



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**DIVERSIDADE GENÉTICA E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS,
FÍSICO-QUÍMICAS E PRODUTIVAS DE CULTIVARES DE
Allium sativum L.**

JOSÉ HORTÊNCIO MOTA

2003

JOSÉ HORTÊNCIO MOTA

**DIVERSIDADE GENÉTICA E CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E PRODUTIVAS DE
CULTIVARES DE *Allium sativum* L.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor"

Orientador

Prof. Dr. Rovilson José de Souza

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Mota, José Hortêncio

Diversidade genética e características morfológicas, físico-químicas e produtivas de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) / José Hortêncio Mota. -- Lavras: UFLA, 2003.

66 p. : il.

Orientador: Rovilson José de Souza.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Diversidade genética. 2. Alho. 3. RAPD. 4. Variedade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.26

JOSÉ HORTÊNCIO MOTA

**DIVERSIDADE GENÉTICA E CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E PRODUTIVAS DE
CULTIVARES DE *Allium sativum* L.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 24 de março de 2003

Profª. PhD. Dulcinéia de Carvalho

UFLA

Pesq. PhD Edilson Paiva


EMBRAPA Milho e Sorgo

Prof. Dr. Ermani Clarete da Silva

UNIFENAS

Prof. Dr. Luciano Vilela Paiva

UFLA


Prof. Dr. Rovilson José de Souza
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Aos meus queridos e amados pais, José Ferreira Mota e Eurides Borges Mota pelo amor, carinho, compreensão e incentivo durante toda minha vida.

Aos meus irmãos Elpenildo, Elpenor, Edma e Edna pelo apoio durante todos os momentos de minha vida.

Aos meus sobrinhos Juan, Maiara, Vitor, Marvin e Carolina pela espontaneidade, veracidade e pureza de seus gestos, que muito me alegam.

A minha querida e amada, Thelma Shirlen Soares, por estar sempre ao meu lado e ter me mostrado que o mundo pode ser melhor e que o amor pode vencer todas as batalhas, por mais difíceis que sejam.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo maravilhoso dom da vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo que permitiu a realização desse trabalho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade pelo grande aprendizado durante a realização do curso.

Ao professor e orientador Rovilson José de Souza, pela orientação e amizade.

Aos professores Luis Antônio Augusto Gomes, Luciano Vilela Paiva, Emani C. Silva e Dulcinéia de Carvalho, e aos pesquisadores Edilson Paiva e Lilian Padilha, pela cooperação na condução deste trabalho.

Aos colegas Miguel e Ubiraci do NBA, um agradecimento especial pelo auxílio na solução das dúvidas.

Ao amigo e colega John Eshi Yuri, um dos grandes conhecedores da cultura da alface americana do Brasil e da olericultura brasileira, pelo companheirismo e amizade.

Aos amigos do NBA e do “gole” nos fins de tarde pelos bons momentos de descontração, Guilherme, Anderson, Charles, Ronaldo, Lili, Flavio, Gilson, Rogério, Cacau, Silvia, Lilian.

Às colegas Tina e Sandra do Laboratório de Análise de Produtos Vegetais e aos colegas do Setor de Horticultura, Sr. Pedro, Josimar e Milton, e aos amigos das plantas medicinais Luis e Geraldo, pelo auxílio durante a condução dos experimentos.

Aos colegas de república, Savinho, José Carlos, Valter, Leonardo, Tibério e Timalal, e aos companheiros da pós-graduação Geraldo Milanez, Paulo Norberto, Silvio e Juarez, pela agradável convivência e aprendizado.

A todas as pessoas que não foram citadas, pois são muitas, mas que fizeram parte da minha vida e história, parte do meu presente e que, de alguma forma, contribuíram para meu futuro.

A todos, o meu sincero agradecimento!

SUMÁRIO

	Página
Resumo.....	i
Abstract.....	ii
CAPITULO 1.....	1
1 Introdução Geral.....	1
2 Referencial Teórico.....	4
2.1 Origem e botânica do alho.....	4
2.2 Vernalização.....	5
2.3 Características morfológicas	6
2.4 Pós colheita do alho.....	7
2.5 Marcadores moleculares.....	10
3 Referências Bibliográficas.....	14
CAPÍTULO 2: Diversidade genética de cultivares de alho (<i>Allium sativum</i> L.) por meio de marcador molecular RAPD.....	19
Resumo.....	19
Abstract.....	20
1 Introdução.....	21
2 Material e Métodos.....	23
2.1 Cultivares analisadas.....	23
2.2 Extração e quantificação do DNA genômico.....	23
2.3 Amplificação do DNA.....	24
2.4 Análises do DNA genômico.....	25
2.5 Análises dos dados moleculares e obtenção das similaridades genéticas.....	26
3 Resultados e Discussão.....	27
3.1 Agrupamento genético.....	27
3.2 Matriz de distâncias genética, erro estimado e similaridade genética.....	29
4 Conclusões.....	34
5 Referências Bibliográficas.....	35

CAPÍTULO 3 Características morfológicas, físico-químicas e produtivas de cultivares de alho (<i>Allium sativum</i> L.)	37
Resumo.....	37
Abstract.....	38
1 Introdução.....	39
2 Material e Métodos.....	40
2.1 Características da área experimental.....	40
2.2 Caracterização dos experimentos.....	41
2.3 Características avaliadas.....	42
2.3.1 Características morfológicas.....	43
2.3.2 Características físico-químicas.....	43
2.3.2.1 Sólidos solúveis.....	43
2.3.2.2 Acidez total titulável.....	44
2.3.2.3 pH.....	44
2.3.3 Produção.....	44
2.4 Análises estatísticas.....	44
2.5 Similaridade morfológica.....	45
3 Resultados e Discussão.....	46
3.1 Experimento I: Características morfológicas, físico-químicas e produtivas de cultivares de alho (<i>Allium sativum</i> L.) do grupo semi-nobre.....	46
3.1.1 Características morfológicas.....	46
3.1.2 Características físico-químicas.....	48
3.1.3 Produção.....	49
3.2 Experimento II: Características morfológicas, físico-químicas e produtivas de cultivares de alho (<i>Allium sativum</i> L.) do grupo nobre.....	51
3.2.1 Características morfológicas.....	51
3.2.2 Características físico-químicas.....	52
3.2.3 Produção.....	53
3.3 Similaridade morfológica.....	55
4 Conclusões.....	58
5 Referências Bibliográficas.....	59
Anexos.....	63

RESUMO

MOTA, José Hortêncio **Diversidade genética e características morfológicas, físico-químicas e produtivas de cultivares de *Allium sativum* L.** 2003. 66 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Os objetivos deste estudo foram avaliar a diversidade genética e as características morfológicas, físico-químicas e a produtividade de cultivares de alho. Foram utilizadas doze cultivares, sendo seis do grupo semi-nobre (Gigante Curitiba, Gigante Roxo, Gigante Roxão, Gravatá, Amarante e Cateto Roxo) e seis do grupo nobre (Caçador, Chonan, Contestado 12, Caçador 30, Caçador 40 e Quitéria 595). No estudo de agrupamento das cultivares por meio de marcadores moleculares RAPD, observou-se a formação de dois grupos bem distintos, um formado pelas cultivares semi-nobres (com 54,2% de similaridade) e outro formado pelas cultivares nobres (com 57,1% de similaridade). No experimento realizado para avaliar as características morfológicas, físico-químicas e a produtividade das cultivares do grupo semi-nobre, as cultivares que se sobressairam foram: Gigante Roxo (maior altura média de plantas e largura de folhas), Cateto Roxo (maior ângulo de inserção das folhas), Amarante (maior número de folhas e maiores valores para sólidos solúveis e pH) e Gigante Curitiba (maior valor para acidez titulável). Já no grupo das cultivares nobres, observou-se, com relação às características morfológicas e físico-químicas, que as cultivares que apresentaram maiores valores para as variáveis avaliadas foram: Contestado 12 (maior altura média de plantas), Chonan (maior número de folhas e maior valor para o pH), Caçador (maior ângulo de inserção das folhas), Caçador 40 (com maior valor para sólidos solúveis e acidez titulável), sendo que as cultivares Caçador 40 e Quitéria 595 foram as que apresentaram maior largura de folhas. Com relação às características produtivas, destacaram-se, com a maior produtividade comercial, as cultivares Amarante e Chonan dos grupos semi-nobre e nobre, respectivamente. No dendrograma das características morfológicas observou-se a formação de dois grupos distintos.

* Comitê Orientador: Rovilson José de Souza - UFLA (Orientador), Luciano Vilela Paiva – UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

MOTA, José Hortêncio. Genetic diversity and morphologic, physical-chemical and productive characteristics of *Allium sativum* L. cultivars 2003. 66 p. Thesis (Doctorate in Agronomy/Plant Science) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

This work had the objective of evaluating the genetic diversity and the morphologic, physical-chemical and productivity characteristics of garlic cultivars. Twelve cultivars, six semi-noble (Gigante Curitibaños, Gigante Roxo, Gigante Roxão, Gravatá, Amarante and Cateto Roxo) and six noble (Caçador, Chonan, Contestado 12, Caçador 30, Caçador 40 and Quitéria 595), were used. In the cultivar grouping study with RAPD molecular markers we observed the formation of two distinct groups. One group was formed by the semi-noble cultivars (with 54,2% similarity). The other group was formed by the noble cultivars (with 57,1% similarity). In the experiment conducted to evaluate the morphologic, physical-chemical, and production characteristics of the semi-noble group, the cultivars that stood out were: Gigante Roxo (highest medium plant height and largest leaf width), Cateto Roxo (largest leaf insertion angle), Amarante (largest number of leaves and highest soluble solids and pH values), and Gigante Curitibaños (greatest titrable acidity value). In the noble cultivars group, in relation to the morphologic and physical-chemical characteristics, we observed that the cultivars that presented the highest values for the analyzed variables were: Contestado 12 (highest medium plant height), Chonan (largest number of leaves and pH value), Caçador (largest leaf insertion angle), Caçador 40 (with highest soluble solids and titrable acidity values), and the Caçador 40 and Quitéria 595 cultivars presented the largest leaf width. As to the production characteristics, the Amarante and Chonan cultivars (semi-noble and noble group, respectively) stood out with the greatest commercial productivity. In the morphologic characteristics dendrogram we observed the formation of two different groups.

* Guidance Committee: Rovilson José de Souza - UFLA (Advisor), Luciano Vilela Paiva - UFLA (Co- advisor).

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O alho (*Allium sativum* L.) é uma das hortaliças mais importantes no Brasil, sendo cultivado na maioria das regiões brasileiras e muito utilizado no preparo de refeições, nas quais seu aroma e sabor são muito apreciados.

A importância econômica da cultura do alho tem aumentado sensivelmente nos últimos anos, não só pelo seu uso generalizado como condimento, mas também por algumas qualidades terapêuticas que a ele são atribuídas.

No período de 1990 a 2001 houve um crescimento de 30,3% na produção brasileira de alho (IBGE, 2003); porém, apesar desta situação, a produção brasileira ainda é insuficiente para atender à demanda interna.

Atualmente, o Brasil é o maior importador mundial de alho, sendo que no primeiro semestre do ano, o produto importado adquirido principalmente da Argentina, Uruguai e Chile; no segundo semestre do ano, o alho é importado da Espanha, tendo sido registrada, a partir de 1993 tem sido registrado a entrada no mercado de alho chinês (IPEA, 1995).

Dados do Agriannual (2003) relatam que, no ano de 2000, a importação brasileira foi da ordem de 88.897 toneladas, das quais 56.565 toneladas vieram da Argentina, 16.541 toneladas da Espanha e 13.325 toneladas da China.

Comparando a produção nacional com a dos demais países do mundo, observa-se que a produtividade média do país tem aumentado. O Brasil passou de 13º lugar em 1996, cuja produção foi de 71.087 toneladas, para o 8º lugar no ano de 2002, com uma produção de 111.293 toneladas (Agriannual, 1997 e 2003). Este aumento de produção é atribuído, principalmente, à criação de programas de incentivo à cultura na década de 80.

O consumo de alho no Brasil, em 1999, foi de 140.000 t/ano, sendo cerca de 70% de bulbos *in natura* e 30% destinados às indústrias (Camargo Filho et al., 1999).

No mercado brasileiro há uma grande quantidade de clones, os quais apresentam diferentes denominações regionais, acarretando dificuldades e, muitas vezes, caracterizações dúbias do mesmo material. Tal fato faz com que, na maioria das vezes, os alicultores adquiram material para plantio de baixa produtividade e baixa conservação pós-colheita.

As pesquisas têm mostrado resultados positivos para o incremento da produção, como, por exemplo, escolha adequada das cultivares para o plantio, aquisição e vernalização dos alhos nobres, ponto de colheita ideal, irrigação e o correto armazenamento, entre outros.

Um outro grave problema da cultura do alho no Brasil é a falta de produtores específicos de sementes de alho; tal característica é mais acentuada na pequena propriedade de cultivo de alho semi-nobre. Em contraposição, alguns produtores do cerrado mineiro, como, por exemplo, os dos municípios de Santa Juliana e São Gotardo, possuem sementes de qualidade, uma vez que estes compram sementes de alho nobre obtidas por limpeza clonal, conseguindo um significativo aumento na produtividade.

Portanto, a separação ou o agrupamento das cultivares de alho por meio de características morfológicas, anatômicas ou moleculares apresenta grande importância na indicação das cultivares mais adaptadas às diferentes regiões.

Deste modo, marcadores moleculares têm sido utilizados com grande frequência devido à sua importância e versatilidade na identificação e agrupamento de cultivares e, principalmente, na reavaliação dos bancos de germoplasma.

Neste contexto, os marcadores moleculares são considerados altamente eficientes quando usados como ferramentas auxiliares na separação de materiais

muito semelhantes, em que os marcadores morfológicos ficam dependentes das variações ambientais, principalmente para a cultura do alho, devido à similaridade encontrada entre cultivares de um mesmo grupo.

Sendo assim, esse estudo teve como objetivos avaliar as características morfológicas, físico-químicas e produtivas e analisar, com o auxílio da técnica de RAPD, a divergência genética entre cultivares de alho dos grupos semi-nobre e nobre.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem e botânica do alho

O cultivo do alho (*Allium sativum* L.), que teve sua origem na Ásia Central, de onde se espalhou para a região do Mediterrâneo, data de tempos remotos. Camargo & Barrera (1985) relatam que há mais de cinco mil anos o alho já era utilizado pelos hindus, egípcios, gregos e por quase todas as antigas culturas do Velho Mundo. Provavelmente foi trazido para as regiões ocidentais pelos navegadores espanhóis, portugueses e franceses. Segundo Menezes Sobrinho (1978), o alho plantado no Brasil tem provável origem no México, Egito e alguns países da América do Sul.

O alho é uma aliácea anual que produz uma planta herbácea com 50 a 80 cm de altura. Suas folhas são lanceoladas e estreitas, em formato de V com uma camada de cera. As bainhas das folhas formam um pseudocaulo único, ereto e curto, cuja parte inferior, de desenvolvimento subterrâneo, forma um bulbo. O caule é um disco comprimido situado na base do bulbo, de onde saem as raízes e os bulbilhos (Filgueira, 2000).

A planta com idade de 4 a 10 semanas assemelha-se à cebolinha, com raízes alongadas cujo crescimento pode chegar a 15 cm. Para cada folha que completa o seu ciclo, surge outra na parte central. A planta mantém constantemente 7 a 10 folhas, sendo 1 em senilidade, 5 a 7 adultas e 1 a 2 em crescimento. O bulbo é arredondado, ligeiramente periforme, constituído por vários bulbilhos, que variam em número de 5 a 30. Os bulbilhos têm geralmente forma ovóide arqueada coberta por 1 ou 2 folhas protetoras, de cor branca ou arroxeada (Shimoya, 1970).

As espécies de alho cultivadas, *A. sativum*, têm número básico de cromossomos (n) igual a oito. As espécies *Allium cepa agregatum* e

A. fistulosum, são diplóides, com $2n= 16$, e as espécies *A. tubersum*, *A. ampeloprosom*, *A. chinense* e *A. longicuspis* são poliplóides, com $2n$ variando de $4x$ a $6x$ (Jones & Mann, 1963).

Illg & Siqueira (1986) relatam que o melhoramento genético do alho tem sido realizado por seleção clonal no campo, pela observação cuidadosa de produtores tradicionais de alho, capazes de identificar plantas com características agrônômicas vantajosas e selecioná-las.

Pesquisas têm mostrado que o alho é um poderoso alimento de ação bactericida, bacteriostático e anti-séptico, bem como de ação fungicida e antiviral. Também reduz o colesterol e triglicérides séricos, como hipoglicemiante, aumentando a resistência física, estimulando a secreção das glândulas digestivas e biliares. Estudos laboratoriais comprovam sua eficácia em combater os efeitos do câncer (Dutra, 1999). Já Sivam (1997) relata que substâncias presentes no extrato de alho são capazes de combater a bactéria *Helicobacter pylory*, a maior causa de câncer gástrico e também de úlceras gástricas e duodenais.

Os compostos sulfurados (alicina e garlicina) presentes no alho e em outras espécies do gênero *Allium*, como, por exemplo, a cebola, contribuem para a diminuição de lipídios no sangue e para a redução dos níveis de colesterol, induzem a agregação antiplaquetas e a atividade fibrinolíticas, além de terem uma ação imunoestimulante, promovendo o aumento de leucócitos, linfócitos e macrófagos (Rudge, 1999).

2.2 Vernalização

Para o cultivo de alhos nobres provenientes da região Sul do Brasil, em locais onde não ocorra um período de frio pronunciado, é necessária a vernalização que se trata de um processo pelo qual os bulbos devem ser

armazenados em câmara frigorífica, por um período de 40 a 60 dias, antes do plantio, para a formação do bulbo. Entre as cultivares nobres comumente plantadas utilizando a técnica da vernalização, pode-se destacar cultivares Chonan, Quitéria, São Valetim ou Esmeralda, Contestado, Caçador, Jonas e Ito, entre outras (Lucini, 2002).

Um aspecto importante da vernalização é a colheita mais rápida (precoce), pois o frio acelera a maturação dos bulbos. De acordo com Burba (1983), cultivares nobres sob frigidificação têm ciclo mais acelerado, podendo antecipar de 30 a 60 dias. Essa antecipação da colheita sob o ponto de vista econômico é muito viável, pois permite a colocação de alho mais cedo no mercado.

Outro fator benéfico da vernalização é a quebra da dormência, acelerando a brotação dos bulbilhos (Ferreira et al., 1986).

Para cultivares semi-nobres não há necessidade de vernalização, uma vez que o simples fato de o produtor dependurar sua própria produção para a cura, e desta fazer seleção de material para o plantio do próximo ano, já é suficiente para a quebra da dormência.

2.3 Características morfológicas

Charles Darwin foi um dos primeiros a utilizar a morfologia para obter conclusões importantes sobre a teoria da seleção natural, pela observação de caracteres morfológicos internos e externos dos vegetais, tais como tamanho, disposição, cor, forma e posição dos elementos estruturais da planta (Amorim, 1996).

Para a cultura do alho tem-se observado que o mesmo material cultivado em regiões diferentes pode sofrer variações em decorrência de diferentes condições climáticas. Em razão dessas variações, o mesmo material pode ser

conhecido com diferentes denominações locais, originando, assim, um elevado número de cultivares de alho nacional.

Segundo Regina (1976), uma das formas de avaliação dos bancos de germoplasma ou suas introduções é o estudo do formato e a disposição das folhas das plantas, que são critérios apropriados para a diferenciação de clones no campo.

Em virtude do grande número de denominações locais para clones de alho, nem sempre correspondentes a materiais distintos, Siqueira et al. (1985) avaliaram 72 clones de alho associando características fenotípicas do aspecto vegetativo, morfologia de bulbos, bulbilhos, ciclo cultural e padrões isoenzimáticos encontrando resultados positivos e agrupando os materiais em 19 grupos distintos.

Segundo Menezes Sobrinho et al. (1999), duas das características mais importantes e imprescindíveis na caracterização e distinção morfológicas de acessos de alho são a altura de plantas e o ângulo de inserção das folhas.

A importância de se observar o desenvolvimento das plantas está relacionada com a colheita, a qual deve ocorrer quando 70% ou 2/3 do número total de folhas das plantas estiverem secas, pois, de acordo com Luengo et al. (1996), é nessa etapa que ocorre maior acúmulo de matéria seca nos bulbos, o que proporcionará maior conservação pós-colheita.

2.4 Pós-colheita do alho

Chitarra (1994) relata que a qualidade de uma hortaliça não pode ser avaliada de modo preciso apenas pelas características morfológicas. Entre os fatores que influenciam na conservação pós-colheita do alho, pode-se citar cultivar, nutrição recebida durante o cultivo, irrigação, doenças, pragas, distúrbios fisiológicos, cura e ponto de colheita (Muller, 1982).

Atenção especial deve ser dada ao estágio de maturidade dos bulbos por ocasião da colheita, uma vez que a colheita precoce prejudica o rendimento e sua posterior conservação (Luengo et al., 1996). Sabe-se que, após a colheita, os bulbos de alho tendem a perder umidade e os compostos que lhe fornecem o aroma característico ficam mais pronunciados (Carvalho, 1987).

Segundo Chitarra (1998), o atributo de qualidade mais importante é a aparência do produto para ser comercializado, a qual determinará o valor de sua comercialização. Já Nannetti (2001) relata que as características físicas como cor, tamanho, forma, defeitos e deteriorações são aspectos que devem ser observados para a comercialização dos produtos olerícolas.

A qualidade pós-colheita das olerícolas é avaliada principalmente pelos teores de sólidos solúveis, pela acidez total titulável e pelo pH (Chitarra, 1994).

Carvalho (1987) relata que é importante determinar o teor de sólidos solúveis (Brix), pois é nesta fração que se encontram os açúcares responsáveis, em parte, pelo sabor característico do alho. O odor residual do alho após seu processamento é importante para que, depois das perdas industriais, o produto ainda contenha grau suficiente para conferir um odor ao produto comercial. O teor de sólidos solúveis indica a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa.

O alho é, dentre as oleráceas, a que apresenta maiores teores de sólidos solúveis (em média, 34,7%) quando comparada com o tomate (5,9%), pimentão (7,6%), couve (11,8%) e cebola (12,5%), entre outras (Travaglini, 1979).

A importância de se conhecer o teor de sólidos solúveis está na escolha da melhor época para colheita. Avaliando as características de colheita de alguns alhos, Oliveira (1999) constatou que, quando se colhe o alho verde ou semi-verde, o teor de sólidos solúveis é reduzido em aproximadamente 28,83%, aumentando para 38,45% quando a colheita é realizada quando os alhos apresentam maturação mais avançada.

Quando se efetua a colheita em épocas mais tardias, há um aumento de matéria seca nos bulbos de alho (Luengo et al., 1996) pelo aumento no teor de sólidos solúveis, com influência direta no aumento do período de conservação pós-colheita do alho (Mueller, 1982; Oliveira, 1999). Aljaro Uribe (1989) relata que a proporção de matéria fresca para bulbos e raízes no momento da colheita deve ser de 33 a 44% de parte aérea, 48 a 52% de bulbos e 7 a 8% de raízes.

Ao efetuar a colheita em épocas mais tardias, há um aumento de matéria seca nos bulbos de alho pelo aumento no teor de sólidos solúveis. Esse maior aumento no teor de sólidos solúveis tem influência direta no aumento do período de conservação pós-colheita do alho, o que é uma característica desejável.

Porém, quando se prolonga o armazenamento do alho, o teor de sólidos solúveis tende a diminuir devido ao aumento da respiração com a quebra da dormência (Carvalho et al., 1991). Esse processo coincide com o desenvolvimento do meristema e o desenvolvimento da folha de brotação.

A acidez total titulável, relacionada com teores do ácido orgânico presentes no suco ou polpa aliada aos teores de sólidos solúveis, é mais uma característica para se avaliar a qualidade pós-colheita do alho (Chitarra & Chitarra, 1990).

Segundo Oliveira (1999), a acidez total titulável é um dos indicativos para se avaliar o sabor de uma hortaliça e este teor tem uma relação direta com a concentração de ácidos orgânicos presente no suco ou polpa.

No alho, o ácido predominante é o pirúvico, e sua concentração pode alterar o sabor desta hortaliça. Os teores de acidez titulável geralmente são relacionados com o índice de pH obtido no suco analisado, em que se pode verificar uma relação inversa entre os teores de acidez titulável e índices de pH, ou seja, o aumento nos teores de ácido orgânico presente no suco do alho reduz os valores de pH (Oliveira, 1999).

O pH é mais um indicativo de sabor de uma hortaliça, tendo uma relação inversa com a acidez, ou seja, o pH aumenta com a redução da acidez. Contudo, a capacidade tampão de alguns sucos permite que ocorram grandes variações na acidez titulável, sem variações apreciáveis no pH (Chitarra & Chitarra, 1990).

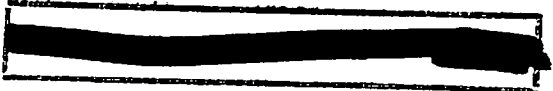
2.5 Marcadores moleculares

Os primeiros marcadores utilizados pelos naturalistas foram os morfológicos para identificação, descrição e classificação dos seres vivos (Muhlens et al., 2000). Esses marcadores são controlados por genes associados a caracteres morfológicos, em geral de fácil identificação visual.

Conforme relata Castellen (2000), os marcadores morfológicos apresentam a desvantagem de serem controlados por um baixo número de locos e, também, poucas espécies apresentarem características de fácil identificação com herança mendeliana simples. Outras desvantagens são presença de um pequeno número de marcadores morfológicos ligados a genes de importância econômica e o fato desses marcadores somente serem identificados, em sua maioria, na planta adulta (Ferreira & Gratapaglia, 1998). Entretanto, deve-se destacar que os marcadores morfológicos contribuíram significativamente para o estabelecimento dos princípios teóricos do mapeamento genético e da análise de ligação gênica (Guimarães & Moreira, 1999).

Com o desenvolvimento dos marcadores isoenzimáticos, seguido pelo uso de técnicas de biologia molecular, ocorreu o surgimento de métodos para detecção de polimorfismo genético diretamente no DNA; assim, o número de marcadores genéticos disponíveis aumentou significativamente (Ferreira & Gratapaglia, 1998).

As isoenzimas forneceram importantes informações a respeito da estrutura do genoma, da variabilidade genética entre e dentro de espécies, da



origem e dispersão de espécies cultivadas (Sakiyama, 1993). Mas, segundo Duarte (1998), embora essa técnica seja superior à dos marcadores morfológicos, o nível de polimorfismo para marcadores isoenzimáticos é baixo para várias espécies; por isso, estes foram gradualmente substituídos pelos marcadores moleculares.

Tal fato é confirmado por Ferreira & Grattapaglia (1998) que citam que o número de locos isoenzimáticos disponíveis limita o poder desta técnica. Outro fator limitante é que essa técnica necessita de maior número de marcadores, uma vez que as diferenciações de genótipos muito semelhantes são bastante influenciadas pelas condições ambientais e pelo desenvolvimento do tecido analisado (Hu & Quiros, 1991).

Já os marcadores baseados em DNA apresentam a vantagem de serem utilizados em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, desde que possa ser obtida quantidade suficiente de DNA. Segundo Souza (2001), os marcadores moleculares detectam o polimorfismo diretamente no DNA, não sofrendo qualquer tipo de influência ambiental ou genética.

O grande avanço na área de marcadores moleculares baseados em PCR (Reação da Polimerase em Cadeia) ocorreu em meados da década de 80 com a utilização de *primers* curtos e de seqüência conferida para reação de amplificação (Ferreira & Grattapaglia, 1998). Essa técnica se baseia na síntese de enzimática *in vitro* de um segmento de DNA delimitado por um par de *primers* de fita simples, obtendo-se grande quantidade de fragmento de DNA, e por repetidos ciclos de desnaturação, anelamento e extensão pela ação da enzima DNA polimerase produzindo um aumento do fragmento de DNA.

Porém, para a análise baseada em PCR há a necessidade de se conhecer a seqüência de ligação entre o primer e o DNA molde (Williams et al., 1990). A vantagem dessa técnica é gerar a amplificação do DNA molde em escala

geométrica, requerendo uma quantidade muito pequena de DNA molde (Mullis & Faloona, 1987).

A facilidade, rapidez, versatilidade e sensibilidade da PCR a tornaram uma ferramenta poderosa para estudos genético-moleculares envolvendo grande número de indivíduos de qualquer organismo vivo.

Uma das variações da técnica de PCR é a tecnologia do RAPD (Polimorfismo do DNA Amplificado ao Acaso) (Ferreira e Grattapaglia, 1998). A técnica do RAPD consiste na extração do DNA de indivíduos, amplificação de fragmentos destes DNAs pela técnica de PCR, separação de fragmentos amplificados de comprimentos diferentes por eletroforese em gel de agarose e visualização de bandas correspondentes a regiões amplificados do genoma por meio de coloração dos fragmentos de DNA com brometo de etídio, diretamente no gel (Saiki, 1990; citado por Sakiyama, 1993).

A técnica de RAPD é considerada simples e aplicável a qualquer tipo de organismo, sendo largamente utilizada para avaliação da diversidade genética e para estudos e estratégias de conservação genética de espécies (Ferreira & Grattapaglia, 1998).

Estes marcadores têm a vantagem de apresentarem menor custo, número de etapas e tempo para obtenção dos resultados e de serem de fácil implementação. Por outro lado, o RAPD ainda é criticado pela baixa repetibilidade experimental, embora esse problema possa ser contornado com a utilização de muitos *primers* e de critérios mais rígidos no momento da interpretação dos resultados (Telles et al., 2001).

Os marcadores RAPD são dominantes, visto que a presença de uma determinada banda não determina se o loco correspondente é homocigoto (AA) ou heterocigoto (Aa) (Williams et al., 1990). Porém, os marcadores moleculares revelam uma marca ou fragmento que permite comparar os indivíduos em estudo quanto à sua presença ou ausência. Assim, as bandas reveladas são

codificadas pelo número 1 e as não reveladas, pelo número 0. Dessa forma, os dados aos quais serão aplicados métodos estatísticos provêm dessa matriz de 1 e 0 (Meyer, 2002). Outra característica do RAPD é que utiliza um único *primer* arbitrário.

Os marcadores moleculares RAPD têm sido utilizados em grande número de culturas agrônômicas como, por exemplo, na detecção de variação somaclonal em calos e regenerantes de alho (Matiello, 1996), na seleção de genitores de feijão (Machado, 1999), no estudo da diversidade de repolho (Cansian et al., 2000), na análise da eficiência das distâncias genéticas em feijoeiros (Santos et al., 2000), na variabilidade genética de etnovariedades de mandioca (Mühlen et al., 2000), na estimativa da similaridade genética e na identificação de cultivares de morango (Conti et al., 2000), entre outros.

Os dados oriundos dos marcadores moleculares, entre outras aplicações, podem fornecer uma estimativa de distâncias ou similaridades genéticas que quantificam o grau de diferenciação entre dois táxons (conjunto de organismos). Portanto, permitem a transformação de toda a informação genética disponível sobre as relações entre dois táxons em um único número que pode ser utilizado para proporcionar uma classificação objetiva e estável, tanto quanto possível, dos itens sob estudo (Edwards et al., 2000 e Giovambattista et al., 2000, citados por Telles et al., 2001).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 1997 - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2002. 435 p.

AGRIANUAL 2003 - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2002. 543 p.

ALJARO URIBE, A. Cosecha y procesamiento de ajos. Santiago: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 1989. 41 p. (Serie La Platina, 7)

AMORIM, I. L. de. Morfologia de frutos, sementes, germinação, plântulas e mudas de espécies florestais da região de Lavras-MG. 1996. 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BURBA, J. L. Efeito do manejo do alho semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormência, crescimento e produção da cultivar Chonan. 1983. 112 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CAMARGO, C. D.; BARRERA, P. Alho: uma planta mágica com um futuro garantido no mercado nacional. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1985. 98 p.

CAMARGO FILHO, W. P. de.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Concorrência da China e Argentina no mercado brasileiro de alho. Informações econômicas, São Paulo, v. 29, n. 10, p. 63-70, out. 1999.

CANSIAN, R. L.; MOSSI, A.; LEONTIEV-ORLOV, O.; ECHEVERRIGARAY, S. Estudo de diversidade na cultivar de repolho “Brunswish” por RAPD. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 18, p. 182-184, jul. 2000. (Suplemento)

CARVALHO, V. D. Efeito do tipo de cura na qualidade de algumas cultivares de alho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 22, n. 7, p. 733-740, jul. 1987.

CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M.; ABREU, C. M. P.; CHAGAS, S. J. R. Efeito do tempo de armazenamento na qualidade do alho cv. Amaranite. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26, n. 10, p. 1679-1684, out. 1991.

CASTELLEN, M. S. Uso de marcadores RAPD e isoenzimáticos na quantificação da diversidade genética em população naturais de *Esenbckia leilocarpa* Engl. 2000. 73 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

CHITARRA, M. I. F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. Informe Agropecuário, Belo Horizonte,, v. 17, n. 179, p. 8-18, 1994.

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. Anais. . . Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1-58.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças, fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320 p.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; GOMES, L. H.; TAVARES, F. C. A. Estimativa da similaridade genética e identificação de cultivares de morangueiro por análises de RAPD. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 2, p. 145-152, jun. 2000.

DUARTE, J. M. Estudo da divergência genética em raças de feijão por meio de marcadores RAPD. 1998. 76 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DUTRA, A. L. Produto fitoterápico. Disponível em: <<http://www.bionatus.com.br/alho.html>>. Acesso em: 31 ago. 1999.

FERREIRA, F. A.; CASALI, V. W. D.; SOARES, J. G. Dormência dos bulbos de alho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 3-7, out. 1986.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 3. ed. Brasília: EMBRAPA/CENARGEN, 1998. 220 p.

FILGUEIRA, F. A. R. Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2000. 357 p.

GUIMARÃES, C. T.; MOREIRA, M. A. Genética molecular aplicada ao melhoramento de plantas. In: BOREM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 715-740.

HU, J.; QUIROS, C. F. Identification of broccoli and cauliflower cultivar with RAPD markers. **Plant Cell Reports**, New York, v. 10, n. 10, p. 505-511, Dec. 1991.

ILLG, R. D.; SIQUEIRA, W. J. Variação somaclonal em alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 12-17, out. 1986.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE.
Tabela 1612 - Quantidade produzida, Valor da produção, Área plantada e Área colhida da lavoura temporária. Disponível em:
<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612>> Acesso em: 21 janeiro 2003.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA - IPEA. **Alho**. Florianópolis: IPEA, 1995. 114 p. (Estudo de economia e mercados de produtos agrícolas, 3)

JONES, H. A.; MANN, L. K. **Onions and their allies**. London: Leonard Hill, 1963. 286 p.

LUCINI, M. A. **Conselhos para o plantio do alho**. Curitiba: EPAGRI, 2002. 4 p.

LUENGO, R. F. A.; MENEZES SOBRINHO, J. A.; SILVA, J. L. O. Chocamento do alho Amaranthe durante o armazenamento em função da época de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 8, p. 581-584, ago. 1996.

MACHADO, C. F. **Procedimentos para escolha de genitores do feijão**. 1999. 118 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MATIELLO, N. H. **Deteção de variação somaclonal em calos e regenerantes de alho (*Allium sativum* L.) pela técnica de RAPD**. 1996. 48 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MENEZES SOBRINHO, J. A. **Origem e botânica do alho**. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 48, p. 14, dez. 1978.

- MENEZES SOBRINHO, J. A. de; CHARCHAR, J. M.; ARAGÃO, F. A. S. Caracterização morfológica de um germoplasma de alho por análises multivariada componentes principais e variáveis canônicas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 96-101. jul. 1999.
- MEYER, A. S. **Comparação de coeficientes de similaridade usados em análises de agrupamento com dados de marcadores moleculares dominantes**. 2002. 106 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- MUHLENS, G. S.; MARTINS, P. S.; ANDO, A. Variabilidade genética em etnovarietades de mandioca avaliada por marcadores de DNA. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 319-328, abr./jun. 2000.
- MULLER, J. J. V. Aspectos relacionados com a conservação de alho (*Allium sativum* L.). In: MULLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. (Ed.). **Seminário de olericultura**. Viçosa: UFV, v. 3, p. 63-95, 1982.
- MULLIS, K.; FALOONA, F. Specific synthesis of DNA *in vitro* via a polymerase catalyzed chain reaction. **Methods in Enzymology**, Oxford, v. 155, p. 335, 1987.
- NANNETTI, D. C. **Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão**. 2001. 184 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- OLIVEIRA, C. M. de. **Determinação do ponto de colheita em cultivares de alho**. 1999. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- REGINA, M. S. **Informações técnicas para a cultura do alho (*Allium sativum* L.)**. Belo Horizonte: ACAR, 1976. 38 p.
- RUDGE, K. Let your food be your first medicine. **International food information service**. Foodinfo: Ifis, p. 2-5, Apr. 1999.
- SAKIYAMA, N. S. Marcadores moleculares e as hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 2, p. 204-205, nov. 1993.

SANTOS, J. B.; MACHADO, C. F.; NUNES, G. H. S.; DUARTE, J. M. Efficiency of genetic distance based on RAPD markers for choosing parents of common bean. *Journal of Genetics & Breeding*, Roma, v. 54, n. 4, p. 251-258, Dec. 2000.

SHIMOYA, C. Anatomia do bulbo do alho (*Allium sativum* L.) durante seu ciclo vegetativo. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 17, n. 91, p. 102-118, jan./mar. 1970.

SIQUEIRA, W. J.; MEDINA FILHO, H. P.; LISBÃO, R. S.; FORNASIER, J. B. Caracterização isoenzimática e morfológica de clones e introduções de alho. *Bragantia*, Campinas, v. 44, n. 11, p. 357-374, 1985.

SIVAM, G. P. Garlic and *Helicobacter pylori*. *Food and Chemical Toxicology*, Oxford, v. 5, n. 5, p. 582, 1997.

SOUZA, A. P. de. Biologia molecular aplicada ao melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, L. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 939-945.

TELLES, M. P. C.; MONTEIRO, M. S. R.; RODRIGUES, F. M.; SOARES, T. N.; RESENDE, L. V.; AMARAL, A. G.; MARRA, P. R. Marcadores RAPD na análise da divergência genética entre raças de bovinos e número de *locos* necessários para a estabilidade da divergência estimada. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 2, n. 2, p. 87-95, jul./dez. 2001.

TRAVAGLINI, D. A. Desidratação de frutas e hortaliças. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1979. 562 p. (Curso de alimentos desidratados).

WILLIAMS, J. G. K.; KUBELICK, A. R.; LIVAR, K. J.; RAFALSKI, J. A. TINGEY, S. V. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetics markers. *Nucleic Acids Research*, Oxford, v. 18, n. 22, p. 6531-6535, Nov. 1990.

CAPÍTULO 2

DIVERSIDADE GENÉTICA DE CULTIVARES DE ALHO (*Allium sativum* L.) POR MEIO DE MARCADOR MOLECULAR RAPD

RESUMO

MOTA, José Hortêncio. Diversidade genética de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) por meio de marcador molecular RAPD. 2003. Cap. 2, 18 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O objetivo deste estudo foi determinar a diversidade genética entre doze cultivares de alho, por meio de marcadores moleculares RAPD, sendo utilizados seis cultivares nobres e seis cultivares semi-nobres. A análise de agrupamento das similaridades genéticas foi realizada pelo método UPGMA, gerando um dendrograma utilizando o índice de Jaccard. Houve a formação dois grandes grupos pelo dendrograma, sendo o primeiro grupo formado pelas cultivares nobres (Roxo Pérola de Caçador, Chonan, Contestado 12, Caçador 30, Caçador 40 e Quitéria 595) ou que precisam de vernalização para a formação do bulbo, e um segundo grupo formado pelas cultivares semi-nobres (Gigante Curitibanos, Gigante Roxo, Gigante Roxão, Gravatá, Amarante e Cateto Roxo) ou que não precisam de vernalização para a formação do bulbo. As cultivares nobres formaram um grupo com 57,1% de similaridade e as cultivares semi-nobres, um grupo com 54,2% de similaridade. Os resultados permitiram concluir que o marcador molecular RAPD foi eficiente em separar dois grupos de cultivares.

* Comitê Orientador: Rovilson José de Souza - UFLA (Orientador), Luciano Vilela Paiva – UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

MOTA, José Hortêncio. Genetic diversity of garlic (*Allium sativum* L.) cultivars through RAPD molecular marker. 2003. Chap. 2, 18 p. Thesis (Doctorate in Agronomy/Plant Science) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The objective of this work was to determine the genetic diversity of twelve garlic cultivars, through RAPD molecular markers. Six noble cultivars and six semi-noble cultivars were tested. The genetic similarities grouping analysis was realized through the UPGMA method, producing a dendrogram using the Jaccard index. Two large groups were formed by the dendrogram. The first group was formed by the noble cultivars (Roxo Pérola de Caçador, Chonan, Contestado 12, Caçador 30, Caçador 40, and Quitéria 595) or by cultivars that need vernalization to form the bulb. The second group was formed by the semi-noble cultivars (Gigante Curitiba, Gigante Roxo, Gigante Roxão, Gravatá, Amarante, and Cateto Roxo) or by cultivars that do not need vernalization to form the bulb. The noble cultivars formed a group with 57,1% similarity and the semi-noble cultivars formed a group with 54,2% similarity. The results led to the conclusion that the RAPD molecular marker was efficient to separate two groups of cultivars.

* Guidance Committee: Rovilson José de Souza - UFLA (Advisor), Luciano Vilela Paiva - UFLA (Co- advisor).

1 INTRODUÇÃO

O alho, no Brasil, ocupa o quarto lugar em importância econômica dentre as hortaliças, sendo superado apenas pelas culturas da batata, tomate e cebola (Filgueira, 2000).

O Brasil possui uma grande quantidade de cultivares de alho e, segundo Souza et al. (1981), a maioria das cultivares de alho existentes no país surgiu por mutações somáticas e por seleções de características desejáveis pelos agricultores.

No país são utilizados comercialmente dois grandes grupos, sendo o primeiro denominado de alhos nobres e o segundo grupo, conhecido como de alhos semi-nobres. A separação entre e dentro dos grupos ocorre na maioria das vezes, com base em características morfológicas; essas características levam um certo tempo para se manifestarem, além de sofrerem variabilidade das condições ambientais.

Lima (2001) relata que uma das maiores dificuldades para a conservação e o manejo racional das espécies vegetais consiste na carência de informações sobre os níveis e a organização da variabilidade genética em populações naturais e bancos de germoplasma, já que a estrutura genética de uma população determina sua capacidade de resposta à seleção natural e, ou artificial. Assim, a caracterização da variabilidade genética é uma das primeiras etapas para que se possa organizar um programa de conservação ou melhoramento de qualquer espécie vegetal.

No estudo da diversidade genética entre e dentro espécies vegetais, em especial as hortaliças, a utilização de marcadores moleculares tem sido crescente nas últimas décadas (Sakiyama, 1993). Entre os marcadores moleculares, a técnica de RAPD apresenta vantagem sobre os demais marcadores por ser de fácil utilização, requerer menor quantidade de DNA, gerar grande número de

natura triturado em N₂ líquido com PVP (pitada). Em seguida, o material foi transferido para um tubo de centrifuga juntamente com 10 ml de tampão de extração (1 M de Tris pH 7,5; 0,5 M EDTA pH 8,0; 5 M NaCl; 1% CTAB; 2% β-Mercaptoetanol) e incubado a 65°C em banho maria por 60 minutos, sendo homogeneizado a cada 15 minutos.

Os tubos após 60 minutos foram retirados e deixados esfriar à temperatura ambiente, sendo a eles adicionados 10 ml da mistura clorofórmio: octanol (24:1), homogeneizados por 10 minutos. A separação das fases orgânica e aquosa foi realizada por centrifugação a 3.000 rpm por 10 minutos, sendo o sobrenadante transferido para outro tubo, sendo no DNA precipitado adicionados 6 ml de isopropanol gelado (-5°C).

O precipitado foi removido com o auxílio de um anzol de vidro para outro tubo contendo 3 ml de TE pH 8,0 (0,01 M Tris pH 8,0; 0,001 M de EDTA pH 8,0), onde permaneceu incubado à temperatura ambiente até sua completa solubilização. Em seguida, o DNA foi precipitado adicionando 3 ml de etanol gelado, novamente removido com anzol de vidro e transferido para eppendorf com 400 µL de TE pH 8,0, onde ocorreu sua completa solubilização.

A quantificação do DNA foi realizada em gel de agarose 1% por comparação com padrão de DNA de concentração conhecida. A eletroforese foi realizada a 100V em tampão TAE (1mM EDTA pH 8,0; 40 mM Tris pH 8,0; 20 mM de ácido acético) e o gel tratado com brometo de etídio (10%) durante 20 minutos sob agitação, sendo posteriormente visualizado sob luz ultravioleta; a imagem do gel foi captada pelo sistema de documentação "*Eagle Eye*" (Stratagene, La Jolla, CA, USA).

2.3 Amplificação do DNA

A reação de amplificação foi realizada em volume final de 25 µL; cada reação continha 50 ng de DNA; 2,5 µL tampão PCR 10X; 2,5 mM dNPTS; 1 un.

de Taq polimerase e 1 μ L primer. O processo de amplificação foi efetuado em termociclador GeneAmp PCR System modelo 9600 (Applied Biosystem, Palo Alto, CA, USA).

A programação utilizada foi constituída por uma temperatura de desnaturação de 95°C por 2 minutos, seguidos de 45 ciclos de amplificação composto por 3 etapas: a primeira etapa para desnaturação do DNA a 95°C por 1 minuto, a segunda para promover o anelamento dos primers a 40°C por 1 minuto e, por último, a terceira etapa para a extensão e incorporação dos nucleotídeos a 72°C por 2 minutos. Após a realização dessas etapas, a amostra continuou no termociclador à temperatura de 72°C por 5 minutos.

Após o término do processo foram colocados, em cada amostra, 4 μ L corante (Orange com xilene cianole), aplicados em gel de 1% de agarose em uma corrente de 100 V. Após a eletroforese, o gel foi incubado em solução de brometo de etídio (10%) durante 20 minutos sob agitação e, posteriormente, visualizado sob luz ultravioleta, sendo as imagens captadas pelo sistema de fotodocumentação “*Eagle Eye*” (Stragene, La Jolla, CA, USA).

2.4 Análises do DNA genômico

Foram utilizados, para o estudo, 4 kits de Primers Operon (A, B, F e W), totalizando 80 primers. Os fragmentos de DNA amplificados foram computados com a presença (1) ou ausência de bandas (0). A análise foi realizada somente para as bandas polimórficas.

Com o objetivo de verificar o mínimo de marcadores polimórficos necessários para a estimativa da similaridade genética entre as cultivares, foi realizada análise entre a correlação e desvio padrão, agrupando-se ao acaso os 20 marcadores polimórficos acrescidos de 10 marcadores sucessivamente até a utilização de todos os marcadores polimórficos, utilizando o programa GQMOL (Cruz, 1999).

2.5 Análises dos dados moleculares e obtenção das similaridades genéticas

Os índices de similaridade possibilitam gerar a análise de agrupamentos UPGMA (Unweigh Pair-Group Method Arithmetic Average), estabelecendo a relação entre as espécies. Neste estudo, a similaridade genética entre as cultivares de alho foi calculada com o auxílio do software NTSYSpc 2.02k (Rohlf, 1992).

Para a quantificação da similaridade genética, podem ser utilizados índices de similaridade, entre os quais destaca-se o índice de similaridade de Jaccard:

$$S_{ij} = \frac{a}{(a + b + c)}$$

Em que: a = nº bandas presentes nos genótipos i e j;

b = nº bandas presentes nos genótipos i;

c = nº bandas presentes nos genótipos j;

O erro associado (SS_{ij}) a cada similaridade (S_{ij}) foi estimado conforme sugerido por Skroch et al. (1992):

$$SS_{ij} = \sqrt{S_{ij} \times \frac{1 - S_{ij}}{n - 1}}$$

Em que: n = número total de combinações a, b e c para cada par de genótipos.

Os genótipos geneticamente diferentes foram identificados no dendrograma a partir da estimativa do valor mínimo de similaridade acima do qual os acessos são semelhantes. O valor máximo de similaridade significativo (S_{gm}) foi estimado pelo Teste de t, ao nível de 1% de probabilidade:

$$S_{gm} = 1 - (t \times \bar{S}_{S_{ij}})$$

Em que: t = o valor tabelado de t com n-2 graus de liberdade;

$\bar{S}_{S_{ij}}$ = erro médio das comparações consideradas no dendrograma.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Agrupamento genético

Foram amplificados 279 fragmentos de DNA sendo 194 polimórficos e 85 monomórficos, utilizando os 80 *primers* de RAPD. Pelos resultados obtidos, os genótipos agruparam-se em dois grandes grupos bem distintos. O primeiro foi constituído pelas cultivares nobres e o segundo pelas semi-nobres.

Na Figura 1 pode-se observar a formação de dois grupos e a ocorrência de polimorfismo entre os grupos na amplificação dos DNAs com o primer OPW 01.

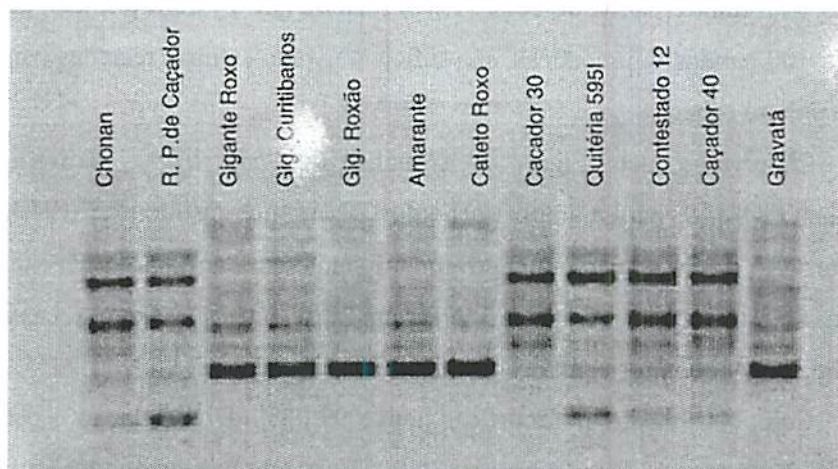


Figura 1: Gel de agarose (1%) com o primer OPW 01 apresentando a separação de 2 grupos bem distintos das cultivares de alho. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG, 2002.

Al-Zahim et al. (1997), estudando 27 acessos das espécies *Allium sativum* var. *sativum*, *A. sativum* var. *ophioscorodon* e *A. longicuspis*, utilizando 25 primers, encontram 292 bandas, sendo 63 polimórficas, que foram utilizadas na geração do dendrograma. Ainda segundo os mesmos autores, os 11 materiais

de *Allium sativum* foram agrupados num mesmo grupo, sendo que as espécies *A. ophioscorodon* e *A. longicuspis* foram agrupadas, por RAPD, em um segundo grupo bem distinto do primeiro.

Bradley et al. (1996), estudando 20 cultivares de alho (*Allium sativum*) por RAPD na Austrália, com 5 primers e 65 bandas polimórficas, obtiveram os materiais agrupados em 2 grupos, com uma taxa média de similaridade na ordem de 58 a 97%, indicando alto nível de variação genética.

Observou-se um polimorfismo diferenciado nos trabalhos acima citados e também na quantidade de primer utilizado para o agrupamento das cultivares por RAPD. Segundo Santos (1994), para a utilização dos dados de RAPD, a utilização de 100 a 200 fragmentos promove confiabilidade dos resultados obtidos. Entretanto, Colombo et al. (1998) relatam que 10 a 30 primers, gerando de 50 a 100 bandas polimórficas, são suficientes para estimar relações genéticas dentro e entre espécies.

Observa-se, pela Figura 2, a análise de “bootstrap”, realizada pelo programa GQMOL para a amplificação dos DNAs, que resultou em 194 bandas polimórficas, sendo que esse número foi suficiente para agrupar as 12 cultivares testadas. Neste estudo, 60 bandas já seriam suficientes para que a análise da diversidade genética fosse realizada com confiabilidade.

Com 100 bandas polimórficas houve 99,08% de correlação e o desvio padrão apresentava-se próximo a zero (0,005109). Observa-se que a partir desse valor, a curva de correlação e o desvio padrão não sofreram alterações com o incremento das 94 bandas restantes. Isso forneceu segurança e confiabilidade dos resultados obtidos nesse estudo para divergência genética utilizando marcadores RAPD

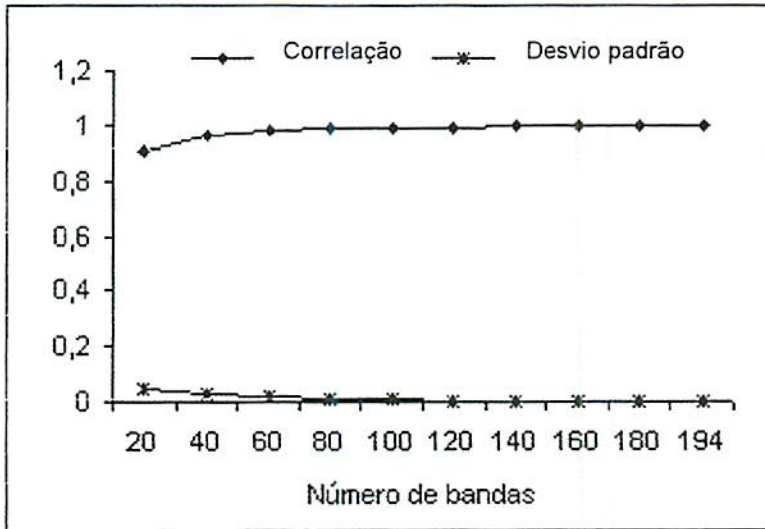


Figura 2: Análises de “bootstrap” para a estimativa das distâncias genéticas entre doze cultivares de alho. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG, 2002

3.2 Matriz de distâncias genética, erro estimado e similaridade genética

A matriz das distâncias genéticas (Tabela 1) fornece a porcentagem de similaridade entre todas as doze cultivares de alho analisadas; com isso, foi possível construir uma figura gráfica ou dendrograma (Figura 3) que facilita a observação da relação entre as cultivares e permite analisar os indivíduos e suas semelhanças.

Tabela 1: Matriz de distâncias genéticas (abaixo da diagonal) e erro estimado (acima da diagonal) entre as doze cultivares de alho analisadas. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG, 2002.

	Chonan	R. P. Caçador	Glg. Roxo	Glg. Curitibanos	Glg. Roxão	Amarante	Cateto Roxo	Caçador 30	Quitéria 595	Contestado 12	Caçador 40	Gravata
Chonan		0,045	0,035	0,035	0,036	0,034	0,036	0,043	0,044	0,044	0,042	0,038
R. P. Caçador	0,637		0,037	0,036	0,037	0,034	0,039	0,043	0,044	0,044	0,042	0,037
Glg. Roxo	0,282	0,299		0,033	0,041	0,038	0,044	0,038	0,038	0,038	0,038	0,041
Glg. Curitibanos	0,270	0,287	0,837		0,040	0,032	0,044	0,038	0,038	0,039	0,038	0,042
Glg. Roxão	0,284	0,293	0,690	0,728		0,039	0,045	0,037	0,038	0,037	0,037	0,042
Amarante	0,261	0,245	0,760	0,860	0,750		0,044	0,039	0,037	0,038	0,038	0,042
Cateto Roxo	0,253	0,290	0,542	0,538	0,641	0,534		0,037	0,038	0,036	0,036	0,042
Caçador 30	0,467	0,452	0,375	0,371	0,313	0,395	0,293		0,042	0,042	0,040	0,040
Quitéria 595	0,550	0,584	0,379	0,375	0,350	0,348	0,307	0,646		0,033	0,039	0,040
Contestado 12	0,569	0,555	0,385	0,381	0,323	0,379	0,279	0,654	0,855		0,035	0,040
Caçador 40	0,571	0,525	0,414	0,411	0,347	0,408	0,307	0,650	0,726	0,800		0,040
Gravata	0,335	0,312	0,603	0,589	0,521	0,573	0,429	0,425	0,410	0,435	0,500	

Na Tabela 1, observa-se que a análise de divergência genética, feita com base nas 194 bandas polimórficas selecionadas, indicou, para o grupo nobre, que as cultivares Contestado 12 e Quitéria 595 são mais próximas entre si, com valor de Jaccard igual a 0,855. A cultivar Roxo Pérola de Caçador mostrou-se mais distante geneticamente em relação à cultivar Caçador 30, com um valor médio de Jaccard igual a 0,452. Para o grupo das cultivares semi-nobre, observou-se que as cultivares Amarante e Gigante Curitibanos são as mais próximas entre si (índice de Jaccard = 0,860) e a cultivar Cateto Roxo mostrou-se mais distante geneticamente em relação à cultivar Gravatá (índice de Jaccard = 0,429).

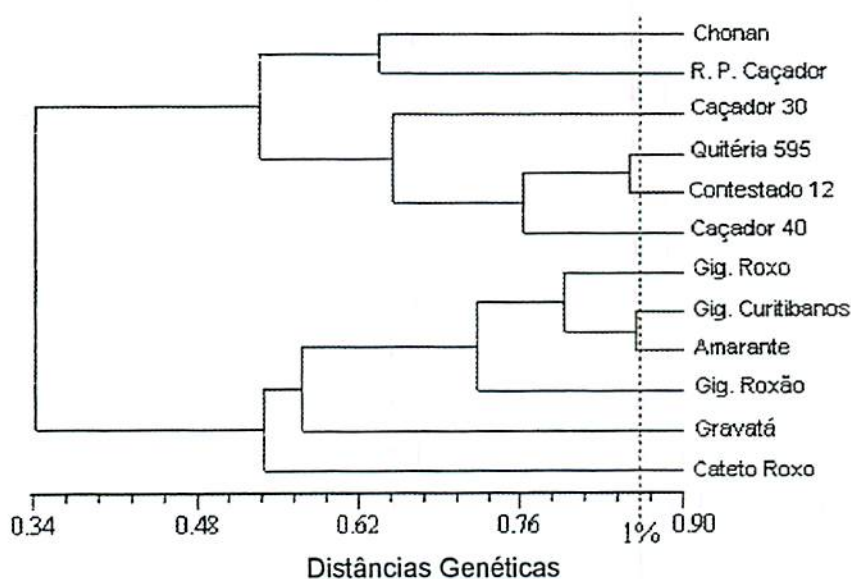


Figura 3: Dendrograma das distâncias genéticas entre as 12 cultivares de alho, geradas pelo programa NTSYSpc 2.02k. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG, 2002.

Na Figura 3 foi inserida uma linha de corte ao nível de 1% de probabilidade que representa o valor máximo significativo (S_{gm}), acima da qual as cultivares são consideradas semelhantes.

Cruz (1990) cita que a análise de agrupamento tem como objetivo dividir um grupo original de observações em vários grupos homogêneos, segundo algum critério de similaridade ou dissimilaridade.

O dendrograma apresentado na Figura 3 possibilitou a interpretação dos resultados obtidos pela técnica de RAPD com a vantagem de mostrar o grau de similaridade entre as cultivares e agrupá-las de acordo com os resultados obtidos.

Dias (1998) relata que o agrupamento é importante para sumarizar a informação contida na matriz de distâncias. Assim sendo, pode-se observar, pelo dendrograma formado, o agrupamento das 12 cultivares de alho em 2 grupos bem distintos. Assim, constatou-se que houve relação entre a região de cultivo das cultivares e a formação dos grupos.

O primeiro grupo foi formado pelas cultivares nobres (Chonan, Roxo Pérola de Caçador, Caçador 30, Quitéria 595, Contestado 12, Caçador 40). Essas cultivares têm em comum a necessidade de serem vernalizadas antes do plantio nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e em alguns microclimas de baixas temperaturas na região Nordeste. Outra característica dessas cultivares é que frequentemente apresentam o fenômeno do pseudoperfilhamento (que é uma característica indesejável). O segundo grupo foi formado pelas cultivares semi-nobres (Gigante Roxo, Gigante Roxão, Amarante, Cateto Roxo, Gravata e Gigante Curitibanos) ou que não precisam de vernalização para a formação do bulbo.

Foram obtidas 66 estimativas de similaridade genética entre as 12 cultivares de alho, com estimativa média de 47% e amplitude de 24% a 86%. As cultivares nobres formaram um grupo com 57,1% de similaridade e as cultivares semi-nobres, um grupo com 54,2% de similaridade.

As cultivares nobres que são muito semelhantes em termos de parte vegetativa apresentam bulbos com ótimas características comerciais, sendo, porém, mais exigentes quanto aos fatores climáticos fotoperíodo e temperatura.

Características comuns às cultivares nobres são uniformidade do bulbo, bulbos com túnica branca, bulbilhos com túnica arroxeadada e ocorrência de pseudoperfilhamento. Observa-se, pelo dendrograma, que as cultivares Chonan e Caçador foram similares em 63,7%. Em estudos conduzidos por Siqueira et al. (1985), estas cultivares foram agrupadas no mesmo grupo com relação aos padrões isoenzimáticos de álcool desidrogenase, esterase, peroxidase e fosfoglucoisomerase. Augustin & Garcia (1993) relatam que cultivares Chonan e Caçador são muito semelhantes em formato de bulbo e número de bulbilhos, com resistência moderada à ferrugem.

Segundo Menezes Sobrinho (1997), as cultivares Amarante, Gigante Roxão e Gigante Roxo apresentam formato do bulbo ovalado, cor bulbo arroxeadada, de 8 a 12 bulbilhos por bulbo, sem ocorrência de palitos; e também a ocorrência do pseudoperfilhamento é rara, concordando com Souza & Casali (1986).

Augustin & Garcia (1993), avaliando 35 clones de alho nacionais e introduzidos do Uruguai e Argentina por análise enzimática e de proteínas, obtiveram coeficiente de similaridade variando de 0,71% a 0,96%, mostrando haver elevado grau de semelhança entre as cultivares estudadas.

Quando se obtém alta diversidade genética entre espécies vegetais, pode-se concluir que esse material encontra-se num estágio de pouca domesticação; dessa forma, uma cultura pouco manipulada pode ter seu polimorfismo facilmente acessado, pois para isso é necessário um pequeno número de primers (Xavier, 2001). Sawazaki et al. (1997) comentam que o conhecimento da diversidade serve como auxílio para os programas de melhoramento.

MENEZES SOBRINHO, J. A. de. **Cultivo do alho (*Allium sativum*)**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA/CNPq, 1997. 16 p. (Instruções Técnicas, 2)

ROHLF, F. J. **Numerical taxonomy and multivariate analysis system: version 2.02**. New York, 1992. (software)

SANTOS, J. B. Emprego de marcadores moleculares no melhoramento de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 282-286, nov. 1994.

SAKIYAMA, N. S. Marcadores moleculares e as hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 2, p. 204-206, nov. 1993.

SAWAZAKI, H. E.; NAGAI, H.; SODEK, L. Caracterização da variabilidade genética em couve-manteiga utilizando isoenzimas e RAPD. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 9-20, 1997.

SIQUEIRA, W. J.; MEDINA FILHO, H. P.; LISBÃO, R. S.; FORNASIER, J. B. Caracterização isoenzimática e morfológica de clones e introduções de alho. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 1, p. 357-374, 1985.

SKROCH, P.; TIVANG, J.; NIENHUS, J. Analysis of genetic relationships using RAPD marker data. In: **APPLICATIONS OF RAPD TECHNOLOGY TO PLANT BREEDING**, 1992, Minneapolis. **Proceedings**. . . Minneapolis: Crop Science Society of America, 1992. p. 26-30.

SOUZA, R. J. de.; CASALI, V. W. D. Pseudoperfilhamento-Uma anormalidade genético-fisiológica em alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v. 12, n. 142, p. 36-41, out. 1986.

SOUZA, R. J. de.; SATURNINO, H. M.; MASCARENHAS, M. H. T.; LARA, J. F. R. Caracteres morfológicos de 17 cultivares de alho (*Allium sativum* L.) Prudente de Moraes (MG)-1978. **Projeto Olericultura**. Belo Horizonte, 1981. p. 29-33. (Relatório 77/78)

TELLES, M. P. C.; MONTEIRO, M. S. R.; RODRIGUES, F. M.; SOARES, T. N.; RESENDE, L. V.; AMARAL, A. G.; MARRA, P. R. Marcadores RAPD na análise da divergência genética entre raças de bovinos e número de *locos* necessários para a estabilidade da divergência estimada. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 2, n. 2, p. 87-95, jul./dez. 2001.

XAVIER, K. G. **Divergência genética em clones de Eucalyptus avaliada pro marcadores RAPD, e variações nas propriedades da madeira**. 2001. 107 p. Dissertação (Mestrado Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras: Lavras, MG.

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E PRODUTIVAS DE CULTIVARES DE ALHO (*Allium sativum* L.)

RESUMO

MOTA, José Hortêncio. **Características morfológicas, físico-químicas e produtivas de cultivares de alho (*Allium sativum* L.).** 2003. Cap. 3, 26 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O objetivo deste estudo foi avaliar as características morfológicas, físico-químicas e produtivas de doze cultivares de alho dos grupos semi-nobre e nobre. O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com seis cultivares e três repetições. As características morfológicas avaliadas foram altura de plantas, número de folhas verdes, largura de folhas e ângulo de inserção das folhas. Para as características físico-químicas foram avaliados os sólidos solúveis, a acidez total titulável e o pH. A produtividade foi avaliada através da produção comercial e do peso médio dos bulbos. Após a análise estatística para cada caráter estudado, avaliou-se o agrupamento morfológico das cultivares de alho. No experimento realizado com as cultivares do grupo semi-nobre, observou-se que a cultivar Gigante Roxo apresentou maior altura média de plantas e largura de folhas, a Cateto Roxo o maior ângulo de inserção das folhas, a Amarante o maior número de folhas e maiores valores para sólidos solúveis e pH, e a Gigante Curitiba o maior valor para acidez titulável. Já no grupo das nobres, observou-se, com relação às características morfológicas, que as cultivares que apresentaram maiores valores para as variáveis avaliadas foram Contestado 12, com o maior altura média de plantas; Chonan com o maior número de folhas e maior valor para o pH; Roxo Pérola de Caçador, com o maior ângulo de inserção das folhas; Caçador 40, com maior valor para sólidos solúveis e acidez titulável, sendo as cultivares Caçador 40 e Quitéria 595 as que apresentaram maior largura de folhas. Com relação às características produtivas, destacaram-se, com a maior produtividade comercial, as cultivares Amarante e Chonan, dos grupos semi-nobre e nobre, respectivamente. No dendrograma das características morfológicas observou-se a formação de dois grupos distintos.

* Comitê Orientador: Rovilson José de Souza - UFLA (Orientador), Luciano Vilela Paiva - UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

MOTA, José Hortêncio. Morphologic, physical-chemical and productive characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) cultivars. 2003. Chap. 3, 26 p. Thesis (Doctorate in Agronomy/Plant Science) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The objective of this work was to evaluate the morphologic, physical-chemical and productive characteristics of twelve semi-noble and noble garlic cultivars. The experiment was conducted at the Horticulture Sector of the Universidade Federal de Lavras. Randomized block delineation with six cultivars and three repetitions was used. The morphologic characteristics evaluated were plant height, number of green leaves, width of leaves, and the insertion angle of the leaves. The physical-chemical characteristics evaluated were the soluble solids, the total titrable acidity, and the pH. Productivity was evaluated through the commercial production and medium weight of the bulbs. After the statistical analysis of each studied characteristic, the morphologic grouping of the garlic cultivars was evaluated. In the experiment with the semi-noble cultivars, we observed that the cultivar Gigante Roxo presented the highest medium plant height and largest leaf width, the Cateto Roxo presented the greatest leaf insertion angle, the Amarante presented the largest number of leaves and the highest soluble solids and pH values, and the Gigante Curitibanos the highest titrable acidity value. In the noble group we observed, in relation to the morphologic characteristics, that the cultivars that presented the highest values for the evaluated variables were: Contestado 12, with the highest medium plant height; Chonan, the larger number of leaves and highest pH value; Roxo Pérola de Caçador, the largest leaf insertion angle; Caçador 40, the highest soluble solids and titrable acidity values; and the Caçador 40 and Quitéria 595 presented the largest leaf width. As to the productive characteristics, the cultivars Amarante and Chonan (semi-noble and noble groups, respectively) stood out with the greatest commercial productivity. In the morphologic characteristics dendrogram we observed the formation of two different groups.

* Guidance Committee: Rovilson José de Souza - UFLA (Advisor), Luciano Vilela Paiva - UFLA (Co- advisor).

1 INTRODUÇÃO

O alho, conhecido botanicamente como *Allium sativum* L., possui características acentuadas de aroma e sabor que lhe atribuem propriedades condimentares que, há muito, conferem a esta hortaliça destaque na culinária mundial e particularmente na brasileira (Menezes Sobrinho et al. 1999).

A cultura do alho apresenta grande plasticidade fenotípica, ou seja, o mesmo genótipo ou clone apresenta variações morfológicas em resposta às interações com fatores ambientais como solo, clima, umidade, entre outros (Jones & Mann, 1963).

O consumidor brasileiro é exigente em qualidade e, segundo Souza et al. (1981), características como menor peso de bulbos, presença de anormalidades fisiológicas e grande número de bulbilhos por bulbo fazem que algumas cultivares nacionais tenham baixo valor comercial.

Segundo Resende (1997), o mercado brasileiro prefere bulbos de maior tamanho e com pequeno número de bulbilhos por bulbo, fato este de grande importância, sobretudo na comercialização, para a qual bulbos com essas características alcançam elevadas cotações no mercado.

Nesse aspecto, é necessário a caracterização dos clones cultivados, agrupando-os de acordo com as características comuns a cada grupo. Uma das formas de diferenciação das cultivares é a avaliação das características morfológicas, o que é comprovado por Regina (1976), que relata que o formato e a disposição das folhas são critérios apropriados para a diferenciação de clones no campo.

O objetivo desse estudo foi avaliar as características morfológicas, físico-químicas e produtivas e verificar a divergência morfológica entre dois grupos de alho classificados como semi-nobres e nobres.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Características da área experimental

A fim de avaliar as características morfológicas, físico-químicas e produtivas de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) foram instalados dois experimentos para analisar seis cultivares do grupo semi-nobre e seis cultivares do grupo nobre.

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras, localizado no município de Lavras/MG, à 21°14' de latitude sul e a 45°00' de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 910 m (Castro Neto et al. 1980).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é caracterizado por ser uma transição entre Cwa e Cwb, apresentando um clima temperado de altitude com o inverno seco. A temperatura média anual é de 19,4°C e a precipitação média anual de 1.500 mm, com período chuvoso de outubro a março e com menores índices pluviométricos de abril a setembro (Brasil, 1992).

Os dados climáticos de temperatura e precipitação durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.

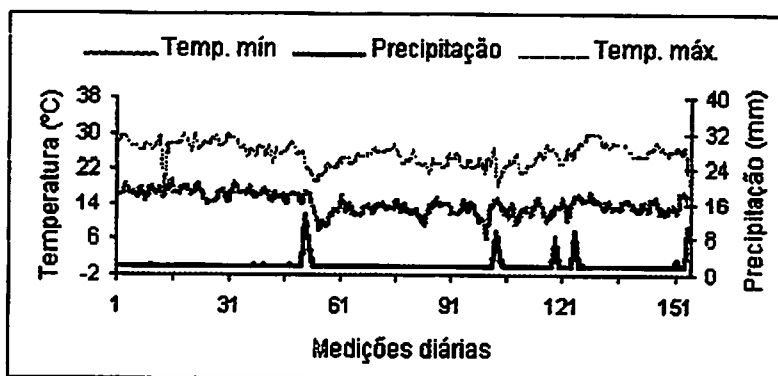


Figura 1: Informações sobre temperaturas máximas, mínimas e precipitação, fornecidas pelo Setor de Agrometeorologia da Universidade Federal de Lavras, durante a época de condução do experimento (abril a setembro de 2002). UFLA, Lavras-MG, 2002.

2.2 Caracterização dos experimentos

Foram realizados dois experimentos, com a utilização de doze cultivares de alho. No primeiro foram utilizadas cultivares de alho do grupo semi-nobre provenientes do Estado de Minas Gerais (Gigante Roxo; Gigante Roxão, Amarante; Cateto Roxo e Gravatá) e do Estado de Santa Catarina (Gigante Curitibanos). O segundo experimento foi desenvolvido utilizando cultivares provenientes do Estado de Santa Catarina, classificadas como pertencentes ao grupo nobre (Chonan, Roxo Pérola de Caçador, Caçador 30, Quitéria 595, Contestado 12 e Caçador 40).

O experimento teve início em abril de 2002, com coleta de amostras de solo para análises laboratoriais e, em função dos resultados (Tabela 1), foram aplicados corretivos e fertilizantes, cujos cálculos foram realizados conforme recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999).

A adubação de plantio constou de 1.168,5 kg.ha⁻¹ de super simples, 173 kg.ha⁻¹ de cloreto de potássio, 265 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, 65 kg.ha⁻¹ de sulfato de magnésio, 17 de kg.ha⁻¹ de sulfato de zinco e 24 kg.ha⁻¹ de bórax. Na adubação de cobertura foi utilizado sulfato de amônio na dose de 80 kg.ha⁻¹.

Tabela 1: Resultado da análise físico-química da amostra de solo coletada de 0 a 20 cm de profundidade na área experimental no momento da implantação do experimento (abril/2002)*. UFLA, Lavras - MG, 2002.

Análise Química											
pH	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V m M.O	
-H ₂ O-	-mg/dm ³ -		-cmol _c /dm ³ -							-%-	
6,0	29,8	213	0,0	7,0	1,5	2,3	9,4	9,4	11,7	70 0 3,7	
Análise Física											
Areia (%)			Limo (%)			Argila (%)					
24			31			45					

* Análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo/UFLA.

No plantio foram utilizados bulbilhos de peneira 2 (malha de 1,5 x 1,5 cm) para uniformizar o desenvolvimento da cultura.

As capinas foram realizadas manualmente deixando a cultura sempre limpa sem concorrência com plantas daninhas e as pulverizações foram realizadas de acordo com a necessidade da cultura.

As cultivares semi-nobres foram plantadas em 09/04/2002 e colhidas em 10/09/2002. Já as cultivares nobres foram vernalizadas por 50 dias, em câmara frigorífica, com temperatura média de 5°C, sendo plantadas em 03/05/2002 e colhidas em 25/09/2002.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições e seis tratamentos (cultivares). Cada bloco tinha 6,0 m de comprimento por 1,2 m de largura, dividido em 6 parcelas de 1,0 m de comprimento. Nas parcelas, cada cultivar foi disposta em 5 linhas espaçadas de 0,2 m, com as plantas espaçadas 0,1 m dentro das linhas, perfazendo um total de 50 plantas por parcela. A área útil de cada parcela foi constituída por 3 linhas centrais, perfazendo 0,6 m².

2.3 Características avaliadas

Quando as plantas apresentavam 70 dias de desenvolvimento, foram realizadas as medidas de altura, largura da folha, número de folhas verdes ativas e ângulo de inserção das folhas.

Na colheita, as plantas foram submetidas a uma pré-cura a sol, por 3 dias, e então foram realizadas as análises físico-químicas (sólidos solúveis, acidez total titulável e pH). Após a pré-cura, os bulbos foram armazenados, em manojos, em galpão ventilados por 30 dias. Em seguida, procedeu-se a toaleta dos bulbos para posterior avaliação de produção comercial e peso médio de bulbos.

2.3.1 Características morfológicas

A medição da altura das plantas foi realizada aos 70 dias de plantio, com o auxílio de uma fita métrica, sendo mensurada a distância do nível do solo até a extremidade da folha mais comprida. Foram medidas 4 plantas por parcela.

Para a quantificação do número de folhas, foram contadas aos 70 dias de plantio as folhas verdes (fotossinteticamente ativas), sendo contadas 4 plantas por parcela.

A largura das folhas foi determinada aos 70 dias de plantio com o auxílio de uma régua, efetuando a medida no terço médio da folha superior da planta, sendo mensuradas 4 plantas por parcela.

O ângulo de inserção do pseudocaule com a folha foi determinado, aos 70 dias de plantio, com o auxílio de um transferidor. As medidas foram efetuadas na folha inferior, sendo amostradas 4 plantas por parcela.

2.3.2 Características físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Ciências dos Alimentos (UFLA). Os bulbos curados por 3 dias ao sol foram debulhados e os bulbilhos descascados. Com a ajuda de um triturador, os bulbilhos foram moídos até chegarem a uma consistência pastosa, homogênea. Este homogenato foi filtrado em algodão, retirando-se o suco para a realização das análises.

2.3.2.1 Sólidos solúveis

As análises foram obtidas por meio de um refratômetro. Foram colocadas algumas gotas do suco do alho no leitor do aparelho, obtendo-se o teor de sólidos solúveis imediatamente para cada parcela, de acordo as normas prescritas pela Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 1990).



2.3.2.2 Acidez total titulável

Para a obtenção da acidez titulável, o suco do alho com 3 gotas de naftalina (cor rósea) foi colocado em um erlermeyer e, posteriormente, titulado em uma solução de hidróxido de sódio 0,1N e multiplicado pelo fator do ácido predominante no alho ácido pirúvico (0,150), resultando em valores de acidez contidos em cada parcela analisada, segundo a técnica preconizada pela AOAC (1990).

2.3.2.3 pH

Seguindo os passos recomendados pela AOAC (1990), um eletrodo foi mergulhado no suco do alho para que o pH fosse medido com o auxílio de um potenciômetro digital.

2.3.3 Produção

Após a colheita, os bulbos foram curados ao sol por 3 dias e por 30 dias no galpão, sendo posteriormente pesados e os valores extrapolados para um hectare, estimando, assim, o peso comercial ($t.ha^{-1}$).

Em seguida, os bulbos curados foram pesados para obter o peso médio de bulbo comercial.

2.4 Análises estatísticas

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância, de acordo com Gomes (2000), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo as análises realizadas no software SISVAR 4.0 desenvolvido por Ferreira (1999).

2.5 Similaridade morfológica

Após a análise estatística para cada caráter estudado, avaliou-se o agrupamento morfológico das cultivares de alho. Como medida de dissimilaridade, foi utilizada a Distância Euclidiana (DE), calculada com auxílio do software STATISTICA 5.0 (StatSoft, 1995) e definida pela seguinte expressão:

$$DE = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{ij} - Y_{i'j})^2}$$

Em que: DE = Distância Euclidiana;

Y_{ij} = média do i-ésimo genótipo em relação ao j-ésimo caráter;

$Y_{i'j}$ = média do i'-ésimo genótipo em relação ao j-ésimo caráter;

n = número de genótipos existentes.

A partir das distâncias euclidianas, foi possível obter o dendrograma com o agrupamento das cultivares de alho através das características morfológicas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EXPERIMENTO I: Características morfológicas, físico-químicas e produtivas de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) do grupo semi-nobre

3.1.1 Características morfológicas

Para altura de plantas, observou-se diferença significativa entre as cultivares (Tabela 2), sendo que a cultivar Gigante Roxão sobressaiu-se, com 67,53 cm, enquanto a cultivar Cateto Roxo apresentou a menor altura (61,76 cm). Resultados diferentes foram obtidos por Mascarenhas et al. (1981), que encontraram altura de 43,08 cm para a cultivar Cateto Roxo. Já Souza et al. (1978) obtiveram menor altura para as cultivares Gigante Roxão (57,79 cm), Amarante (51,50 cm) e Gigante Roxo (58,87 cm). Provavelmente, estas diferenças são devidas à utilização de alhos provenientes de cultura de meristemas, à seleção dos maiores bulbos e bulbilhos para plantio, e também a fatores como fotoperíodo, fertilidade do solo e disponibilidade de águas.

Tabela 2: Altura de plantas, número folhas, largura folha e ângulo de inserção folha de plantas de alho. UFLA, Lavras-MG. 2002.

Cultivar	Altura de plantas (cm)		Número de folhas		Largura da folha (cm)		Ângulo de inserção da folha (graus)	
Gig. Roxão	67,53	a	6,33	b	2,92	ab	26,10	ab
Amarante	66,83	ab	8,33	a	2,82	ab	28,53	a
Gig. Roxo	63,36	ab	6,60	b	3,10	a	25,26	abc
Gravatá	63,20	ab	6,47	b	2,84	ab	22,53	bc
G.Curitibaños	62,53	ab	6,70	b	2,74	b	21,60	c
Cateto Roxo	61,76	b	7,26	ab	2,78	b	29,33	a
Cv (%)	3,04		7,53		3,74		5,80	

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de TUKEY ($p < 0,05$).

Sendo o alho uma cultura de propagação vegetativa, as contaminações por viroses são perpetuadas sucessivamente para os demais ciclos e, segundo Carvalho (1986), causam degenerescência das plantas e redução da produtividade. Como as viroses não chegam a causar a morte da planta, sua importância foi subestimada durante muito tempo e só recentemente essas doenças passaram a receber maior atenção dos pesquisadores (Silva et al. 2001).

O número médio de folhas evidenciou diferenças significativas entre as cultivares. A cultivar Amaranthe, com 8,3 folhas, e a cultivar Cateto Roxo, com 7,26 folhas, foram superiores às demais cultivares (Tabela 2). Resultado semelhante foi obtido por Resende (1997) para a cultivar Gigante Roxão, com 6,80 e 6,87 folhas para cultura de tecidos e cultivo convencional, respectivamente. Pereira (2000) encontrou resultado semelhante para a cultivar Gravatá (6,35 folhas). Segundo Shimoya (1970), a planta de alho mantém constantemente 7 a 10 folhas, sendo 1 em senilidade, 5 a 7 adulta e 1 a 2 em crescimento.

Pela análise de variância, a cultivar com maior largura de folha foi a Gigante Roxo, com 3,10 cm, sendo a menor largura de folha apresentada pela cultivar Gigante Curitibaanos (2,74 cm), porém não diferindo estatisticamente das demais cultivares. Mascarenhas et al. (1981) encontraram, para a cultivar Gigante Roxão, 2,44 cm de largura média, sendo este valor 22,6% inferior ao encontrado neste estudo.

Houve diferença estatística (Tabela 2) para a variável ângulo de inserção de folha. Mascarenhas et al. (1981) encontraram ângulos de 29,4; 32,2; 30,4 e 31,3° para as cultivares Amaranthe, Cateto Roxo, Gigante Roxão e Gigante Roxo, respectivamente, sendo esses valores superiores aos encontrados neste estudo.

3.1.2 Características físico-químicas

As cultivares diferiram estatisticamente pelo Teste F (Tabela 3), sendo que as cultivares que apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis (Brix) foram Amarante e Cateto Roxo e as que apresentaram os menores teores, as cultivares Gravatá e Gigante Curitibanos.

Tabela 3: Sólidos solúveis, pH, acidez titulável em diferentes cultivares de alho. UFLA, Lavras-MG.2002.

Cultivar	Sólidos solúveis (%)		pH		Acidez titulável (%)	
Amarante	37,16	a	7,06	a	0,83	d
Cateto Roxo	34,00	b	6,76	b	1,13	b
Gig. Roxão	33,50	c	6,76	b	1,20	ab
Gig. Roxo	33,16	c	6,80	b	1,16	ab
Gravatá	29,66	d	6,80	b	0,98	c
G. Curitibanos	29,33	d	6,60	c	1,24	a
Cv (%)	0,53		0,47		2,81	

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de TUKEY ($p < 0,05$).

A cultivar Gigante Roxo apresentou teor de 33,16%, semelhante ao obtido por Penoni (1993), que obteve 32,75% para a mesma.

Carvalho et al. (1987), avaliando teores de sólidos solúveis totais aos 3 dias de colheita da cultivar Amarante, encontrou o valor de 35,78%, semelhante ao apresentado neste estudo.

Segundo Resende (1997), a acidez titulável geralmente não excede a 2,0%, sendo o ácido pirúvico o principal componente desta fração em alho e cebola. As cultivares que apresentaram maiores teores de acidez titulável foram Gigante Curitibanos, com 1,24%, e Cateto Roxo, com 1,13%.

Carvalho et al. (1987) encontraram, para acidez titulável, aos 3 dias de colheita, o valor de 0,58% para cultivar Amarante, diferindo dos valores encontrados de 0,83% para a mesma cultivar no presente estudo (Tabela 3).

Com o intuito de avaliar o tempo de armazenamento da cultivar Amaranthe, Carvalho et al. (1991) mediram o teor de acidez titulável aos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias de colheita, encontrando os valores de 1,08; 1,08; 1,18; 1,09; 1,34; 1,35%, respectivamente. Esses valores diferem do obtido para alho Amaranthe que apresentou teor de 0,83% (Tabela 3). Estes resultados concordam com o que foi relatado por Chitarra & Chitarra (1990), segundo os quais o pH tem uma relação inversa com a acidez titulável total, ou seja, o pH reduz à medida que aumentam os teores de acidez titulável total.

3.1.3 Produção

Pela Tabela 4, observa-se que a cultivar Amaranthe foi a que apresentou a maior produtividade comercial (10,82 t.ha⁻¹); a menor produtividade foi apresentada pela cultivar Gigante Roxão (8,01 t.ha⁻¹), a qual, ainda assim, situou-se acima da média nacional, que é de 6,9 t.ha⁻¹ (Agrianual, 2002). Produtividade semelhante foi obtida por Silva et al. (2001) para a cultivar Amaranthe (10,86 t.ha⁻¹), porém diferindo para as demais cultivares, Gigante Roxo (7,49 t.ha⁻¹), Gravatá (6,16 t.ha⁻¹) e Gigante Roxão (6,21 t.ha⁻¹).

Tabela 4: Rendimento comercial e peso médio de bulbo de alho. UFLA, Lavras-MG. 2002.

Cultivar	Rendimento comercial (t.ha ⁻¹)	Peso médio de bulbo (g)
Amarante	10,82 a	32,28 a
Gig. Curitibanos	9,68 ab	28,90 ab
Cateto Roxo	9,17 ab	27,38 ab
Gig. Roxo	9,00 ab	26,86 ab
Gravatá	8,94 ab	26,68 ab
Gig. Roxão	8,01 b	23,92 b
Cv (%)	8,35	8,29

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de TUKEY (p<0,05).

Cabe ressaltar que, no passado, os alicultores brasileiros não realizavam a limpeza clonal, tampouco a seleção de bulbos e bulbilhos. Atualmente, a implementação de tais práticas contribui significativamente para o aumento da produtividade das lavouras, a qual, segundo alguns produtores, chega a ser de 50% a 100% maior. Tal afirmação pode ser comprovada pelos estudos da FAO (2002), que relatam que no período de 1991 a 2000 a produção nacional apresentou acréscimos da ordem de 42,4%, aumento também explicado pelo acréscimo de 26,5% na área plantada.

Resende (1997), avaliando produtividades comerciais de alho na região Norte do Estado de Minas Gerais, obteve, para as cultivares Gigante Roxão, Gigante Roxo e Cateto Roxo, produções de 6,74, 6,28 e 5,89 t.ha⁻¹, respectivamente. Pereira (2000), avaliando a produtividade da cultivar Gravatá, obteve resultados semelhantes (8,3 t.ha⁻¹). Oliveira (1999) encontrou produtividades superiores para as cultivares Gigante Curitiba (11,19 t.ha⁻¹), Gravatá (7,57 t.ha⁻¹) e Gigante Roxo (10,94 t.ha⁻¹).

Para peso médio de bulbos comerciais destacou-se cultivar Amaranthe, com 32,28 g; esse resultado difere dos obtidos nos estudos desenvolvidos por Mueller & Biasi (1989), no planalto catarinense, que encontraram peso médio de 10,7 g, e dos encontrados em Prudente de Moraes/MG, por Mascarenhas et al. (1981), que obtiveram peso médio de bulbo de 11,39 g para a mesma cultivar. Zimerer et al. (1988) encontraram, para a cultivar Cateto Roxo, em torno de 26,4 g por bulbo. Já Resende (1997) obteve os seguintes pesos de bulbos para Gigante Roxão, Gigante Roxo e Cateto Roxo, respectivamente: 25,01; 23,52 e 22,63 g.

3.2 EXPERIMENTO II: Características morfológicas, físico-químicas e produtivas de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) do grupo nobre

3.2.1 Características morfológicas

Houve diferença significativa (Teste de F) para a característica altura de plantas, sendo que a cultivar Contestado 12 obteve a maior altura de plantas com 71,83 cm, enquanto a menor altura foi obtida pela cultivar Chonan com 62,17 cm. Biasi & Mueller (1987) relatam que a cultivar Contestado 12 apresenta porte mais elevado que as cultivares Roxo Pérola de Caçador e Chonan.

Macedo (2002) avaliando as cultivares do grupo nobre em Lavras/MG, obteve valores de alturas para as cultivares Roxo Pérola de Caçador (43,0 cm), Contestado 12 (56,0 cm), Chonan (59,0 cm), Caçador 30 (59,0 cm), Caçador 40 (61,0 cm) e Quitéria 595 (65,0 cm) inferiores aos apresentados na Tabela 5. Provavelmente, os valores encontrados por Macedo (2002) foram inferiores devido às condições experimentais terem sido realizado em época diferente da realizada neste estudo.

Tabela 5: Altura de plantas, número de folhas, largura folha e ângulo inserção da folha (grau) para diferentes cultivares de alho. UFLA, Lavras-MG. 2002.

Cultivar	Altura média de plantas (cm)	Número de folhas	Largura folha (cm)	Ângulo inserção folha (graus)
Contestado 12	71,83 a	6,83 b	2,31 a	20,10 a
Caçador 30	69,43 ab	7,26 ab	2,27 a	18,53 a
Quitéria 595	66,86 abc	7,66 ab	2,28 a	19,43 a
R. P.Caçador	66,26 abc	7,00 ab	2,28 a	20,53 a
Caçador 40	65,15 ab	7,00 ab	2,18 a	20,20 a
Chonan	62,16 c	7,83 a	2,14 a	19,76 a
Cv (%)	3,06	4,42	4,54	10,61

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de TUKEY ($p < 0,05$).

A cultivar Chonan apresentou 7,8 folhas enquanto a cultivar Contestado 12 obteve menor número de folhas (6,83 folhas).

Para as características largura de folha e ângulo de inserção da folha não houve diferenças significativas (Tabela 5). Menezes Sobrinho (1997), avaliando estas mesmas características para as principais cultivares de alho produzidas no Brasil, encontrou, para as cultivares Chonan, Roxo Pérola de Caçador e Quitéria 595, resultados concordantes com os obtidos neste estudo. Já Augustin & Garcia (1993), estudando várias cultivares do Sul do Brasil, entre elas as cultivares nobres Roxo Pérola de Caçador, Chonan, Quitéria 595 e Contestado 12, classificaram-nas como sendo de ângulo de inserção intermediário. Cabe ressaltar que o ângulo de inserção das folhas é uma característica que sofre influência das condições ambientais (água, temperatura, etc).

3.2.2 Características físico-químicas

As cultivares diferiram quanto ao teor de sólidos solúveis (Tabela 6), sendo a cultivar Caçador 40 a que alcançou os maiores teores (38,33 %) e a cultivar Quitéria 595, os menores (29,00 %). Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (1987) que avaliando teores de sólidos solúveis totais aos 3 dias de colheita para as cultivares Chonan e Roxo Pérola de Caçador, encontraram os valores de 33,38 e 34,67%, respectivamente.

Para as características acidez total titulável e pH, observou-se que houve diferença estatística entre as cultivares (Tabela 6). As cultivares que apresentaram maiores teores de acidez titulável foram a Caçador 40, com 1,28%, e Quitéria 595, com 1,24%, sendo o menor teor obtido pela cultivar Chonan (0,79%); esses resultados foram semelhantes ao obtido Carvalho et al. (1987), que encontraram, para acidez titulável aos 3 dias de colheita, os valores de 0,82% e 0,90% para cultivares Chonan, Roxo Pérola de Caçador,

respectivamente, diferindo dos valores encontrados de 0,79 e 1,20% para as cultivares Chonan e Roxo Pérola de Caçador.

Tabela 6: Sólidos solúveis, pH, acidez titulável para diferentes cultivares de alho. UFLA, Lavras-MG.2002.

Cultivar	Sólidos solúveis (%)		pH		Acidez titulável (%)	
Caçador 40	38,33	a	6,60	c	1,28	a
R. P. Caçador	36,53	b	6,73	b	1,20	a
Caçador 30	35,50	c	6,74	b	1,20	a
Chonan	33,00	d	6,90	a	0,79	c
Contestado 12	31,00	e	6,73	b	1,09	b
Quitéria 595	29,00	f	6,60	c	1,24	a
Cv (%)	0,71		0,43		2,66	

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de TUKEY ($p < 0,05$).

3.2.3 Produção

A cultivar Chonan, com produção comercial de $9,82 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, destacou-se como a mais produtiva, sendo que a menor produtividade foi apresentada pela cultivar Contestado 12, com $6,87 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Esse resultado foi superior ao obtido por Biasi & Mueller (1987) para a cultivar Chonan ($9,08 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Trevisan et al (1996), avaliando as cultivares Chonan em Santa Maria/RS (27/04, 18/05 e 14/07/84), obtiveram 6,87; 9,00 e $4,17 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, respectivamente; já para a cultivar Roxo Pérola de Caçador, os autores encontraram que a melhor época foi o plantio em 18/05, com produtividade de $9,95 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, semelhante à apresentada pela Tabela 7.

Pereira (2000), avaliando a cultivar Roxo Pérola de Caçador, obteve produção de $6,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, inferior à apresentada na Tabela 7. Trani et al. (1989) também encontraram produtividade inferior ($8,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) para a cultivar Roxo Pérola de Caçador.

Tabela 7: Rendimento total e comercial e peso médio de bulbo de alho. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Cultivar	Rendimento comercial (t.ha ⁻¹)	Peso médio de bulbo (g)
Quitéria 595	8,06 ab	24,08 ab
R. P. Caçador	9,58 ab	28,61 ab
Caçador 30	8,32 ab	24,84 ab
Caçador 40	7,21 ab	21,54 ab
Chonan	9,81 a	29,31 a
Contestado 12	6,87 b	20,53 b
Cv (%)	11,95	11,89

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de TUKEY ($p < 0,05$).

A cultivar Quitéria 595 apresentou 8,06 t.ha⁻¹ (Tabela 7). Trevisan et al. (1996), avaliando três épocas de plantio para a cultivar Quitéria 595 em Santa Maria/RS, obtiveram uma produção média de 11,4 t.ha⁻¹. Essa cultivar, segundo Biasi & Mueller (1989), apresenta produtividade, em pesquisa, em torno de 10,0 a 14,0 t.ha⁻¹, e média a alta predisposição ao pseudoperfilhamento, dependendo do clima, adubação, irrigação, peso do bulbilho plantado, espaçamento e da época de plantio.

Para peso médio de bulbo, a cultivar que apresentou o maior peso foi a Chonan, com 29,31 g, sendo que o menor peso foi atribuído à cultivar Contestado 12, com 20,53 g; esse valor difere também do obtido por Biasi & Mueller (1987), que encontraram valores de 25,0; 28,9 e 31,3g para as cultivares Chonan, Roxo Pérola de Caçador e Contestado 12, respectivamente. Macedo (2002) encontrou peso médio de bulbo para as cultivares Caçador 30, Chonan, Contestado 12, Caçador 40, Quitéria 595, Roxo Pérola de Caçador de 21,4; 25,1; 25,8; 30,8; 32,9; e 33,4 gramas por bulbo, respectivamente.

3.3 Similaridade morfológica

A matriz das distâncias morfológicas (Tabela 8) fornece a percentagem de similaridade entre todas as doze cultivares de alho analisadas, a qual é ilustrada no dendrograma da Figura 2.

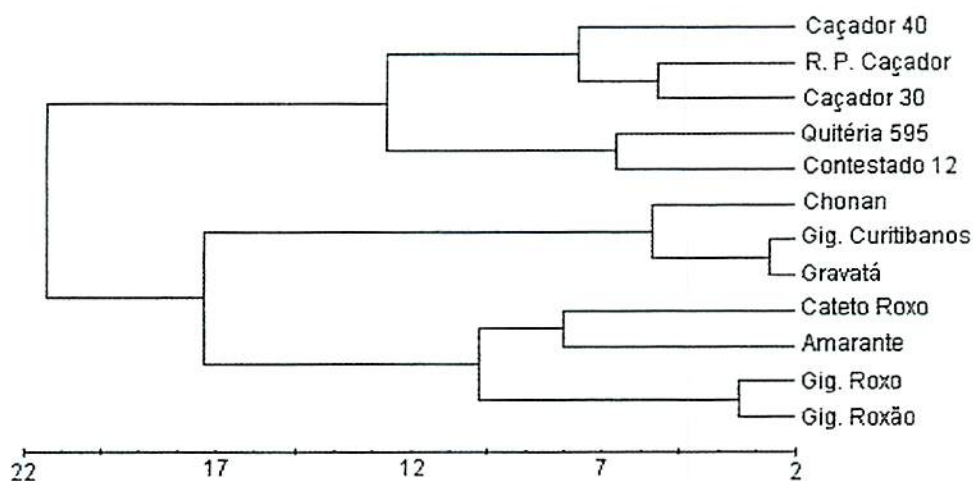


Figura 2: Dendrograma das distâncias morfológicas entre as 12 cultivares de alho, geradas pelo programa STATISTICA 5.0.

Tabela 8: Matriz de distâncias euclidianas entre as doze cultivares de alho analisadas. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG, 2002.

	Glg. Roxão	Amarante	Glg. Roxo	Gravatá	Glg. Curtilbanos	Cateto Roxo	Contestado 12	Caçador 30	Quitéria 595	R. P. Caçador	Caçador 40	Chonan
Glg. Roxão												
Amarante	10,090											
Glg. Roxo	3,453	7,928										
Gravatá	7,403	11,995	5,463									
Glg. Curtilbanos	9,509	11,983	6,895	2,659								
Cateto Roxo	7,628	8,024	6,267	8,267	9,224							
Contestado 12	8,612	17,040	10,320	11,167	13,028	15,755						
Caçador 30	8,194	13,146	8,116	9,679	10,677	13,607	7,025					
Quitéria 595	8,211	15,012	7,874	5,728	7,110	12,712	6,626	7,106				
R. P. Caçador	8,194	9,057	6,163	8,083	8,204	10,300	11,596	5,566	9,031			
Caçador 40	8,434	14,302	9,293	10,708	12,268	12,330	9,980	6,430	9,909	7,760		
Chonan	10,228	11,252	7,560	5,474	4,371	9,887	13,583	9,130	8,304	5,596	10,281	

Por meio do dendrograma (Figura 2) das características morfológicas avaliadas nos experimentos I e II, observa-se que houve a formação de dois grupos, sendo o primeiro constituído pelas cultivares Caçador 40, R. P. Caçador, Caçador 30, Quitéria 595 e Contestado 12, que são consideradas nobres e provenientes do Sul do Brasil; e o segundo grupo formado pelas cultivares Gig. Roxão, Gig. Roxo, Amarante, Cateto Roxo, Gravatá, Gig. Curitibanos, que são alhos do grupo semi-nobre, cultivados em Minas Gerais. Foi também inserida nesse grupo a cultivar Chonan, que pertence ao grupo dos alhos nobres.

Foi observado que as características morfológicas são influenciadas pelas condições edafoclimáticas e que uma cultivar pode apresentar diferenças quando analisada somente por seu atributo morfológico. Para a cultura do alho, verifica-se que o grau de acúmulo de viroses também influencia os aspectos visual e produtivo da cultura.

Comparando o dendrograma das características morfológicas (Figura 2) com os resultados obtidos da análise de DNA pela técnica de RAPD, observa-se que houve diferença, pois a técnica molecular agrupou coerentemente as 12 cultivares de alho, separando-os em dois grupos.

Siqueira et al. (1985), trabalhando com isoenzimas e características morfológicas de 72 introduções de alho (*Allium sativum* L.), conseguiram agrupar essas cultivares em 19 grupos distintos. Já Augustin & Garcia, por meio de isoenzimas, conseguiram agrupar, em 8 grupos, 35 clones nacionais e introduções do Uruguai e Argentina, sendo posteriormente estabelecidos subgrupos com base em características morfológicas e agrônômicas de genótipos de alho. Deve-se atentar para o fato de que as características morfológicas são ferramentas auxiliares no agrupamento de cultivares muito ou pouco semelhantes.

4 CONCLUSÕES

Para as condições em que foi desenvolvido o presente estudo, pode-se concluir que:

- Pelas características de rendimento comercial dos bulbos a cultivar Amarante apresentou-se como a melhor opção entre as demais cultivares do grupo semi-nobre.
- A cultivar Chonan sobressaiu-se com melhor rendimento comercial dentre as cultivares do grupo nobre.
- As características morfológicas e físico-químicas não foram eficientes na seleção de cultivares mais aptas para os grupos nobre e semi-nobre, sendo necessário trabalhar com um maior número de características.
- As matrizes de características morfológicas não agruparam coerentemente as cultivares de alho conforme sua origem.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2002. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2002. 536 p.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 15. ed. Washington, 1990. 2v. 1017 p.

AUGUSTIN, E.; GARCIA, A. Classificação isoenzimática, morfológica e agrônômica de genótipos de alho. Horticultura Brasileira, Brasília. v.11, n.1, p.10-13, mai. 1993.

BIASI, J.; MUELLER, S. Empasc 350: Contestado. Florianópolis. 1987. (Folder n.80)

BIASI, J.; MUELLER, S. Alho Quitéria Catarina. Horticultura Brasileira, Brasília, v.7, n.1, p.44, mai. 1989. (Resumo n. 026).

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas: (1961-1990). Brasília: MARA, 1992. 84 p.

CARVALHO, M. G. de. Viroses de alho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p.41-46, out. 1986.

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, v.26, n.10, p.1679-1684, out. 1991.

CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M.; JUSTE JUNIOR, E. S. G.; LEITE, I. P. Efeito do tipo de cura na qualidade de algumas cultivares de alho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.22, n.7, p.733-740, jul. 1987.

CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G. C.; VILELA, E. A. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, MG. Ciência e Prática, Lavras, v. 4, n. 1, p. 46-55, jan./jun. 1980.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças, fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a Aproximação. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT Agriculture Data. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&language=EN&hostname=apps.fao.org&version=default>> Acesso em: 01 setembro 2002.

FERREIRA, D. F. SisVar: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 1999. (Software estatístico)

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 14.ed. São Paulo: Nobel, 2000. 460 p.

JONES, H. A.; MANN, L. K. Onions and their allies. London: Leonard Hill, 1963. 286 p.

MACEDO, F. S. Produção e qualidade de cultivares de alho Catarinense submetidas à vernalização na região de Lavras. Lavras: UFLA, 2002. 10 p. (Relatório parcial PIBIC/CNPq)

MASCARENHAS, M. H. T.; PADÚA, J. G. de; SATURNINO, H. M.; SOUZA, R. J. de. Competição de cultivares de alho (*Allium sativum* L.), visando maior produtividade-II-Janaúba (MG). Projeto Olericultura. Belo Horizonte, 1981. p.41-46.

MASCARENHAS, M. H. T.; SOUZA, R. J. de; SATURNINO, H. M. Competição de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) visando maior produtividade-I-Prudente de Moraes (MG). Projeto Olericultura. Belo Horizonte, 1981. p.36-40. (Relatório 77/78)

MENEZES SOBRINHO, J. A. de. Cultivo do alho (*Allium sativum*). 3.ed. Brasília: EMBRAPA/CNPq, 1997. 16 p. (Instruções Técnicas, 2)

MENEZES SOBRINHO, J. A.de; CHARCHAR, J.M.; ARAGÃO, F.A.S. Caracterização morfológica de um germoplasma de alho por análises multivariada componentes principais e variáveis canônicas. Horticultura Brasileira, Brasília, v.17, n.2, p.96-101. jul. 1999

OLIVEIRA, C. M. de. Determinação do ponto de colheita em cultivares de alho. 1999. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PENONI, A. S. Modificações na composição química e atividade antibacteriana de duas cultivares de alho (*Allium sativum* L.) durante armazenamento pós-colheita em condições ambientais. 1993. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PEREIRA, A. J. Desenvolvimento e produção de alho submetido a diferentes períodos de vernalização e épocas de plantio. 2000. 66p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

REGINA, M. S. Informações técnicas para a cultura do alho (*Allium sativum* L.). Belo Horizonte. ACAR, 1976.38p.

RESENDE, G. M. de. Desempenho de cultivares de alho no norte de Minas Gerais. Horticultura Brasileira, Brasília. v.15, n.2, p.127-130, nov. 1997.

RESENDE, F. V. Crescimento e absorção de nutrientes, resposta à adubação nitrogenada e qualidade dos bulbos de alho proveniente da cultura de tecidos. 1997. 139 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras: Lavras.

SHIMOYA, C. Anatomia do bulbo do alho (*Allium sativum* L.) durante seu ciclo vegetativo. Revista Ceres, Viçosa, v.17, n.91, p.102-118, jan./mar. 1970.

SILVA, E. C. da.; SOUZA, R. J. de.; SANTOS, V. S. Efeito do método de multiplicação na produção e no armazenamento de cultivares de alho. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.25, n.2, p.281-287, mar./abr. 2001.

SIQUEIRA, W. J.; MEDINA FILHO, H. P.; LISBÃO, R. S.; FORNASIER, J. B. Caracterização isoenzimática e morfológica de clones e introduções de alho. Bragantia, Campinas, v. 44, n. 1, p. 357-374, 1985.

SOUZA, R. J. de.; SATURNINO, H. M.; MASCARENHAS, M. H. T.; LARA, J. F. R. Caracteres morfológicos de 17 cultivares de alho (*Allium sativum* L.) Prudente de Moraes (MG)-1978. Projeto Olericultura. Belo Horizonte, 1981. p.29-33 (Relatório 77/78)

STATSOFT. Statistica for Windows, versão 5.0. 1995. (Software estatístico)

TRANI, P. E.; LISBÃO, R. S.; HIROCE, R. Marcha de absorção de nutrientes pelo alho Roxo Pérola de Caçador cultivado em condições de campo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.7, n.1, mai. 1989. (Resumo, 248).

TREVISAN, J. N.; MARTINS, G. A. K.; SANTOS, N. R. Z. dos. Influência de épocas de plantio e cultivares no rendimento total da cultura do alho (*Allium sativum* L.) em Santa Maria, RS. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.26, n.1, p.29-32, jan./abr., 1996.

ZIMERER, A. J.; RIBEIRO, L. G.; COELHO, R. J. Comportamento de cultivares de alho em Alegre, ES. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.6, n.2, p.25-26, nov., 1988.

ANEXOS

	Página
TABELA 1: Resumo da análise de variância dos dados referentes a altura de plantas, número de folhas, largura da folha e ângulo da folha das cultivares do grupo semi-nobre. UFLA, Lavras - MG. 2002.....	64
TABELA 2: Resumo da análise de variância dos dados referentes a pH, sólidos solúveis e acidez total titulável das cultivares do grupo semi-nobre. UFLA, Lavras - MG. 2002.....	64
TABELA 3: Resumo da análise de variância dos dados para as variáveis: peso total, peso comercial e peso médio de bulbo para as cultivares do grupo semi-nobre. UFLA, Lavras -MG. 2002.....	65
TABELA 4: Resumo da análise de variância dos dados referentes a altura de plantas, número de folhas, largura da folha e ângulo da folha das cultivares do grupo nobre. UFLA, Lavras - MG. 2002.....	65
TABELA 5: Resumo da análise de variância dos dados referentes a pH, sólidos solúveis e acidez total titulável das cultivares do grupo nobre. UFLA, Lavras - MG. 2002.....	66
TABELA 6: Resumo da análise de variância dos dados para as variáveis: peso total, peso comercial e peso médio de bulbo para as cultivares do grupo nobre. UFLA, Lavras -MG. 2002.....	66

Tabela 1: Resumo da análise de variância dos dados referentes a altura de plantas, número de folhas, largura da folha e ângulo de inserção da folha das cultivares do grupo semi-nobre. UFLA, Lavras - MG. 2002

Fontes de variação	GL	Altura de plantas (cm)	Número de folhas (un.)	Larg. da folha (cm)	Ângulo da folha (graus)
Cultivares	5	17,06*	1,68*	0,049*	28,97*
Blocos	2	1,17	0,15	0,0015	0,64
Erro	10	3,80	0,27	0,011	2,19
CV (%)		3,04	7,53	3,74	5,80
Médias		64,20	6,95	2,86	25,56

* = significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 2: Resumo da análise de variância dos dados referentes a pH, sólidos solúveis e acidez total titulável das cultivares do grupo semi-nobre. UFLA, Lavras - MG. 2002

Fontes de variação	GL	pH	Sólidos solúveis	Acidez total titulável
Cultivares	5	0,068*	25,78*	0,07*
Blocos	2	0,005	0,18	0,003
Erro	10	0,001	0,03	0,0009
CV (%)		0,47	0,53	2,81
Média		6,80	32,80	1,09

* = significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 3: Resumo da análise de variância dos dados para as variáveis: peso total, peso comercial e peso médio de bulbo para as cultivares do grupo semi-nobre. UFLA, Lavras -MG. 2002.

Fontes de variação	GL	Peso comercial (kg.ha ⁻¹)	Peso médio de bulbo (g)
		----- Quadrados médios -----	
Cultivares	5	2.597.709,06*	115,73*
Blocos	2	129.395,98	2,30
Erro	10	598.999,24	53,37
CV (%)		8,35	8,29
Média		9.270,39	27,67

* = significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 4: Resumo da análise de variância dos dados referentes a altura de plantas, número de folhas, largura da folha e ângulo da folha das cultivares do grupo nobre. UFLA, Lavras - MG. 2002

Fontes de variação	GL	Altura de plantas (cm)	Número de folhas (un.)	Larg. da folha (cm)	Ângulo da folha (graus)
		----- Quadrados médios -----			
Cultivares	5	33,964*	0,026*	0,013 ^{ns}	1,815 ^{ns}
Blocos	2	2,456	0,137	0,018	3,8883
Erro	10	4,184	0,195	0,010	0,929
CV (%)		3,06	6,06	4,54	4,88
Média		66,95	7,28	2,24	19,772

ns= não significativo; * = significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 5: Resumo da análise de variância dos dados referentes a pH, sólidos solúveis e acidez total titulável das cultivares do grupo nobre. UFLA, Lavras - MG. 2002

Fontes de variação	GL	pH	Sólidos solúveis	Acidez total titulável
		Quadrados médios		
Cultivares	5	0,366*	33,633*	0,096*
Blocos	2	0,002	0,125	0,0002
Erro	10	0,0008	0,058	0,0009
CV (%)		0,43	0,71	2,66
Média		6,71	34,00	1,13

* = significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 6: Resumo da análise de variância dos dados para as variáveis: peso total, peso comercial e peso médio de bulbo para as cultivares do grupo nobre. UFLA, Lavras -MG. 2002.

Fontes de variação	GL	Peso comercial (kg.ha ⁻¹)	Peso médio de bulbo (g)
		Quadrados médios	
Cultivares	5	4.321.360,08*	38,52*
Blocos	2	1.310.915,94	11,66
Erro	10	988.030,68	8,80
CV (%)		11,95	11,89
Média		8.315,11	24,82

* = significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.