

ALOÍSIO SANTOS PENONI

MODIFICAÇÕES NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE  
ANTIBACTERIANA DE DUAS CULTIVARES DE ALHO  
(*Allium sativum* L.) DURANTE O ARMAZENAMENTO PÓS-  
COLHEITA EM CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura  
de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestra-  
do em Ciências dos Alimentos, para a obtenção do grau  
de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS - MINAS GERAIS

1993

ALVARO SANTOS PINONI

CONDICÕES NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE  
ANTIBACTERIANA DE DUAS CULTIVARES DE ALHO  
(*Allium sativum* L.) DURANTE O ARMAZENAMENTO PÓS-  
COLHEITA EM CONDIÇÕES AMBIENTAIS

[REDACTED]

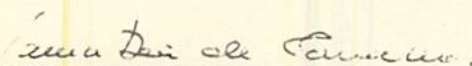
Trabalho apresentado à Faculdade de Agronomia,  
da Universidade Federal de Lavras, em 1993.  
Orientador: Dr. Valdeir de Oliveira, para a obtenção do grau  
de MESTRE.



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS - MINAS GERAIS  
1993

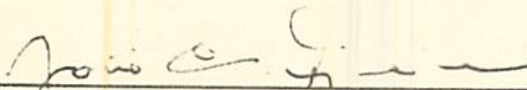
MODIFICAÇÕES NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE  
DUAS CULTIVARES DE ALHO (*Allium sativum* L.) DURANTE O  
ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA EM CONDIÇÕES AMBIENTAIS

APROVADA:



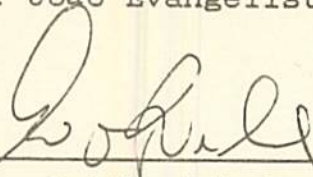
---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vânia Déa de Carvalho  
Orientadora



---

Prof. Dr. João Evangelista Fiorini



---

Prof. Dr. Evódio Ribeiro Vilela

Aos meus pais, Lino e Mariinha

Pela tenacidade, força e amor

OFEREÇO.

À minha esposa Ana Luíza,

Às minhas filhas Cristiane e Ludmila

com amor.

À Alcione, minha irmã,

pelo incentivo

DEDICO.



## AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo por me ter dado vida e disposição para a luta em prol de dias melhores.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, à Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas - EFOA, à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, que possibilitaram a participação no Curso de Mestrado.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, pela possibilidade de realização deste trabalho dentro de sua programação de pesquisa.

Em especial à Dr<sup>a</sup> Vânia Déa de Carvalho pela orientação segura e amizade.

Ao Dr. João Evangelista Fiorini pela orientação nas análises microbiológicas, amizade e incentivo.

À Pesquisadora M.S. Neide Botrel pela orientação nas análises estatísticas, amizade e sugestões.

Aos professores de Curso pelos conhecimentos transmitidos.

Aos laboratoristas Constantina, Samuel, Sandra, Messias, Ismael e Eliane pela amizade e colaboração. Aos funcionários do Departamento de Microbiologia da EFOA pela dedicação e carinho.

Ao amigo José Afonso pelo auxílio durante o período das análises.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1.	Considerações gerais .....	4
2.2.	Características químicas .....	5
2.3.	Atividade antimicrobiana .....	10
3.	MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3.1.	Matéria prima .....	19
3.2.	Avaliação física, físico-química e química .....	21
3.3.	Avaliação da atividade antibacteriana do extra- to de alho .....	22
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
4.1.	Constituintes físicos, físico-químicos e quími- cos .....	25
4.1.1.	Perda de peso .....	25
4.1.2.	Sólidos totais .....	27



4.1.3. Sólidos solúveis .....	30
4.1.4. Açúcares totais, não redutores e redutores .....	32
4.1.5. Acidez titulável .....	39
4.1.6. Ácido pirúvico .....	40
4.1.7. Óleo essencial .....	44
4.1.8. Fibra .....	45
4.1.9. Proteína .....	47
4.2. Atividade antibacteriana .....	49
4.2.1. <i>Escherichia coli</i> .....	49
4.2.2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	51
4.2.3. <i>Streptococcus mutans</i> .....	53
4.2.4. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	55
5. CONCLUSÕES .....	58
6. RESUMO .....	60
7. SUMMARY .....	62
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
APÊNDICE .....	73



## LISTA DE TABELAS

TABELA		PÁGINA
1	Médias mensais referentes à umidade relativa e temperatura média durante o período de armazenamento pós-colheita de duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo". Lavras, MG. 1989/90 .....	20
2	Valores médios da porcentagem de perda de peso para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1991. ....	26
3	Valores médios da porcentagem de sólidos totais para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990 .....	28

## TABELA

## PÁGINA

4	Valores médios da porcentagem de sólidos solúveis para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período pós-colheita. Lavras, MG. 1990 .....	31
5	Valores médios da porcentagem de açúcares totais para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990 .....	33
6	Valores médios da porcentagem de açúcares não redutores para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990 .....	34
7	Valores médios da porcentagem de açúcares redutores para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990 .....	37



## TABELA

## PÁGINA

8	Valores médios da porcentagem de acidez titulável para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990 .....	38
9	Valores médios da porcentagem de ácido pirúvico para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990 .....	41
10	Valores médios da porcentagem de óleo essencial para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990 .....	43
11	Valores médios da porcentagem de fibra para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990 .....	46

## TABELA

## PÁGINA

12	Valores médios da porcentagem de proteína para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990 .....	48
13	Valores médios da concentração inibitória mínima para o extrato das duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" sobre a <i>Escherichia coli</i> durante o período de armazenamento pós-colheita. Alfenas, MG. 1990 .....	50
14	Valores médios da concentração inibitória mínima para o extrato das duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" sobre a <i>Pseudomonas aeruginosa</i> durante o período de armazenamento pós-colheita. Alfenas, MG. 1990 .....	52
15	Valores médios da concentração inibitória mínima para o extrato das duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" sobre o <i>Streptococcus mutans</i> durante o período de armazenamento pós-colheita. Alfenas, MG. 1990 .....	54



## TABELA

## PÁGINA

16	Valores médios da concentração inibitória mínima para o extrato das duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" sobre o <i>Staphylococcus aureus</i> durante o período de armazenamento pós-colheita. Alfenas, MG. 1990 .....	56
17	Resumo das análises de variância relativas a perda de peso, sólidos totais e sólidos solúveis .....	74
18	Resumo das análises de variância relativas a açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais e acidez titulável .....	74
19	Resumo das análises de variância relativas a ácido pirúvico, óleo essencial, fibra e proteína .....	75
20	Resumo das análises de variância relativas a concentração mínima do extrato de alho sobre o crescimento das bactérias <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Streptococcus mutans</i> e <i>Staphylococcus aureus</i> .....	75

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Valores médios de perda de peso durante o armazenamento pós-colheita de duas cultivares de alho .....	26
2	Teores médios de sólidos totais durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	28
3	Teores médios de sólidos solúveis durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	31
4	Teores médios de açúcares totais durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	33



## FIGURA

## PÁGINA

5	Teores médios de açúcares não redutores durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	34
6	Teores médios de açúcares redutores durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	37
7	Teores médios de acidez titulável durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	38
8	Teores médios de ácido pirúvico durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	41
9	Teores médios de óleo essencial durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	43
10	Teores médios de fibra durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	46
11	Teores médios de proteína durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho ..	48

## FIGURA

## PÁGINA

12	Valores médios da concentração inibitória mínima para o extrato de alho sobre <i>E. coli</i> durante o período de armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	50
13	Valores médios da concentração inibitória mínima para o extrato de alho sobre <i>P. aeruginosa</i> durante o período de armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	52
14	Valores médios da concentração inibitória mínima para o extrato de alho sobre <i>S. mutans</i> durante o período de armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	54
15	Valores médios da concentração inibitória mínima de extratos de alho sobre <i>S. aureus</i> durante o período de armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho .....	56



## 1. INTRODUÇÃO

Botanicamente o alho é uma planta da família Lilliaceae, considerado medicinal nas práticas homeopáticas e alopáticas, depurativo do sangue e também comestível. O gênero *Allium* consiste de mais de uma centena de diferentes espécies, mas somente duas, *Allium sativum* e *Allium cepa* têm propriedades terapêuticas bem conhecidas na prevenção e tratamento de diversas doenças.

É também considerado como uma das mais antigas plantas cultivadas de que se tem conhecimento. Os gregos, os egípcios e os fenícios o consideravam como um remédio soberano, de mágicos poderes na cura das mais diversas moléstias. É usado desde a antiguidade como condimento, devido principalmente às suas excelentes propriedades de sabor e aroma.

O Brasil ainda necessita importar esta olerícola, sendo que a produção em 1990 foi de 60.006 toneladas em 13.841 hectares com um rendimento médio de 4.335 Kg/ha (FIBGE, 1990). Devido às

suas acentuadas características de sabor e aroma, o alho é uma planta muito utilizada como condimento na cozinha brasileira, bem como na de quase todos os países do globo.

Grande parte do alho comercializado no Brasil até há algum tempo era processado de forma "caseira", porém ultimamente têm sido introduzidos no mercado, com maior intensidade, pastas de alho e sal e com menor intensidade o alho desidratado. Na desidratação faz-se necessário o uso de bulbos com altos teores de sólidos totais, uma vez que estes constituintes são os responsáveis por um maior rendimento industrial.

Uma característica que deve ser observada é o odor "sui generis" dos alhos, tanto no consumo "in natura" quanto na industrialização, pois o uso básico dos mesmos é como agente aromatizante. Os responsáveis pelas características de odor do alho são os compostos sulfurados (alicanas). Estes compostos são produzidos a partir de injúrias pelas quais passa o tecido, através de uma reação enzimática, que ocorre com a alinase atuando sobre a alina, com produção de ácido pirúvico e amônia.

Ao se avaliar o sabor e aroma dos alhos e cebolas, faz-se necessário considerar os teores de açúcares, sólidos totais e fatores lacrimatórios para que seja possível uma pesquisa mais correta quanto à composição química dos mesmos. Atualmente produtos industrializados do alho sob a forma de



temperos, alho desidratado e óleo de alho encapsulado vêm aos poucos conquistando o mercado nacional bem como a preferência do consumidor.

O óleo de alho encapsulado utilizado na prevenção de doenças não tem seu uso mais difundido devido ao seu elevado preço, pois o óleo é importado da Europa, cabendo à indústria nacional apenas encapsulá-lo. Verifica-se hoje por parte de industriais o interesse em selecionar cultivares que possuam elevados teores em óleo essencial e que pesquisadores encontrem cultivares nacionais que apresentem maior rendimento em óleo e definam qual o período mais favorável na obtenção de um óleo de melhor qualidade - antes da cura, após a cura ou após o armazenamento.

Com o propósito de dar subsídios a agricultores, industriais e àqueles que utilizam a chamada "medicina alternativa", foi realizado o presente trabalho objetivando:

a) Determinar o efeito do tempo de armazenamento nas características químicas e nas propriedades antimicrobianas do alho.

b) Estabelecer as diferenças entre as cultivares "Gigante de Inconfidentes" (bulbos brancos) e "Gigante Roxo" (bulbos roxos) quanto a resistência ao armazenamento, características químicas e antimicrobianas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Considerações gerais

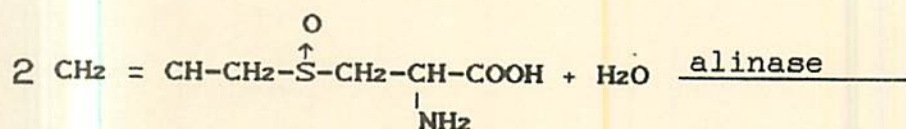
O alho, *Allium sativum* L. é uma planta pertencente à família Liliaceae e que se destaca pelo seu odor característico. É cultivado desde tempos imemoriais, sendo seu centro de origem principal as zonas temperadas da Ásia Central, de onde, na época pré-histórica, se espalhou para as regiões do Mediterrâneo, onde suas virtudes são talvez mais consideradas que em qualquer outra região do mundo (MENEZES SOBRINHO, 1979).

Dentre os maiores produtores de alho, o Brasil coloca-se em 9<sup>o</sup> lugar com uma produtividade de 4 t/ha, numa faixa bastante abaixo da média mundial. Sabe-se, entretanto, que em culturas conduzidas seguindo uma melhor orientação técnica e em condições de clima e solo favoráveis, têm-se alcançado 12 t/ha (MENEZES SOBRINHO, 1979). O Egito ocupa a liderança em produtividade com mais de 30 t/ha (MAGALHÃES, 1986).

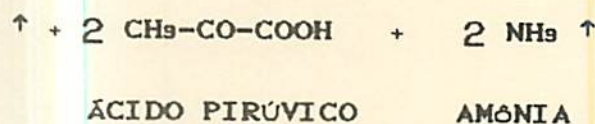
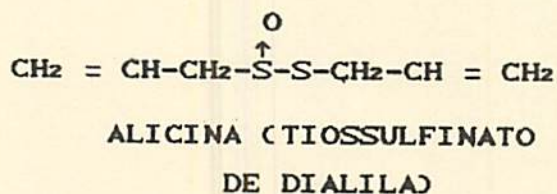


## 2.2. Características químicas

Os compostos sulfurados voláteis estão estritamente relacionados com o sabor e aroma das aliáceas. Sabe-se que os compostos voláteis são ausentes nos tecidos intactos de vegetais das espécies *Allium*, e são produzidos enzimaticamente quando o tecido é injuriado. Os substratos para a produção desses compostos voláteis são conhecidos como aliinas ou alinas e são derivados do aminoácido cisteína. Esses derivados levam através de algumas reações químicas aos compostos sulfurados voláteis especificados no esquema apresentado por SAGHIR et alii (1964) que se segue:



ALINA (SULFÓXIDO DE S-ALIL-CISTEÍNA)



O sulfóxido de S-alil-cisteína do alho, foi a primeira alina a ser identificada (STOLL et alii, 1951; SAGHIR et alii, 1964). Quando tratado com uma preparação de alho contendo a enzima alinase, produz a alicina (dialil-tiosulfinato), ácido pirúvico e amônia.

A alicina, ao contrário da inodora alina, é volátil e tem um agradável odor aliáceo. É uma substância relativamente estável em soluções aquosas e instável em estado puro. É encontrada no alho integral numa proporção de 0,3 a 0,4% e parece ser estável nesta condição durante muito tempo (CAVALLITO et alii, 1945).

Segundo WHITAKER (1976), os compostos voláteis sulfurados são os responsáveis diretos pelas características do aroma e gosto de cebolas e alhos. Estes compostos são produzidos enzimaticamente quando o tecido é cortado, sendo que a alina atua como substrato da reação. Havendo a reação enzimática, a alina transforma-se em ácido pirúvico e em sulfurados voláteis. O teor de ácido pirúvico vem sendo utilizado como medida do grau de pungência e aroma de cebola. CARVALHO et alii (1987) observaram que os teores de ácido pirúvico variam de acordo com a cultivar, e com o período de cura a que são submetidos os alhos, encontrando valores expressos em  $\mu\text{mol/g}$  que variaram de 36,06 para a cultivar "Afubra" a 53,80 para a cultivar "Gigante de Lavínia". Nas cebolas o mesmo ocorre sugerindo que sua pungência



é derivada do resultado da interação de um enxofre substituído do sulfóxido de L-cisteína e enzimas do tipo alinase quando a integridade do tecido é destruída por corte ou outros meios, (SCHWIMMER et alii, 1961).

A identificação desses compostos sulfurados tem sido feita através de cromatografia líquido-gasosa com o objetivo de determinar quais compostos estão mais presentes nas aliáceas usadas na alimentação humana (SAGHIR et alii, 1964; FREEMAN et alii, 1975 e FREEMAN et alii, 1976).

Os açúcares presentes nos alhos e cebolas são importantes na qualidade comestível dos mesmos. Yamaguchi et alii (1957) citado por MASCARENHAS et alii (1978a) estudaram os açúcares de bulbos de cebolas armazenados por quatro meses em várias temperaturas e observaram que com o aumento da temperatura de armazenamento o conteúdo de açúcares redutores diminuía, enquanto que o de açúcares não redutores aumentava. CARVALHO et alii (1987) encontraram teores variáveis de açúcares de acordo com a cultivar, sem contudo, apresentarem tendências definidas de variações com a cura. Segundo CARVALHO et alii (1987) é importante que se determine o teor de sólidos solúveis, pois é nesta fração que se encontram os açúcares responsáveis, em parte, pelo sabor do alho. Na desidratação os sólidos vão ter grande importância no rendimento industrial.



FODA (1977) observou que a data de plantio exerce efeito na manutenção da qualidade de diferentes variedades de alho e que a sua maior ou menor conservação durante o armazenamento em grande parte é devida ao efeito da época de plantio. Segundo RAGHEB et alii (1972) há também influência da época de colheita dos bulbos sobre a resistência dos mesmos, por isso, determinaram o estágio de maturidade ótima, na qual os bulbos de alhos devem ser colhidos para se obter alta produção e excelente qualidade. Ainda RAGHEB et alii (1972) observaram que os alhos quando colhidos verdes deterioram-se rapidamente e que a deterioração aumenta com o período de armazenamento. Pelo fato de no Brasil o alho ser armazenado em condições ambientais, deve-se atentar bem para este problema.

A composição físico-química do alho varia com a cultivar, tratos culturais, condições climáticas, período de cura e armazenamento. Sabe-se que após a colheita, os alhos tendem a perder umidade e seus compostos que lhes fornecem o aroma característico (SCHWIMMER & WESTON, 1961; FIGUEROLA & ESTEVEZ, 1977; FODA, 1977; INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1977; MASCARENHAS et alii, 1978a, b e CARVALHO et alii, 1987).

MASCARENHAS et alii (1978a, b) estudaram o efeito de cultivares e locais de cultivo na composição química dos bulbos e observaram que os teores de sólidos totais e sólidos solúveis variaram com a cultivar, enquanto que a acidez recebeu maior

influência do local do cultivo. A acidez foi menor em cultivares plantadas em locais de clima mais quente e seco.

CARVALHO et alii (1987) estudaram o efeito do tipo de cura em algumas cultivares de alho em relação aos teores de sólidos totais, óleos essenciais e comerciais, índice industrial, acidez titulável total, açúcares totais, redutores e não redutores, ácido pirúvico. Os valores encontrados foram variáveis tanto em relação ao tempo de cura quanto a cultivar em estudo. Cabe ressaltar o ácido pirúvico cujos valores variaram de 53,80  $\mu\text{mol/g}$  para a cultivar "Gigante de Lavínia" aos 3 dias de cura ao sol a 36,06  $\mu\text{mol/g}$  para a cultivar "Afubra" aos 30 dias de cura à sombra (CARVALHO et alii, 1987). A acidez titulável total que é expressa em percentagem de ácido pirúvico também foi variável com o tempo de cura e com a cultivar, sendo que os valores obtidos variaram de 0,900 para a cultivar "Caçador" aos 3 dias ao sol a 0,456 para a cultivar "Gigante de Inconfidentes" ao zero dia ao sol.

O INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (1977) realizou trabalhos que tiveram como objetivo primordial a determinação do efeito exercido pela temperatura de armazenamento pós-colheita sobre 6 cultivares de alho. Os alhos foram armazenados os alhos a  $0^{\circ}\text{C}$  e  $25^{\circ}\text{C}$  e ao final dos experimentos concluiu-se que a perda de peso foi mais intensa nas variedades conservadas em condições ambiente, com exceção da variedade "Cateto-roxo", quando



comparada à perda de peso das variedades mantidas em refrigeração. A incidência de "chochamento" foi maior nos bulbos mantidos em condições ambiente, ao passo que a incidência de brotação foi maior nos bulbos mantidos em refrigeração. As variações na composição química como teores de sólidos totais, sólidos solúveis, acidez titulável, pH e açúcares foram variáveis com a temperatura e com a cultivar.

Ao pesquisar o efeito do armazenamento na composição físico-química e química da cultivar "Amarante" CARVALHO et alii (1991) observaram haver aumentos nos teores de ácido pirúvico e acidez titulável e nos valores de perda de peso dos bulbos e decréscimo nos sólidos totais. Os maiores rendimentos em óleo essencial foram obtidos aos 0 e 120 dias após a colheita. No período de 60 a 150 dias após a colheita, obtiveram os maiores valores de índice industrial.

Apesar de ser utilizado como condimento e por este motivo em quantidades pequenas, o alho traz benefícios à saúde. FRANCO (1986) em sua Tabela de Composição Química dos Alimentos cita que o alho é rico em tiamina, riboflavina, niacina e ácido ascórbico; apresenta-se como fonte de calorías, glicídios, proteínas e lipídeos, além de conter traços de íons cálcio, fósforo e ferro.

### 2.3. Atividade antimicrobiana



À partir da década de 40 foram iniciados estudos sobre a atividade antimicrobiana do alho. CAVALLITO et alii (1944b) realizaram um trabalho com o objetivo de descobrir a estrutura química da substância que contém o princípio antibacteriano do alho. Observaram que um infuso de alho preparado a fresco possuía atividade antimicrobiana quando testado em placas de Petri de forma semelhante ao ensaio da penicilina.

O princípio antibacteriano do alho foi denominado alicina e ao ser isolado apresentou-se como um líquido incolor. O composto contém aproximadamente 40% de enxofre. É solúvel em água em torno de 25% a 10°C, miscível com álcool, benzeno e éter. Soluções aquosas de alicina têm um pH de aproximadamente 6,5. A ação da alicina é consideravelmente mais bacteriostática que bactericida. É quase igualmente efetiva contra organismos Gram positivos e Gram negativos (CAVALLITO et alii, 1944a).

A estrutura química da alicina foi empiricamente proposta por CAVALLITO et alii (1944b) como sendo  $C_6H_{10}OS_2$  com peso molecular 162. A hidrólise alcalina produz dióxido de enxofre e dissulfito de alila. Em solução aquosa reage rapidamente com a cisteína e a um pH 6 produz um precipitado branco cristalino, o qual é solúvel em ácidos e bases, dissolvendo-se lentamente em água quente.

RAGHUNANDANA et alii (1946) observaram a inibição do

*Mycobacterium tuberculosis* tanto *in vitro* quanto *in vivo* ao serem tratados com extratos de alho em diferentes concentrações. Após três semanas de incubação não se observou crescimento dos microrganismos.

A ação antimicrobiana do alho despertou o interesse de diversos pesquisadores. MACHADO et alii (1948) citam trabalhos de McKnigh & Lindegren (1936) onde verificou-se a inibição do *Mycobacterium leprae* pelos vapores de alho. Os mesmos pesquisadores também estudaram as propriedades físico-químicas e a atividade antibacteriana de uma outra substância encontrada no alho, a garlicina que tem ação bacteriostática; é obtida na forma sólida como uma substância amarelada quando seca, tornando-se amarelo pardacenta ao absorver umidade. É praticamente insolúvel em água e se dissolve facilmente em solventes orgânicos, dando soluções levemente ácidas, sem poder rotatório; e difere da alina em algumas características físicas, químicas e antibióticas. Estes pesquisadores, ainda testaram a atividade antimicrobiana da garlicina em cepas de *Escherichia coli communis*; *E. coli communior*; *Salmonella pullorum*; *Shigella dysenteriae*; *S. paradysenteriae*; *Eberthella typhosa*; *Salmonella typhi*; *Staphylococcus aureus*; *Bacillus subtilis*; *Serratia marcescens* e *Pseudomonas aeruginosa*, obtendo a inibição do crescimento de todas as cepas bacterianas. Chegaram à conclusão que a atividade antibiótica da garlicina é inalterada quando deixada em solução alcoólica por longo tempo, mesmo exposta à luz



e à temperatura ambiente. Não é afetada pela radiação ultra-violeta. A solução alcoólica de garlicina aquecida a 70°C também conserva seu poder antibiótico integral; acima desta temperatura este poder vai diminuindo gradativamente.

MURTHY et alii (1983) estudaram a ação antimicrobiana e terapêutica do alho. Encontraram também que a atividade antimicrobiana é devida aos ésteres alil alifáticos e seus respectivos ácidos tiosulfínicos. A alicina em extrato aquoso perde sua atividade antibacteriana durante o armazenamento. Mostraram que a alina é mais estável que a alicina e não apresenta atividade antibacteriana.

Quando utilizado como condimento, o alho provoca um aumento da secreção gástrica, o que resulta em ação profilática contra infecções microbianas do tracto gastro-intestinal (DEMLING & KOCK, 1974 e DONZELE, 1977).

CHAUDHURY et alii (1962) utilizaram o alho no tratamento de hansenianos durante um período de 10 meses, através de extração alcoólica dos princípios ativos do alho, fizeram a dispersão do extrato alcoólico em xarope de açúcar e administraram em cápsulas gelatinosas via oral a um grupo de cinco portadores do Mal de Hansen. Passados 10 meses, quatro dos pacientes obtiveram uma regressão da doença, observada através de exames clínicos, histopatológicos e microbiológicos, havendo



desaparecimento das lesões lepromatosas e a volta da sensibilidade cutânea, o retorno da pigmentação e diminuição dos eritemas. Observou-se também um declínio significativo no índice bacteriológico.

Diversos pesquisadores dedicaram-se ao estudo da atividade antifúngica do alho, dentre eles MOORE & ATKINS (1977) que testaram os efeitos fungistáticos e fungicidas dos extratos aquosos de alho sobre leveduras dos gêneros *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Torulopsis* e *Trichosporon* os quais foram inibidos *in vitro* na presença de um extrato de alho diluído a 1:024 incubado a 37°C, sendo que a atividade fungistática foi mantida em temperatura de +4, -10 e -60°C por um período de 30 dias e a capacidade fungicida por uma semana nas mesmas condições de temperatura.

GRAHAM & GRAHAM (1987) obtiveram a inibição do *Aspergillus parasiticus* e da produção de aflatoxinas B1 e G1 através de um extrato aquoso de alho a 0,3 e 2,5% respectivamente.

CARPENTER (1945) cita trabalhos de Kitagawa & Amato (1936) que estudaram o efeito do alho sobre *Escherichia coli* *in vitro* e *Ebertella typhosa* *in vivo* utilizando ratos e notaram indicativos da força antisséptica do mesmo. Ainda CARPENTER (1945) cita a ação inibitória do óleo de alho sobre fungos

patógenos de plantas.

Em trabalhos realizados por CHALFOUN & CARVALHO (1987b) avaliou-se a inibição do crescimento micelial *in vitro* de *Gibberella zeae* (*Fusarium graminearum*) com a utilização de extrato de alho cv. Chonan em diversas concentrações ( 2.000, 4.000, 6.000, 8.000 e 10.000 ppm) e do fungicida captafol (produto comercial a 48% de p.a.) sobre o desenvolvimento micelial do fungo citado anteriormente e obtiveram um resultado positivo quanto à inibição do crescimento em todos os tratamentos, sendo que a 10.000 ppm foi maior quando comparada com a testemunha. Em outro trabalho CHALFOUN & CARVALHO (1987a) observaram *in vitro* o efeito do extrato do óleo industrial de alho sobre o desenvolvimento dos fungos *Gibberella zeae*, *Alternaria zinniae* e *Macrophomina phaseolina*, concluindo que tanto o extrato quanto o óleo de alho foram igualmente eficientes na redução do crescimento micelial dos três fungos testados.

Devido às suas propriedades medicinais, KAMANA et alii (1983) analisaram o efeito do alho bioquímica e fisiologicamente. Estudaram a ação do alho na atividade enzimática, sua atividade hipoglicêmica, hipocolesterêmica; sua atuação junto à coagulação sanguínea; a atividade fibrinolítica e sobre a agregação plaquetária; os efeitos benéficos do alho na artrite reumatóide; pressão arterial e sobre a contração uterina. Concluíram que o alho atua de forma marcante em todas essas funções.



ARIGA et alii (1981) estudaram a inibição da atividade plaquetária exercida pelo óleo essencial de alho que vai interferir na síntese de tromboxano, sendo o metil alil trissulfito o responsável por esta atuação.

O efeito benéfico do alho e cebola foi estudado por SAINANI et alii (1976) em 3 grupos de voluntários sadios, observando-se serem os dois vegetais importantes controladores e preventivos da aterosclerose.

Outra importante descoberta foi a do composto (E,Z)-Ajoene por BLOCK et alii (1984) que atua como um agente antitrombótico, interferindo diretamente sobre os inibidores da agregação plaquetária juntamente com a alicina.

DANKERT et alii (1979) compararam a atividade antimicrobiana dos sucos crus de *Allium ascalonicum*, *A. cepa* e *A. sativum* testados *in vitro* contra uma série de microrganismos, tanto bactérias quanto leveduras e concluíram ser o suco de alho o mais eficiente na inibição do crescimento microbiano. Os sucos crus das três espécies de *Allium* inibiram o crescimento dos microrganismos, sendo que de forma mais acentuada nas leveduras que nas bactérias.

ELNIMA et alii (1983) utilizaram extratos de cebolas e alhos com o objetivo de avaliar a atividade antimicrobiana dos



mesmos em bactérias Gram positivas, Gram negativas e leveduras. Também encontraram ser o extrato do alho o que apresentou maior atividade antibacteriana em concentrações menores que o das cebolas utilizadas no experimento. Estes mesmos pesquisadores observaram que as populações orientais e alguns nativos africanos possuem dentes perfeitos e fortes, não apresentando casos de doenças gengivais e que ambas as populações têm o hábito de usarem em suas dietas diárias grandes quantidades de alho, relacionando assim o uso do alho em maior quantidade com a saúde oral.

O uso do alho como antihelmíntico também é vastamente empregado em diversos países (MACHADO et alii, 1948) e suas propriedades antimicóticas tóxicas são utilizadas com sucesso principalmente na Ásia.

As propriedades do extrato de alho sobre a atividade de bactérias multiresistentes a diversos antibióticos foram estudadas por SINGHI et alii (1984) que em seu experimento testaram o poder antimicrobiano do alho em comparação a uma série de antibióticos e concluíram que o extrato de alho exerce um efeito marcante na inibição de bactérias multi-resistentes; propuseram então, a utilização do extrato de alho como fonte natural no controle destas doenças.

Pela revisão realizada, ficou ressaltada a importância

da utilização do alho na culinária e terapêutica; observando-se portanto a necessidade da realização de novos trabalhos visando sobretudo determinar as alterações que ocorreram na qualidade, composição química e atividade antimicrobiana do alho durante o armazenamento pós-colheita dos bulbos.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Matéria prima

O experimento foi instalado no campo experimental da ESAL/EPAMIG, utilizando-se as técnicas tradicionais de cultivo. Foram plantadas duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo".

Os bulbos foram colhidos completamente maduros e após a colheita, curados ao sol por 3 dias e à sombra por 30 dias. A seguir, tiveram seus pedúnculos cortados a 1 cm e pesados.

Os bulbos foram armazenados em condições ambientais em cômodo da Estação Experimental - ESAL/EPAMIG, onde foram feitos registros de temperatura e umidade relativa através de termohigrógrafo. Os valores médios encontram-se na Tabela 1.

De cada cultivar foram selecionados ao acaso e distribuídos nas mesas da sala de armazenamento 28 lotes de 2 Kg

de bulbos, totalizando 56 lotes para as duas cultivares.

TABELA 1 - Médias mensais referentes à umidade relativa e temperatura média durante o período de armazenamento pós-colheita de duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo". Lavras, MG. 1989/90.

Meses	Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)
Novembro/89	80,82	19,76
Dezembro/89	80,93	21,93
Janeiro/90	73,10	24,50
Fevereiro/90	74,63	24,14
Março/90	80,90	23,00
Abril/90	81,53	23,01
Maió/90	80,72	18,44

Em intervalos mensais num período de 180 dias, ou seja, aos 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias, foram retirados ao acaso 4 lotes de 2 Kg de cada cultivar nos quais foram feitas avaliações físicas, físico-químicas, químicas e microbiológicas.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 7 onde estudou-se as cultivares (2) e os períodos de armazenamento (7). Utilizou-se 4



repetições, sendo as parcelas constituídas de 2 Kg para cada cultivar.

### 3.2. Avaliações físicas, físico-químicas e químicas

Foram realizadas no Laboratório de Análise de Produtos Vegetais ESAL/EPAMIG. Foram avaliados os seguintes parâmetros:

a) Perda de peso - os lotes das duas cultivares de alho foram pesados ao 0 dia e nos dias das avaliações, calculando-se as percentagens de perda de peso em cada período de avaliação.

b) Sólidos totais - através de secagem em estufa ventilada, foram determinados segundo a técnica proposta por LUH et alii (1954).

c) Sólidos solúveis - determinados por refratometria segundo técnica da AOAC (1970).

d) Açúcares redutores, não redutores e totais - extraídos usando a técnica descrita na AOAC (1970) e identificados pelo método de SOMOGY modificado por NELSON (1944).

e) Acidez titulável - determinada por titulometria com NaOH a 0,1 N, conforme técnica preconizada pela AOAC (1970).

f) Ácido pirúvico - determinado de acordo com o método descrito por SCHWIMMER & WESTON (1961).

g) Óleo essencial - extração por destilação em água, em destilador de óleo essencial preconizada pela AOAC (1970).

h) Fibras - determinadas de acordo com a técnica descrita por KAMER & GINKEL (1952).

i) Proteína - determinada utilizando-se o método MICRO-KJEDAHN, preconizada pela AOAC (1970).

### 3.3. Avaliação da atividade antibacteriana do extrato de alho

Os trabalhos de microbiologia foram desenvolvidos no Departamento de Microbiologia da Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas, Alfenas, MG.

Foram utilizadas cepas padrão de bactérias adquiridas da American Type Culture Collection (ATCC) e do Instituto Adolfo Lutz (IAL) de *Escherichia coli* ATCC 25.922; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15.442; *Staphylococcus aureus* ATCC 25.925; *Streptococcus mutans* IAL 1.830.

Utilizou-se como meio de cultura uma mistura contendo ágar cistina tripticase (2,5g); sacarose (1,0g); KCl (1,0g); extrato de levedura (0,3g); glicose (1,0g); tripticase (0,5g); q.s.p de água destilada para 100 ml.

#### Preparo do extrato

As películas secas em torno dos bulbos sadios foram removidas cuidadosamente e os bulbos intactos destituídos das



raízes (100g), foram rapidamente triturados e homogenizados num misturador apropriado com uma quantidade de água destilada suficiente para formar uma emulsão. Após a centrifugação (3.000 rpm) o sobrenadante foi decantado e o extrato filtrado através de um filtro Millipore, utilizando-se um filtro de 0,45  $\mu$ m para a esterilização a frio. Foi preparado um extrato de alho a 25% p/v seguindo-se a técnica preconizada por ELNIMA et alii (1983).

#### Determinação da atividade antibacteriana

Adotou-se a técnica da Concentração Inibitória Mínima que utiliza uma bateria de oito tubos de ensaio numerados de 1 a 8, onde são feitas diluições sucessivas do princípio antibiótico, mais um tubo testemunha. O método é simples e eficiente e foram utilizados das duas repetições.

Do 1<sup>o</sup> ao 9<sup>o</sup> tubo são adicionados 2 ml de meio de cultura e à seguir, procede-se as diluições da seguinte forma:

-Tubo n<sup>o</sup> 1 - 2 ml de meio de cultura + 2 ml de extrato de alho a 25% - diluição 1:1;

-Tubo n<sup>o</sup> 2 - após agitação enérgica do tubo n<sup>o</sup> 1, retira-se 2 ml da mistura meio de cultura/extrato de alho a 25% e adiciona-se ao 2<sup>o</sup> tubo com agitação, obtendo-se uma diluição 1:2; a operação é repetida até o 8<sup>o</sup> tubo onde obtém-se uma diluição de

1:256. Os 2 ml restantes do 8<sup>o</sup> tubo são desprezados.

Em seguida inocula-se 0,1 ml de suspensão bacteriana do 1<sup>o</sup> ao 9<sup>o</sup> tubo com o cuidado de fazer uma boa homogenização das substâncias contidas nos tubos. Todo o procedimento é feito em câmara asséptica e incubado por 24 horas em estufa a 37°C. Faz-se a leitura observando-se a inibição do crescimento bacteriano.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Constituintes físicos, físico-químicos e químicos

#### 4.1.1. Perda de peso

Na Figura 1 e na Tabela 2 encontram-se os valores obtidos para a perda de peso das duas cultivares analisadas, onde observa-se ter havido diferenças significativas entre épocas de armazenamento para as duas cultivares. A cultivar "Gigante de Inconfidentes" foi a que apresentou maiores perdas durante o período de armazenamento, tendo uma variação de 9,99% de perda de peso aos 30 dias e 29,90% aos 90 dias permanecendo constante até os 180 dias, com uma média de 22,10% durante todo o período de armazenamento. A cultivar "Gigante Roxo" apresentou menores perdas de peso quando comparada à outra cultivar em análise, sendo que também as perdas ocorreram de forma mais acentuada a partir do 150<sup>o</sup> dia de armazenamento pós-colheita, atingindo um valor máximo de 23,85% aos 180 dias, com uma média de 13,60%. Os valores máximos de perdas de peso obtidos no presente trabalho estão acima dos encontrados por CARVALHO et alii (1991) que

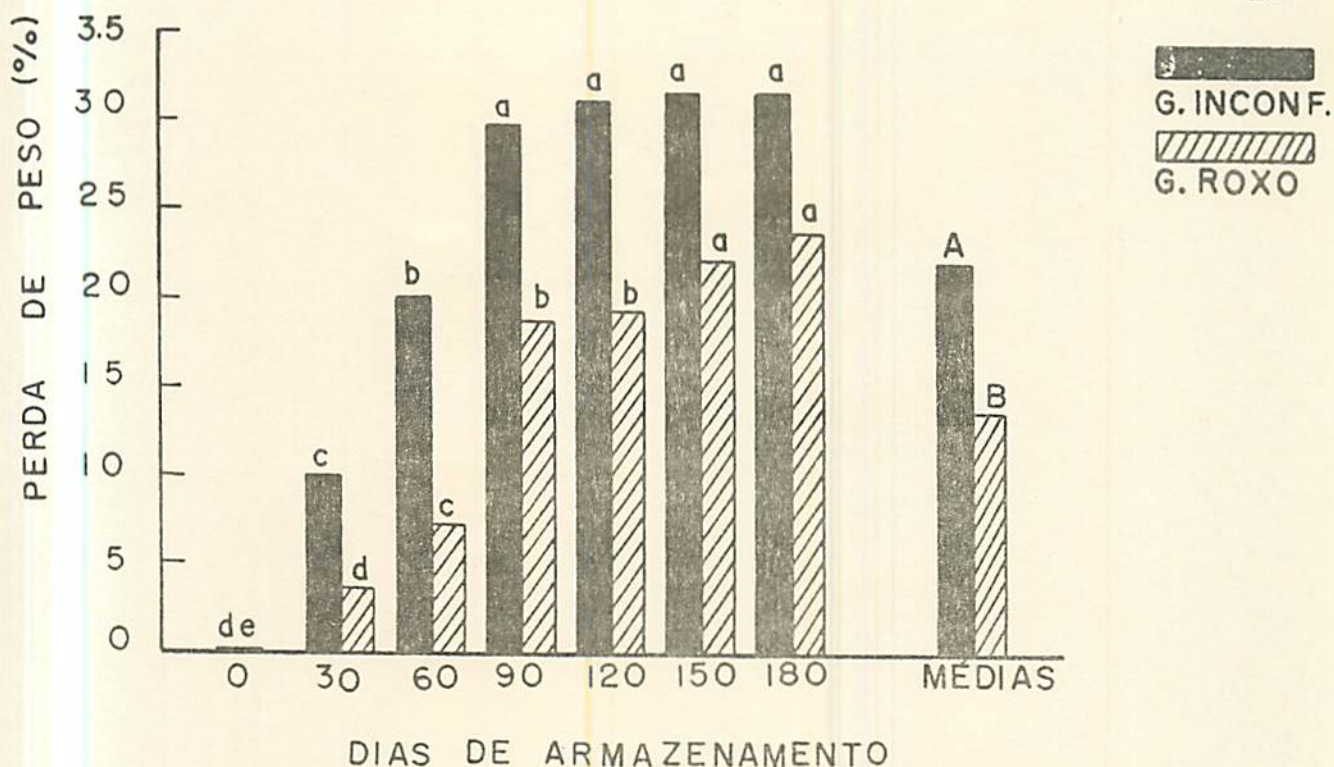


FIGURA 1 - Valores médios de perda de peso durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 2 - Valores médios da porcentagem de perda de peso para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1991.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidente"	"G. Roxo"
0	0,00 d	0,00 e
30	9,99 c	3,53 d
60	20,15 b	7,18 c
90	29,90a	18,85 b
120	31,25a	19,40 b
150	31,25a	22,35a
180	31,70a	23,85a
Média de Cultivares	22,03A	13,59 B
CV (%)	6,71	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha de maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.



obtiveram um percentual de 15,82% aos 150 dias de armazenamento para a cultivar "Amarante" e do INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (1977) que permaneceu em torno de 10% para cultivares armazenadas sob refrigeração a 0°C e 17% para essas cultivares armazenadas a 25°C.

As perdas de peso associadas com as perdas transpiratórias de água, podem ser de substancial importância econômica na comercialização, onde são referidas como murchamento. Partindo-se deste princípio, a cultivar "Gigante Roxo" apresentou maior viabilidade com relação a este parâmetro.

#### 4.1.2. Sólidos totais

Os teores de sólidos totais encontram-se na Figura 2 e Tabela 3. Observa-se que os mesmos variaram significativamente durante os diversos períodos de armazenamento para as duas cultivares, cabendo destacar que para a "Gigante Inconfidentes" os valores apresentaram ligeiro decréscimo dos 30 aos 60 dias e uma diminuição acentuada dos 150 para os 180 dias, enquanto que os teores da cultivar "Gigante Roxo" decresceram dos 0 aos 150 dias e no último mês de armazenamento, ou seja, no período de 150 a 180 dias os valores de sólidos totais elevaram-se acentuadamente, apresentando um acréscimo de 34,25%.

Os decréscimos podem ser explicados pela transferência de umidade da casca para os bulbos com conseqüente diminuição nos

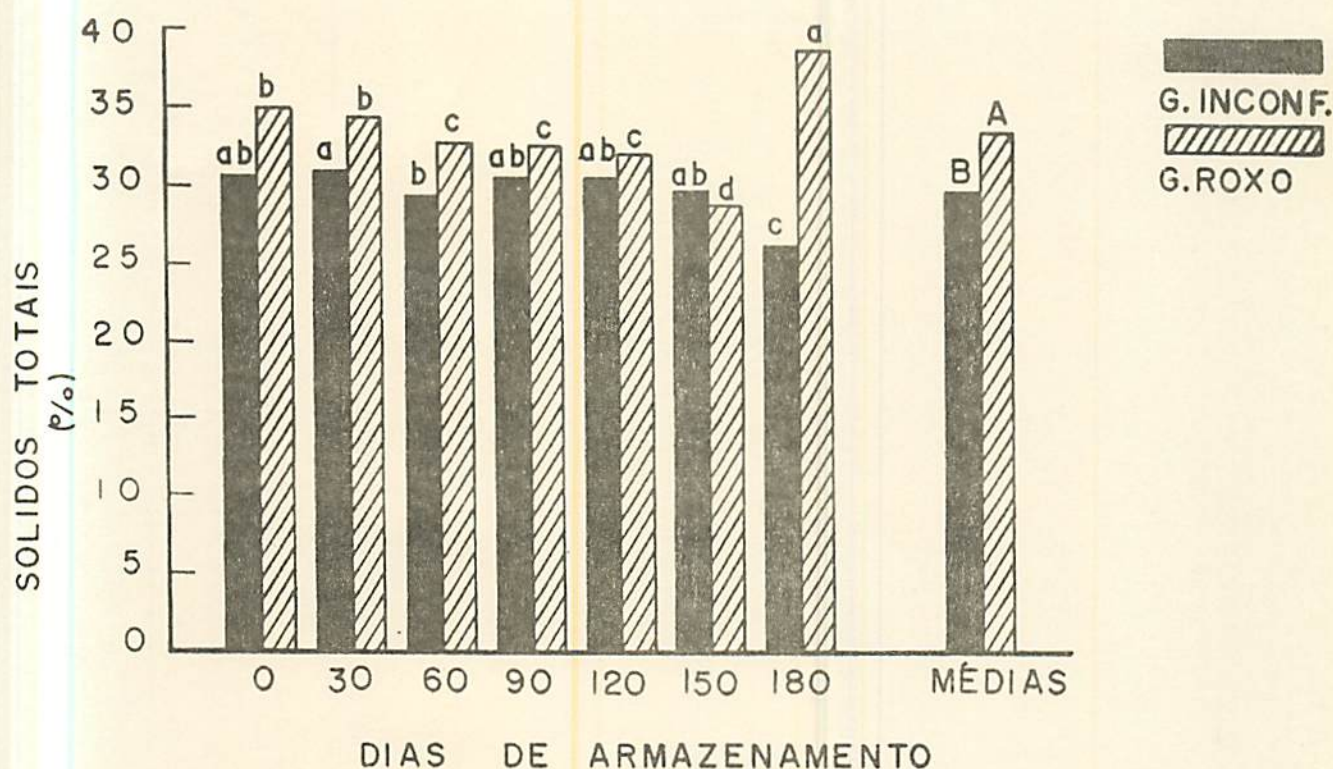


FIGURA 2 - Teores médios de sólidos totais durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 3 - Valores médios da porcentagem de sólidos totais para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	30,59 ab	35,01 b
30	30,81 a	34,28 b
60	29,32 b	32,82 c
90	30,47 ab	32,54 c
120	30,51 ab	32,03 c
150	29,71 ab	28,87 d
180	26,20 c	38,76 a
Média de Cultivares	29,66 B	33,47 A
CV (%)		1,87

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.



sólidos totais do bulbo e o acréscimo acentuado observado na "Gigante Roxo" no final do período de armazenamento pode ser atribuído à transferência de umidade dos bulbos para o meio ambiente. CARVALHO et alii (1991) também evidenciaram ter havido perda de sólidos totais dos bulbos da cultivar "Amarante" durante o armazenamento com valores que variaram de 32,74 ao 0 dia a 27,55% aos 150 dias, enquanto que em trabalhos realizados pelo INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (1977) observou-se para diversas cultivares um comportamento semelhante ao da "Gigante Roxo" que foi de 39,02% ao 0 dia a 35,88% aos 189 dias de armazenamento, especificamente para a cultivar "Amarante".

Ao se comparar as cultivares observa-se que a "Gigante Roxo" sobressaiu com os maiores valores, sendo mais indicada para a desidratação uma vez que elevados teores deste constituinte refletem em maior rendimento industrial.

Os teores de sólidos totais variaram de 30,81 a 26,20% para a cultivar "Gigante de Inconfidentes" e de 38,76 a 28,87% para a "Gigante Roxo". MASCARENHAS et alii (1978a, b) trabalharam com 17 cultivares de alho plantadas em Sete Lagoas, MG e com 13 cultivares de alho plantadas em Janaúba, MG, encontraram valores para os sólidos totais na faixa compreendida entre 33,17 a 41,00% para a localidade de clima mais ameno (Sete Lagoas) e de 43,73 a 57,31% para as cultivares plantadas na localidade de clima mais quente (Janaúba), observando-se a influência climática na qualidade dos alhos. Os resultados apresentados foram superiores

aos obtidos no presente trabalho.

#### 4.1.3. Sólidos solúveis

Na Figura 3 e na Tabela 4 encontram-se os valores obtidos durante o período de armazenamento para os sólidos solúveis nas duas cultivares analisadas. Observa-se ter havido uma diminuição gradual para a cultivar "Gigante Roxo" que variou de 32,75 ao 0 dia para 27,83% aos 180 dias de armazenamento pós-colheita, enquanto que a cultivar "Gigante de Inconfidentes" ao 0 dia obteve 30,83% de sólidos solúveis, decrescendo para 28,38% aos 30 dias, seguido de um aumento até os 90 dias de armazenamento chegando a 31,50%, decrescendo daí até o final do período até 26,75% aos 180 dias.

Para a cultivar "Gigante Roxo", a diminuição no teor de sólidos solúveis foi contínua durante todo o período de armazenamento pós-colheita, o mesmo não ocorrendo com a cultivar "Gigante de Inconfidentes".

Em trabalhos desenvolvidos no INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (1977), utilizando-se alhos das cultivares "Centenário", "Branco-mineiro", "Amarante" e "Cateto-roxo" encontraram teores oscilantes de sólidos solúveis durante o armazenamento variando de 23,00 a 41,30%.

Provavelmente diminuições nos teores de sólidos



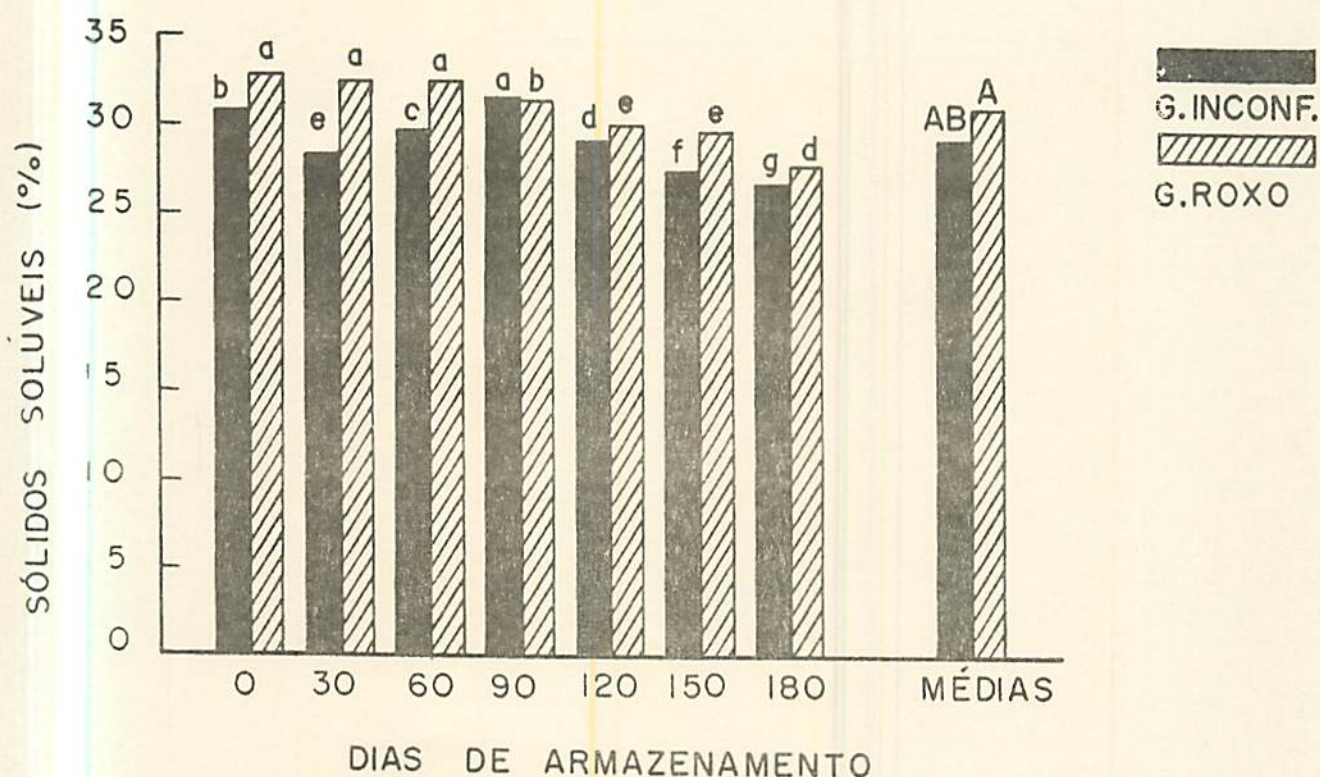


FIGURA 3 - Teores médios de sólidos solúveis durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 4 - Valores médios da porcentagem de sólidos solúveis para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	30,83 b	32,75a
30	28,38 e	32,50a
60	29,75 c	32,50a
90	31,50a	31,38 b
120	29,13 d	30,01 c
150	27,50 f	29,75 c
180	26,75 g	27,83 d
Média de Cultivares	29,12 B	30,96A
CV (%)	0,07	

Médias seguidas pela letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

solúveis com o armazenamento sejam devidas à utilização de açúcares presentes nos bulbos para o processo de brotamento e respiração dos mesmos.

MASCARENHAS et alii (1978a, b) encontraram valores para sólidos solúveis inferiores aos observados no presente trabalho, variando de 18,65% para a cultivar "Caturra" a 24,06% para a cultivar "Roxão", cultivadas em Sete Lagoas, MG e, 17,50% para as cultivares "Dourado" e "Caturra" (5) e 23,75% para a cultivar "Gigante Roxão" cultivadas em Janaúba, MG. Essas diferenças encontradas possivelmente são causadas por diferenças varietais e climáticas, pois os trabalhos de MASCARENHAS et alii (1978a, b) desenvolveram-se em regiões que são mais quentes que a região onde foi instalado o ensaio em questão.

No presente trabalho, a cultivar "Gigante Roxo" sobressaiu com uma média geral superior à da "Gigante de Inconfidentes" no que tange aos sólidos solúveis.

#### 4.1.4. Açúcares totais, não redutores e redutores

Os açúcares totais e não redutores apresentaram o mesmo comportamento durante o armazenamento pós-colheita das cultivares de alho "Gigante de Inconfidente" e "Gigante Roxo" (Figura 4, Tabela 5, Figura 5 e Tabela 6).

Como se observa em ambas as cultivares os açúcares



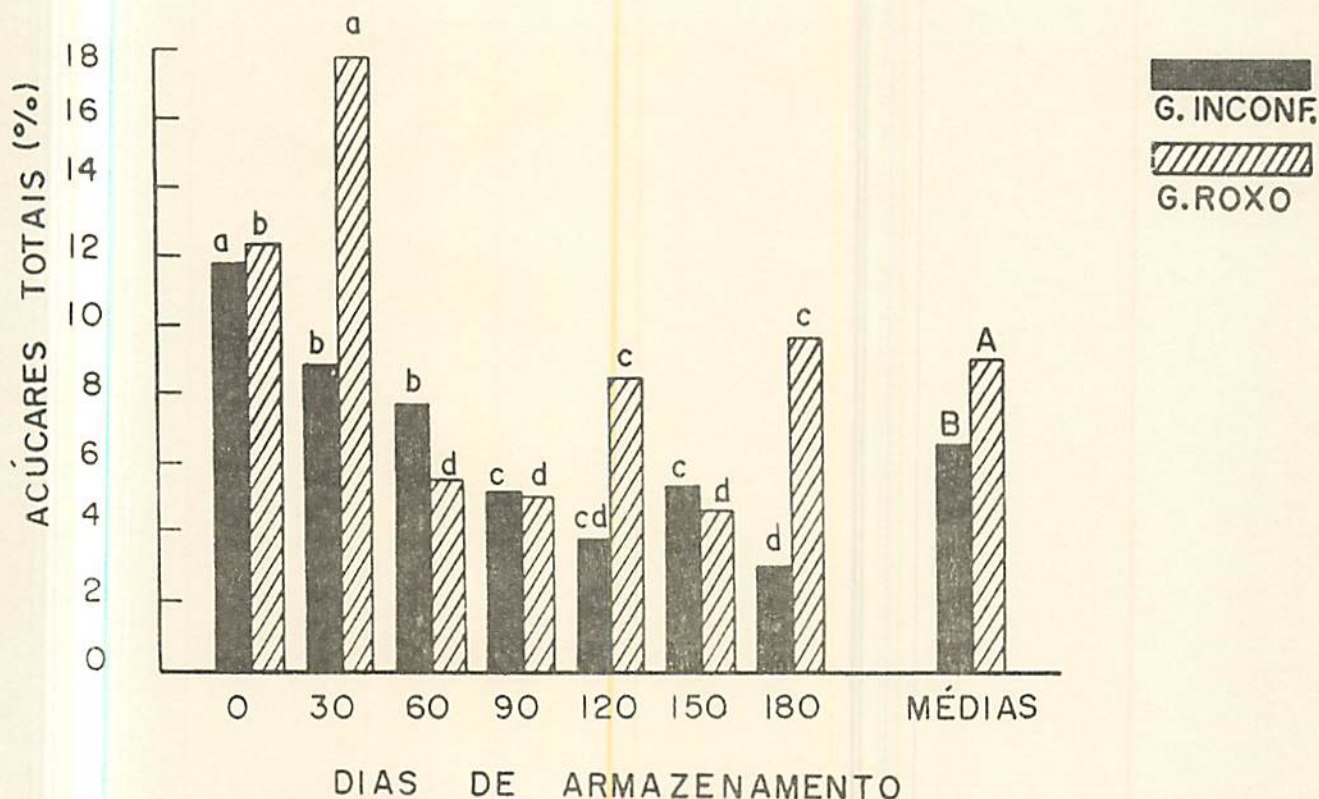


FIGURA 4- Teores médios de açúcares totais durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho

TABELA 5 - Valores médios da porcentagem de açúcares totais para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	11,77 <sup>a</sup>	12,29 <sup>b</sup>
30	8,80 <sup>b</sup>	17,82 <sup>a</sup>
60	7,74 <sup>b</sup>	5,53 <sup>d</sup>
90	5,19 <sup>c</sup>	5,08 <sup>d</sup>
120	3,83 <sup>cd</sup>	8,52 <sup>c</sup>
150	5,33 <sup>c</sup>	4,67 <sup>d</sup>
180	2,98 <sup>d</sup>	9,64 <sup>c</sup>
Média de Cultivares	6,52 <sup>B</sup>	9,08 <sup>A</sup>
CV (%)	11,95	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

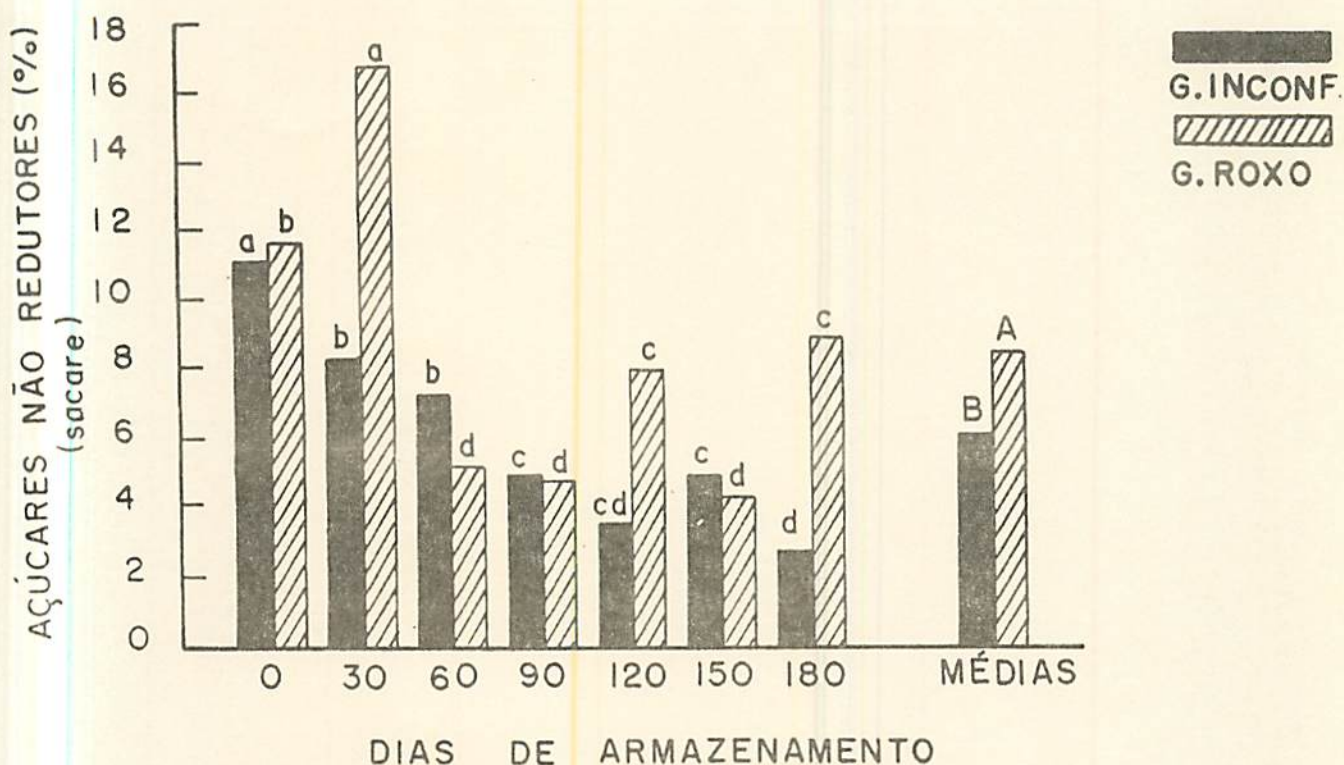


FIGURA 5 - Teores médios de açúcares não redutores durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 6 - Valores médios da porcentagem de açúcares não redutores para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período pós-colheita. Lavras, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	11,04 <sup>a</sup>	11,63 <sup>b</sup>
30	8,27 <sup>b</sup>	16,82 <sup>a</sup>
60	7,23 <sup>b</sup>	5,13 <sup>d</sup>
90	4,87 <sup>d</sup>	4,70 <sup>d</sup>
120	3,52 <sup>cd</sup>	7,97 <sup>c</sup>
150	4,91 <sup>c</sup>	4,28 <sup>d</sup>
180	2,71 <sup>d</sup>	8,91 <sup>c</sup>
Média de Cultivares	6,08 <sup>B</sup>	8,49 <sup>A</sup>
CV (%)	12,17	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



totais e não redutores diminuíram com o período de armazenamento, sendo que aos 0 e 30 dias para a cultivar "Gigante Roxo" os valores foram mais elevados decrescendo à seguir, atingindo valor mínimo aos 60 e 150 dias e aumentando ligeiramente aos 120 e 180 dias. Os maiores teores aos 180 dias pode ser atribuído à maior concentração de açúcares totais devido ao acréscimo nos sólidos totais neste período (Figura 2), enquanto que a dos 120 dias talvez seja devida a modificações metabólicas, tais como hidrólise de carboidratos. Já a cultivar "Gigante de Inconfidentes" apresentou um decréscimo gradual nos teores de ambos os açúcares, atingindo valores mínimos aos 180 dias.

As faixas de variação nos açúcares totais foram de 11,77 a 2,98% e dos não redutores de 11,04 a 2,71% para o "Gigante de Inconfidentes" enquanto que para a cultivar "Gigante Roxo" foram de 17,82 a 4,67% para os açúcares totais e de 16,82 a 4,28% para os açúcares não redutores.

Os resultados de CARVALHO et alii (1987.) para açúcares totais de diversas cultivares de alho em período correspondente ao 0 dia, ou seja, após a cura de 30 dias, variaram de 15,27 a 24,72% para as 8 cultivares analisadas, enquanto que os obtidos pelo INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (1977) enquadram-se na faixa de 11,20 a 27,88%, estando os resultados obtidos no presente trabalho ao 0 dia dentro dessas taxas de variação.

O decréscimo nos teores de açúcares pode ser atribuído

a um consumo dos mesmos nos processos metabólicos que ocorreram na fase pós-colheita, ou seja, respiração e brotamento.

Os teores de açúcares redutores das cultivares em estudo variaram significativamente durante o período de armazenamento (Figura 6 e Tabela 7), sendo que para a "Gigante de Inconfidentes" os valores foram oscilantes, não apresentando tendências definidas de mudanças, enquanto que na "Gigante Roxo" os teores aumentaram no período pós-colheita.

Do mesmo modo que nos demais açúcares o aumento acentuado nos teores dos 150 aos 180 dias pode ser atribuído ao efeito da concentração, devido aos altos teores de sólidos totais (Figura 2).

Os açúcares redutores apresentaram-se com teores pouco representativos, muito inferiores aos dos açúcares não redutores, cabendo talvez a estes últimos o papel mais importante nas atividades metabólicas na fase pós-colheita.

Ao se comparar as cultivares (Figuras 4, 5 e 6), observa-se para todos os açúcares avaliados uma superioridade da "Gigante Roxo" em relação à "Gigante de Inconfidentes" o que pode ter contribuído para um maior teor de carboidratos de reserva e conseqüentemente menor perda de peso dos bulbos da primeira cultivar.



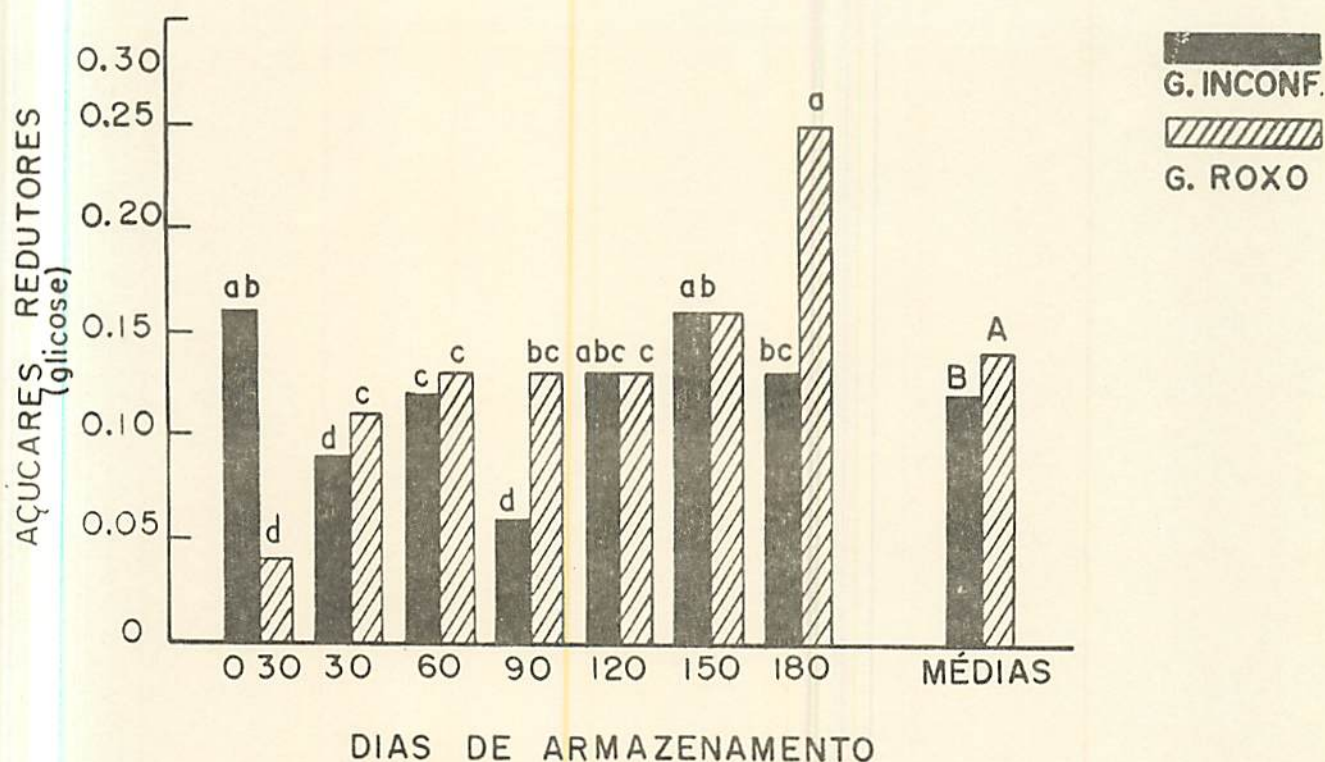


FIGURA 6 - Teores médios de açúcares redutores durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 7 - Valores médios da porcentagem de açúcares redutores para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	0,16 <sup>ab</sup>	0,04 <sup>d</sup>
30	0,09 <sup>d</sup>	0,11 <sup>c</sup>
60	0,12 <sup>c</sup>	0,13 <sup>c</sup>
90	0,06 <sup>d</sup>	0,13 <sup>c</sup>
120	0,13 <sup>abc</sup>	0,13 <sup>b</sup>
150	0,16 <sup>a</sup>	0,16 <sup>b</sup>
180	0,13 <sup>bc</sup>	0,25 <sup>a</sup>
Média de Cultivares	0,12 <sup>B</sup>	0,14 <sup>A</sup>
CV (%)	10,97	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

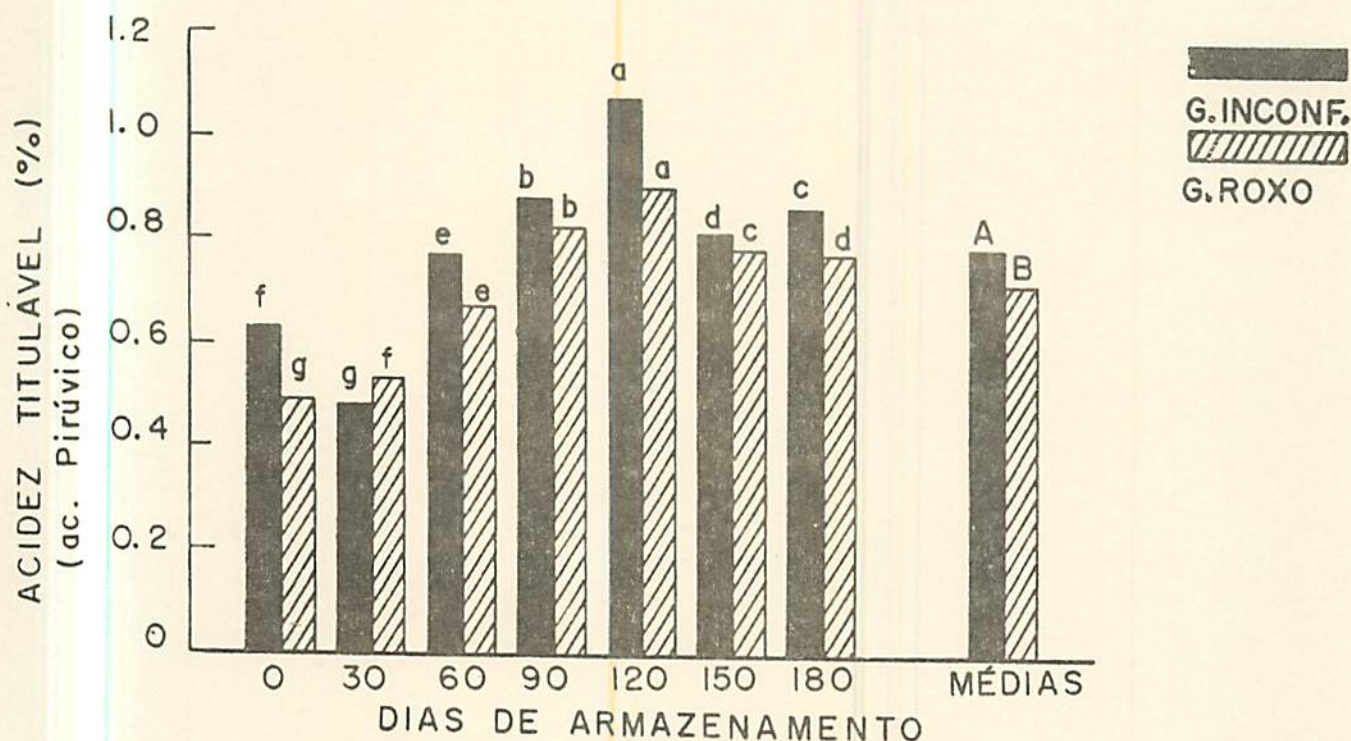


FIGURA 7- Teores médios de acidez titulável durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 8 - Valores médios da porcentagem de acidez titulável para as duas cultivares de alho, "Gigantes de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante do período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	0,63 f	0,49 g
30	0,48 g	0,53 f
60	0,77 e	0,67 e
90	0,88 b	0,82 b
120	1,07 a	0,90 a
150	0,81 d	0,78 c
180	0,86 c	0,77 d
Média de Cultivares	0,78 A	0,71 B
CV (%)	0,69	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



#### 4.1.5. Acidez titulável

Na Tabela 8 e na Figura 7 estão expressos os valores encontrados para a acidez titulável.

Verifica-se ter havido diferenças estatísticas significativas nas diferentes épocas para as duas cultivares. Para a "Gigante de Inconfidentes" do 0 ao 30<sup>o</sup> dia de armazenamento houve uma diminuição nos valores referentes à acidez titulável de 0,63 a 0,48%, seguindo-se um aumento nesses valores até o 120<sup>o</sup> dia onde foi atingido um percentual de 1,07% seguido de uma diminuição aos 150 dias de 0,81% e elevando-se à seguir no final do período para 0,86% aos 180 dias. A cultivar "Gigante Roxo" apresentou um aumento gradual na acidez titulável do 0 dia até o 120<sup>o</sup> dia de armazenamento pós-colheita seguido de decréscimos até valores não inferiores aos do início do período de armazenamento pós-colheita.

A cultivar "Gigante de Inconfidentes" foi a que apresentou aumento mais acentuado na acidez titulável, atingindo como visto anteriormente 1,07% aos 120 dias, enquanto que a cultivar "Gigante Roxo" atingiu 0,90% aos 120 dias. Esses valores estão de acordo com CARVALHO et alii (1991) que encontraram a mesma tendência de aumento na acidez titulável no final do período de armazenamento para a cultivar "Amarante" que teve seu máximo de 1,35% entre os 120 e 150 dias de armazenamento pós-colheita.

O decréscimo observado no final do período para a acidez titulável pode ser devido à utilização dos ácidos na respiração e mecanismos de brotação.

Ao se comparar as duas cultivares percebe-se que ao contrário do que foi observado com os outros constituintes, a cultivar "Gigante de Inconfidentes" sobressaiu com os maiores teores de acidez titulável.

#### 4.1.6. Ácido pirúvico

Observa-se na Tabela 9 e Figura 8 que os teores de ácido pirúvico variaram significativamente durante o armazenamento dos bulbos das duas cultivares, porém as variações tiveram comportamento indefinido sem apresentarem aumentos ou decréscimos contínuos.

A cultivar "Gigante de Inconfidentes" atingiu o valor máximo de 89,43  $\mu\text{mol/g}$  aos 60 dias, enquanto que o teor mais elevado da cultivar "Gigante Roxo" foi de 75,30  $\mu\text{mol/g}$  aos 150 dias de armazenamento.

CARVALHO et alii (1991) observaram haver aumentos nos teores de ácido pirúvico na cultivar "Amarante" com valores máximos dos 90 aos 150 dias.

Os diferentes padrões de variações nos teores de ácido



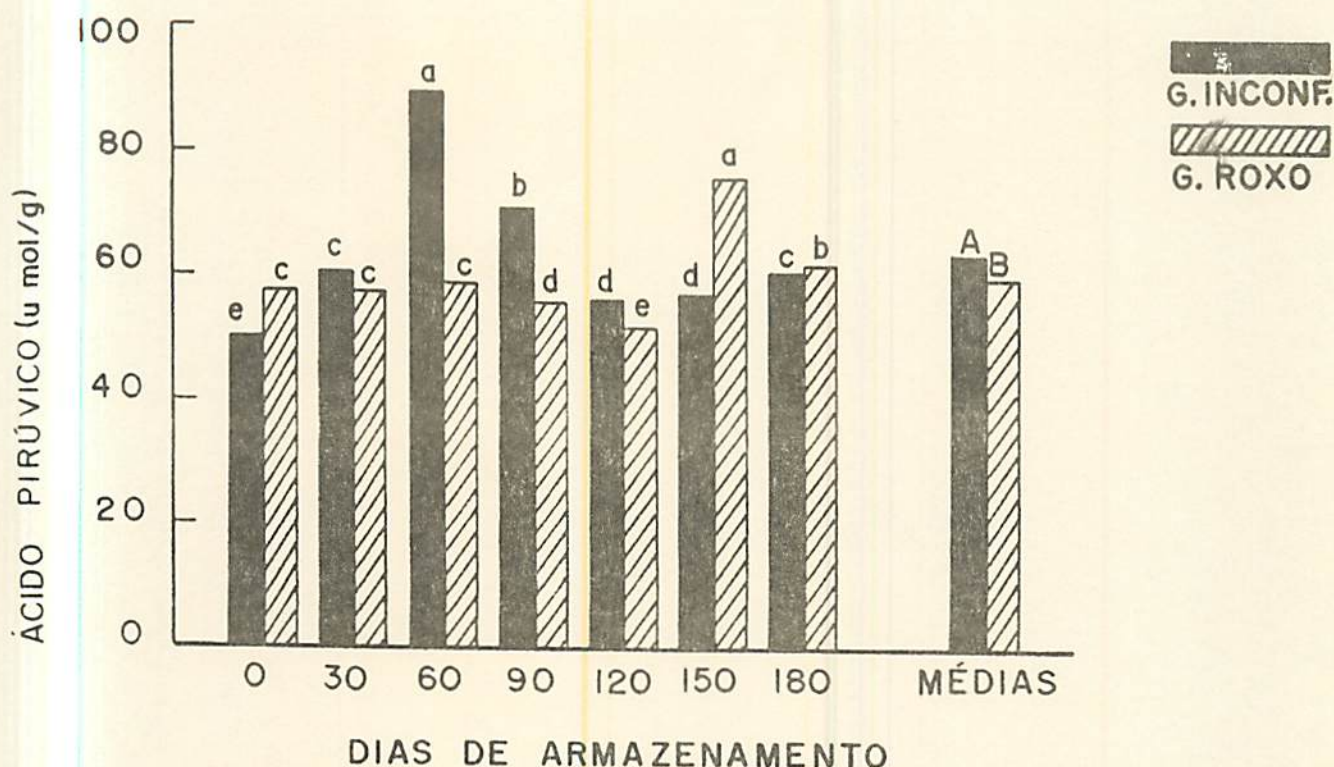


FIGURA 8 - Teores médios de ácido pirúvico durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 9 - Valores médios da porcentagem de ácido pirúvico para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	49,74 e	57,18 c
30	60,08 c	57,29 c
60	89,43 a	58,29 d
90	70,64 b	55,57 d
120	55,85 d	51,40 e
150	56,72 d	75,30 a
180	60,02 c	61,45 b
Média de Cultivares	63,21 A	59,50 B
CV (%)	1,02	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

pirúvico na fase pós-colheita podem ser atribuídos às diferenças varietais.

As faixas de variações obtidas por CARVALHO et alii (1991) para a cultivar "Amarante" foram de 35,35 a 48,60  $\mu\text{mol/g}$ , enquanto que as do presente trabalho foram de 49,74 a 89,43  $\mu\text{mol/g}$  e de 51,40 a 75,30  $\mu\text{mol/g}$  para a cultivar "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" respectivamente.

SAGHIR et alii (1964) encontraram valores de 34,70  $\mu\text{mol/g}$  para a cultivar "California Early" e 50,50  $\mu\text{mol/g}$  para a cultivar "California Late".

Os valores encontrados no presente trabalho foram superiores aos dos autores citados e essas diferenças podem ser atribuídas à cultivares e locais de cultivo como também a alterações no período pós-colheita.

Os resultados demonstraram que o armazenamento pós-colheita de um modo geral acentua o odor dos alhos, medido pelo aumento dos teores de ácido pirúvico, produzidos após a injúria dos bulbos porém para cada cultivar houve um período de maior intensificação das características de aroma.

Como pode se observar na Figura 8, a cultivar "Gigante de Inconfidentes" (bulbos brancos) foi a que apresentou maiores teores de ácido pirúvico, conseqüentemente com odor mais forte



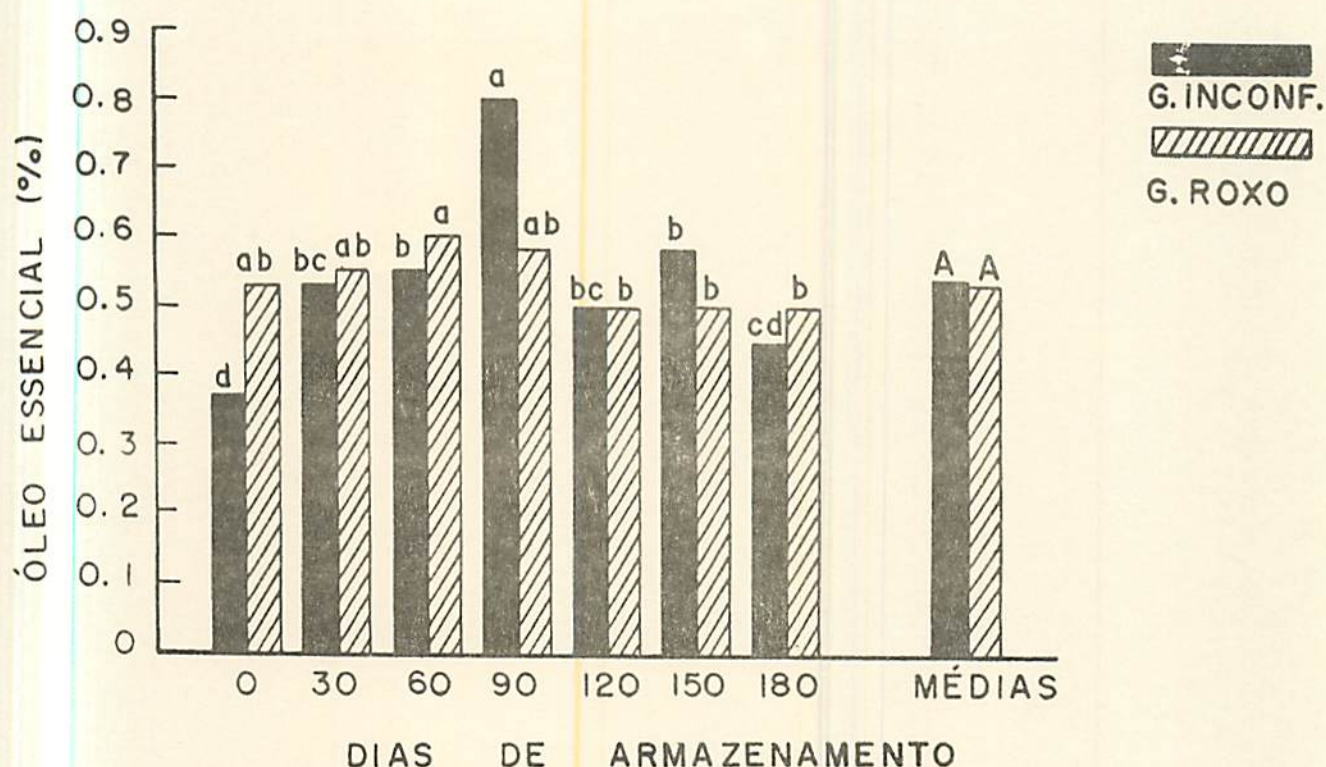


FIGURA 9 - Teores médios de óleo essencial durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 10 - Valores médios da porcentagem de óleo essencial para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	0,37 d	0,53ab
30	0,53 bc	0,55ab
60	0,55 b	0,60a
90	0,80a	0,58ab
120	0,50 bc	0,50 b
150	0,58 b	0,50 b
180	0,45 cd	0,50 b
Média de Cultivares	0,54A	0,54 A
CV (%)	8,23	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

que a "Gigante Roxo".

#### 4.1.7. Óleo essencial

Na Figura 9 e na Tabela 10 encontram-se valores obtidos para a fração óleo essencial nas duas cultivares de alho analisadas.

Os teores de óleo essencial da cultivar "Gigante de Inconfidentes" aumentaram na fase inicial do período de armazenamento, atingindo um máximo aos 90 dias, com posterior decréscimo, enquanto que na cultivar "Gigante Roxo" houve ligeira tendência de aumento inicial, atingindo o máximo aos 60 dias com diminuição posterior, mas apresentando uma certa estabilização até o final do período de armazenamento. A média geral não diferiu estatisticamente entre cultivares.

A faixa de variação nos teores de óleo essencial foram de 0,37% a 0,80% para a "Gigante de Inconfidentes" e de 0,50 a 0,60% para a "Gigante Roxo". Os valores máximos desta faixa foram bem superiores aos encontrados na literatura, indicando alta síntese desse óleo com o armazenamento.

Experimento realizado por CARVALHO et alii (1991) apresentou valores oscilantes para a cultivar "Amarante", não encontrando uma tendência definida de aumento ou decréscimo durante o período de armazenamento sendo que os valores obtidos



se enquadraram na faixa de 0,3 a 0,4% citada por CAVALLITO et alii (1944 b).

Já CARVALHO et alii (1987) estudando o efeito do tipo de cura na qualidade de algumas cultivares de alho, obtiveram valores que variaram de 0,37 a 0,54% para a cultivar "Chonan" (bulbos roxos) e de 0,37 a 0,43% para a cultivar "Amarante" (bulbos brancos).

Os teores elevados encontrados para as cultivares em estudo, ou seja, 0,80% para a "Gigante de Inconfidentes" aos 90 dias e 0,60% para a "Gigante Roxo" aos 60 dias indicam que estas cultivares podem ser consideradas excelentes fontes de óleo essencial para a indústria farmacêutica.

#### 4.1.8. Fibra

Os valores obtidos para a fração fibra nas duas cultivares analisadas encontram-se na Tabela 11 e Figura 10.

As duas cultivares demonstraram comportamentos distintos durante o período de armazenamento pós-colheita. Para a "Gigante de Inconfidentes" do 0 dia até os 60 dias houve um decréscimo gradual no teor de fibra com valores oscilando de 0,83 a 0,70%; a partir dos 60 dias os valores aumentaram atingindo um máximo de 1,29% aos 120 dias seguido de um decréscimo até o final do período de armazenamento. Já a cultivar "Gigante Roxo"

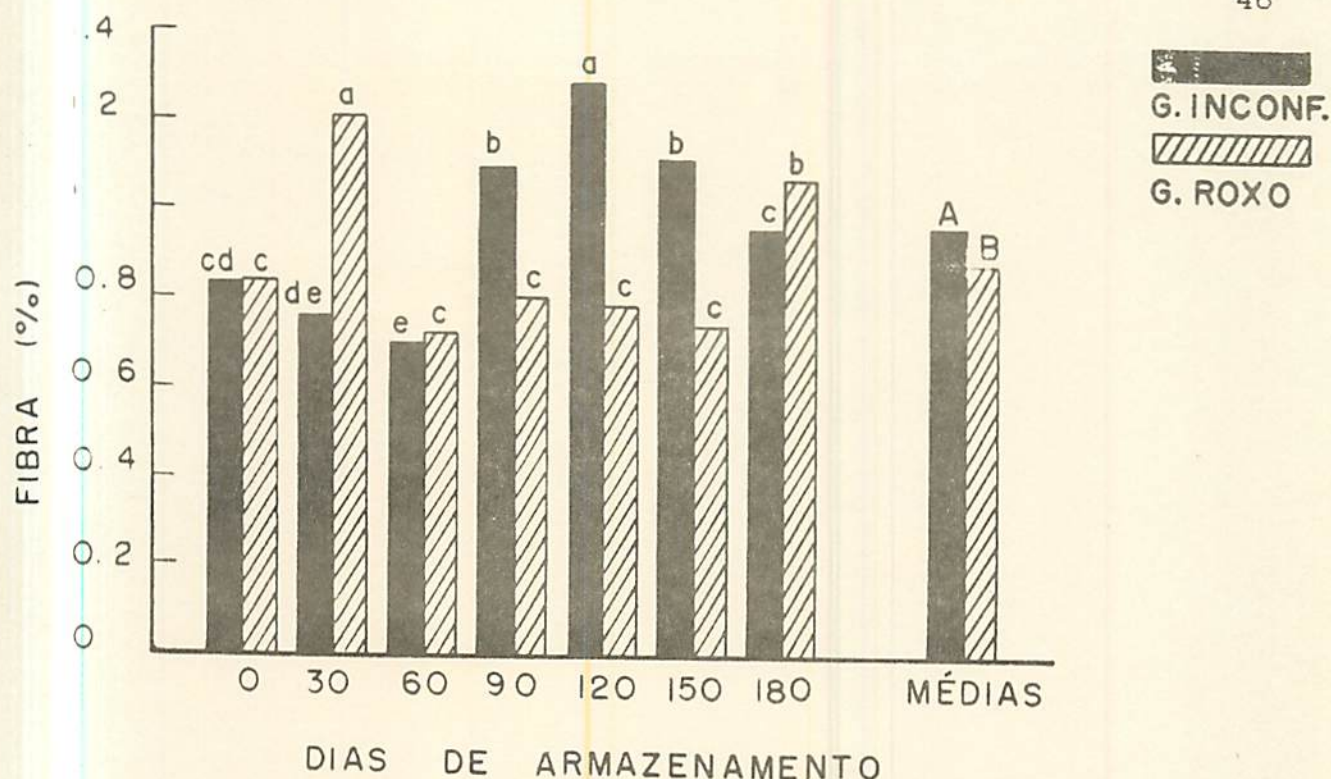


FIGURA 10 - Teores médios de fibra durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 11 - Valores médios da porcentagem de fibras para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	0,83 cd	0,84 c
30	0,76 de	1,21a
60	0,70 e	0,72 c
90	1,09 b	0,80 c
120	1,29a	0,78 c
150	1,11 b	0,74 c
180	0,95 c	1,07 b
Média de Cultivares	0,96A	0,88 B
CV (%)	6,07	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



portou-se de forma diferente, pois do 0 aos 30 dias de armazenamento variou de 0,84 a 1,21% obtendo o teor máximo de fibra aos 30 dias, em seguida dos 60 aos 150 dias permaneceu praticamente constante, sem variações significativas, e no final do período de armazenamento aos 180 dias apresentando acentuada elevação, chegando a 1,07%. Este acréscimo pode ser atribuído ao aumento nos teores de sólidos totais neste mesmo período (Figura 2).

Ao se comparar as duas cultivares observa-se que a "Gigante de Inconfidentes" apresentou-se com maior teor de fração fibra que a "Gigante Roxo". Estes valores médios foram inferiores ao valor 1,1% citado para alhos na tabela do INCAP (1961).

#### 4.1.9. Proteína

Na Tabela 12 e na Figura 11 estão expressos os valores obtidos para a análise de proteína nas duas cultivares de alho pesquisadas.

Ambas as cultivares apresentaram aumentos iniciais nos teores de proteína, sendo que a "Gigante de Inconfidentes" a partir dos 60 dias de armazenamento pós-colheita obteve o teor máximo que permaneceu constante até 150 dias, com valores praticamente constantes durante este período variando de 6,20 a 6,30 e decrescendo na última etapa de armazenamento, ou seja, aos 180 dias.

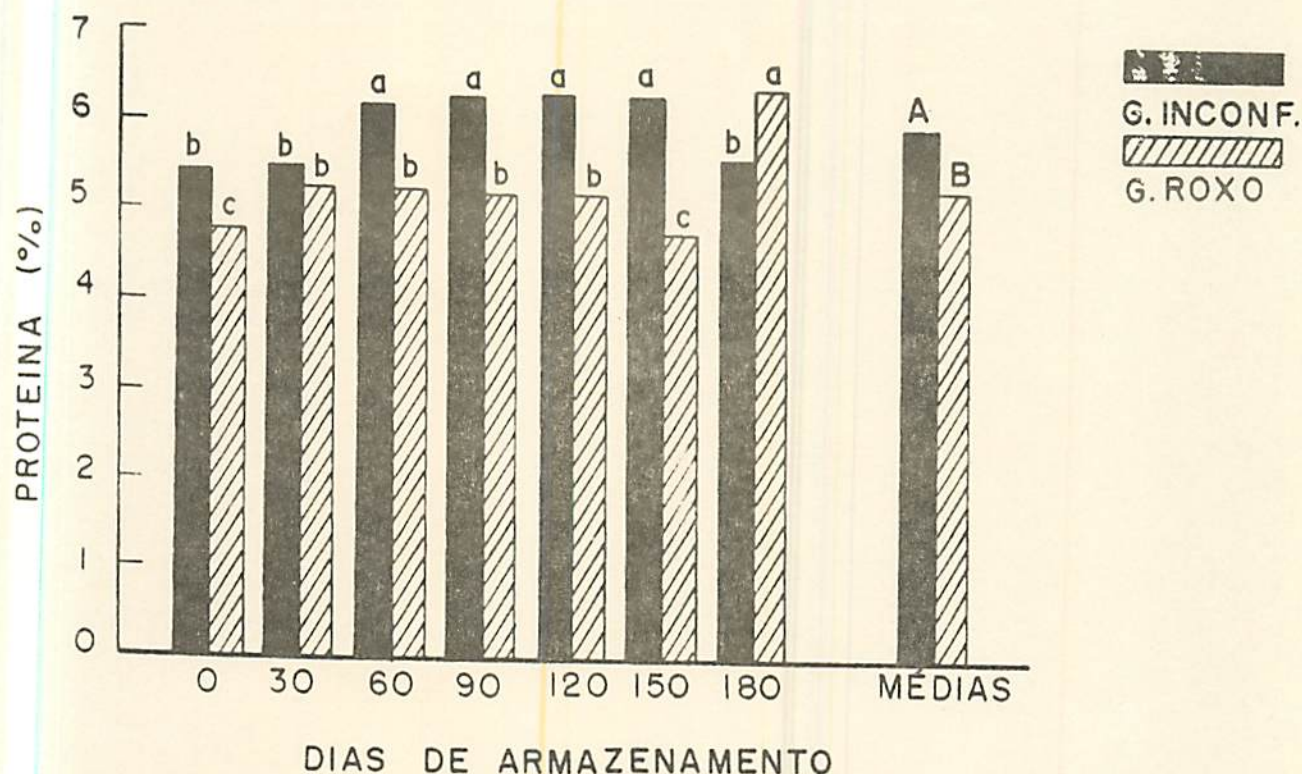


FIGURA II - Teores médios de proteína durante o armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 12 - Valores médios da porcentagem de proteína para as duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" durante o período de armazenamento pós-colheita. Lavras, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	5,42 <sup>b</sup>	4,75 <sup>c</sup>
30	5,49 <sup>b</sup>	5,26 <sup>b</sup>
60	6,20 <sup>a</sup>	5,23 <sup>b</sup>
90	6,27 <sup>a</sup>	5,19 <sup>b</sup>
120	6,30 <sup>a</sup>	5,20 <sup>b</sup>
150	6,29 <sup>a</sup>	4,75 <sup>c</sup>
180	5,60 <sup>b</sup>	6,38 <sup>a</sup>
Média de Cultivares	5,94 <sup>A</sup>	5,25 <sup>B</sup>
CV (%)		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



A cultivar "Gigante Roxo" apresentou um ligeiro aumento nos teores de proteína à partir dos 30 dias de armazenamento pós-colheita permanecendo também praticamente constante até 120 dias, seguido de um decréscimo até os 150 dias. À partir deste período houve acréscimo acentuado atingindo valor máximo de 6,38% aos 180 dias.

Observa-se ter havido diferença entre cultivares e que os alhos da "Gigante de Inconfidentes" foram os que destacaram quanto à fração proteína.

FRANCO (1986) em sua Tabela de composição química dos alimentos cita valores referentes à proteína de 5,30% para o alho, sendo este valor inferior ao encontrado para a cultivar "Gigante de Inconfidentes" (5,42%) e superior para "Gigante Roxo" (4,75%), ambas cultivares foram analisadas ao 0 dia de armazenamento

#### 4.2. Atividade antibacteriana

##### 4.2.1. *Escherichia coli*

Na Figura 12 e na Tabela 13 observam-se os valores médios obtidos para a concentração inibitória mínima referentes ao microrganismo *Escherichia coli* com a utilização do extrato das duas cultivares de alho analisadas.

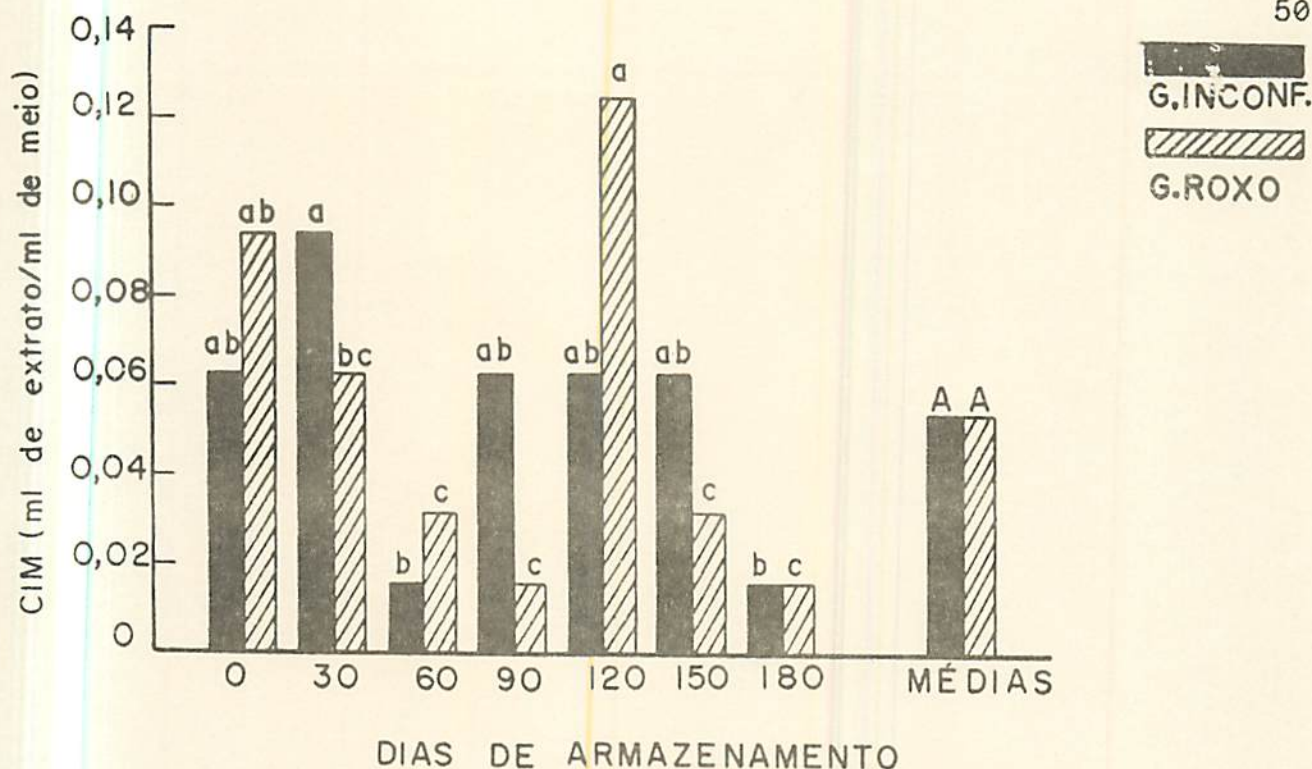


FIGURA 12 - Valores médios da concentração inibitória mínima de extrato de alho sobre *E. coli* durante o período de armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 13 - Valores médios da concentração inibitória mínima para o extrato das duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" sobre a *Escherichia coli* durante o período de armazenamento pós-colheita. Alfenas, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	0,062 <sup>ab</sup>	0,093 <sup>ab</sup>
30	0,094 <sup>a</sup>	0,062 <sup>ab</sup>
60	0,016 <sup>b</sup>	0,031 <sup>c</sup>
90	0,063 <sup>ab</sup>	0,016 <sup>c</sup>
120	0,063 <sup>ab</sup>	0,125 <sup>a</sup>
150	0,063 <sup>ab</sup>	0,031 <sup>c</sup>
180	0,016 <sup>b</sup>	0,016 <sup>c</sup>
Média de Cultivares	0,054 <sup>A</sup>	0,054 <sup>A</sup>
CV (%)	31,19	

Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Estatisticamente ambas as cultivares apresentaram atividade antimicrobiana semelhante, sendo que para o alho "Gigante de Inconfidentes" houve variações na atividade com o decorrer do tempo de armazenamento, apresentando maiores inibições aos 60 e 180 dias. Para a cultivar "Gigante Roxo", as maiores inibições ocorreram aos 60, 90, 150 e 180 dias.

Os valores máximos de inibição 0,016 (1/64) encontrados no presente trabalho são semelhantes ao máximo da faixa de inibição para *Escherichia coli* obtida por ELNIMA et alii (1983) ou seja, 0,008 (1/128) a 0,016 (1/64). Os demais valores foram superiores à concentração inibitória mínima preconizados por estes autores

#### 4.2.2. *Pseudomonas aeruginosa*

Na figura 13 e Tabela 14 estão demonstrados os valores médios obtidos para a análise da concentração inibitória mínima do extrato de alho sobre o microrganismo *Pseudomonas aeruginosa*.

Para a cultivar "Gigante de Inconfidentes" o poder inibitório do extrato aumentou com o tempo de armazenamento, chegando ao seu máximo de atividade no período compreendido entre 60 e 180 dias de armazenamento pós-colheita. Observou-se para a cultivar "Gigante Roxo" que seu extrato obteve uma atividade antibacteriana mais acentuada aos 30 e 60 dias, seguido de um decréscimo na inibição do crescimento bacteriano.

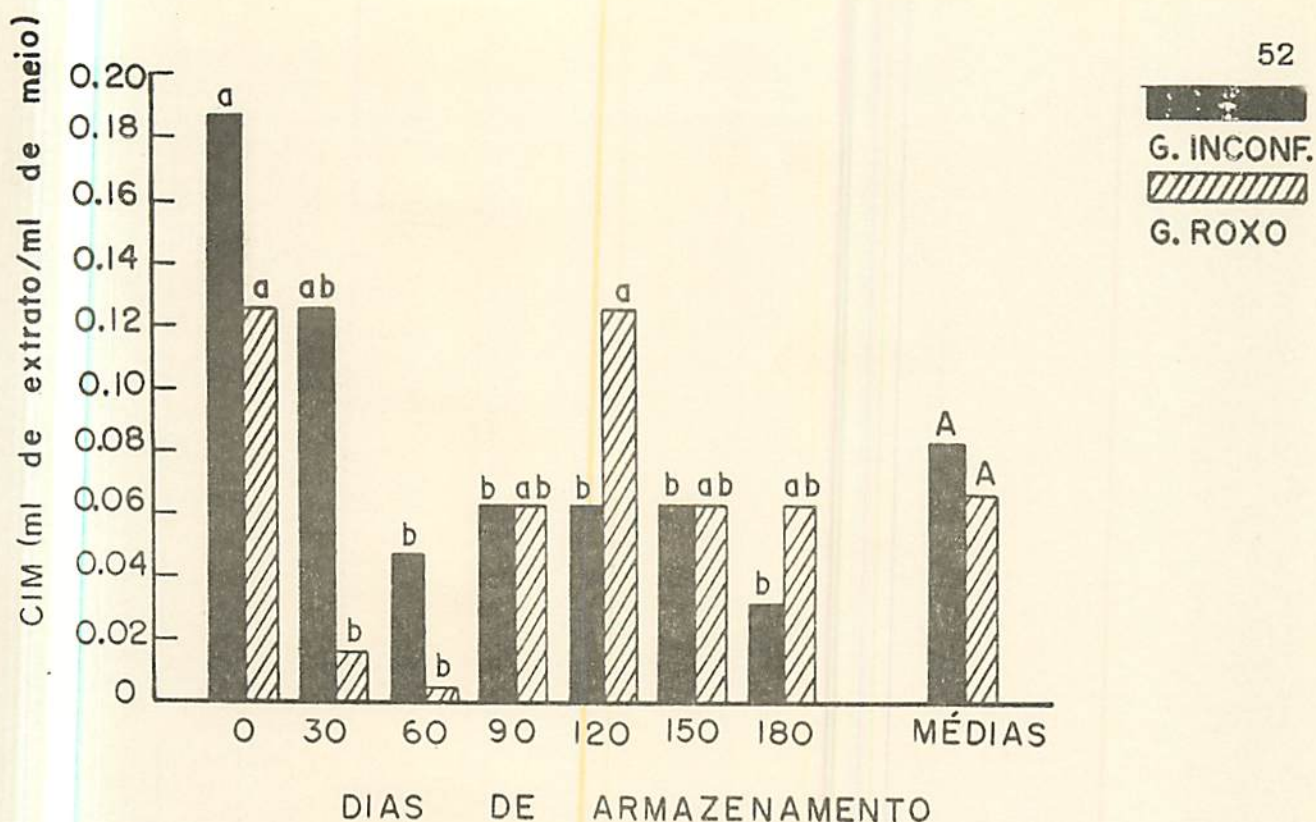


FIGURA 13- Valores médios da concentração inibitória mínima de extrato de alho sobre *P. aeruginosa* durante o período de armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de de alho

TABELA 14 - Valores médios da concentração inibitória mínima para o extrato das duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" sobre a *Pseudomonas aeruginosa* durante o período de armazenamento pós-colheita. Alfenas, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	0,19 a	0,125a
30	0,12 ab	0,016 b
60	0,047 b	0,004ab
90	0,062 b	0,062ab
120	0,062 b	0,125a
150	0,062 b	0,063ab
180	0,031 b	0,063ab
Média de Cultivares	0,082A	0,065A
CV (%)	32,94	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Não houve diferenças significativas entre cultivares quanto ao poder inibitório sobre a *P. aeruginosa*.

Os valores obtidos por ELNIMA et alii (1983) para a concentração inibitória mínima do extrato de alho a 25% frente a *P. aeruginosa* encontram-se entre 0,008 (1/128) a 0,031 (1,32), enquanto que os do presente trabalho variaram de 0,031 a 0,19 e de 0,004 a 0,125 para as cultivares "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" respectivamente.

Os resultados demonstraram o efeito de cultivares nas faixas de variação da atividade antimicrobiana.

#### 4.2.3. *Streptococcus mutans*

Na Figura 14 e na Tabela 15 estão expressos os valores médios obtidos para a avaliação da concentração inibitória mínima do extrato de alho para as duas cultivares estudadas em relação ao *Streptococcus mutans* durante o período de armazenamento pós-colheita.

De um modo geral não houve diferença significativa entre variedades. O poder inibitório aumentou com o tempo de armazenamento para as duas cultivares, ocorrendo as maiores inibições do crescimento bacteriano aos 30 e 60 dias para a cultivar "Gigante de Inconfidentes" e após o 0 dia para a "Gigante Roxo".

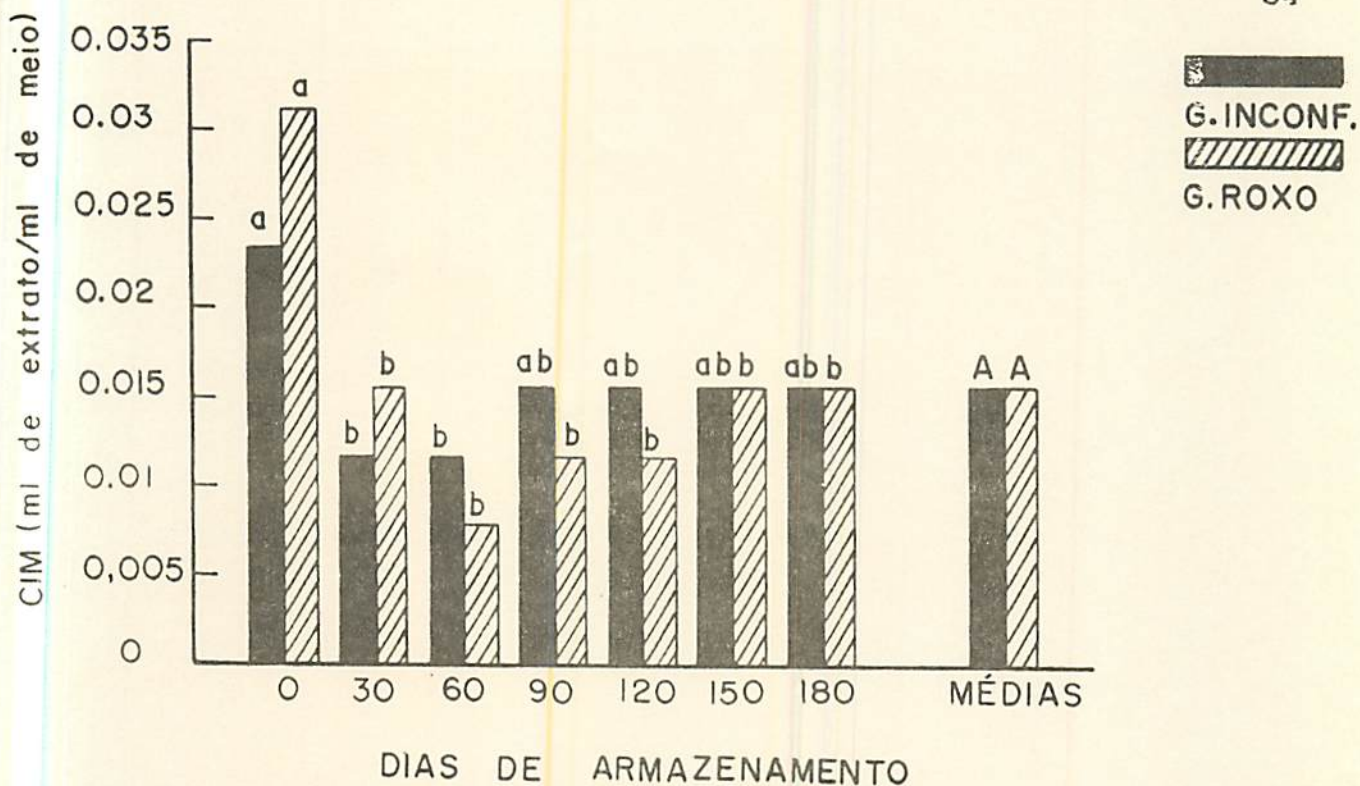


FIGURA 14- Valores médios da concentração inibitória mínima de extrato de alho sobre *S. mutans* durante o período de armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 15 - Valores médios da concentração inibitória mínima para o extrato das duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" sobre o *Streptococcus mutans* durante o período de armazenamento pós-colheita. Alfenas, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	0,023 <sup>a</sup>	0,031 <sup>a</sup>
30	0,012 <sup>b</sup>	0,016 <sup>b</sup>
60	0,012 <sup>b</sup>	0,008 <sup>b</sup>
90	0,016 <sup>ab</sup>	0,012 <sup>b</sup>
120	0,016 <sup>ab</sup>	0,021 <sup>b</sup>
150	0,016 <sup>ab</sup>	0,016 <sup>b</sup>
180	0,016 <sup>ab</sup>	0,016 <sup>b</sup>
Média de Cultivares	0,016 <sup>A</sup>	0,016 <sup>A</sup>
CV (%)	26,73	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



ELNIMA et alii (1983) utilizando extrato de alho a 25% obtiveram uma inibição do crescimento do *S. mutans* que variou de 0,008 (1/128) a 0,016 (1/64), valores estes que coincidem com os encontrados no presente trabalho no período que vai dos 30 aos 180 dias de armazenamento para a cultivar "Gigante de Inconfidentes" e excetuando 0 e 120 dias nos demais períodos para a "Gigante Roxo".

#### 4.2.4. *Staphylococcus aureus*

Encontram-se na Figura 15 e na Tabela 16 os valores médios obtidos para a concentração inibitória mínima dos extratos das duas cultivares de alho utilizadas em relação ao *Staphylococcus aureus*.

A cultivar "Gigante Roxo" apresentou durante o armazenamento resultados não diferindo significativamente. Apesar de não significativo aos 90 dias, a inibição foi muito acentuada, chegando a inibir quase totalmente o crescimento do *S. aureus* em todos os tubos, alcançando a diluição máxima de 0,004 (1/256).

Já a cultivar "Gigante de Inconfidentes" apresentou atividade máxima a partir dos 30 dias, permanecendo os valores estatisticamente iguais até o final do armazenamento.

Dentre as cultivares sobressaiu-se a "Gigante Roxo" com maior inibição sobre o *S. aureus*.

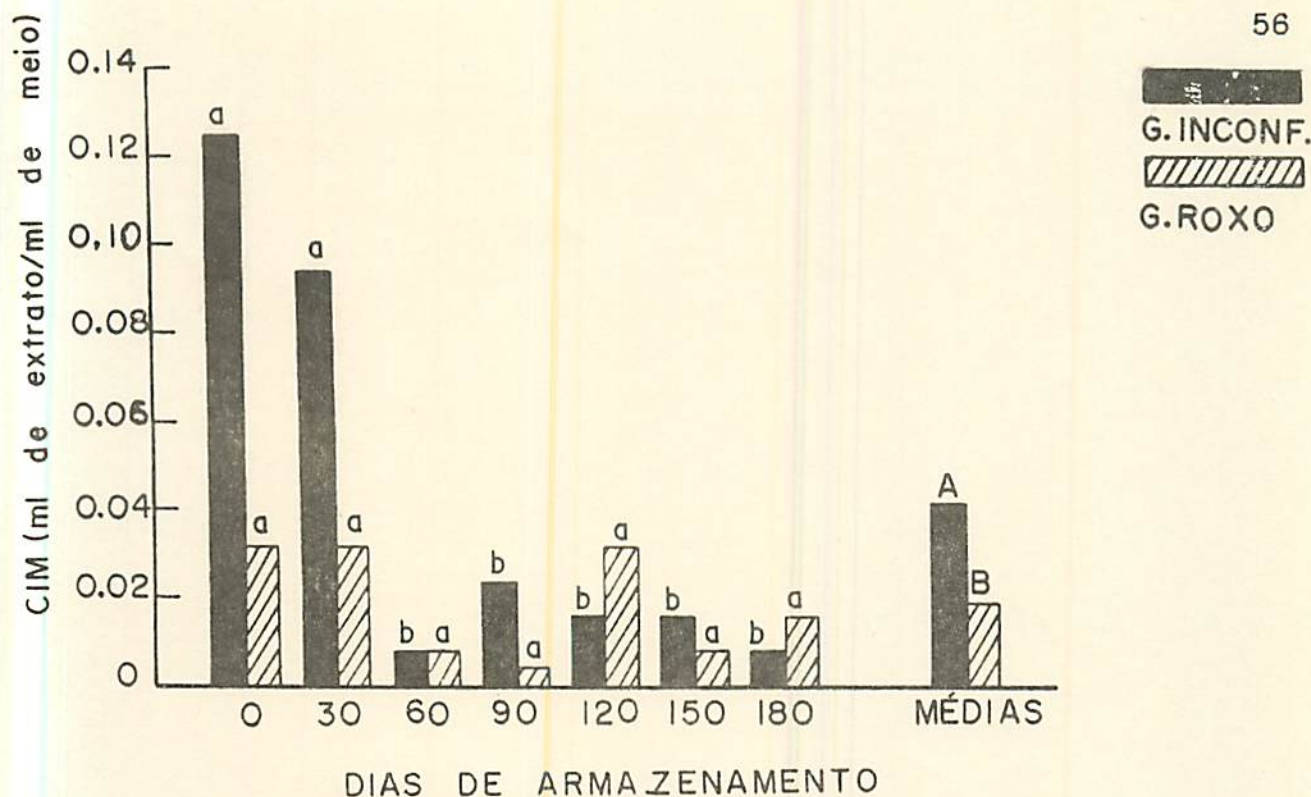


FIGURA 15 - Valores médios da concentração inibitória mínima de extratos de alho sobre *S. aureus* durante o período de armazenamento pós-colheita de 2 cultivares de alho.

TABELA 16 - Valores médios da concentração inibitória mínima para o extrato das duas cultivares de alho, "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo" sobre o *Staphylococcus aureus* durante o período de armazenamento pós-colheita. Alfenas, MG. 1990.

Dias de Armazenamento	Cultivares	
	"G. Inconfidentes"	"G. Roxo"
0	0,125 <sup>a</sup>	0,031 <sup>a</sup>
30	0,094 <sup>a</sup>	0,031 <sup>a</sup>
60	0,008 <sup>b</sup>	0,008 <sup>a</sup>
90	0,023 <sup>b</sup>	0,004 <sup>a</sup>
120	0,016 <sup>b</sup>	0,031 <sup>a</sup>
150	0,06 <sup>b</sup>	0,008 <sup>a</sup>
180	0,008 <sup>b</sup>	0,016 <sup>a</sup>
Média de Cultivares	0,047 <sup>A</sup>	0,018 <sup>B</sup>
CV (%)	40,81	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Na literatura consultada não foram encontrados dados com relação à concentração inibitória mínima para o extrato do alho contra o *S. aureus*.

## 5. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos nas condições experimentais do presente trabalho, conclui-se que:

- Ocorreram modificações na composição química das duas cultivares de alho estudadas, observando-se que o armazenamento, provocou aumentos no percentual de perdas de peso dos bulbos; decréscimos nos teores de açúcares totais e não redutores; variações sem tendências definidas nos teores de sólidos totais e solúveis; acidez titulável; ácido pirúvico; óleo essencial; açúcares redutores; fibras e proteína.

- A cultivar "Gigante Roxo" apresentou menor perda de peso; maiores teores de sólidos totais e açúcares totais, não redutores e redutores, o que lhe confere maior rendimento industrial para a desidratação, enquanto que a "Gigante de Inconfidentes" sobressaiu-se com maiores teores de acidez titulável; fibra; proteína e ácido pirúvico (odor mais acentuado).



- A atividade antibacteriana dos extratos das duas cultivares de alho foi variável com o tempo de armazenamento, sendo que o poder inibitório foi mais acentuado a partir dos 30 dias para os microrganismos *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*, utilizando-se o extrato da cultivar "Gigante de Inconfidentes" e após o 0 dia de armazenamento para o *Streptococcus mutans* e *Pseudomonas aeruginosa* com a utilização do extrato da cultivar "Gigante Roxo".

- A cultivar "Gigante Roxo" apresentou maior poder inibitório sobre o *Staphylococcus aureus*, tendo as duas cultivares poder inibitório semelhante sobre as demais bactérias.

## 6. RESUMO

No presente trabalho foi verificado a influência do tempo de armazenamento pós-colheita sobre a composição química e a atividade antibacteriana do alho (*Allium sativum* L.) cultivares "Gigante de Inconfidentes" e "Gigante Roxo"; armazenadas à temperatura ambiente por 180 dias. Os alhos foram cultivados no campo experimental da ESAL/EPAMIG, seguindo-se as técnicas convencionais de plantio. Foram colhidos totalmente maduros e curados ao sol por 3 dias e 30 dias à sombra. Após este período armazenados em sacos de papel, utilizando-se 28 lotes de 2 Kg para cada cultivar em sala apropriada. Utilizou-se um termohigrógrafo para a aferição da temperatura e umidade do ambiente. A umidade relativa média durante o armazenamento foi de 78,40% e a temperatura média 21,60°C; as avaliações foram feitas aos 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. Foram realizadas as seguintes avaliações: perda de peso; sólidos totais; sólidos solúveis; açúcares totais, não redutores e redutores; acidez titulável; ácido pirúvico; óleo essencial; fibra; proteína e atividade antimicrobiana do extrato de alho a 25% p/v, através da



técnica da Concentração Inibitória Mínima sobre *Escherichia coli*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus*. Foram observadas modificações na composição química das duas cvs. analisadas e que o armazenamento pós-colheita provocou aumentos no percentual de perdas de peso dos bulbos; decréscimos nos teores de açúcares totais e não redutores; oscilações sem tendências determinadas nos teores de sólidos totais, sólidos solúveis; acidez titulável; ácido pirúvico; óleo essencial; açúcares redutores; fibra e proteína. Houve variação em termos de atividade antibacteriana durante o período de armazenamento ocorrendo maior inibição do crescimento à partir dos 30 dias para o *Staphylococcus aureus*; *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* ao se utilizar o extrato da cv. "Gigante de Inconfidentes" e após o 0 dia para o *Streptococcus mutans* e *Pseudomonas aeruginosa* utilizando-se o extrato da cv. "Gigante Roxo". A cv. "Gigante Roxo" apresentou maior atividade antibacteriana sobre o *Staphylococcus aureus*, sendo que ambas as cultivares estatisticamente demonstraram poder inibitório igual sobre as demais bactérias. A cv. "Gigante Roxo" obteve menor perda de peso; maiores teores de sólidos totais; açúcares totais, não redutores e redutores, demonstrando maiores condições para um melhor rendimento industrial e desidratação. Já a cultivar "Gigante de Inconfidentes" apresentou-se com maiores teores de acidez titulável; fibra; proteína e ácido pirúvico, sendo portanto mais odorífera.

## 7. SUMMARY

In this present work was verified the time influence to post harvest storage over chemical composition and the antibacterial activity of garlic (*Allium sativum* L.) cultivars "Gigante de Inconfidentes" and "Gigante Roxo"; stored at room temperature for 180 days. The garlic were cultivated in the ESAL/EPAMIG experimental field, followed by conventional technique of planting. Were harvest totally ripe and kept for 3 days under sun and 30 days under shadow. After this, they were stored in paper bags, using 28 lots of 2 Kg for each cultivar in proper room. Also, it was used a thermohigrograph for taking atmosphere temperature and humidity. The average relative humidity during storage was 78.40% and average temperature 21.60° C; those evaluations were realized at 0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days. It were realized the following evaluations: weight lost; total solids; soluble solids; total sugars; reductors and non reductors; titratable acidity; piruvic acidy; essential oil; fiber; protein and antimicrobial activity from the garlic juice at 25% w/v, by the Minimal Concentration Inibitory Thecnique over *Escherichia coli*; *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus mutans* and *Staphylococcus aureus*. Noticed some changes on the chemical compositions on both cultivars analysed



and the post harvest storage induced increasing on the percentual weight lost from the bulb, decreasing in the total sugars levels and non reductors, soluble solid, titratable acidity; piruvic acid; essential oil; reductors sugars; fiber and protein. There were little variation from antibacterian activity during storage period occuring higher growing inhibition after 30 days for *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* when used "Gigante de Inconfidentes" cultivar juice and after 0<sup>th</sup> day for *Streptococcus mutans* and *Pseudomonas aeruginosa* using the "Gigante Roxo" cultivar juice. The "Gigante Roxo" cultivar showed higher antibacterian activity over *Staphylococcus aureus*, both cultivars showed statistically inhibitory power over others bacterium. The "Gigante Roxo" cultivar had lower weight lost; higher total solids levels; total sugar non reductors and reductors showing higher conditions for one better industrial yield and dehydration. Thus, the cultivar "Gigante de Inconfidentes" showed higher titratable acidity; fiber; protein and piruvic acid, being by that more fragant

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 ARIGA, T ; OSHIBA, S. & TAMADA, T. Platelet aggregation in garlic. *The Lancet*, London, 1(8212):150-1, Jan. 1981.
02. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 11.ed. Washington, 1970. 1015p.
- 03 BLOCK, E ; AHMAD, S.; JAIN, M.K.; CRECELY, R.W.; APITZ-CASTRO, R. & CRUZ, M.R. (E,Z) - Ajoene: A potent antithrombotic agent from garlic. *Journal of the American Chemical Society*, Washington, 106(26):8295-6, Dec. 1984.
04. CARPENTER, C.W. Antibacterial properties of yeasts *Fusarium* sp., onion and garlic. *Hawaiian Planters Record*, Honolulu, 49(1):41-67, 1945.



05. CARVALHO, V.D , CHALFOUN, S.M.; ABREU, C.M.P. & CHAGAS, S J R  
Efeito do tempo de armazenamento na qualidade do alho, cv  
Amarante Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília,  
26(10)-1679-84. out 1991.
06. CARVALHO, V.D ; CHALFOUN, S.M.; JUSTE JR , E.S.G. & LEITE.  
I.P Efeito do tipo de cura na qualidade de algumas  
cultivares de alho Pesquisa Agropecuária Brasileira,  
Brasília, 22(7) 733-40, jul 1987.
- 07 CAVALLITO, C J & BAILEY, J.H. Allicin, the antibacterial  
principle of *Allium sativum*. I Isolation, physical  
properties and antibacterial action. Journal of the  
American Chemical Society, Washington, 66:1950-1, Nov.  
1944a.
- 08 \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ & BUCK, J.S. The antibacterial principle  
of *Allium sativum*. III Its precursor and "essencial oil  
of garlic. Journal of the American Chemical Society,  
Washington, 67:1032-3, June 1945.
- 09 \_\_\_\_\_ ; BUCK, J.S. & SUTER, C.M. Allicin, the  
antibacterial principle of *Allium sativum* II  
Determination of the chemical struture. Journal of the  
American Chemical Society, Washington, 66:1952-4, Nov.  
1944b

- 10 CHALFOUN, S.M. & CARVALHO, V.D. Efeito do extrato de óleo industrial de alho sobre o desenvolvimento de fungos. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 12(3):234-5, Set 1987a
- 11 CHALFOUN, S.M. & CARVALHO, V.D. Inibição do crescimento micelial de *Gibberella zeae* (*Fusarium graminearum*) através de tratamentos com extrato de alho e fungicida captafol *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 12(3):232-3, set 1987b.
- 12 CHAUDHURY, D.S ; SREENIVASA, M.; PAULJAYRAY, V.; SREEKANTIAH, K.R. & JOHAR, D.S. *Journal of the Indian Medical Association*, Calcutá, 39:517, 1962.
13. DANKERT, J.; TROMP, TH. F.J.; De VRIES, H. & KLASSEN, H.J. Antimicrobial activity of crude juices of *Allium ascalonicum*, *A. cepa* and *A. sativum*. *Zentralblatt fuer Bakteriologie*, Stuttgart, I Abt. Orig. A 245, 229-39. 1979.
- 14 DEMLING, L. & KOCK, H. Condiments. *Acta Hepato-Gastroenterologica*, Stuttaert, 21(5):337-79, 1974.



15. DONZELE, J.L. Utilização do alho (*Allium sativum* L.) como estimulante do crescimento de suínos. Viçosa, UFV. 1977. 26p. (Tese MS).
16. ELNIMA, E.I.; AHMED, S.A.; MEKKAWI, A.G. & MOSSA, J.S. The antimicrobial activity of garlic and onion extracts. *Pharmazie*, Berlim, 38(19):747-8, 1983.
17. FIGUEROLA, F.R. & ESTEVEZ, A.M.A. Deshidratación del ajo landino (*Allium ampeloprasum* L.) del sur de Chile. *Investigacion Agricola*, Santiago, 3(2):81-4, 1977.
18. FODA, S.A. Effect of date of planting on keeping quality of, different garlic varieties. *Agricultural Research Review*, 85(3):177-83, 1977.
19. FRANCO, G.V.E. Tabela de composição química dos alimentos. 7.ed. Rio de Janeiro, Livraria Atheneu, 1986. 145p.
20. FREEMAN, G.C. & MOSSADEGHI, N. Influence of sulphate nutrition on the flavours components of garlic (*Allium sativum*) and wild onion (*A. vianalle*). *Journal of the Science of Food Agriculture*, London, 22(7):330-4, 1971.

21. FREEMAN, G.C & WHENHAM, R.J Nature and origin of volatile flavour components of onion and related species. *International flavours and food aditives*, London, 7(5):222-3, Sept./Oct. 1976.
22. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_ A survey of volatile components of some *Allium* species in terms of S-Alk(en)yl-L-cysteine sulphoxides presents as flavour precursors. *Journal of the Science of Food Agriculture*, London, 26(12):1869-86, 1975.
23. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1990. V.50, 783p.
24. GRAHAM, H.D & GRAHAM, E.J.F. Inhibition of *Aspergillus parasiticus* growth and toxin production by garlic. *Journal of Food Safety*, Westport, 8(1987):101-8, 1987.
25. INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMERICA Y PANAMA. Tabela de composición de Alimentos Para uso en América Latina, Guatemala, 1961. 132p.



26. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Armazenamento de variedades de alho (*Allium sativum* L.) mais comercializadas. Desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos e sistemas de conservação e armazenamento de produtos hortigranjeiros frescos, Campinas, 1977. 37p. (Relatório Final C 07/77).
27. KAMANA, V.S. & CHANDRASEKHARA, N. Biochemical and physiological effects of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Scientific and Industrial Research*, New Delhy, 42:353-7, June 1983.
28. KRAMER, B.H. VAN de & GINKEY, lo VAU. Rapid determination of, crude fiber in cereals. *Cereals Chemistry*, Minnessota, 29(4):239-51, 1952.
29. LUH, B.S.; DEMPSEY, W.H. & LEONARD, S. Consistency of pastes and pures from Pearson and San Marzano tomatoes. *Food Tecnology*, Chicago, 8(12):576-86, 1954.
30. MACHADO, P.A. Introdução à terapêutica pela garlicina. *Brasil Médico*, São Paulo, (38/39):338-40, set. 1948.
31. \_\_\_\_\_ ; DURAN, M.G.; CROSS, J.D. & SANTOS, D.C. Garlicina - Um novo antibiótico. *Anais paulistas de medicina e cirurgia*, São Paulo, 56(2):9-31, fev. 1948.

32. MAGALHÃES, J.R. Nutrição mineral do alho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 12(142):20-30, out. 1986.
33. MASCARENHAS, M.H.T.; CARVALHO, V.D.; SOUZA, R.J. & SATURNINO, H.M. Características químicas de 17 cultivares de alho (*Allium sativum* L.) visando a possibilidade de desidratação do produto. I. Sete Lagoas, MG. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS. Projeto olericultura, relatório 76/77. Belo Horizonte, 1978a p.31-3.
34. MASCARENHAS, M.H.T.; PÁDUA, J.G.; SOUZA, R.J. & SATURNINO, H.M. Características químicas de 13 cultivares de alho (*Allium sativum* L.) visando a possibilidade de desidratação do produto. II. Janaúba, MG. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS. Projeto olericultura, relatório 76/77. Belo Horizonte, 1978b p.33-4.
35. MENEZES SOBRINHO, J.A.; MAGALHÃES, J.R.; FONTES, R.R.; NOVAIS, R.F. & REGINA, S.M. Efeito dos níveis e formas de cálcio na produção de alho em solo de cerrado do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 19, Florianópolis, 1979. Resumos ... Florianópolis, EMPASC, 1979. p.211-3.



36. MOORE, G.S. & ATKINS, R.D. The fungicidal and fungistatic effects of an aqueous garlic extract on medically important yeast-like fungi. *Mycologia*, New York, 69(2):341-8, 1977.
37. MURTHY, V.S.; SHASHIKANTH, K.N. & BASAPRA, S.C. Antimicrobial action and therapeutics of garlic. *Journal of Scientific and Industrial Research*, New Delhi, 42:410-4, July 1983.
38. NELSON, N. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. *Journal of Biological Chemists*, Baltimore, 153(1):375-80, 1944.
39. RAGHEB, M.S.; ATWA, A.A.; HAMOUDA, M.A.; RISK, N.A.M. & ORABY, S.G. Seasonal changes in garlic and its effect on bulbs during storage. *Agricultural Research Review*, Cairo, 157-65, Sept. 1972.
40. RAGHUNANDANA, R.R.; SRINIVASA, R.S.; NATARAJAN, S. & VENKATARAMAN, P.R. Inhibition of *Mycobacterium tuberculosis* by garlic extracts. *Nature*, London, 157(3988):441, Apr. 1946.

41. SAGHIR, A.R.; MANN, L.K.; BERNHARD, R.A. & JACOBSEN, J.V.  
Determination of aliphatic mono- and disulfides in *Allium*  
by gas chromatography and their distribution in the  
common food spices. *Proceedings of the Society for  
Horticultural Science*, Genève, 84:386-98, 1964.
42. SAINANI, G.S.; DESAI, D.B. & MORE, K.N. Onion, garlic and  
atherosclerosis. *The Lancet*, London, 2(7985):575-6, Sept.  
1976.
43. SCHWIMMER, S. & WESTON, W.J. Enzymatic development of piruvic  
acid in onion as a measure of pungency. *Journal of  
Agricultural Food Chemistry*, Washington, 9(4):301-4,  
July/Aug. 1961.
44. SINGH, K.V. & SHULA, N.P. Activity on multiple resistant  
bacteria of garlic (*Allium sativum*) extract. *Fitoterapia*,  
Milano, 55(5):313-5, 1984.
45. STOLL, A. & SEEBECK, E. Chemical investigations on alliin,  
the specific principle of garlic. *Advances Enzymology*, New  
York, 11:377-440, 1951.
46. WHITAKER, J.R. Development of flavor, odor and pungency in  
onion and garlic. *Advances in Food Research*, New York,  
22:73-133, 1976.



APENDICE

TABELA 17 - Resumo das análises de variância relativas a perda de peso, sólidos totais e sólidos solúveis

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Perda de peso	Sólidos totais	Sólidos solúveis
Cultivares (A)	1	938,543**	206,023**	14560,230**
Período de Armazenamento(B)	6	955,019**	11,999**	379,866**
A x B	6	44,137**	36,576**	327,441**
Erro	42	1,592	0,365	0,155
CV (%)		6,41	1,91	0,84

\* Significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% pelo teste de F.

n. s. Não significativo.

TABELA 18 - Resumo das análises de variância relativas a açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais e acidez titulável

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Açúcares redutores	Açúcares não redutores	Açúcares totais	Acidez titulável
Cultivares (A)	1	0,004**	55,145**	91,489**	0,078**
Período de Armazenamento(B)	6	0,009**	74,581**	92,524**	0,225**
A x B	6	0,011**	37,635**	35,832**	0,010**
Erro	42	0,0001	3,370	0,868	0,0001
CV (%)		11,08	25,96	11,95	0,69

\* Significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% pelo teste de F.

n. s. Não significativo.



TABELA 19 - Resumo das análises de variância relativas a ácido pirúvico, óleo essencial, fibra e proteína

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Ácido pirúvico	Óleo essencial	Fibra	Proteína
Cultivares (A)	1	193,329**	0,000 <sup>n. s.</sup>	0,097**	6,583**
Período de Armazenamento(B)	6	414,275**	0,051**	0,101**	0,700**
A x B	6	510,287**	0,029**	0,220**	1,167**
Erro	42	0,394	0,002	0,003	0,012
CV (%)		1,02	8,23	6,07	1,957

\* Significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% pelo teste de F.

s. d. Não significativo.

TABELA 20 - Resumo das análises de variância relativas a concentração inibitória mínima do extrato de alho sobre o crescimento das bactérias *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus*

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. mutans</i>	<i>S. aureus</i>
Cultivares (A)	1	0,000	0,002	0,000	0,004**
Período de Armazenamento(B)	6	0,004**	0,007**	0,00007**	0,003**
A x B	6	0,002**	0,003**	0,000012	0,002**
Erro	42	0,0003	0,0011	0,00001	0,0001
CV (%)		31,19	32,94	26,73	40,81

\* Significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% pelo teste de F.

s. d. Não significativo