e mais estreitas, diferindo dos cultivares *B.G.A. 8701* e *Amarante*.

QUADRO 10. Análise de Variância e Desdobramento da Interação Cultivares x Doses da Altura de Plantas e Número de Folhas. Lavras-MG, 1988

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Altura de Plantas	Número de Folhas 1/
Blocos	3	267,9904**	0,0067849
C ₁	1	393,9018*	0,04235*
C ₂	1	543,169**	0,05225*
Doses d/Amarante			
Dose l	1	15,7126	0,0022895
Dose q	1	30,0325	0,0026557
Ind.Reg.	2	35,1826	0,024044
Doses d/Juréia			
Dose l	1	0,720924	0,0015161
Dose q	1	549,4405**	0,0031572
Ind.Reg.	2	366,1982	0,0051248
Doses d/B.G.A.8701			
Dose l	1	78,5961	0,0332041*
Dose q	1	66,8173	0,0019281
Ind.Reg.	2	32,3019	0,0135401
Resíduo	42	58,6970	0,0075753
C.V. (%)		13,22	3,17

$C_1 = \bar{X}_1 - 2\bar{X}_2 + \bar{X}_3$; $\bar{X}_1 = \text{Amarante}$, $\bar{X}_2 = \text{Juréia}$ e $\bar{X}_3 = \text{B.G.A.8701}$.

$C_2 = \bar{X}_1 - \bar{X}_3$.

l Linear.

q Quadrática.

1/ Análise feita com os dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

- As demais fontes de variação não apresentaram diferenças significativas pelo teste F.

$$\hat{Y} = 67,5886 - 0,0247901 DS + 0,00001259^{**} DS^2.$$

$$R^2 = 0,60.$$

** Significativo a 1% de probabilidade.

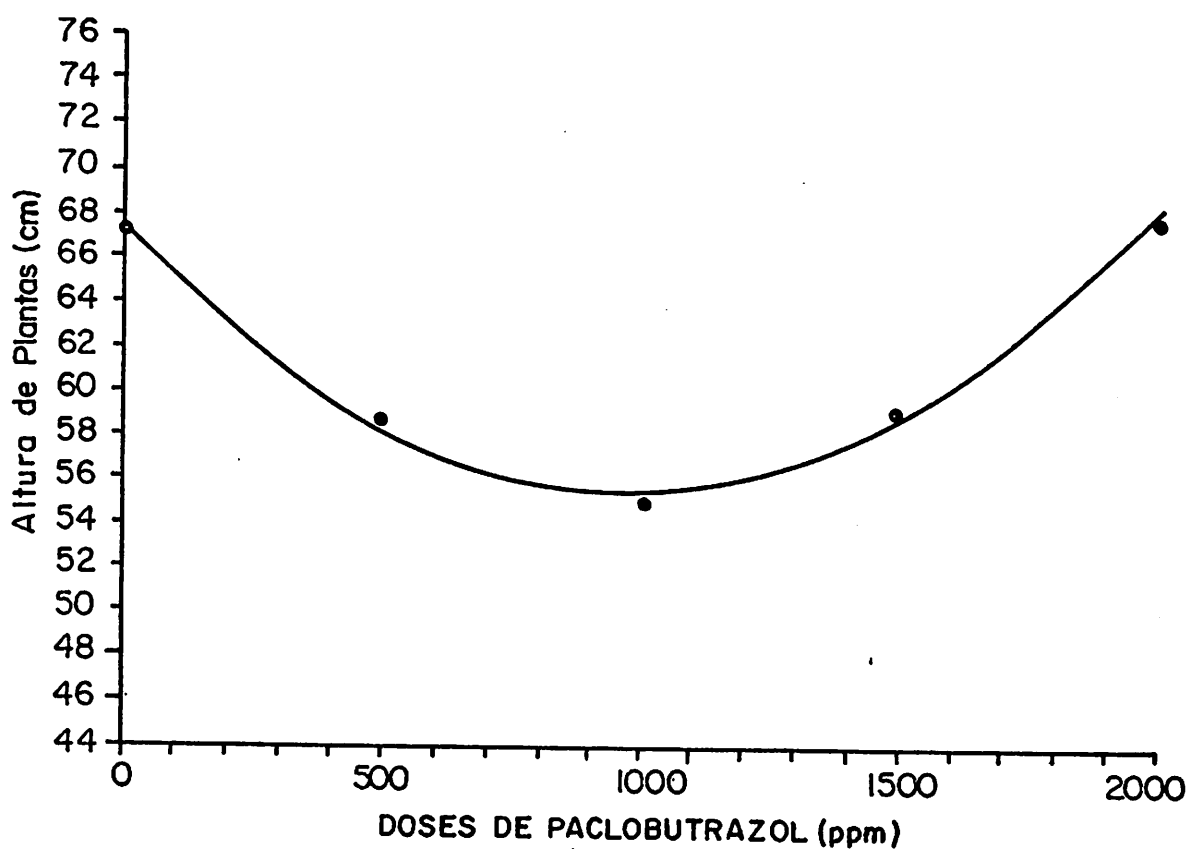


FIGURA 11. Altura de plantas de Alho, cv. Juréia, de Acordo com as Doses (DS) de Paclobutrazol. Lavras-MG, 1988.

4.2.2. Número de Folhas

A análise de variância dos dados de número de folhas pode ser observada no Quadro 10.

Verifica-se no Quadro 10, por meio do contraste C_1 , que houve diferença entre os cultivares *Amarante* e *B.G.A. 8701* com o '*Jurêia*'. Ao comparar os cultivares *Amarante* e *B.G.A. 8701* pelo contraste C_2 , também se observou diferença significativa para a característica número de folhas.

Desdobrando a interação cultivar x doses (Quadro 10), pode-se observar o efeito linear negativo das doses de paclobutrazol apenas para o cultivar *B.G.A. 8701* (Figura 12). Entretanto, embora significativo, o efeito do produto foi muito pequeno.

Em diversas culturas, não se verificou efeito do paclobutrazol sobre o número de folhas. Entretanto, LECAIN et alii (1986) observaram que esta substância reduziu o tamanho de folhas em plantas de figo.

Em tomateiro, a aplicação de *cycocel*, que também atua regulando o crescimento de plantas no estágio de duas folhas verdadeiras, não apresentou nenhum efeito no número de folhas, altura de plantas e produção de frutos (PISARCZYK et alii (1979).

O número de folhas é característica de cada cultivar e parece ser pouco influenciado pela aplicação de substâncias inibidoras de crescimento. Na cultura do alho, o número de folhas é, inclusive, utilizado na caracterização de cultivares (SOUZA et alii, 1978).

$$\hat{Y} = 7,6785 - 0,000324^* DS.$$

$$R^2 = 0,61.$$

* Significativo a 5% de probabilidade.

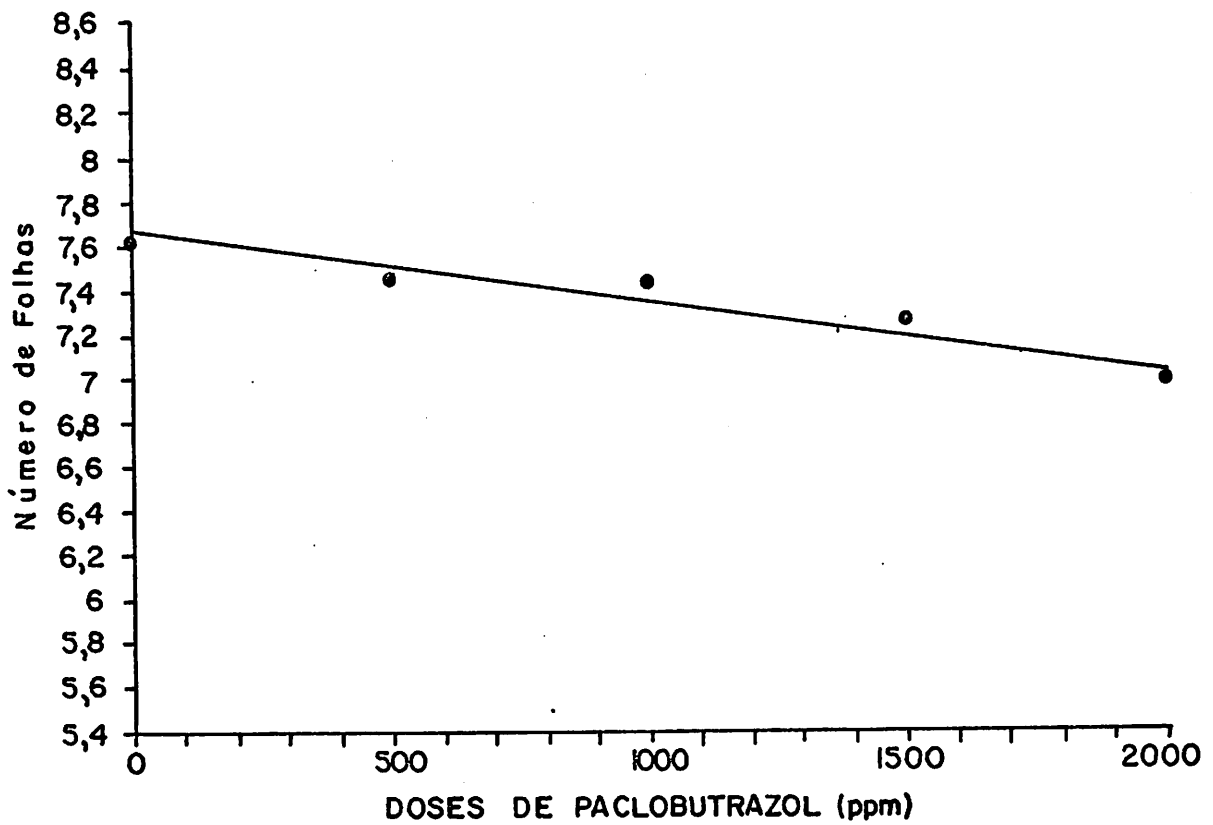


FIGURA 12. Número de Folhas de Alho, cv. B.G.A. 8701, de Acordo com as Doses (DS) de Paclobutrazol. Lavras-MG, 1988.

4.2.3. Produção Comercial de Bulbos de Alho

A análise de variância dos dados de produção comercial de bulbos pode ser observada no Quadro 11. Por meio do desdobramento da interação cultivar x doses, verificam-se efeito linear das doses de paclobutrazol para o cultivar *Amarante* e efeito quadrático para os cultivares *Juréia* e *B.G.A. 8701*.

Com relação ao cultivar *Amarante* (Figura 13), observou-se redução na produção comercial de bulbos, com o aumento das doses de paclobutrazol.

Comportamento diferente foi observado com o cultivar *Juréia* (Figura 14). Verificou-se que houve aumento na produção comercial de bulbos com a elevação das doses do produto. Derivando a equação: $\hat{Y} = 3923,66 + 5,41786 DS - 0,0029151^{***} DS^2$, obtém-se a dose de 929 ppm de paclobutrazol, que possibilitaria a maior produção de bulbos.

O cultivar *B.G.A. 8701* (Figura 15) apresentou comportamento semelhante ao do cultivar *Juréia*. Por meio da equação de regressão: $\hat{Y} = 5991,67 + 2,29427 DS - 0,0014218^e DS^2$, chega-se à dosagem de 1.053 ppm, que possibilitaria a maior produção comercial de bulbos.

O comportamento diferenciado entre o cultivar *Amarante* e os cultivares *B.G.A. 8701* e *Juréia*, em relação à produção comercial de bulbos, pode estar relacionado com as características dos bulbilhos do cultivar *Amarante*. Isto pode ter promovido

maior absorção do regulador de crescimento, o que possibilita alterações metabólicas e/ou diluição de substâncias importantes na bulbificação, afetando, assim, a produção. As maiores concentrações de paclobutrazol - 1.500 e 2.000 ppm - também podem ter provocado alterações no metabolismo das plantas dos cultivares *Jurêia* e *B.G.A. 8701*, provocando nestas dosagens redução na produção.

AIAZZI et alii (1985), por meio da imersão de raízes tuberosas de batata-doce em *cycocel*, verificaram redução da produtividade que, segundo eles, pode ter sido consequência da diluição e/ou da perda de metabólitos envolvidos na tuberização.

Em morangueiro, o paclobutrazol reduziu o crescimento, o peso de matéria seca da planta e a eficiência fotossintética sem, contudo, afetar a produção. Em plantas de figo, a mesma substância reduziu a altura de plantas, tamanho de folhas, comprimento de entrenós e a produtividade (LECAIN et alii, 1986).

No Quadro 11, pode-se observar, por meio do contraste C_1 , pelo qual se comparam os cultivares com baixa suscetibilidade ao superbrotamento, ou seja, *Amarante* e *B.G.A. 8701* com o cultivar *Jurêia*, de alta suscetibilidade, que estes diferiram significativamente em relação à produção comercial de bulbos. O contraste C_2 mostra diferença entre os cultivares *Amarante* e *B.G.A. 8701*. Entre os cultivares, o *Amarante* foi o que apresentou a maior produção comercial de bulbos.

QUADRO 11. Análise de Variância e Desdobramento da Interação Cultivares x Doses da Produção Comercial de Bulbos, Peso Médio de Bulbos, Número de Bulbilhos/Bulbo e Percentagem de Bulbos Superbrotados. Lavras-MG, 1988

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Prod. Comerc. de Bulbos	Peso Médio de Bulbos	Nº de Bulbilhos/Bulbo 1/	% de Bulbos Superbrotados 2/
Blocos	3	6785004,0*	65,38978*	0,210921*	0,041886*
C ₁	1	42082442,0**	4,4853	9,15701**	0,862745**
C ₂	1	85922265,0**	285,1560**	6,56015**	0,0005314**
Doses d/Amarante					
Dose l	1	6935770,0 ^e	5,8293	0,296964*	0,009932
Dose q	1	14665,90	43,2081	0,064688	0,046950*
Indep. de Reg.	2	8518782,0	16,0693	0,124550	0,056903
Doses d/Juréia					
Dose l	1	1701563,0	0,9954	0,030224	0,012355
Dose q	1	29743920,0**	60,6320 ^e	0,082301	0,454740**
Indep. de Reg.	2	1025220,9	11,4730	0,125280	0,020264
Doses d/BGA 8701					
Dose l	1	1625099,0	0,69169	0,237292 ^e	0,027217
Dose q	1	7009556,0 ^e	31,5600	0,027340	0,107345**
Indep. de Reg.	2	1773744,1	3,4676	0,099255	0,082497
Resíduo	42	2363328,0	18,2242	0,073210	0,0110715
C.V. (%)		24,98	12,70	6,88	16,65

$C_1 = \bar{X}_1 - 2\bar{X}_2 + \bar{X}_3$; $\bar{X}_1 = \text{Amarante}$, $\bar{X}_2 = \text{Juréia}$; e $\bar{X}_3 = \text{B.G.A. 8701}$.

$C_2 = \bar{X}_1 - \bar{X}_3$.

l Linear.

q Quadrática.

1/ Análise feita com os dados transformados em $[\bar{x} + 0,5]^{-1}$.

2/ Análise feita com os dados transformados em arco-seno $[\bar{p}/100]^{-1}$.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^e Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste F.

- As demais fontes de variação não apresentaram diferenças significativas pelo teste F.

$$\hat{Y} = 9.043,75 - 0,832812^{\ominus} \text{ DS.}$$

$$R^2 = 0,44.$$

\ominus Significativo a 10% de probabilidade.

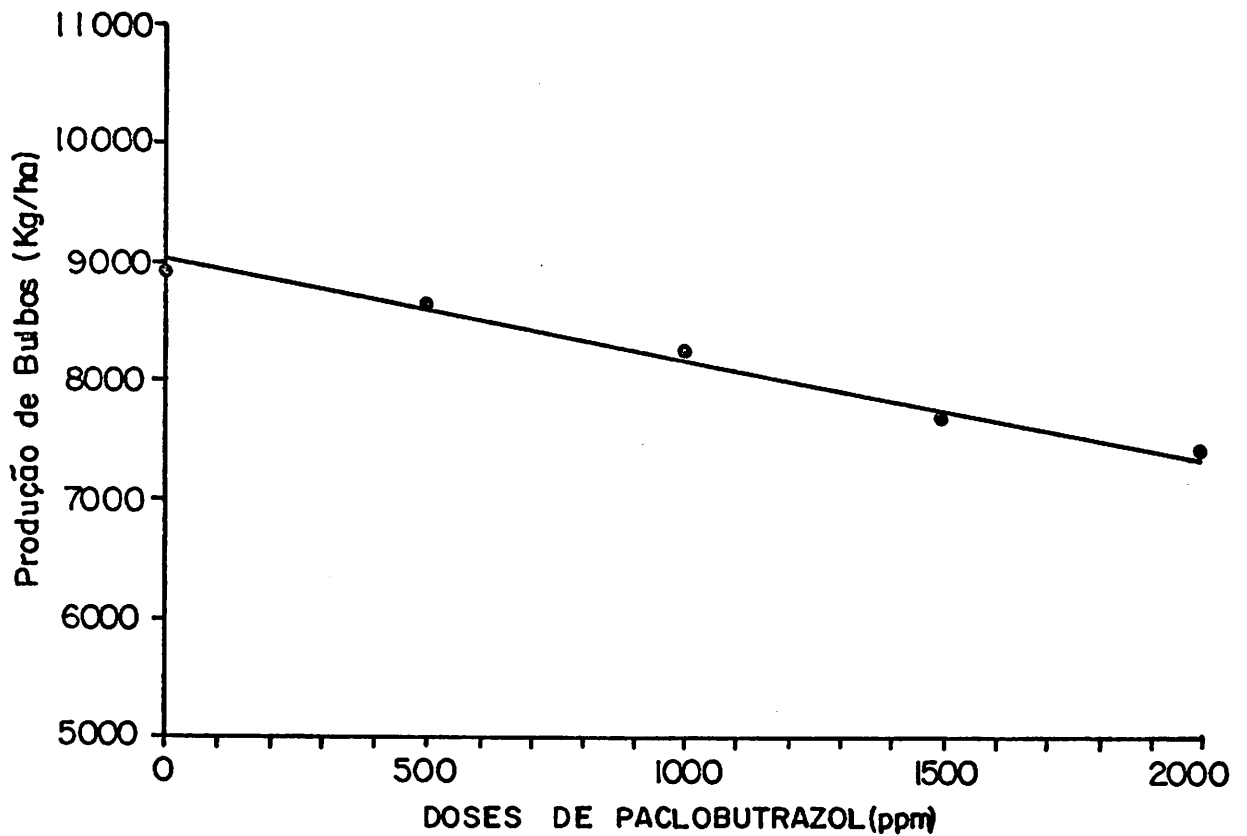


FIGURA 13. Produção Comercial de Bulbos de Alho, cv. Amarante, de Acordo com as Doses (DS) de Paclobutrazol. Lavras-MG, 1988.

$$\hat{Y} = 3.923,66 + 5,41786 DS - 0,0029151^{**} DS^2.$$

$$R^2 = 0,84.$$

** Significativo a 1% de probabilidade.

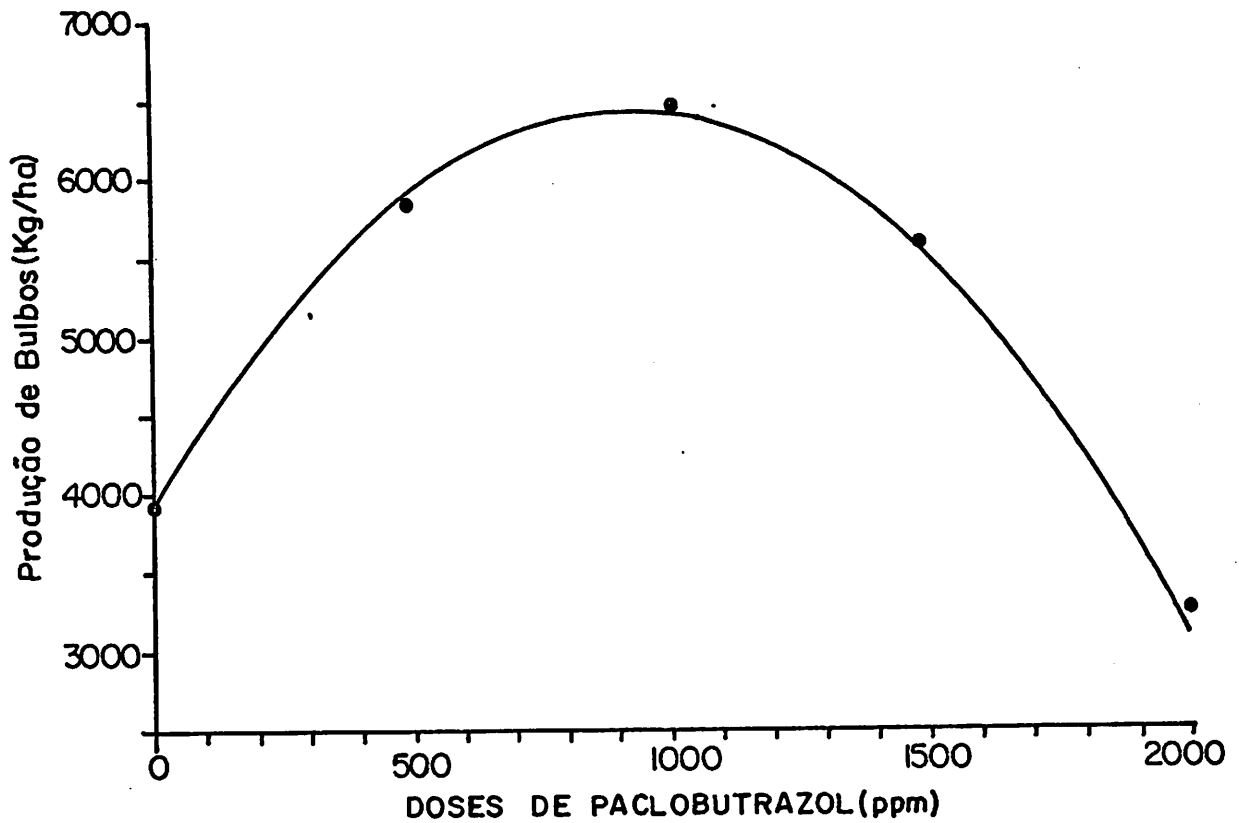


FIGURA 14. Produção Comercial de Bulbos de Alho, cv. Juréia, de Acordo com as Doses (DS) de Paclobutrazol. Lavras-MG, 1988.

$$\hat{Y} = 5.991,67 + 2,29427 DS - 0,0014218^{\ominus} DS^2.$$

$$R^2 = 0,78.$$

\ominus Significativo a 10% de probabilidade.

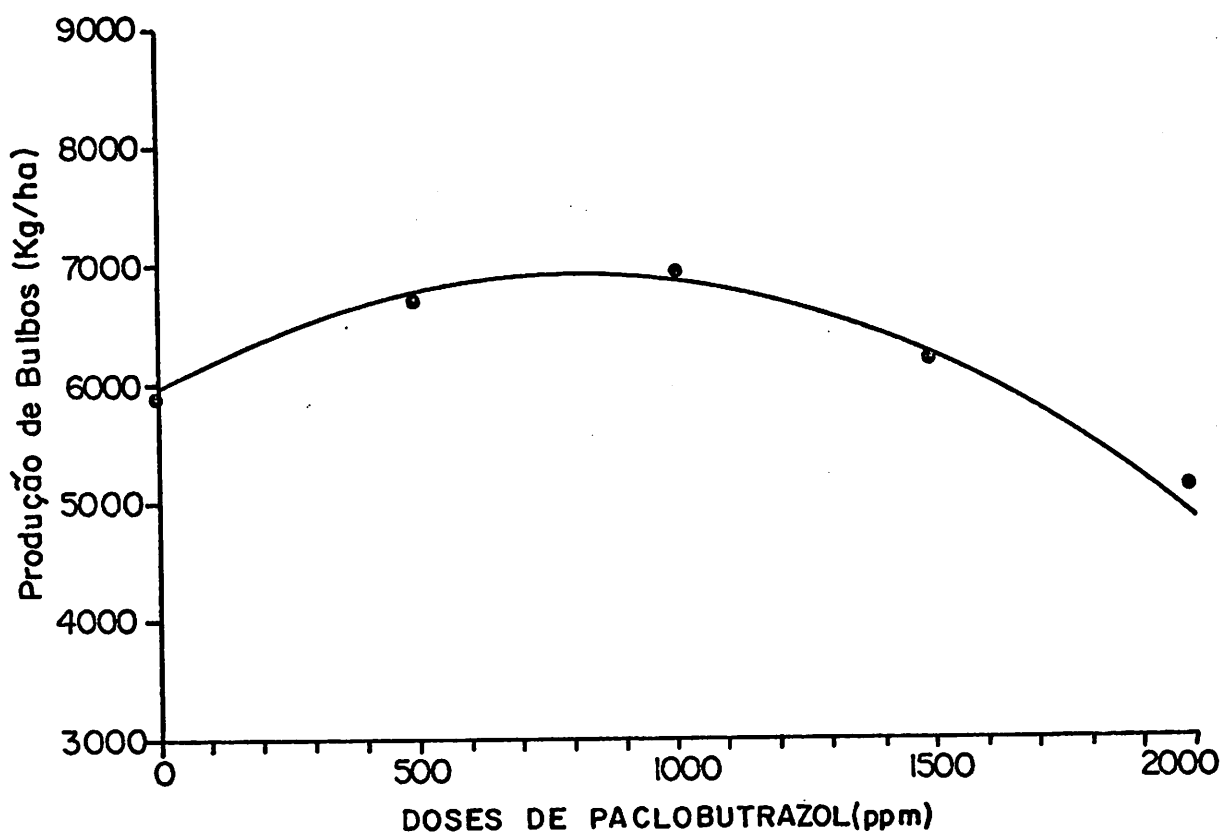


FIGURA 15. Produção Comercial de Bulbos de Alho, cv. B.G.A. 8701, de Acordo com as Doses (DS) de Paclobutrazol. Lavras-MG, 1988.

4.2.4. Peso Médio de Bulbos de Alho

A análise de variância dos dados de peso médio de bulbos pode ser observada no Quadro 11. Por meio do desdobramento da interação cultivar x doses, pode-se observar efeito quadrático das doses sobre esta característica, para o cultivar *Jurêia*.

Na Figura 16, verifica-se redução no peso de bulbos com o aumento das doses de paclobutrazol. O menor peso de bulbos seria obtido com a utilização de 986 ppm do produto. Este resultado parece contradizer os dados de produção de bulbos para este cultivar (Figura 14), uma vez que o peso de bulbos é característica que exerce influência direta sobre a produção. Entretanto, a Figura 20 mostra, para o cultivar *Jurêia*, redução na percentagem de bulbos superbrotados nas concentrações de 500 e 1.000 ppm do referido regulador de crescimento, o que influenciou, positivamente, no aumento da produção comercial, sem que tivesse ocorrido aumento de peso de bulbos.

Substâncias que atuam sobre a giberelina têm sido avaliadas na cultura do alho. FODA *et alii* (1979), por meio da imersão de bulbilhos de alho em solução de *cycocel* e pulverização de plantas, por duas vezes, na concentração de 1.000 ppm, observaram aumento no peso de bulbos. Em batata-doce, AIAZZI *et alii* (1985) constataram aumento de produtividade com a aplicação foliar do *cycocel* (1.500 ppm) às plantas jovens, em razão do maior peso das raízes tuberosas.

Também, a redução no peso de produtos hortícolas tem sido evidenciada quando se utilizam substâncias reguladoras de crescimento de plantas. Segundo NAWATA *et alii* (1985), a redução no peso de frutos de tomate pela aplicação de *cycocel* via solo e pulverização em toda a planta possivelmente seja em razão da redução no crescimento de plantas, o que poderia resultar na menor produção de fotoassimilados.

Com relação aos cultivares (Quadro 11), pode-se verificar, pelo contraste C_1 , que os cultivares *Amarante* e *B.G.A. 8701* não diferiram do cultivar *Jurúia*, em termos de peso de bulbos. Ao comparar os cultivares *Amarante* e *B.G.A. 8701* (C_2), verificou-se diferença significativa. Este resultado confirma as boas características comerciais do cultivar *Amarante* já avaliadas em diversas regiões de plantio de alho, por meio de competições de cultivares.

$$\hat{Y} = 34,9751 - 0,0080879 DS + 0,0000041^{\ominus} DS^2.$$

$$R^2 = 0,84.$$

\ominus Significativo a 10% de probabilidade.

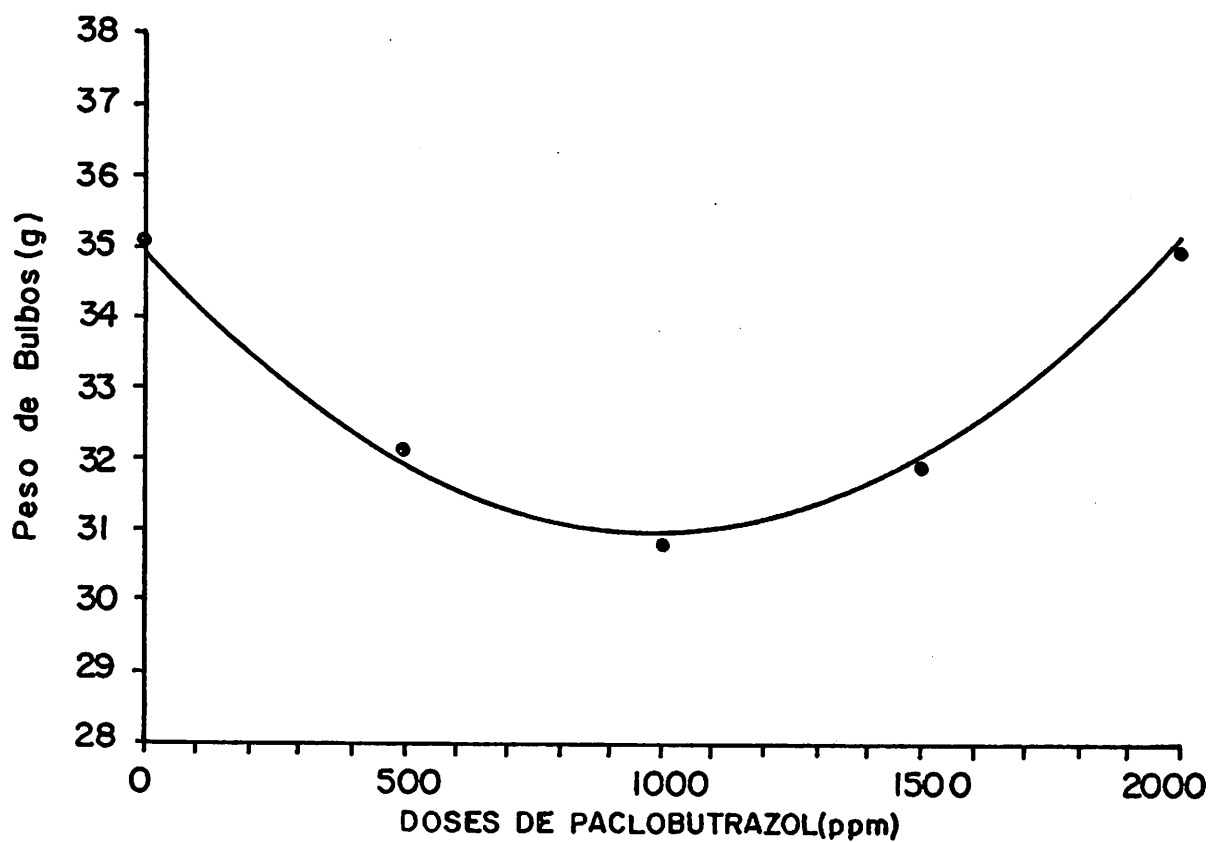


FIGURA 16. Peso Médio de Bulbos de Alho, cv. Juréia, de Acordo com as Doses (DS) de Paclobutrazol. Lavras-MG, 1988.

4.2.5. Número de Bulbilhos por Bulbo

A análise de variância dos dados do número de bulbilhos por bulbo pode ser observada no Quadro 11. Ao desdobrar a interação cultivar x doses, verifica-se efeito linear das doses de paclobutrazol sobre esta característica, para os cultivares *Amarante* e *B.G.A. 8701*. Para o cultivar *Amarante*, na medida em que foram aumentando as dosagens de paclobutrazol, houve redução no número de bulbilhos/bulbo (Figura 17). Com relação ao cultivar *B.G.A. 8701*, com o aumento da concentração de paclobutrazol houve elevação do número de bulbilhos/bulbo (Figura 18). Entretanto, estas alterações foram pequenas, não chegando a modificar as características comerciais do alho.

Na cultura do alho, FODA et alii (1979), utilizando o *cycocel* na concentração de 1.000 ppm em imersão de bulbilhos e pulverização de plantas, verificaram redução no número de bulbilhos por bulbo.

O número de bulbilhos é característica importante na escolha de cultivares de alho. Entretanto, alguns fatores climáticos como a temperatura e a própria frigidificação pré-plantio podem promover pequenas alterações no número de bulbilhos. Alguns cultivares nacionais apresentam bulbilhos pequenos e com número excessivo de bulbilhos por bulbo.

O cultivar *Jurêia*, embora produza bulbos com boa aparência comercial, apresenta número excessivo de bulbilhos por

bulbo, além de sensibilidade ao superbrotamento. O menor número de bulbilhos por bulbo foi observado no clone B.G.A. 8701, com cerca de 10 bulbilhos por bulbo, apresentando bulbilhos com tamanho adequado para o comércio. Este número de bulbilhos é semelhante ao apresentado por cultivares nobres como *Chonan*, *Caçador* e *Quitéria*, que possuem ótimas características comerciais. O cultivar *Amarante*, com cerca de 16 bulbilhos por bulbo, também produz bulbilhos de tamanho adequado para a comercialização, além de apresentar maior produtividade e possuir maior peso de bulbos.

$$\hat{Y} = 17,4500 - 0,0014^* DS.$$

$$R^2 = 0,61.$$

* Significativo a 5% de probabilidade.

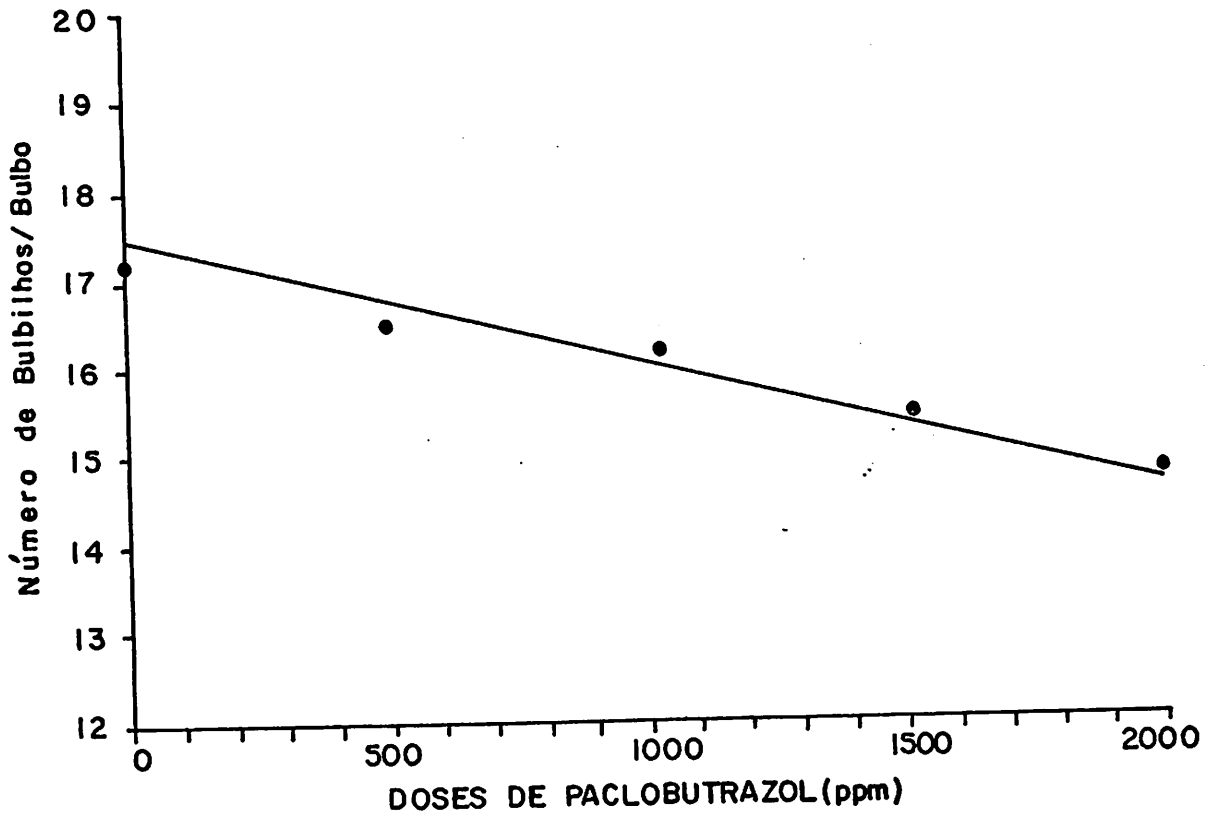


FIGURA 17. Número de Bulbilhos por Bulbo, cv. Amaranite, de Acordo com as Doses (DS) de Paclobutrazol. Lavras-MG, 1988.

$$\hat{Y} = 9,21 + 0,00091^{\ominus} \text{ DS.}$$

$$R^2 = 0,65.$$

\ominus Significativo a 10% de probabilidade.

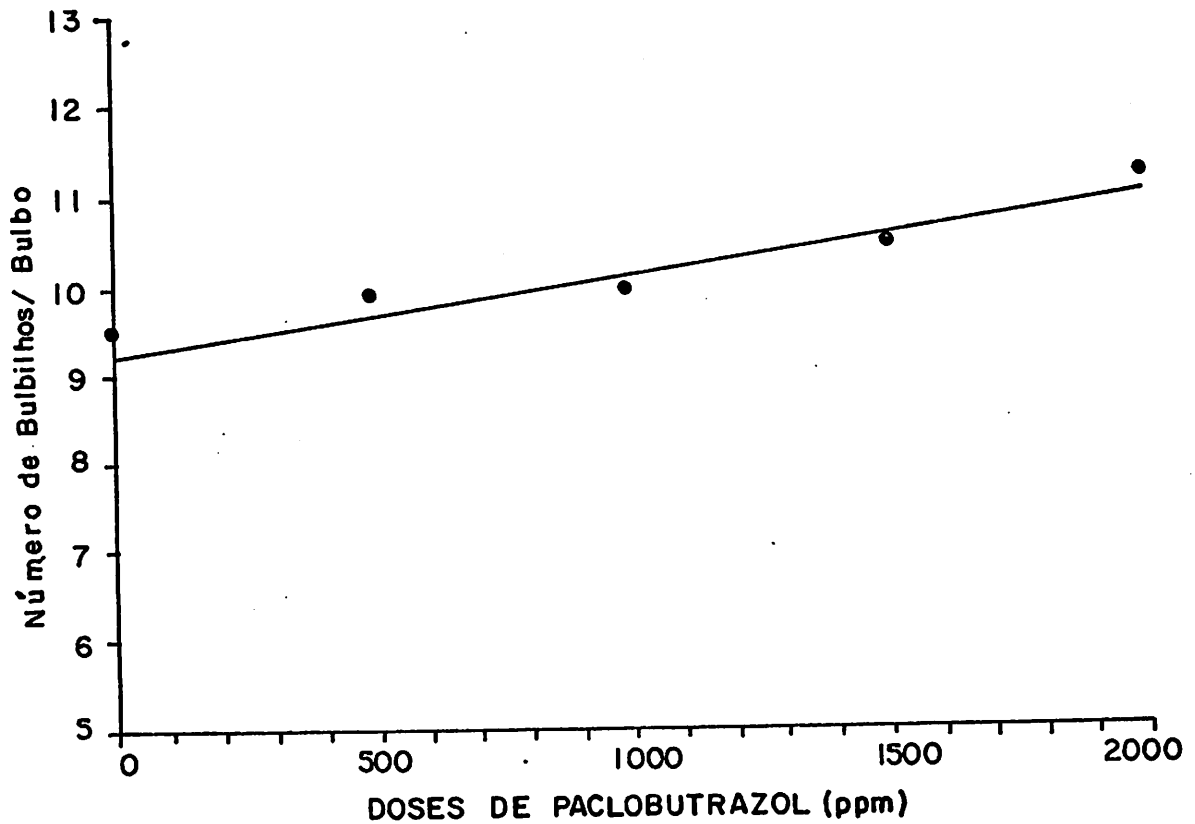


FIGURA 18. Número de Bulbilhos por Bulbo, cv. B.G.A. 8701, de Acordo com as Doses (DS) de Paclobutrazol. Lavras-MG, 1988.

4.2.6. Percentagem de Bulbos Superbrotados

A análise de variância dos dados de percentagem de bulbos superbrotados pode ser observada no Quadro 11. O desdobramento da interação cultivar \times doses permite observar o efeito quadrático das doses de paclobutrazol sobre esta característica, para os três cultivares estudados.

Para o cultivar *Amarante* de baixa suscetibilidade ao superbrotamento, determina-se, por meio da equação de regressão (Figura 19), a dose de paclobutrazol (1.202 ppm) que induziria a maior percentagem de bulbos superbrotados. Nas dosagens de 1.500 e 2.000 ppm, ocorreram reduções desta anormalidade fisiológica, mas ainda apresentaram valores superiores aos da testemunha. A maior incidência de bulbos superbrotados no cultivar *Amarante*, no tratamento-testemunha, próximo a 20%, provavelmente possa ser atribuído às condições em que se conduziu o experimento, procurando, por meio de cobertura morta e alta disponibilidade de água e N na fase de bulbificação, estimular o aparecimento do superbrotamento.

Na Figura 20, pode-se verificar o efeito das doses de paclobutrazol sobre a percentagem de bulbos superbrotados no cultivar *Juréia*. Este cultivar caracteriza-se pela alta suscetibilidade ao superbrotamento, como pode ser observado no tratamento-testemunha, com cerca de 65% de bulbos superbrotados.

A utilização de 500 ppm de paclobutrazol reduziu o superbrotamento em cerca de 24%. Entretanto, ao se dobrar a dosagem, ou seja, de 500 para 1.000 ppm, houve redução de apenas 6% desta anormalidade. Esta pequena redução, dependendo do preço do produto, no caso de vir a ser indicado para a cultura, poderia não justificar a utilização de dosagens mais elevadas. Por meio da equação de regressão (Figura 20), pode-se chegar à dosagem de 948 ppm de paclobutrazol, que induziria a menor percentagem de bulbos superbrotados, aproximadamente 34%. Isto representaria a redução de cerca de 31% nesta anormalidade fisiológica, que tanto deprecia alguns cultivares de alho nacionais. O uso desta substância, associado a outras práticas como controle de água de irrigação na fase de bulbificação e de adubação nitrogenada, poderia reduzir, ainda mais, a incidência de bulbos superbrotados.

Possivelmente, em virtude da atividade antigiberelínica do paclobutrazol, é que se observou efeito quadrático negativo desta substância sobre a referida anormalidade fisiológica. MOON e LEE (1980) verificaram que o crescimento secundário era induzido por alta atividade de giberelina. Também, SILVA (1984) considerou que o ácido giberélico, por ser promotor de crescimento, poderia aumentar a incidência de bulbos superbrotados. Nas maiores concentrações (1.500 e 2.000 ppm), o fato de o produto aumentar a incidência de superbrotamento pode estar relacionado com outras alterações metabólicas na planta, que

induziriam a um aumento deste distúrbio.

Com relação ao clone B.G.A. 8701 (Figura 21), o efeito do produto foi semelhante àquele observado no cultivar *Jurúia*, embora a redução da incidência do superbrotamento tenha sido menor. Neste cultivar, por meio da equação de regressão (Figura 21), chega-se à dose de 847,8 ppm de paclobutrazol, que induziria a menor percentagem de bulbos superbrotados, cerca de 20 %, correspondendo à redução de 10% com relação à dose-testemunha, no índice de bulbos superbrotados. Nas concentrações de 1.500 e 2.000 ppm de paclobutrazol, houve aumento de bulbos superbrotados. A maior dose (2.000 ppm) apresentou maior percentagem de bulbos superbrotados, superando em 10% a testemunha.

Substâncias antigiberelínicas têm sido avaliadas na cultura do alho, visando controlar o superbrotamento. SILVA (1984) não detectou efeito de *cycocel* (1.000 ppm) e ácido giberélico (300 ppm) sobre esta anormalidade fisiológica. Também, MUELLER e BIASI (1985), ao utilizarem as substâncias daminozide, ANA, ethephon, carbanyl e ácido giberélico, não observaram controle sobre o superbrotamento. Possivelmente, em virtude das diversas alterações que estas substâncias promovem nas plantas de alho, é que se torna difícil o controle dessa anormalidade.

Os resultados promissores, obtidos com a substância paclobutrazol, sugerem novos estudos como, por exemplo: período

de imersão de bulbilhos de alho e avaliação de cultivares, em que há necesssidade de frigorificação pré-plantio, como também estudos sobre a presença de resíduos em bulbos de alho provenientes de plantas cujos bulbilhos foram tratados com esta substância.

Com relação à diferença entre cultivares sobre a percentagem de bulbos superbrotados, observou-se diferença significativa para o contraste C_1 , pelo qual se compararam os cultivares *Amarante* e *B.G.A. 8701* com o cultivar *Juréia*, de alta suscetibilidade ao superbrotamento (Quadro 11). O cultivar *Juréia* apresentou a maior incidência desta anormalidade fisiológica. Segundo SOUZA e CASALI (1986), cultivares como *Juréia*, *Branco Mineiro* e *Dourados* são de elevada suscetibilidade ao superbrotamento.

Os cultivares *Amarante* e *B.G.A. 8701*, comparados pelo contraste C_2 , apresentaram taxas de bulbos superbrotados superiores àquelas que têm sido constatadas em plantios destes cultivares (Figuras 19 e 21). Este fato, provavelmente, esteja associado às condições propícias ao aparecimento do superbrotamento que ocorreram por ocasião da condução do experimento.

$$\hat{Y} = 19,2468 + 0,024057 DS - 0,000010^* DS^2.$$

$$R^2 = 0,66.$$

* Significativo a 5% de probabilidade.

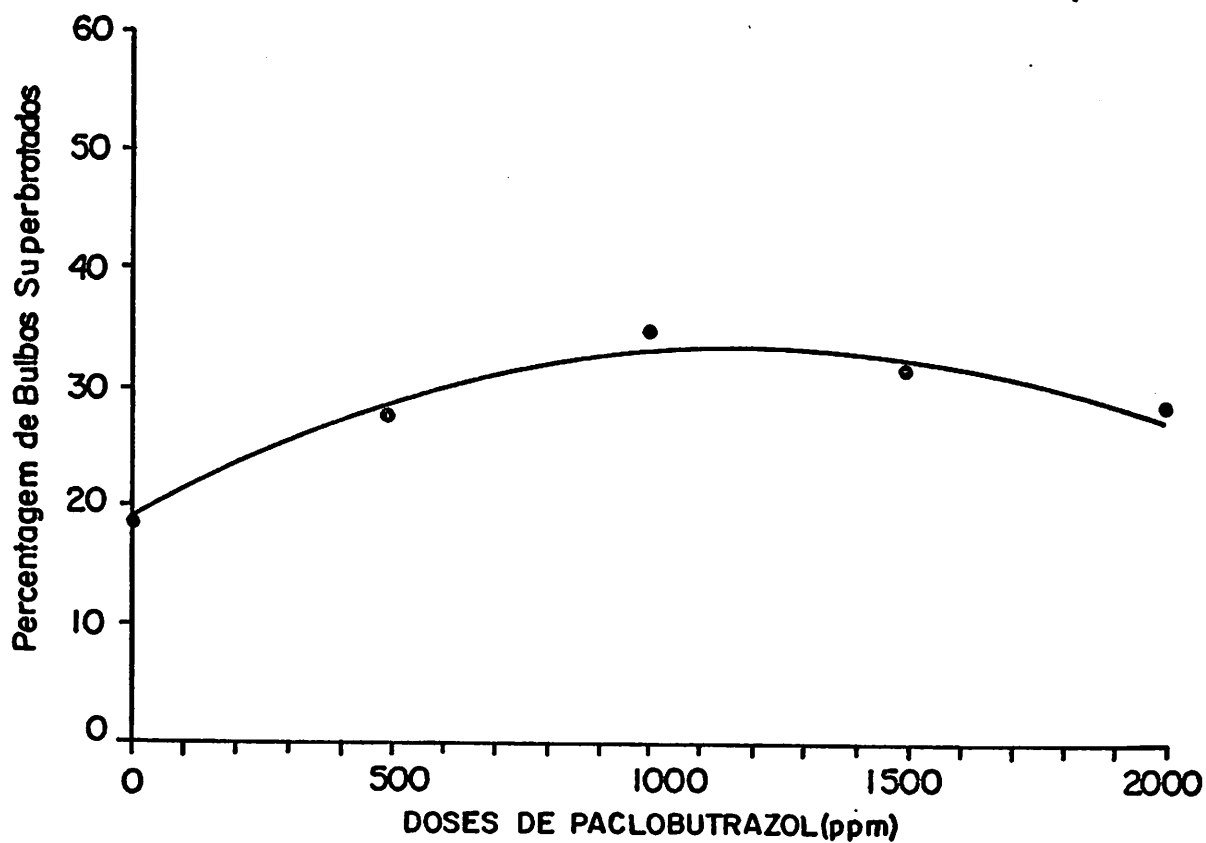


FIGURA 19. Percentagem de Bulbos de Alho Superbrotaados, cv. Amarante, de acordo com as Doses (DS) de Paclobutrazol. Lavras-MG, 1988.

$$\hat{Y} = 64,7211 - 0,064505 DS + 0,000034^{**} DS^2.$$

$$R^2 = 0,95.$$

** Significativo a 1% de probabilidade.

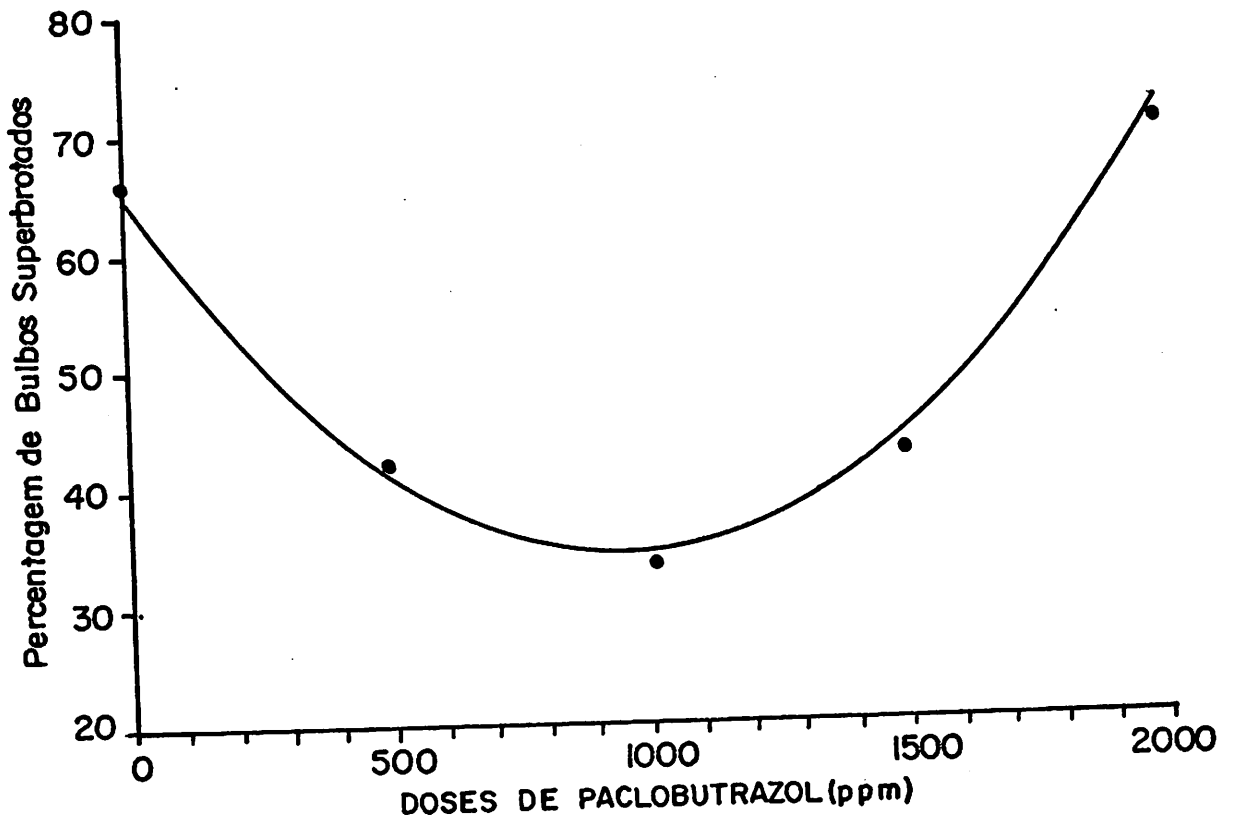


FIGURA 20. Percentagem de Bulbos de Alho Superbrota, cv. Juréia, de acordo com as Doses (DS) de Paclobutrazol. Lavras-MG, 1988.

$$\hat{Y} = 31,0376 - 0,026453 DS + 0,0000156^{**} DS^2.$$

$$R^2 = 0,62.$$

** Significativo a 1% de probabilidade.

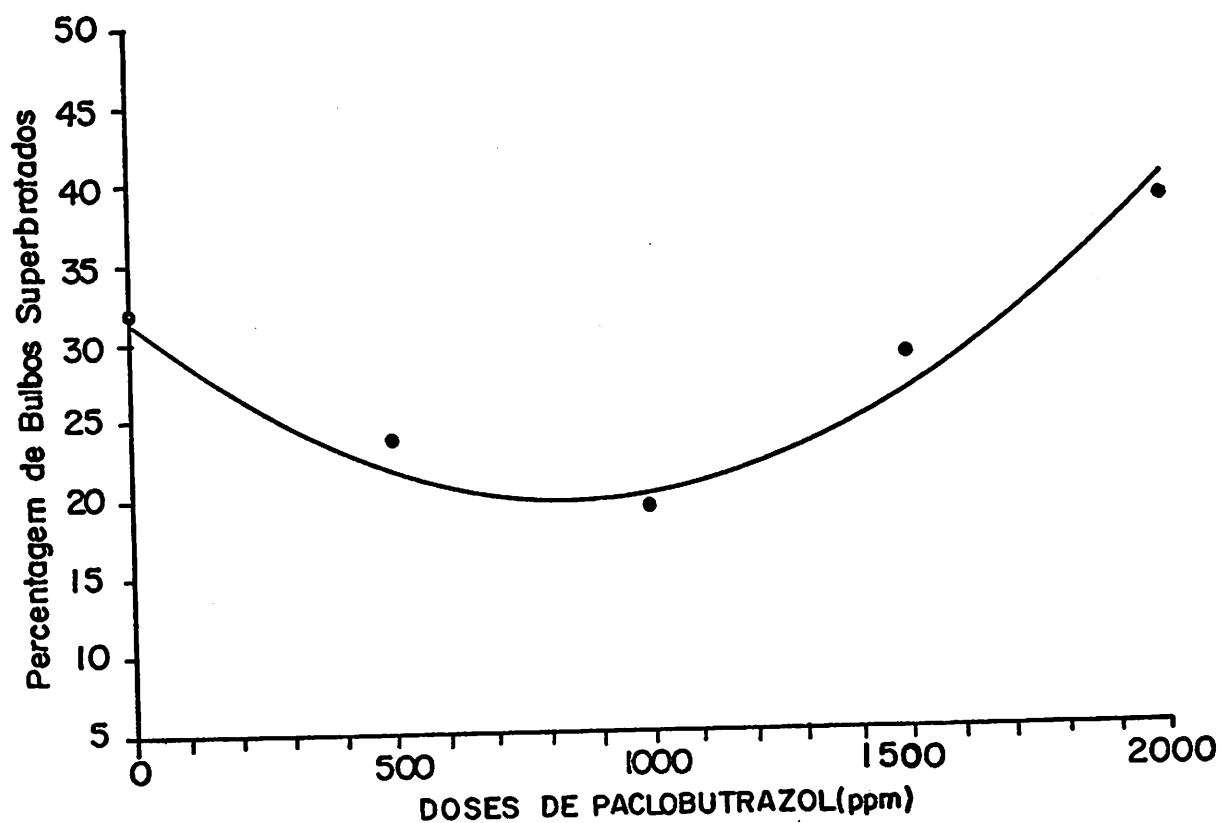


FIGURA 21. Percentagem de Bulbos de Alho Superbrotados, cv. B.G.A. 8701, de Acordo com as Doses (DS) de Paclobutrazol. Lavras-MG, 1988.

4.3. Experimento 3 - Efeitos do Nitrogênio e Potássio nas Características Comerciais do Alho

4.3.1. Altura de Plantas

A análise de variância dos dados de altura de plantas pode ser observada no Quadro 12. Observa-se que houve interação linear negativa entre N e K (Figura 22).

Por meio da equação de regressão, funções N , K e NK (Figura 22), pode-se constatar que, nas menores doses de N , de 12 a 60 kg/ha, à medida que se elevou a concentração de K , houve aumento na altura das plantas. Entretanto, nas maiores concentrações de N , ou seja, a partir de 180 kg de N/ha até a maior dose, 228 kg de N/ha , à medida que elevaram as doses de K de 12 a 228 kg/ha, observou-se redução na altura das plantas. Este resultado parece indicar que as altas dosagens de K , associadas às maiores dosagens de N , apresentaram efeito depressivo sobre a altura das plantas.

No alho, a deficiência de K causa redução no crescimento das plantas (COUTO, 1965; MAGALHÃES *et alii*, 1979), influenciando, portanto, na altura das plantas.

De maneira geral, não têm sido encontradas respostas à adubação potássica na cultura do alho. BIASI (1981) não obteve respostas ao aplicar níveis de 0 a 160 kg de K_2O/ha . Segundo MAGALHÃES (1986), vários trabalhos relatam ausência de resposta

do alho à adubação potássica. Entretanto, em Latossolo Vermelho-Escuro não cultivado, a não utilização do *K* em adubação causou limitação ao crescimento do alho (MAGALHÃES *et alii*, 1979).

QUADRO 12. Análise de Variância de Altura de Plantas e Número de Folhas/Planta, 70 Dias após o Plantio, de Acordo com as Doses de Nitrogênio e Potássio. Lavras-MG, 1988

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Altura de Plantas (cm)	Número de Folhas l/
Blocos	3	472,4434**	6,116880**
<i>N l</i>	1	3,432146	0,0003516
<i>N q</i>	1	55,79496	0,0020368
<i>K l</i>	1	0,552530	0,0009956
<i>K q</i>	1	70,82964	0,0101152
<i>Nl × Kl</i>	1	286,4098*	0,0369428
Indep. da Reg.	9	44,94448	0,124636
Resíduo	42	45,5773	0,3041309
C.V. (%)		15,77	8,55

N Nitrogênio.

K Potássio.

l Linear.

q Quadrática.

l/ Análise feita com os dados transformados em $\sqrt{X + 0,5}$.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste *F*.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste *F*.

- As demais fontes de variação não apresentaram diferenças significativas pelo teste *F*.

$$\hat{Y} = 40,6901 + 0,026163 N + 0,02545 K - 0,0002309^{*}NK.$$

$$R^2 = 0,51.$$

* Significativo a 5% de probabilidade.

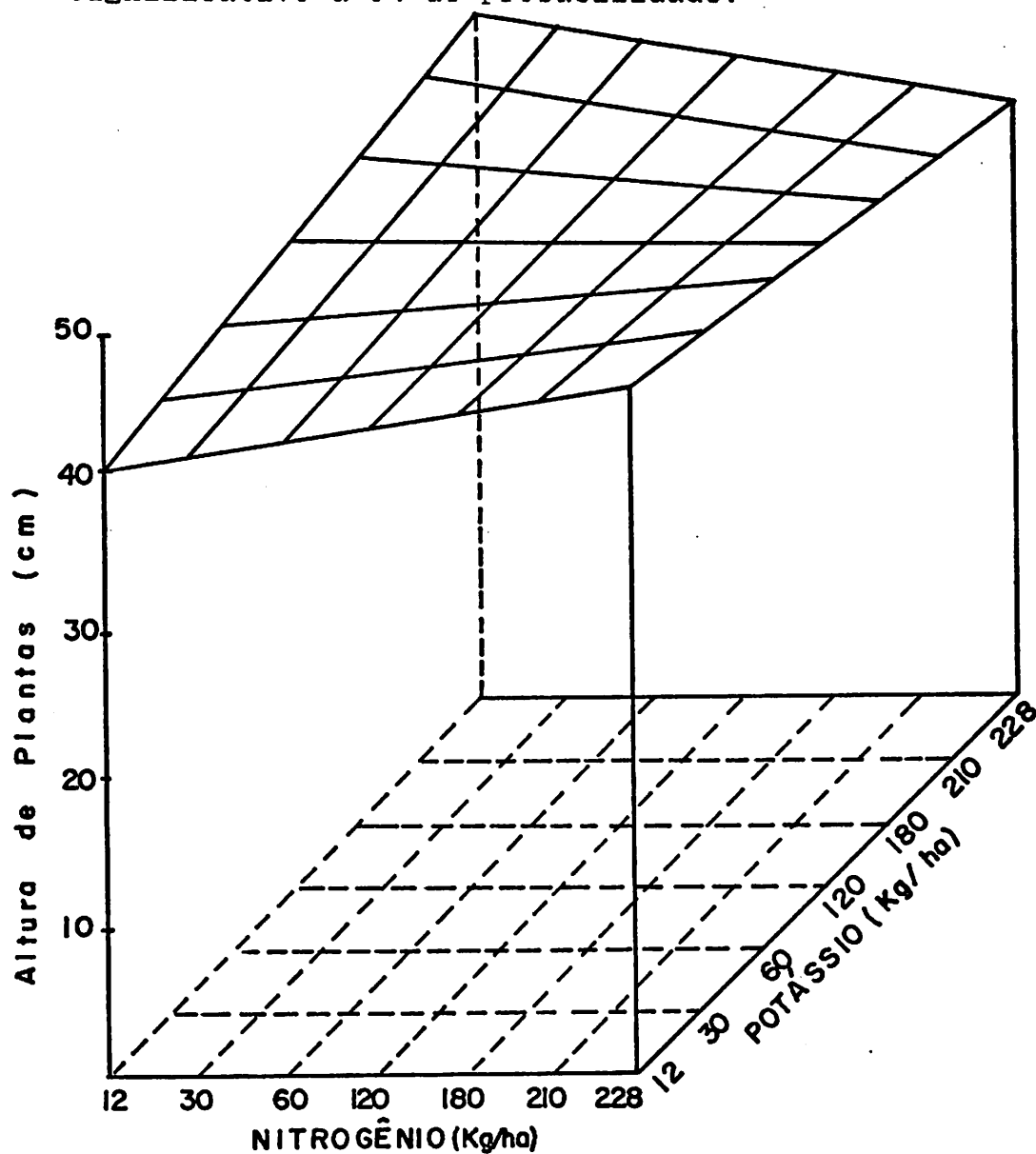


FIGURA 22. Altura de Plantas de Acordo com as Doses de Nitrogênio e Potássio, 70 Dias Após o Plantio. Lavras-MG, 1988.

4.3.2. Número de Folhas

A análise de variância dos dados de número de folhas pode ser observada no Quadro 12, onde também se verifica que não houve efeito do *N* e do *K*.

O número de folhas da planta de alho se reveste de grande importância. Pelas próprias características da planta, em que a parte aérea é formada pelo pseudocaule originado pela inserção das folhas, basicamente toda a parte aérea apresenta capacidade de realizar a fotossíntese. Portanto, dentro de certos limites, à medida que eleva o número de folhas, aumenta-se o potencial fotossintético da planta.

O número de folhas é uma característica que pode ser alterada por fatores climáticos, nutricionais e hormonais. Diversos trabalhos de pesquisa, envolvendo nutrição mineral em alho, têm omitido referências quanto ao número de folhas.

OM et alii (1979), estudando o efeito de *N*, *P* e *K* na cultura do alho, verificaram influência apenas do *N* sobre o número de folhas. A aplicação de 75 kg de N/ha induziu significativamente maior produção de folhas que a testemunha e a maior dose, 150 kg de N/ha. Adubações com *K*, nas doses de 75 e 150 kg/ha de K_2O , não apresentaram nenhum efeito sobre o número de folhas.

Possivelmente, nas condições em que foi conduzido o experimento, os teores de *N* e *K* disponíveis no solo foram

suficientes para que as plantas apresentassem número adequado de folhas, não ocorrendo, assim, diferenças entre os tratamentos.

4.3.3. Produção Comercial de Bulbos de Alho

A análise de variância dos dados de produção comercial de bulbos pode ser observada no Quadro 13.

Por meio da equação de regressão (Quadro 14), pode-se verificar que o *N* apresentou efeito linear negativo sobre a produção comercial de bulbos.

De acordo com MAGALHÃES (1986), em regiões frias, a forma amoniacal tem prejudicado o crescimento inicial do alho. Segundo este autor, isto indica a ocorrência de baixa taxa de nitrificação, com provável toxidez por NH_4^+ no início do crescimento do alho. Além deste fato, o cultivar *Jurúia* é suscetível ao excesso de *N*, haja vista a alta suscetibilidade ao superbrotamento.

Na cultura do alho, a resposta a níveis de aplicação de *N* é bastante variável. Respostas significativas foram observadas por SANTOS (1980), até 50 kg de *N*/ha; por FERRARI e CHURATAMASCA, até 75 kg de *N*/ha; e por MENESES SOBRINHO (1974), com 100 kg de *N*/ha.

OM *et alii* (1978) obtiveram maior produção de bulbos, utilizando 75 kg de N/ha, que foi significativamente superior à dosagem do tratamento com 150 kg de N/ha. Este resultado parece estar coerente com os obtidos neste experimento, ou seja, concentrações mais elevadas de N podem reduzir a produção comercial de bulbos.

Por outro lado, MAGALHÃES (1986) considera que a resposta à adubação nitrogenada depende do teor de matéria orgânica do solo e das condições químicas e climáticas que influenciam na dinâmica de transformação do nutriente, além de os cultivares apresentarem resposta diferencial nas mesmas condições.

QUADRO 13. Análise de Variância dos Dados de Produção Comercial de Bulbos, Peso Médio de Bulbos, Número de Bulbilhos/Bulbo e Percentagem de Bulbos Superbrotados, de Acordo com as Doses de Nitrogênio e Potássio. Lavras-MG, 1988

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Prod.Comerc. de Bulbos	Peso Médio de Bulbos	N ^o de Bulbilhos/Bulbo 1/	Perc.Bulbos Superbrotados 2/
Blocos	3	6029948*	220,5529**	0,1878	0,3408998**
N l	1	10282372,00*	3,5524	0,0072	0,2333136*
N q	1	370874,00	231,2577*	0,1090	0,0169872
K l	1	772028,00	24,9623	0,8093**	0,0013536
K q	1	65664,00	156,4653*	0,0896	0,1184652
Nl x Kl	1	557883,20	206,8052*	1,1196**	0,167037
Ind.de Reg.	9	903531,20	27,8783	0,0226	0,0291408
Resíduo	42	1435035,00	33,7702	0,0898	0,0451080
C.V. (%)		50,13	20,67	6,47	38,60

N Nitrogênio.

K Potássio.

l Linear.

q Quadrática.

1/ Análise feita com os dados transformados em $\sqrt{\bar{X} + 0,5}$.

2/ Análise feita com os dados transformados em arco-seno $\sqrt{P/100}$.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

- As demais fontes de variação não apresentaram diferenças significativas pelo teste F.

QUADRO 14. Equações de Regressão dos Dados da Produção Comercial de Bulbos, Peso Médio de Bulbos, Número de Bulbilhos/Bulbo e Percentagem de Bulbos Superbrotados, de acordo com as Doses de Nitrogênio e Potássio. Lavras-MG, 1988

Prod.Com.de Bulbos	$\hat{Y} = 2970,28 - 5,5409^* N$ $R^2 = 0,60$
Peso Médio de Bulbos	$\hat{Y} = 26,7658 + 0,0838695N - 0,107812K +$ $0,0000395^* N^2 + 0,000894^* K^2 - 0,0008174^* NK$ $R^2 = 0,71$
Nº de Bulbilhos/Bulbo	$\hat{Y} = 4,45982 + 0,0032336^* K - 0,0000115^* NK$ $R^2 = 0,37$
% de Bulbos Superb.	$\hat{Y} = 21,6588 + 0,06646^* N$ $R^2 = 0,58$

* Significativo a 5% de probabilidade.

4.3.4. Peso Médio de Bulbos de Alho

A análise de variância dos dados de peso de bulbos pode ser observada no Quadro 13. Os resultados indicam efeito quadrático significativo para N e K e, também, efeito significativo para a interação entre estes elementos.

No Quadro 14, pode-se observar a equação de regressão do peso médio de bulbos. Utilizando a equação, pode-se verificar que, à medida que se elevaram as doses de N nas menores doses de K , houve aumento do peso de bulbos. Com relação ao K , observa-se também que, à medida que se elevaram suas dosagens de 12 a 228 kg de K_2O /ha, nas menores dosagens de N (12 a 60 kg de N /ha), houve aumento no peso de bulbos. Nas maiores doses de N (180, 210 e 228 kg/ha), observou-se que os maiores pesos de bulbos foram obtidos com a menor dose de K_2O (12 kg/ha). À medida que se elevaram as doses de K nas maiores doses de N , houve sensível redução no peso de bulbos.

O maior peso de bulbos seria obtido com o seguinte tratamento: 228 kg de N /ha e 12 kg de K_2O /ha. Este tratamento apresentou, também, a maior altura de plantas, segundo a equação de regressão (Figura 22). Plantas de alho com maior altura apresentam, potencialmente, maior capacidade fotossintética, o que pode influenciar no peso de bulbos.

O resultado deste experimento discorda, em parte, daqueles obtidos por MASCARENHAS *et alii* (1981), que observaram

efeito significativo e positivo de N e K sobre o peso de bulbos. O maior peso obtido por estes autores ocorreu quando utilizaram as dosagens de 120 e 240 kg/ha, respectivamente para N e $K(K_20)$.

A discrepância dos resultados está, provavelmente, relacionada com as disponibilidades de N e K encontradas no solo onde se conduziu o presente experimento. Como se pode observar no Quadro 1, o solo já apresentava alto teor de K , que, associado à quantidade do elemento aplicado nos tratamentos, atuou reduzindo o peso de bulbos.

4.3.5. Número de Bulbilhos por Bulbo

A análise de variância dos dados de número de bulbilhos por bulbo pode ser observada no Quadro 13. Observou-se efeito linear significativo para K e para a interação $N \times K$. Entretanto, por meio da equação de regressão (Quadro 14), verifica-se que este efeito foi muito pequeno.

O número de bulbilhos por bulbo é uma característica importante na cultura do alho. Diversos cultivares nacionais apresentam número excessivo de bulbilhos. Em razão disto, estes cultivares mostram bulbos cuja parte central produz bulbilhos pequenos, denominados de "palitos". Cultivares com estas características não apresentam boa cotação em mercados mais

exigentes. Por outro lado, cultivares com número muito pequeno de bulbilhos por bulbo elevam muito o custo da cultura quando há necessidade de adquirir o alho-planta. Cultivares que produzem cerca de 10 bulbilhos por bulbo apresentam, normalmente, bulbilhos de bom tamanho comercial e, ao mesmo tempo, não constituem fator limitante para olericultores que necessitam de aquisições frequentes de alho para plantio.

Embora o número de bulbilhos/bulbo seja característica genética ligada a cada cultivar, tem-se verificado que o mesmo pode ser alterado pelo teor de N disponível às plantas de alho. Segundo SINGH *et alii* (1963), o N influencia, de forma marcante, no número de folhas e bulbilhos, tamanho dos bulbos e rendimento. OM *et alii* (1978) verificaram efeito significativo do N , quando aplicado na dose de 150 kg/ha, sobre o número de bulbilhos por bulbo.

4.3.6. Percentagem de Bulbos Superbrotados

A análise de variância dos dados de percentagem de bulbos superbrotados pode ser observada no Quadro 13. Observou-se efeito linear positivo do N sobre a referida desordem fisiológica (Quadro 14).

Com relação ao N , o resultado concorda com os de diversos trabalhos. Segundo AMARAL (1956), COUTO (1956 e 1961),

KRARUP e TROBOK (1975) e SANTOS (1980), alto teor de N disponível às plantas aumenta a incidência de superbrotamento em cultivares de alho suscetíveis. O tratamento em que não se utilizou N (testemunha) apresentou cerca de 25% de bulbos superbrotados. Este resultado indica influência de outros fatores não avaliados sobre o índice desta anormalidade fisiológica.

Sobre as observações obtidas para o K , estas discordam das de BIASI e MUELLER (1988). Segundo os autores, a adubação em cobertura com cloreto de potássio pode reduzir o superbrotamento. Embora os resultados tenham sido discordantes, novas pesquisas, utilizando o K em cobertura, devem ser realizadas. É possível que em outras condições de solo, com controle de outros fatores que também apresentam influência sobre o superbrotamento, o K possa influenciar na percentagem de bulbos superbrotados. Nas condições em que foi conduzido o experimento, em solo já cultivado e, portanto, com possibilidades de apresentar adequado suprimento de N , o K não mostrou nenhum efeito sobre o superbrotamento.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

No ano agrícola de 1986/87, conduziu-se um experimento na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, tendo por objetivo avaliar o efeito de doses de *cycocel*, em pulverização, que permitissem o uso de adubações nitrogenadas mais adequadas à cultura de alho, aumentando a produtividade sem promover o superbrotamento.

No ano agrícola de 1988/89, conduziram-se dois experimentos, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, em Lavras-MG, tendo por objetivo avaliar os efeitos do regulador de crescimento paclobutrazol e do *N* e *K*, parcelados em adubação em cobertura, sobre as características comerciais do alho.

Para a condução do experimento de Viçosa-MG, utilizaram-se bulbilhos do cultivar *Jurêia*, provenientes do B.G.H. da UFV, que apresenta alta suscetibilidade ao superbrotamento. Nos

experimentos conduzidos em Lavras-MG, utilizaram-se bulbilhos dos cultivares *Juréia*, *Amarante* e *B.G.A. 8701*, avaliando-se as seguintes características: altura média de plantas, número médio de folhas, percentagem de perda de peso de plantas, percentagem de bulbos superbrotados, produção total e comercial de bulbos, peso médio de bulbos, número médio de túnicas por bulbo, número médio de bulbilhos por bulbo, percentagem de bulbos deteriorados e teores de macronutrientes na polpa de bulbilhos de alho.

A seguir, as conclusões a que se chegaram no presente trabalho:

.Os resultados obtidos indicaram incremento na percentagem de bulbos superbrotados com o aumento das doses de *N*.

.O *cycocel* em pulverização não permitiu o uso adequado de *N* para a cultura sem promover o superbrotamento.

.A influência do *cycocel* e do *paclobutrazol*, reduzindo a altura das plantas, foi, embora estatisticamente significativa, pequena, o que não permite sugerir estudos de aumento de densidade de plantio, visando ao aumento da produtividade do alho.

.O regulador de crescimento *paclobutrazol* aumentou significativamente a produção comercial de bulbos dos cultivares *B.G.A. 8701* e *Juréia*.

.A incidência de bulbos superbrotados nos cultivares *Juréia* e *B.G.A. 8701* foi significativamente reduzida com o uso de

paclobutrazol.

.Para o cultivar *Jurúia*, a melhor concentração de paclobutrazol foi de 1.000 ppm, a qual reduziu em cerca de 30% a percentagem de bulbos superbrotados em relação à dose-testemunha.

.Os resultados obtidos com paclobutrazol sugerem novos trabalhos com o produto, visando, principalmente, à redução do superbrotamento em cultivares suscetíveis.

.A utilização de cloreto de potássio e sulfato de amônio em cobertura não aumentou a produtividade, nem melhorou as características comerciais do alho.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. AIAZZI, M.T; RACCA, R.W.; GONZALEZ, T.; DIAZ, L. Effect of some regulators (CCC, AG, ANA) according to their times and methods of application on tuberization in Ipomoea batatas (L) Lam. cv. Criolla Amarilla. Phyton, 45(2):115-21, 1985.
2. ALIUDIM. The effect of rate and time of nitrogen fertilizer application on the growth and yield of garlic. Buletin Penelitian Hortikultura, Cabang Malang, 8 (8):15-21, 1980. In: Horticultural Abstracts, Farnham Royal, 53(12): 827, 1927; (abst. 8461), Dec., 1983.
3. AMARAL, F. A. L. Contribuição no estudo da localização de fertilizantes na cultura do alho (*Allium sativum* L.). Viçosa, UFV, 1967. 56 p. (Tese M.S.)
4. AOBA, T. & TAGAGI, H. Studies on bulb formation in plants III. The effects of cooling treatment of the seed bulb and daylength during the growing period on bulb

- formation. Journal Japanese Society Horticultural Science, 40(3):240-5, 1971. In: Horticultural Abstracts, Farnham Royal, 42(4): 916 (abst. 7833), abr., 1972.
5. AUNG, L. H.; DE HERTOGH, A. A.; STABY, G. L. Gibberellin like substances in bulb species. Canadian Journal Botany, Ottawa, 47:1817-9, 1969.
6. BIASI, J. Adubação do alho: efeito do potássio. In: CONGRESSO ANUAL DA SOCIEDADE AMERICANA DE CIENCIA HORTÍCOLAS - REGIAO TROPICAL, 29, e CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 2, Campinas, 1981. Resumos..., Campinas, 1981.
7. BIASI, J. & MUELLER, S. Adubação do alho com potássio em cobertura visando reduzir o pseudoperfilhamento. Horticultura brasileira, Brasília, 6 (1):47, maio, 1988. (Resumo). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 20, Brasília, D.F., 1988. Resumos... Brasília, EMBRAPA/EMBRATER/SOB, 1980.
8. BLACK, C. A. Soil-plant relationships. 2. ed. New York, J. Wiley, 1968. 792 p.
9. BORDIA, H.; BANSAL, H. C.; AURORA, S. K.; SINGH, S. H. Effect of the essential oils of garlic and onion on alimentary hiperlipmia. Atherosclerosis. Limerick, 21:15-9, 1975.
10. BRAGA, J. M. & DEFELIPO, B. V. Determinações espectrofotométricas de fósforo em extratos de solos e material vegetal. Revista Ceres, Viçosa, 21(113):73-85, jan./fev., 1974.

11. BURBA, J. L. Efeitos do manejo de alho-semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormência, crescimento e produção da cultivar Chonan. Viçosa, UFV, 1983. 112 p. (Tese M.S.)
12. CARMO, C. A. S. do. Efeitos de coberturas do solo e de frequência de irrigação na cultura do alho (*Allium sativum* L.) em dois locais de altitudes diferentes do Estado do Espírito Santo. Viçosa, UFV, 1984. 61 p. (Tese M.S.)
13. CARMO, C. A. S. do; CASALI, V. W. D.; THIEBAUT, J. T. L.; SILVA, J. F. da; MEDINA, P. V. L. Influência da temperatura no índice de perfilhamento em plantas de alho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 25, Blumenau, 1985. Horticultura Brasileira, Brasília, 3(1):65, 1985. (Resumo.)
14. CATHEY, H. M. & STWART, N. W. Comparative plant growth retarding activity of AMO-1618, Phosfon, and CCC. Botanical gazete, Chicago, 123(1): 51-7, 1961.
15. CLELAND, R. Evidence on the site of action of growth retardants. Plant & Cell Physiology, Tokyo, 6:7-15, 1965.
16. COUTO, F. A. A. Resultados experimentais de seleção e métodos de plantio de bulbilhos, na brotação, crescimento e produção de alho. Viçosa, UREMG, 1958. 130 p.(Tese de Catedrático.)
17. COUTO, F. A. A. Observações sobre o efeito do azoto, fósforo e potássio na fertilização do alho. Revista de Olericultura, Viçosa, 1:26-38, 1961a.

18. COUTO, F. A. A. Nota prévia sobre dosagens de boro e azoto na adubação de alho. Olericultura, Viçosa, 1:39-45, 1961b.
19. COUTO, F. A. A. Symptoms of mineral deficiency in garlic. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, California, 68:358-68, 1965.
20. CYANAMID INTERNACIONAL-INFORMACION TÉCNICA. Cycocel regulador de crecimiento de las plantas. New Jersey, Division of American Cyanamid Company, 1966. 102 p.
21. DOSTAL, M. C. Curso intensivo de fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças. Viçosa, UREMG, 1969. 89 p.
22. DYSON, P. W. Effects of gibberelic acid and (2-chloroetil)-trimethylammonium chloride on potato growth and development. Journal Science Food Agricultural, London, 16(9): 542-9, september, 1965.
23. EPSTEIN, E. Nutrição mineral de plantas, Princípios e Perspectivas. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341 p.
24. FERRARI, V. A. & CHURATA - MASCA, M. G. C. Efeitos de níveis crescentes de nitrogênio e bórax na produção de alho (Allium sativum L.). Científica, Jaboticabal, 3(2): 254-62, 1975.
25. FILGUEIRA, F. A. R. Manual de olericultura; cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1982. 357 p.

26. FODA, S. A.; SALEH, H. H.; SHAHEIR, A. H. Effect of *cyco-
cel* "chlormequat" on garlic. Agricultural Research Re-
view, Baltimore, 57(3):171-7, 1979.
27. FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; BATAGLIA, O. C.; HIRO-
CE, R.; GALLO, J. R. Composição mineral de diversas
hortaliças. Bragantia, Campinas, 37(5):33-5, abr., 1978.
28. GABR, S.; SHARAF, A.; SAADANY, S. EL. Effect of chlorme-
quat and alar on some biochemical constituents in tomato
plants and fruits. Nahrung, 29(3):219-28, 1985. In: Bio-
logical Abstracts, Philadelphia, 8Q(40):AB-444, aug.,
1985. (abst.31486)
29. GARCIA, A. Influência da irrigação no crescimento, produ-
ção e superbrotamento do alho (*Allium sativum* L.). Viço-
sa, UFV, 1964. 45 p. (Tese M.S.)
30. GARCIA, A. & COUTO, F. A. A. Influência da irrigação no
crescimento, produção e superbrotamento do alho (*Allium
sativum* L.). Revista de Olericultura, Viçosa, 4:147-59,
1964.
31. HARA, T. & SONODA, Y. The role of macronutrients for
cabbage head formation. Growth performance of a cabbage
plant and potassium nutrition in the plant.
Soil Science Plant Nutrition, Tokyo, 25:103-11, 1979.
32. HUMPHRIES, E. C. Effects of (2 chloroethyl) trimethylammo-
nium chloride on plant growth, leaf area and net assimi-
lation rate. Annals of Botany, 27(107):517 -32, 1963.

33. IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES. Plant protection division. Paclobutrazol plant growth regulator for fruit. Surrey/
s. Ed./ 1984. 41 p.
34. INTRIERI, C. & RYUGO, K. Uptake transport and metabolism of (2 chloroethyl) trimethylammonium chloride in seedlings of almond (Prunus amygdalu, Batsch). Journal American Society Horticultural Science, Mount, 99(4): 349-52, 1974.
35. JACKSON, M. L. Soil chemical analyses prentice hall,
/s.l./ Inc. Englewood Clif fs, 1958. 498 p.
36. KASIN, A. A. & MESHIN, H. Effect of application of ccc and saline water on growth and yield characteristics on tomato plants. Mesopotamia Jornal of Agricultura, Mosul, 15 (2): 151-67, 1980. In: Horticultural Abstracts, Farnham Royal, 53(3): 184, mar., 1983.(Abst. 1802.)
37. KAZAKOVA, A. A. The effect of daylength in the development of different species of allium (Russian). In: Horticultural Abstracts, 28(3): 414, 1958.
38. KOLEFF, N. The effect of storage and photoperiod on the growth and reproductive capacity of garlic (Allium sativum L.). Proceedings 16 the International Horticultural Congress., 1:135, 1962. In: Horticultural Abstracts, 33:3-122, 1963.
39. KOLEFF, N. The effect of temperature during storage of the sets and daylength on the growth and reproduction of garlic. In: Horticultural Abstracts, 36(4):784, 1966.

40. KOMISSAROV, V. A. On the biology of garlic. *In: Horticultural Abstracts*, 28(3):414, 1958.
41. KRARUP, H. C. & TROBOK, U. S. Efectos de sistemas de plantacion sobre calidad del bulbo y aprovechamiento de la fertilizacion nitrogenada en ajo. *Fitotecnia Latino-Americana*, San José, Costa Rica, 11(1): 39-42, 1975.
42. LECAIN, D. R.; SCHEKEL, K. A.; WAMPLE, R. L. Growth-retarding effects of paclobutrazol on weeping fig. *Hortscience*, Alexandria, 21(5):1150-2, 1986.
43. LEOPOLDO, P. R. & CONCEIÇÃO, F. A. D. Efeitos de diferentes tensões de umidade do solo, com e sem cobertura morta, na produção de alho (*Allium sativum* L.) cultivar Lavínia. *Revista de Olericultura*, Viçosa, 15:41 -3, 1975.
44. MAGALHÃES, J. R. de. Nutrição mineral do alho. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 12(142):20-30, 1986.
45. MAGALHÃES, J. R. de; MENESES SOBRINHO, J. A. de; FONTES, R. R.; SOUZA, A.F. Diagnose por subtração visando ao levantamento dos 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.197-8.
46. MANN, L. K. Anatomy of the garlic bulb and factors affecting bulb development. *Hilgardia*, Berkeley, 21(8): 195-249, 1952.

47. MANN, L. K. & MINGES, P. A. Growth and bulbing of garlic (Allium sativum L.) in reponse to storage temperature of planting stocks, day length and planting date. Hilgardia, 27 (15):385-419, 1958.
48. MARCIANO, N. Avaliação de locais, tamanhos de bulbilhos e cultivares na produção de alho (Allium sativum L.) para consumo e para plantio. Viçosa, UFV, 1980. 63 p.(Tese M.S.)
49. MARTH, P. C. Increased frost resistance by application of plant growth retardants chemicals. Journal Agricultural Food Chemical, Washington, 13(4): 331-3,1965.
50. 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. Resumo... Campinas, SOB, 1981.
51. MASCARENHAS, M. H. T.; SOUZA, R. J. de; SATURNINO, H. M.; LARA, J. F. R. Perda de peso e deterioração de bulbos em alho (Allium sativum L.). In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS; Projeto olericultura: relatório anual 77/78. Belo Horizonte, 1981. p 62-9.
52. MASCARENHAS, M. H. T.; SOUZA, R. J. de ; SATURNINO, H. M.; PADUA, J. G. Competição de cultivares de alho (Allium sativum L.) visando à maior produtividade I. Sete

Lagoas-MG. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS. Projeto olericultura: relatório anual 76/77. Belo Horizonte, 1978. p. 21-5.

53. MAURYA, K. R. & BHUYAN, P. Effect of nitrogen and plant density on growth and yield of garlic in acid soil of Assan. Indian Cocoa, Arecanut and Specie Journal, Bihar, 6(1):10-1, 1982. In: Horticultural Abstracts, Farnham Royal, 53(5): 322, may, 1983. (Abst. 3243.)
54. MENESES SOBRINHO, J. A. et alii. Efeito da adubação nitrogenada e de diferentes espaçamentos entre plantas e da cobertura morta do solo sobre a produção do alho Amaranite. Revista Ceres, Viçosa, 21(115):203-12, 1974.
55. MENGEL, K. & KIRKBY, E. A. Principis of plant nutrition. Bern, Internacional Potash Institute, 1978. 593 p.
56. METIVIER, J. R. Giberelinas. In: FERRI, M.G. Fisiologia vegetal. São Paulo, EPV/Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.v.2. p. 129-61.
57. MOON, W. & LEE, B. Y. Influence of short day treatment on the growth and levels of endogenous growth substances in garlic plants (Allium sativum L.). Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 21(2):109-18, 1980.
58. MOON, W. & LEE, B. Y. Studies on factors affecting secondary growth in garlic (Allium sativum L.). Investigation on environmental factors and degree of secondary growth. Journal of the Korean Society for Hor-

- ticultural Science, 26(2):103-12,1985. In: Horticultural Abstracts, Farnhan Royal, 56(7):554, July, 1986. (Abst. 5174.)
59. MUELLER, S. & BIASI, J. Estudo de reguladores de crescimento sobre alho. Horticultura Brasileira, Brasília, 3(1):82, maio,1985.
60. MUELLER, S. & BIASI, J. Competição de alhos precoces e tardios no Planalto Catarinense, Ano 1985. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 26, Salvador,1986. Resumo... Salvador, SOB, 1986. Idem em:Horticultura Brasileira, 4 (1):61, 1986. (Resumo.)
61. NAWATA, E.; INDEN, H.; ASAHIRA, T. Effects of ccc on the occurrence of tomato puffy fruits and the endogenous cytokinin activities. Scientia Horticultural, Amsterdam, 26:119-27, 1985.
62. 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. 64 p. (Tese M.S.)
63. 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, 35(4): 364-9,1978.

64. PARKY, Y. B. & LEE, B. Y. Study on growth and bulb formation of garlic plants (*Allium sativum* L.). The effect of day length on the bulb formation and secondary growth in 6 clones garlic plants. Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 20 (1):1-4, 1979.
65. PECK, N. H. Removal of ten elements by vegetables and by alfalfa. Journal American Society Horticultural Science, Mounth, 103(6):809-12,1978.
66. PISARCZYK, J. M. & SPLITTSTOESSER, W. E. Response of tomato to pre-transplanting applications of chlormequat, daminozide and ethephon. Hortscience, Alexandria, 14(3): 263-4, june,1979.
67. POMPO, G.; ORZOLEK, M. D.; TUKEY, L. D. The effect of paclobutrazol, daminozide, glyphosate and 2,4-D in gel on the emergence and growth of germinated tomato seeds. The Journal of Horticultural Science, Ashford, 60(4):501-6, 1985.
68. PYO, H. K.; LEE, B. Y.; MOON, W.; WOO, J. K. Study on the development of new cultural system of garlic. (1) The effect of low temperature treatment of seed bulb, right, interruption and supplemental lightening on the growth and bulbing of garlic in plastic film house. Journal Korean Society for Horticultural Science, 20(1):19-27,1979.

69. RAFIQUE, U. M. Effects of cycocel on yield, contributing characters of Phaseolus vulgaris (Kidney beans). Legume Research, Haryana, 7(1):43-7, 1984. In: Biological Abstracts, Philadelphia, 80(8):AB-404, out, 1985. (abst. 67813.)
70. RAIJ, B. VAN. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. 142 p.
71. RAKHIMBAEV, I. R. & OLSHANSKAYA, R. Dynamics of endogenous gibberellins during transition of garlic bulb from dormancy to active growth. Sovietic Plant Physiology, New York, 23 (1):76-9, 1976.
72. RAMIRA, A.; TONUTTI, P.; TOST, T. The effect of paclobutrazol on strawberry growth and fruiting. The Journal of Horticultural Science, Ashford, 60(4):501-6, 1985.
73. RAMOS, R. M. & MALUF, J. R. T. Cultura do alho para o litoral do Rio Grande do Sul. IPAGRO, Porto Alegre, (19): 5-10, 1977.
74. RENA, A.B. Notas sobre as substâncias reguladoras de crescimento e do desenvolvimento das plantas. Viçosa, UFV, 1970. 63 p.
75. RUIZ, S. R. Ritmo de absorción de nitrógeno y fósforo y respuesta a fertilizaciones NP en ajos. Agricultura Técnica, Santiago, 45 (2):153-8, 1985.

76. SA CARVALHO, C. G. de. Efeito de diferentes fotoperíodos na bulbificação e crescimento de dois cultivares de alho (*Allium sativum* L.). Viçosa, UFV, 1972. 36p. (Tese M.S.)
77. SANTOS, M. de L. B. dos. Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e produção de dois cultivares de alho (*Allium sativum* L.). Lavras, ESAL, 1980. 74 p. (Tese M.S.)
78. SARKAR, G. H. & SINGH, I. J. Effect of nitrogen and cycocel on growth, yield and quality of potato cultivar Kufri chandramukhi. Progressive Horticulture. Lucknow, 16 (1/2):73-7, 1984. In: Biological Abstracts, Philadelphia, 80(8):AB-403, out, 1985. (abstr. 67800.)
79. SCALOPI, E. S.; KLAR, A. E.; VASCONCELLOS, E. F. C. Irrigação e adubação nitrogenada na cultura do alho. O Solo, Piracicaba, 63(1):63-6, 1971.
80. SEKHON, M. S. & SINGH, M. Effect of growth regulators and nitrogen on the growth, number and size of seed tuber and yield of potatoes. Journal Agricultural Science, London, 104:99-106, 1985.
81. SHADEQUE, A. & PANDITA, M. L. D. Effect of cycocel (ccc) as foliar spray on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). Journal Research Assam Agricultural University, 3(1):34-9, 1982. In: Biological Abstracts, Philadelphia, 78(11):9391, dec., 1984. (abst. 83645.)

82. SILVA, J. L. D. Análise de crescimento de alho (*Allium sativum* L.) cultivar Chonan, sob três períodos de frigorificação pré-plantio dos bulbos. Lavras, ESAL, 1982. 76 p. (Tese M.S.)
83. SILVA Jr., A. A. Adubação mineral e orgânica em repolho. II. Concentração de nutrientes na folha e precocidade. Horticultura Brasileira, Brasília, 5(1):15-7, maio, 1987.
84. SILVA Jr., A. A.; BARROS, I. B. de; KOLLEF, O. C. Adubação mineral e orgânica em repolho (*Brassica oleracea* L., var. capitata). I. Produção total e comercial. Horticultura Brasileira, Brasília, 2(1):17-20, maio, 1984.
85. SILVA, M. da; OLIVEIRA, G.D.; VASCONCELOS, E.F.C.; HAAG, H. P. Nutrição mineral de hortaliças. XI. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. O Solo, 62(1):7-17, 1970.
86. SILVA, N. F.D. da. Estudo da superação da dormência, crescimento e produção do alho (*Allium sativum* L.), cv. Peruano submetido a frigorificação, calor e lavagem pré-plantio e efeito de fitorreguladores na produção e nos aspectos comerciais. Viçosa, UFV, 1984. 86 p. (Tese M.S.)
87. SINGH, J. R.; SRIVASTAVA, R. P; GAWAI, V. G. Studies in the nutrition of garlic (*Allium sativum* L.) with special reference to mayor element. In: Horticultural Abstracts, 33(4):7326, 1963.

88. SOLIS, F. A. M. Concentração e extração de nutrientes e distúrbios nutricionais na cultura de pepino (*Cucumis sativus* L.), var. Aodai. Piracicaba, ESALQ, 1982. 139 p. (Tese M.S.)
89. SOTOMAYOR, R. I. Fertilización en ajos. Invest. Prog. Agric., 7(1):34,1975.
90. SOUZA, R. J. de & CASALI, V. W. D. Pseudoperfilhamento - Uma anormalidade genético-fisiológica em alho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 12(142):36-41, out.,1986.
91. SOUZA, R. J. de; MASCARENHAS, M. H. T.; SATURNINO, H. M.; LARA, J.F.R. Caracteres morfológicos de 17 cultivares de alho (*Allium sativum* L.). In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS, Projeto olericultura: relatório anual 76/77. Belo Horizonte, /s.Ed/ 1978. p. 34-7.
92. TAKAGI, H. & AOBA, T. Studies on bulb formation in garlic III. The effect of growth regulators on shoot and bulb formation. Journal of the Yamagata Agriculture and Forestry Society, Tsuruoka, (33):39-50, 1976. In: Horticultural Abstracts, Farnham Royal, 48(7):572, july, 1978. (abst. 6454.)
93. TEIXEIRA, R. N. Notas sobre a refrigeração dos frutos. Agricultura, Lisboa, (32):13-7, out/dez, 1966.

94. TEWARI, J.P.; AWASTHI, D. N.; KANAUIA, J. P.; JOSHI, K. R. Effect of growth retardants on the growth and yield of single clove garlic. Progressive Horticulture, Lucknow, 16 (3/4):199-201,1984.
95. URIBE, A. A. & GACITUA, M. E. Fertilización nitrogenada y densidad de plantación en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.). Agricultura técnica, Santiago, 36(2): 63-8, abr/jun., 1976 ..
96. 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, 63 (2):15-9,1971.
97. WANG, S. Y.; STEFFENS, G. L.; FAUST, M. Effect of paclobutrazol on accumulation of carbohydrates in apple wood. Hortscience, Alexandria, 21(6):1419-21, 1986.
98. WILLIANSO, J. G.; COSTON, D.C.; GRIMES, L. W. Growth responses of peach roots and shoots to soil and foliar applied paclobutrazol. Hortscience, Alexandria, 21(4):1001-3, 1986.
99. WITTWER, S. H. Chemical regulators in Horticulture. Hortscience, Alexandria, 3(3):163-7,1968.
100. WITTWER, S. H. & TOLBERT, N. E. (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth

substances III. Effect on growth and flowering of the tomato. American Journal of Botany, Columbus, 47(7):560-5, 1960.

101. ZHILA, E. D. Response of garlic to daylength. Fisiologiya i Biokhimiya Kul'turnykh Rastenii, Kievskhaya, 10 (2): 190- 3, 1978. In: Horticultural Abstracts, Farnham Royal, 48(9):712, sept., 1978. (Abst. 8076.)
102. ZINK, F. W. Rate of growth and nutrient absorption late garlic. Journal American Society Horticultural Science, Mount, 83:579-84, 1963.