



YOHANNA VASSURA

**ANATOMIA E FISIOLOGIA FOLIAR DE DIFERENTES
GENOTIPOS DE *Allium sativum* L.**

**LAVRAS-MG
2022**

YOHANNA VASSURA

**ANATOMIA E FISIOLOGIA FOLIAR DE DIFERENTES GENOTIPOS DE *Allium*
sativum L.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, área de concentração Botânica Aplicada, para obtenção do título de mestre.

Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro
Orientador

Prof. Dr. Marcio Paulo Pereira
Coorientador

**LAVRAS-MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados
pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Vassura, Yohanna.

Anatomia e fisiologia foliar de diferentes genótipos de *Allium sativum* L. / Yohanna Vassura. - 2022.

36 p.: il.

Orientador(a): Evaristo Mauro de Castro.

Coorientador(a): Marcio Paulo Pereira.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Folha. 2. Fotossíntese. 3. Anatomia. I. de Castro, Evaristo Mauro. II. Pereira, Marcio Paulo. III. Título.

YOHANNA VASSURA

ANATÔMIA E FISIOLOGIA FOLIAR DE DIFERENTES GENOTIPOS DE *Allium sativum* L.

LEAF ANATOMY AND PHYSIOLOGY OF DIFFERENT GENOTYPES OF *Allium sativum* L.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, área de concentração Botânica Aplicada, para obtenção do título de mestre.

APROVADA em 21 de janeiro de 2022.

Dr. Thiago Correa de Souza, UNIFAL

Dra. Juliana de Fátima Sales, IF GOIANO

Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro
Orientador

Prof. Dr. Marcio Paulo Pereira
Coorientador

**LAVRAS – MG
2022**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal de Lavras / Departamento de Biologia e ao Programa de Pós Graduação em Botânica Aplicada pela oportunidade de aprendizado e aperfeiçoamento da minha formação profissional.

Ao laboratório de Anatomia Vegetal do Programa de Pós Graduação em Botânica Aplicada, pelo apoio e boa qualidade que possibilitou o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Ao professor Dr. Evaristo Mauro de Castro pela orientação e pelos ensinamentos essenciais para minha formação.

Ao meu coorientador Dr. Marcio Paulo Pereira pela orientação, ensinamentos, apoio e auxílio durante o projeto de pesquisa.

Ao meu colega e amigo de pesquisa Mateus Vilela, pelos ensinamentos, comprometimento e grande ajuda no projeto de pesquisa.

Agradeço a minha irmã e amiga Aryã Vassura, por todo apoio e motivação que me mantiveram firme durante minha formação.

Agradeço a minha mãe Angelica, irmã Hellora e Primo Luis por sempre incentivarem meus estudos.

Agradeço ao meu companheiro e amigo José Enrico por estar sempre ao meu lado me apoiando e incentivando a continuar.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudos e pelo auxílio no desenvolvimento do projeto.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

RESUMO

O Alho é uma espécie que possui grande importância econômica no Brasil e no mundo, mesmo com a produção nacional, ainda importamos grande quantidade de alho para suprir a demanda do país. Neste sentido estudos anatômicos e fisiológicos das folhas de alho podem ser relacionados com a melhor adaptabilidade dos diferentes genótipos as condições ambientes, possibilitando melhorias no desempenho agrônomo desta espécie. Objetivou-se no presente estudo descrever a anatomia e fisiologia foliar de diferentes genótipos de alho. O experimento foi realizado com a utilização de oito genótipos de alho provenientes da EMBRAPA/CHPH, foram eles Chines Folha Fina, Chonan LV, Gigante Roxo Escuro, Crespo, Amarantes B, Ito LV, Caçador 15 e BRS hozan, cultivados em casa de vegetação com temperatura média de 19,9°C, posteriormente foram realizadas análises de trocas gasosas com auxílio do analisador de gás por infravermelho (IRGA) e análises quantitativas anatômicas onde foi avaliado a lâmina foliar dos genótipos. Entre todos os genótipos analisados os resultados mostram que mesmo cultivados sob as mesmas condições de cultivo os genótipos apresentaram diferenças entre si tanto para a anatomia como para as trocas gasosas, podemos perceber que os genótipos que apresentaram altas taxa fotossintéticas também apresentaram aumentos significativos em seus tecidos fotossintéticos, esses resultados podem indicar genótipos mais adaptados a diferentes condições ambientais.

Palavras-chaves: Folha. Fotossíntese. Anatomia.

ABSTRACT

Garlic is a species that has great economic importance in Brazil and in the world, even with national production, we still import large amounts of garlic to supply the country's demand. In this sense, anatomical and physiological studies of garlic leaves can be related to the better adaptability of different genotypes to environmental conditions, enabling improvements in the agronomic performance of this species. The objective of the present study was to describe the leaf anatomy and physiology of different garlic genotypes. The experiment was carried out using eight garlic genotypes from EMBRAPA/CHPH, they were Chines Folha Fina, Chonan LV, Gigante Roxo Escuro, Crespo, Amarante B, Ito LV, Caçador 15 and BRS hozan, cultivated in a greenhouse. with an average temperature of 19.9°C, gas exchange analyzes were later carried out with the aid of an infrared gas analyzer (IRGA) and anatomical quantitative analyzes where the leaf blade of the genotypes was evaluated. Among all the genotypes analyzed, the results show that even cultivated under the same culture conditions, the genotypes showed differences between them both for anatomy and for gas exchange, we can see that the genotypes that presented high photosynthetic rates also presented significant increases in their tissues. photosynthetic, these results may indicate genotypes more adapted to different environmental conditions.

Keywords: Leaf. Photosynthesis. Anatomy.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Secções transversais do mesofilo da folha do alho, A= Chines Folha Fina; B= Chonan LV; C= Gigante Roxo Escuro; D= Crespo, E=Amarantes B; F=Ito; G= Caçador 15; H= BRS Hozan.....26
- Figura 2 -** Secções paradérmicas da folha do alho (cortes abaxiais), A= Chines Folha Fina; B= Chonan LV; C= Gigante Roxo Escuro; D= Crespo, E=Amarantes B; F=Ito; G= Caçador 15; H= BRS Hozan.....30
- Figura 3 -** Secções paradérmicas da folha (cortes adaxiais), A= Chines Folha Fina; B= Chonan LV; C= Gigante Roxo Escuro; D= Crespo, E=Amarantes B; F=Ito; G= Caçador 15; H= BRS Hozan.....31

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Análise de trocas gasosas em diferentes genótipos de *Allium sativum*, Fotossíntese; Condutância estomática; Carbono interno; Taxa de transpiração; Uso eficiente da água; Relação carbono interno e externo; Teor de clorofila.....21
- Tabela 2** - Análise de variáveis anatômicas em genótipos de *Allium sativum*, cortes transversais. Distância entre feixes das nervuras de maior calibre; Diâmetro de vaso; Área do feixe vascular nervura central; Área de feixe vascular nervura de menor calibre.....22
- Tabela 3** - Análise de variáveis anatômicas em genótipos de *Allium sativum*, cortes transversais. Espessura da epiderme adaxial; Espessura da cutícula adaxial; Distância das células guarda da linha da epiderme abaxial; Espessura da epiderme abaxial.....23
- Tabela 4** - Análise de variáveis anatômicas em genótipos de *Allium sativum*, cortes transversais. Espessura do parênquima paliçádico; Espessura do mesofilo; Área de espaço intercelular do mesofilo; Espessura da cutícula abaxial; Espessura da cutícula abaxial.....25
- Tabela 5** - Análise de variáveis anatômicas em genótipos de *Allium sativum*, cortes paradérmicos. Densidade estomática abaxial; Densidade estomática adaxial; Índice estomático abaxial; Índice estomático adaxial.....27
- Tabela 6** - Funcionalidade estomática da face abaxial e adaxial dos genótipos de alho.....28
- Tabela 7** - Análise de variáveis anatômicas em genótipos de *Allium sativum*, cortes paradérmicos. Diâmetro polar abaxial; Diâmetro polar adaxial; Diâmetro polar abaxial; Diâmetro polar adaxial.....29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEORICO.....	13
2.1	A cultura do alho.....	13
2.2	Anatomia foliar do alho e o ambiente.....	14
2.3	Fisiologia de trocas gasosas.....	15
3	MATERIAL E METODOS	17
3.1	Local de execução.....	17
3.2	Material vegetal.....	17
3.3	Design experimental.....	17
3.4	Condições de crescimento das plantas.....	17
3.5	Anatomia vegetal.....	18
3.6	Análise de trocas gasosas.....	18
3.7	Análise estatística.....	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1	Trocas gasosas.....	20
4.2	Características anatômicas foliares.....	22
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO.....	32
	REFERENCIAIS	33

1. INTRODUÇÃO

O Alho (*Allium sativum* L.) é originário da Ásia Central e possui grande importância econômica e social em diferentes partes do mundo, é muito utilizado como condimento nas cozinhas brasileiras, por possuir característica de sabor e aroma. É cultivado comercialmente em todas as regiões do Brasil, mas são os estados de Goiás, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Minas Gerais e Bahia os principais produtores, mesmo o país tendo condições edafoclimáticas favoráveis, ainda não alcançou a autossuficiência na produção de alho, necessitando de importações (CRUZ, 2017).

Diferentes fatores podem justificar a estagnação do alho brasileiro, do ponto de vista estrutural, a necessidade de investimentos fixos na construção e manutenção de instalações específicas para o processamento pós-colheita do alho é um gargalo para médios e pequenos produtores e a estagnação na área cultivada pode ainda ser atribuída à rentabilidade de culturas concorrentes como o milho e a soja, que disputam terras agricultáveis nas regiões produtoras de alho, e necessitam de investimentos menores para a expansão de novas áreas (BUTA e JUNIOR, 2021).

A atividade agrícola é extremamente dependente de fatores climáticos e mudanças no clima afetam a produção de diferentes maneiras, o aumento da temperatura e modificações nos regimes de chuvas podem ser considerados os principais fatores limitantes para a produtividade agrícola. As práticas agriculturáveis exigem uma atenção especial na relação dos diferentes vegetais com os diversos manejos e com o meio ambiente, o corpo do vegetal está dinamicamente relacionado com essas práticas e a anatomia vegetal tem grande destaque na agricultura, afinal é o corpo do vegetal o seu principal recurso (MENDES e MENDONÇA, 2020).

estudos anatômicos foliares tem-se revelado promissor no âmbito ecológico e agrônômico. Mota et al., (2005) apresenta que a separação ou o agrupamento das cultivares de alho por meio de características morfológicas, anatômicas ou moleculares tem grande importância na indicação das cultivares mais adaptadas às diferentes regiões, observou que o mesmo material cultivado em diferentes regiões 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.

Gama et al., (2017) mostra que as folhas também se modificam frente ao ambiente que são expostas, variando sua área, espessura, forma, concentração de nutrientes e capacidade de trocas gasosas de forma a ajustá-las de acordo com a fotossíntese líquida e assim garantir uma alta condutância hidráulica, aumentando a produtividade da cultivar. Segundo Cruz (2017), a caracterização fisiológica e anatômica dos diferentes genótipos de alho, agrupando-as de acordo com as características comuns a cada grupo pode ajudar na melhor compreensão dessa cultura, esses dados são essenciais para aumentar a produtividade dessa cultivar no Brasil.

Para o alho, existem estudos que associam as modificações morfofisiológicas com as condições climáticas em que as plantas estão expostas (CRUZ, 2017). E outros que associam o rendimento agrônomo relacionado com a morfologia e qualidade dos bulbos (ANDRADE JÚNIOR et al., 2019; RESENDE et al., 2013) são necessárias mais pesquisas que verifiquem a possibilidade de utilizar as características anatômicas e fisiológicas das folhas e relaciona-las com a melhor adaptabilidade dos diferentes genótipos as condições que estão expostos, estudos nesse sentido são importantes para a caracterização da espécie. Com isso o objetivo do trabalho foi avaliar as modificações anatômicas e fisiológicas das folhas de oito genótipos alho, procurando compreender quais genótipos apresentam maior adaptabilidade as condições de cultivo em que estavam expostos, e quais apresentaram características de tolerância a determinadas condições de cultivo, como por exemplo a seca.

2. REFERENCIAL TEORICO

2.1 A cultura do alho

O alho é uma das mais importantes hortaliças no Brasil, é cultivado na maioria das regiões brasileiras e sua importância tem aumentado sensivelmente nos últimos anos. A produção anual do Brasil no ano de 2020 foi de 155 mil toneladas, produzidos em 12,2 mil hectares com rendimento de 12 t/ha com valor de produção igual a R\$1.631.920,00 (IBGE, 2020). Isso coloca o alho como uma das hortaliças mais importantes em termos econômicos no Brasil. O Brasil importou no ano de 2020 cerca de 193 mil toneladas de alho provenientes, principalmente, da Argentina e da China, sendo que nos últimos três anos o volume importado pelo Brasil variou de 159 mil a 165 mil toneladas, ou seja, em torno de 55% do consumo nacional (GIEHL et al., 2021).

O Brasil tem capacidade de elevar sua produção para suprir a demanda interna e até mesmo tornar-se exportador do produto. Um dos aspectos para alcançar tal êxito é a avaliação do maior número possível de cultivares, objetivando-se estabelecer as mais promissoras para cada região e para cada época de cultivo. Todavia não basta apenas o rendimento quantitativo, pois é essencial desenvolver pesquisas que identifiquem as cultivares e técnicas que produzam bulbos com baixa incidência de defeitos (RESENDE et al., 2013).

São importantes estudos comparativos de diferentes genótipos para a caracterização da espécie, pois podem indicar uma possível adaptação de alguns genótipos às condições diferentes que ocorrem no ambiente, e indicar as características de genótipos mais estáveis. Escolher genótipos com altos níveis de produtividade e altos teores de proteína é o principal objetivo dos programas de melhoramento. No entanto a interação genótipos x ambientes é um dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou na fase de recomendação de cultivares, essa interação pode ser reduzida fazendo uso de cultivares específicas para cada ambiente, ou utilizando cultivares com grande adaptabilidade e uma boa estabilidade (MARQUES et al., 2011).

Segundo Santos, (2020) tivemos muitos eventos de domesticação dessa espécie, e que por consequência da sua reprodução ser por meio de propagação vegetativa, os clones possuem um alto grau de diversidade fenotípica, devido as mutações ou a plasticidade fenotípica que essa cultura possui, com isso um mesmo genótipo ou clone vai apresentar variações morfológicas decorrentes dos fatores ambientais como por exemplo clima, umidade e solo.

Assim o conhecimento da interação entre os genótipos e o ambiente permite avaliar a estabilidade de cultivares nos diversos ambientes onde se deseja que sejam introduzidas, permite ainda avaliar os potenciais produtivos de cada genótipo e suas possíveis limitações em cada ambiente. (MORA; PUPIM-JUNIOR; ALBERTO, 2007).

2.2 Anatomia foliar do alho e o ambiente

O Alho (*Allium sativum* L.) é uma planta herbácea pertencente à família Amaryllidaceae. Suas folhas são recobertas por uma camada de cera que as protege do ataque de diversas doenças, a epiderme apresenta duas faces, a face adaxial e face abaxial, e ambas apresentam estômatos. As folhas do alho são isolaterais, ou seja, elas apresentam parênquima paliçádico nas duas faces, tornando mais favorável a exposição dos cloroplastos a luz, o parênquima lacunoso é presente com espaços intercelulares bem desenvolvidos que possibilita as trocas gasosas entre o meio interno e externo da folha, os feixes vasculares são colaterais e há a presença de colênquima como tecido de sustentação (VASSURA, et al., 2020).

As folhas são órgãos vegetativos com grande variedade de características morfológicas, anatômicas e fisiológicas, de forma geral, expressam as condições ambientais de seu habitat (SOMAVILLA; GRACIANO-RIBEIRO, 2011). Essas estruturas apresentam diversas alterações para aprimorar a adaptabilidade aos diversos ambientes, porque são os órgãos mais expostos as condições aéreas e são mais sujeitas as mudanças de ambiente do que os outros órgãos. Essas mudanças resultam em respostas morfológicas como comprimento, espessura e largura, e em respostas anatômicas, como na superfície da folha na epiderme, no mesofilo, nas regiões dos parênquimas paliçádico e lacunoso, espaços intercelulares, esclerênquimas e vasos (DIAS, 2019).

Avaliações na anatomia da folha, como a densidade de estômatos, são essenciais para a compreensão da troca de gases entre a atmosfera e plantas, essas informações são relevantes, principalmente nos cenários de mudanças climáticas que vivemos hoje, considerando o aumento das concentrações de dióxido de carbono, bem como outros impactos (DIAS, 2019).

Fatores ambientais influenciam diretamente a anatomia foliar, e o estudo da anatomia foliar de cultivares podem indicar características que a plantas tem, como tolerância a diferentes condições ambientais, tolerância à seca, radiação, ou mesmo demais estresses como o alagamento, promovendo modificações na espessura do mesofilo, nos tecidos vasculares, na espessura da epiderme, na espessura da cutícula, na densidade e demais características estomáticas para a tolerância a essas condições (RIBEIRO et al., 2012).

Atualmente tem-se encontrado poucos trabalhos que caracterizem dados anatômicos foliares na literatura para a cultura do alho, são dados interessantes porque vão influenciar diretamente no desenvolvimento das plantas e por consequência na produtividade, que pode variar muito com o tipo de ambiente ao qual essas plantas estão expostas. Cruz, (2017) avaliou características morfofisiológicas das folhas de três cultivares de alho, em diferentes épocas de cultivo e concluiu que essas características estão relacionadas com a interação entre os fatores cultivar, vernalização, época de plantio e ambiente. Mota et al, (2005) estudou seis cultivares de alho e avaliou a similaridade morfológica entre elas, chegou à conclusão que avaliar apenas as características morfológicas das cultivares não foi eficiente para a seleção das mais aptas para os grupos nobres e seminobres.

2.3 Fisiologia das trocas gasosas

No que se refere as trocas gasosas, sabe-se que o influxo de CO₂ ocorre necessariamente por meio dos estômatos no processo fotossintético ocorrendo também o efluxo de água, por meio da transpiração, sendo o movimento estomático o fundamental mecanismo de controle das trocas gasosas nas plantas superiores. Assim, a indisponibilidade hídrica no solo pode ocasionar o fechamento estomático limitando a condutância estomática e a transpiração, o que diminui, por consequência, a taxa de fotossíntese (SILVA et al., 2010).

Destaca-se ainda que a transpiração é o principal mecanismo incluído na regulação da temperatura foliar devido às baixas aberturas estomáticas e, por isso, acontece uma diminuição da transpiração foliar e um aumento da temperatura da folha, por consequência da redução da dissipação do calor latente sinalizando que a capacidade de refrigeração das plantas diminui via transpiração (DA SILVA et al., 2015).

Entre os eventos fisiológicos mais afetados pelas condições ambientais, está a fotossíntese, que ganhou atenção em estudos visando a seleção de espécies ou variedades adequadas para ambientes mais agressivos, por ser a principal fonte de carbono orgânico e energia para o crescimento e produção de biomassa de plantas (SOUSA et al., 2012). Sendo assim é de extrema importância estudos que visem relacionar o comportamento fisiológico de diferentes genótipos com o local onde essas plantas estão sendo cultivadas e as características ambientais.

Temos para a cultura do alho estudos onde os autores avaliam as trocas gasosas com a produtividade da cultura. O pesquisador Oliveira, (2010) avaliou a ecofisiologia de vinte

subamostras de alho em diferentes estágios da cultura, as vinte subamostras apresentaram diferentes comportamentos quanto ao crescimento e produtividade, mas com relação as análises de trocas gasosas apenas a taxa de transpiração e o uso eficiente da água foram eficazes para diferenciar as subamostras, segundo o autor essas variáveis não apresentam correlações com a produtividade total.

No trabalho de Oliveira, (2020) onde o autor avaliou o efeito do manejo da irrigação na produtividade e na eficiência de uso de água no cultivo do alho Ito do grupo roxo nobre, concluiu que utilizar o método de manejo de irrigação com déficit hídrico controlado no cultivo de alho foi efetivo, mesmo que tenha influenciado no comportamento fisiológico planta, por que mesmo o mais alto nível de estresse não afetou a produtividade comercial de forma significativa. Isso pode ser um indicativo de que a cultivar de alho Ito do grupo roxo nobre é resistente ao déficit hídrico, sendo uma cultivar interessante para ambientes mais agressivos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de execução

O ensaio foi instalado no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizado na Fazenda Palmital, no município de Ijaci, Minas Gerais, no dia 22 de maio 2019. As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia, situados na UFLA.

3.2 Material vegetal

Os materiais vegetais foram referentes à oito genótipos de alho, sendo eles os genótipos Chinês Folha Fina, Chonan LV, Gigante Roxo Escuro, Crespo, Ito LV, Amarantes B, Caçador 15 e BRS hozan, provenientes da Embrapa hortaliça. Estes genótipos foram cultivados em cultivo protegido com tela antiafídio, com o objetivo de replicar os bulbos livre de vírus, oriundos da EMBRAPA/CHPH. O material vegetal para análise anatômica foi coletado em setembro de 2019, na fase vegetativa do ciclo da cultura antes do florescimento, no mesmo dia foram feitas as análises de trocas gasosas.

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados com quatro repetições (plantas) e oito genótipos. Cada parcela foi composta por quatro linhas de 10 m, espaçadas em 20 cm e com 10 cm entre plantas, totalizando 400 plantas por parcela de cada genótipo.

3.4 Condições de cultivo

O município de Ijaci está localizado no sul de Minas Gerais e apresenta clima Cwb - subtropical de altitude, com verões chuvosos e invernos frios e secos segundo a Köppen e Geiger. A precipitação média anual da cidade é em torno de 1486 mm, com uma temperatura média anual de 19.9 °C. (INMET, 2020).

As plantas foram cultivadas em canteiros diretamente no solo em cultivo protegido com tela antiafídio, o método de irrigação utilizado foi por gotejamento, o solo é latossolo vermelho com textura muito argilosa. A adubação de plantio utilizada foi de 150g de Superfosfato

Simples, 10g de cloreto de potássio e 15 g de sulfato de amônio, aplicados por metro linear. A adubação de cobertura foi de 10 g/m⁻¹ linear de uma mistura 2:1 (sulfato de amônio: cloreto de potássio).

3.5 Análise de trocas gasosas

As medições das trocas gasosas foram registradas utilizando um analisador de gás por infravermelho (IRGA) modelo LI-6400XT (Li-COR Biosciences, Lincoln, Nebraska, EUA), equipado com uma câmara 6 cm² e fonte artificial de luz LED vermelha / azul (LI6400-02B, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA). Essas medições foram feitas na quarta folhas totalmente expandida das plantas de alho, realizadas entre as 08:00 e as 11:00 da manhã e a densidade do fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) foi padronizada em 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. O déficit de pressão de vapor na folha foi de 1,63 kPa, e, o fluxo da bomba foi de 500 $\mu\text{mol s}^{-1}$ e a temperatura do bloco foi de 28,26 °C. Além disso, a função mixer do equipamento foi utilizada para fornecer 380 ppm de CO₂ durante as análises. A taxa líquida de fotossíntese (A), condutância estomática ao vapor d'água (gsw) e taxa de transpiração (E) foram avaliados, e o uso eficiente da água (WUE) foi calculado dividindo A por E.

3.6 Análise quantitativa anatômica

Para a avaliação anatômica as folhas (4^o folha a partir do ápice da planta) foram coletadas três meses após o plantio e fixadas em FAA 70% por 3 dias. As secções paradérmicas foram feitas manualmente com auxílio de lâmina de aço, posteriormente foram submetidas ao processo de clarificação com hipoclorito de sódio a 50% e depois lavadas em água destilada. As secções foram coradas com safranina, e posteriormente montadas em lâminas semipermanentes com glicerina a 50% (KRAUS; ARDUIN, 1997).

Para as secções transversais o material foi desidratado com concentrações crescentes de etanol (70, 80, 90 e 100%) em intervalos de 2 horas à temperatura ambiente de acordo com Johansen (1940), com modificações. Em seguida, o material foi imerso em solução de pré infiltração, composta por etanol 100% e resina base (1:1), segundo as instruções do fabricante (Kit Historesina Leica) por 24 horas. Após esse período, prosseguiu-se à infiltração em resina base, por mais 24 horas a 4 °C. A polimerização foi realizada em estufa a 50 °C por 12h seguindo a instruções do fabricante (Hidroxietilmetacrilato, Leica, Heidelberg, Alemanha). As

secções foram realizadas em micrótomo rotativo semiautomático Yidi YD-335 (Jinhua Yidi Medical Appliance CO., LTD, Zhejiang, China), em seguida, corados em solução de Azul de Toluidina 1% pH 6,7 (FEDER; O'BRIEN, 1968).

As lâminas foram observadas em um microscópio com uma câmera acoplada a um sistema de captura (Eclipse E100-LED; Nikon, Tóquio, Japão) sendo digitalizadas para posterior análise de software de análise de imagem (ImageJ).

As características anatômicas avaliadas para as secções transversais foram: espessura do mesofilo, espessura do parênquima paliçádico, distância entre feixes das nervuras de menor calibre, distância entre feixes das nervuras de maior calibre, área de espaço intercelular do mesofilo, área de espaço intercelular da nervura central, diâmetro de vaso, área do feixe vascular nervura central, área de feixe vascular nervura de menor calibre, distância das células guardas da linha da epiderme adaxial, espessura da epiderme adaxial, espessura da cutícula adaxial, distância das células guarda da linha da epiderme abaxial, espessura da epiderme abaxial e espessura da cutícula abaxial. Para as secções paradérmicas abaxial e adaxial foi avaliada a densidade estomática e densidade de células epidérmicas.

3.7 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Sisvar 5.0. Os dados de trocas gasosas e anatômicos (transversais e paradérmico), foram testados quanto a sua normalidade e em seguida submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, com 5% de significância (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Trocas gasosas

Entre os oito genótipos analisados quatro genótipos apresentaram maior taxa fotossintética, chinês folha fina, chonan lv, gigante roxo escuro e o crespo. Os Genótipos amarantes B, Ito 1v, caçador 15 e BRS hozan apresentam as menores taxas fotossintéticas (Tabela 1). A fotossíntese está relacionada à entrada de energia para as plantas, é um mecanismo indispensável para o crescimento do vegetal, sendo relacionada diretamente à estrutura das folhas dos vegetais.

Em relação a condutância estomática os genótipos brs hozan, caçador 15 e ito 1v, apresentaram as menores condutâncias estomáticas e o genótipo chonan lv também apresenta menor condutância estomática apesar de apresentar maior taxa fotossintética (Tabela 1). As taxas fotossintéticas das plantas podem ser maiores de acordo com o aumento da condutância estomática, como podemos observar na tabela 1, esse aumento na condutância está ligado a um aumento na abertura estomática o que por consequência resulta em uma maior taxa de transpiração (GAMA, 2015).

Em relação a transpiração observamos que de maneira geral os genótipos que apresentaram maior taxa fotossintética também foram os que apresentaram maior taxa de transpiração, exceto o genótipo chonan lv, que apesar de apresentar uma maior taxa fotossintética apresentou uma menor taxa de transpiração. O genótipo Amarantes b também apresentou resultado semelhante, no entanto, esse genótipo apresentou menor taxa de fotossíntese e maior taxa de transpiração. A relação entre a assimilação de CO₂ e a transpiração é um indicador da eficiência do uso da água (GAMA, 2015). Podemos observar que o uso eficiente da água foi maior para três genótipos que apresentaram maior taxa fotossintética, gigante roxo escuro e chonan lv e crespo, já os genótipos que apresentaram menor taxa fotossintética, de maneira geral também foram os que apresentaram um menor uso eficiente da água.

Segundo Magalhães, Albuquerque e Viana (2012) plantas com menor condutância estomática, possuem melhor eficiência no uso da água, esse comportamento pode ser observado no genótipo chonan lv, que foi o único genótipo a apresentar uma menor condutância estomática e maior uso eficiente da água, conseqüentemente perde menos água por abertura estomática e com isso tem uma baixa taxa de transpiração (tabela 1).

A relação carbono intercelular e carbono extracelular apresentou relação inversa com a taxa fotossintética. Os genótipos de alho que apresentaram maior taxa fotossintética apresentaram menor relação carbono intercelular e carbono extracelular.

Tabela 1. Análise de trocas gasosas em diferentes genótipos de *Allium sativum*

Genótipos	A	gs	CI	E	UEA	Ci/Ca
chines folha fina	6,0000 a	0,435 a	353,2975 b	7,2750 a	0,8175 b	0,905 b
chonan lv	7,8400 a	0,345 b	349,56 b	6,100 b	1,2800 a	0,895 b
gigante roxo escuro	9,0175 a	0,4500 a	337,83 c	7,5175 a	1,1900 a	0,875 b
crespo	7,595 a	0,475 a	347,0025 b	7,3875 a	1,0275 a	0,900 b
amarantes B	5,2175 b	0,3775 b	341,0975 c	6,825 a	0,755 b	0,905 b
lto lv	3,2900 b	0,3300 b	371,74 a	5,805 b	0,5225 b	0,9400 a
caçador 15	3,2875 b	0,300 b	363,8875 a	5,1025 b	0,6125 b	0,9275 a
BRS hozan	2,5925 b	0,3425 b	369,2225 a	5,805 b	0,435 b	0,9400 a

As médias que apresentaram letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$); A= Fotossíntese ($\text{mmolCO}_2\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs= Condutância estomática; CI= Carbono interno; E= Taxa de transpiração; UEA= Uso eficiente da água; Ci/Ca= Relação carbono interno e externo.

4.2 Características anatômicas foliares

Verificou-se que não houve diferença estatística entre as cultivares para as seguintes características: Distância entre feixes das nervuras de maior calibre (DFN+C), diâmetro de vaso (DV), área do feixe vascular nervura central (AFV), espessura da epiderme adaxial (EEAD), espessura da cutícula adaxial (ECAD), distância das células guarda da linha da epiderme abaxial (DCGAB), espessura da epiderme abaxial (EEAB) e para a variável área de feixe vascular nervura de menor calibre (AFVN-C) houve diferença estatísticas apenas para o genótipo BRS hozan (Tabelas 2, 3 e Figura 1).

Tabela 2. Análise de variáveis anatômicas em genótipos de *Allium sativum*, cortes transversais.

Genótipo	DFN+C	DV	AFV	AFVN-C
Chines Folha Fina	720,79 ± 56,59a	31,69 ± 2,99a	14956,06 ± 2481,31a	11635,34 ± 428664b
Chonan Lv	627,56 ± 131,35a	39,35 ± 2,01a	16279,55 ± 683,39 a	10898,60 ± 2213,49b
Gigante roxo escuro	743,25 ± 27,91a	37,87 ± 3,01a	17008,67 ± 1415,55a	9534,74 ± 1903,1b
Crespo	699,37 ± 186,86a	35,50 ± 1,84a	13726,68 ± 1517,32a	10007,71 ± 1677,40b
Amarantes b	816,51 ± 88,07a	35,97 ± 5,58a	16621,24 ± 2329,89a	13721,44 ± 2773,07b
Ito Lv	771,42 ± 209,50a	28,78 ± 3,43a	11176,36 ± 1420,29a	8061,53 ± 483,1b
Caçador 15	776,25 ± 84,41a	35,19 ± 3,41a	14092,34 ± 1201,58a	10904,31 ± 3147,87b
BRS hozan	834,68 ± 67,75a	33,09 ± 1,03a	9242,02 ± 1586,62a	18256,33 ± 3086,69a

As médias que apresentaram letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$); DFN+C= distância entre feixes das nervuras de maior calibre; DV= diâmetro de vaso; AFV= área do feixe vascular nervura central; AFVN-C= área de feixe vascular nervura de menor calibre.

Tabela 3. Análise de variáveis anatômicas em genótipos de *Allium sativum*, cortes transversais.

Genótipo	EEAD	ECAD	DCGAB	EEAB
Chines Folha Fina	22,12 ± 3,33a	7,46 ± 1,08a	14,85 ± 2,33a	15,22 ± 1,41a
Chonan Lv	19,84 ± 3,68a	6,20 ± 0,88a	9,77 ± 0,85a	19,29 ± 0,74a
Gigante roxo escuro	23,30 ± 2,07a	9,58 ± 0,81a	17,67 ± 1,41a	19,94 ± 1,91a
Crespo	25,96 ± 2,54a	9,65 ± 0,97a	15,48 ± 1,15a	16,36 ± 1,19a
Amarantes b	22,54 ± 3,05a	8,24 ± 1,17a	15,52 ± 2,08a	17,60 ± 1,44a
Ito Lv	16,51 ± 1,80a	5,11 ± 0,67a	14,10 ± 1,72a	17,45 ± 3,33a
Caçador 15	19,59 ± 2,13a	7,60 ± 0,67a	10,75 ± 0,97a	18,18 ± 3,12a
BRS hozan	25,34 ± 2,57a	8,66 ± 1,19a	17,58 ± 0,62a	19,01 ± 2,25a

As médias que apresentaram letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Scott Knot ($p < 0,05$); EEAD= espessura da epiderme adaxial; ECAD= espessura da cutícula adaxial; DCGAB= distância das células guarda da linha da epiderme abaxial; EEAB= espessura da epiderme abaxial.

Entre os oito genótipos analisados os resultados nos mostram que mesmo cultivados sob as mesmas condições de cultivo (adubação, irrigação, solo, temperatura), os genótipos apresentam diferenças na sua estrutura anatômica e trocas gasosas. Os genótipos Chines folha fina, Chonan Lv, Gigante roxo escuro e Crespo de uma maneira geral tiveram as maiores médias para suas variáveis anatômicas sendo elas área do espaço intercelular do mesofilo, espessura do parênquima paliçádico, espessura da cutícula abaxial e espessura da cutícula adaxial, nas taxas de trocas gasosas os mesmos genótipos tiveram as maiores médias para a taxa fotossintética, podemos observar esses dados nas tabelas 1, 4 e 5.

As maiores espessuras de parênquima paliçádico podem estar relacionadas à maiores taxas fotossintéticas, um aumento deste tecido pode proporcionar uma maior fixação de CO₂ (GAMA, 2015). Podemos observar na tabela 4 que os genótipos Chonan LV e Gigante roxo escuro tem maiores espessuras do parênquima paliçádico e quando observamos a taxa fotossintética (tabela 1) os mesmos genótipos se destacam por apresentarem as maiores taxas. Quando observamos o genótipo Amarantes b apesar de ter a maior espessura do parênquima paliçádico, ele não está entre os genótipos com maiores taxas fotossintéticas. Os genótipos Crespo e Chines folha fina apesar de estarem entre os genótipos com as maiores taxas fotossintética, não apresentam uma espessura do parênquima paliçádico tão significativa. Já os genótipos Ito, Caçador 15 e BRS hozan apresentam as taxas fotossintéticas baixas e as menores espessuras do parênquima paliçádico, esses parâmetros podem indicar uma baixa fixação de CO₂ em comparação aos outros genótipos.

Em relação a espessura do mesofilo de maneira geral os genótipos que apresentaram as menores taxas fotossintéticas também foram os que apresentaram as menores espessuras do mesofilo, exceto o genótipo Amaranthe b. Segundo Cruz (2017), a lâmina foliar mais espessa de algumas espécies pode promover uma maior eficiência no uso da água, e menor transpiração sob alta incidência de radiação solar. Observamos esse comportamento no genótipo Chonan LV, esse genótipo apresenta uma maior espessura do parênquima paliçádico, um maior uso eficiente da água porém uma menor taxa de transpiração. O aumento do número de camadas do parênquima paliçádico é proporcionado com o aumento da luminosidade. (NOVELLI et al., 2015).

Os genótipos Chines folha fina, Chonan LV e Crespo apresentaram maiores áreas de espaços intercelulares e os mesmos genótipos tiveram altas taxas fotossintéticas, os espaços intercelulares bem desenvolvidos possibilitam as trocas gasosas entre o meio interno da folha e o ambiente, pois aumenta a área de superfície do mesofilo exposta a esses espaços intercelulares o que faz aumentar a área de dissolução de CO₂. (TERASHIMA et al., 2011). O genótipo Caçador 15 está entre os genótipos com maiores áreas de espaços intercelulares, porém, ele não apresentou uma alta taxa fotossintética, mas em contrapartida ele está entre os três genótipos com melhor relação CI/CA, a fotossíntese depende de diversos fatores e sua queda tem diferentes efeitos na plantas, um menor consumo de CO₂ causa uma queda na taxa fotossintética o que por consequência pode causar um aumento no carbono interno e externo da folha, essa diminuição da taxa fotossintética pode estar relacionada a causas internas como no aparelho fotossintético como causas externas.

Uma cutícula mais espessada pode reduzir a perda de água excessiva por transpiração, sendo assim um importante mecanismo de tolerância as condições em que a planta pode estar exposta (GAMA, 2015). Observamos que para a face abaxial os genótipos Chines folha fina, Gigante roxo escuro, Crespo, Amaranthes b e Brs hozan apresentaram uma cutícula mais espessa em relação aos outros genótipos analisados (tabela 4).

Tabela 4. Análise de variáveis anatômicas em genótipos de *Allium sativum*, cortes transversais.

Genótipo	EPP	EM	AEIM	ECAB	ECAD
Chines Folha Fina	59,41 ± 3,20b	843,51 ± 22,84b	397296,14 a	9,48 ± 1,68a	7,46 ± 1,08a
Chonan Lv	64,21 ± 7,88a	803,35 ± 40,13b	474315,39 a	5,02 ± 0,88b	6,20 ± 0,88a
Gigante roxo escuro	62,64 ± 5,83a	884,99 ± 44,06a	329008,32 b	9,76 ± 1,50a	9,58 ± 0,81a
Crespo	51,01 ± 4,20b	983,26 ± 62,89a	473966,36 a	10,29 ± 0,50a	9,65 ± 0,97a
Amarantes b	75,12 ± 5,15a	940,11 ± 72,16a	343058,04 b	9,04 ± 1,24a	8,24 ± 1,17a
Ito Lv	50,56 ± 3,79b	556,73 ± 37,50d	254399,27 b	5,83 ± 0,45b	5,11 ± 0,67a
Caçador 15	50,40 ± 5,43b	810,21 ± 36,12b	443827,59 a	6,79 ± 1,33b	7,60 ± 0,67a
BRS hozan	54,20 ± 2,97b	623,80 ± 19,63d	254915,50 b	8,81 ± 1,18a	8,66 ± 1,19a

As médias que apresentaram letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Scott Knot ($p < 0,05$); EPP= espessura do parênquima paliçádico; EM= espessura do mesofilo, AEIM= área de espaço intercelular do mesofilo; ECAB= espessura da cutícula abaxial; ECAD= espessura da cutícula abaxial

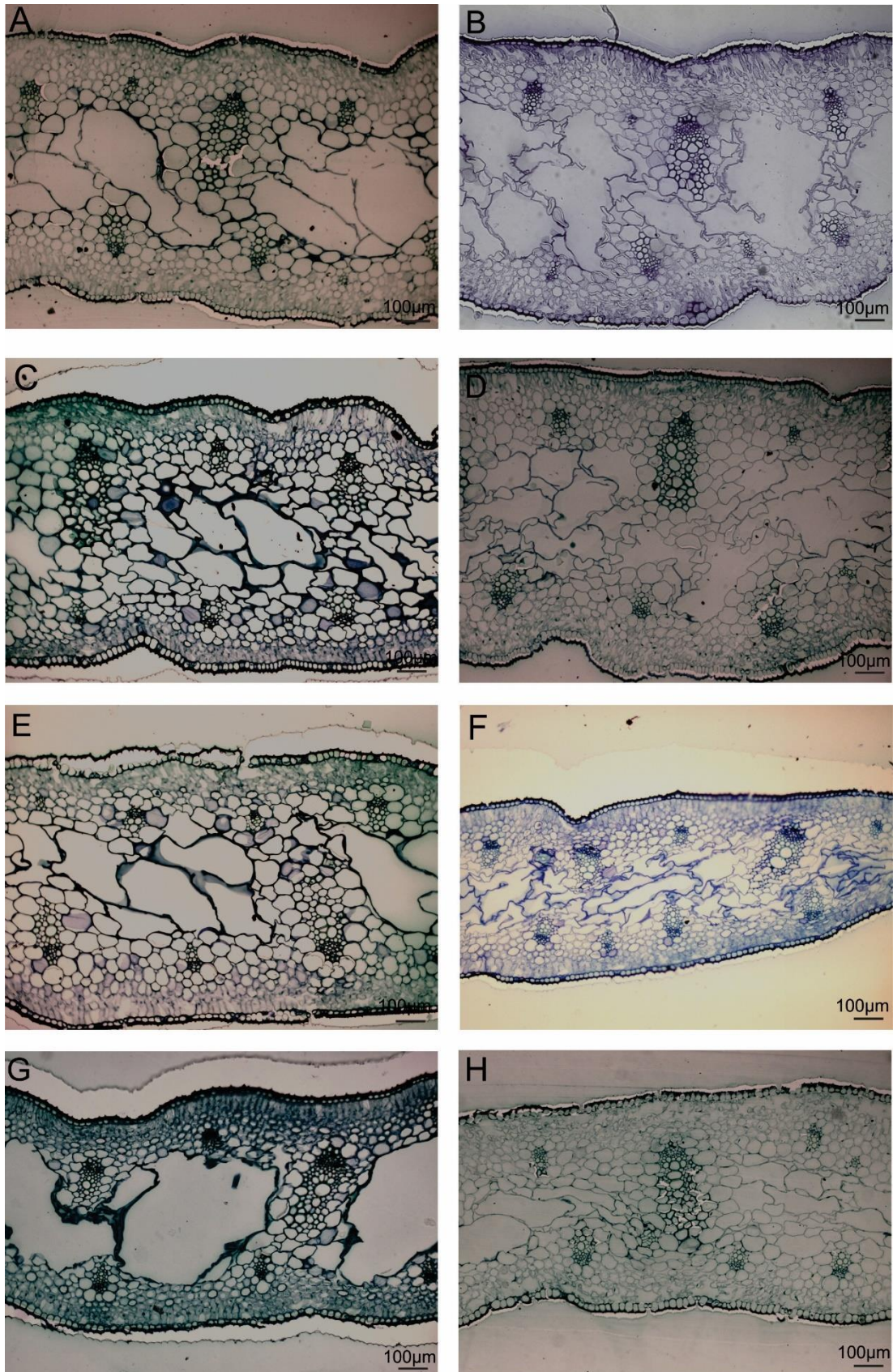


Figura 1. Secções transversais do mesofilo da folha do alho, A= Chines Folha Fina; B= Chonan LV; C= Gigante Roxo Escuro; D= Crespo, E=Amarantes B; F=Ito; G= Caçador 15; H= BRS Hozan.

O genótipo Crespo apresentou a maior densidade estomática para as duas faces da epiderme. Com relação a face abaxial comparando os outros genótipos eles apresentaram uma grande variação estatística como podemos observar na tabela 5 e figura 2 e 3, já para a face adaxial da folha tivemos mais dois genótipos que apresentaram alta densidade estomática Gigante roxo escuro e Amarantes b. No índice estomático calculado os genótipos não apresentaram diferenças significativas para a face abaxial, já para a face adaxial tivemos diferenças, os genótipos Crespo, Gigante roxo escuro e Chonan LV tiveram os maiores índices estomáticos, o genótipos Crespo se destacou com as maiores taxas para todos os índices avaliados.

Segundo Dickison (2000) a quantidade, a distribuição, o tamanho e o formato dos estômatos são características particulares a cada espécie e podem ou não ser modificadas em função das adaptações às condições ambientais, como a disponibilidade de radiação solar. O genótipo Crespo que apresenta uma alta densidade estomática e um alto índice estomático, é um genótipo que apresentou uma alta taxa fotossintética e um alto uso eficiente da água, na figura 2 e 3 é possível observar que o genótipo Crespo apresenta uma alta quantidade de estômatos. Tanto a densidade quanto o índice estomático são características que podem ser relacionadas com a otimização da captação de CO₂ pelas folhas, pois estômatos mais funcionais permitem a captação desse gás de forma mais eficiente, ou seja, sem grandes perdas de água em decorrência do tempo gasto no processo de abertura e fechamento deles (MAGALHÃES et al., 2016).

Tabela 5. Análise de variáveis anatômicas em genótipos de *Allium sativum*, cortes paradérmicos.

Genótipo	D.E abaxial	D.E adaxial	I.E abaxial	I.E adaxial
Chines Folha Fina	154,26 ± 11,58b	135,35 ± 8,54b	50,54 ± 2,72a	51,71 ± 2,32b
Chonan Lv	111,58 ± 10,37c	102,43 ± 9,76c	52,3 ± 3,32a	56,26 ± 2,06a
Gigante roxo escuro	144,5 ± 4,27b	130,48 ± 7,32a	52,18 ± 1,57a	56,61 ± 2,18a
Crespo	174,38 ± 17,68a	166,452 ± 11,89a	49,41 ± 1,63a	54,85 ± 0,64a
Amarantes b	148,77 ± 4,88b	156,08 ± 6,10a	55,12 ± 1,74a	51,59 ± 3,76b
Ito Lv	114,01 ± 6,71c	121,94 ± 9,76b	53,78 ± 1,82a	49,22 ± 2,62b
Caçador 15	123,77 ± 6,40c	120,72 ± 4,88b	49,77 ± 3,37a	50,09 ± 1,14b
BRS hozan	98,77 ± 9,76d	103,65 ± 2,44c	51,06 ± 1,39a	49,68 ± 1,19b

As médias que apresentaram letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Scott Knot ($p < 0,05$); D.E abaxial= densidade estomática abaxial; D.E adaxial= densidade estomática adaxial; I.E abaxial= índice estomático abaxial; I.E adaxial= índice estomático adaxial.

Os dados de funcionalidade estomática nos mostram os genótipos que apresentam uma melhor relação entre diâmetro polar e diâmetro equatorial, para a face abaxial tivemos um genótipo que apresentou melhor essa relação o genótipo Chonan Lv, o mesmo também apresenta melhor relação para a face adaxial e outros três genótipos Amarantes b, caçador 15 e BRS hozan também se destacaram para face adaxial (tabela 6 e figura 2 e 3). Analisando a funcionalidade estomática dos genótipos (tabela 6) e as taxas de trocas gasosas (tabela 1), podemos perceber que o genótipo Chonan Lv que apresentou uma maior funcionalidade estomática para as duas faces foliares também se destacou apresentando as maiores taxas de fotossíntese e uso eficiente da água, o mesmo tem uma baixa taxa de transpiração. Uma redução na transpiração foliar pode ser relacionada com uma maior funcionalidade estomática, pois os estômatos se tornam mais elípticos essa redução pode ainda ser associada com um aumento na densidade estomática, que sempre é observada em condições de maior quantidade de radiação e de menor disponibilidade de água (RIBEIRO et al.,2012).

Tabela 6. funcionalidade estomática da face abaxial e adaxial dos genótipos de alho.

Genótipo	F.E AB	F.E AD
Chines folha fina	1,042500 ± 0,13d	1,057500 ± 0,11b
Chonan Lv	1,822500 ± 0,11a	1,335000 ± 0,07a
Gigante roxo escuro	1,210000 ± 0,07c	1,062500 ± 0,09b
Crespo	0,945000 ± 0,06d	1,115000 ± 0,05b
Amarantes b	1,072500 ± 0,06d	1,187500 ± 0,11a
Ito Lv	1,320000 ± 0,05c	1,105000 ± 0,05b
Caçador 15	1,430000 ± 0,09b	1,280000 ± 0,07a
BRS hozan	1,517500 ± 0,11b	1,210000 ± 0,07a

As médias que apresentaram letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Scott Knot ($p < 0,05$); F.E AB= funcionalidade estomática face abaxial; F.E AD= funcionalidade estomática adaxial.

Segundo Reis (2016), a relação entre o diâmetro polar e diâmetro equatorial fornece um bom indicativo do formato dos estômatos, dado que quanto mais alta essa relação, mais elipsoide é o formato dos estômatos tendo assim uma funcionalidade mais alta, essa relação pode estar associada à maior absorção de CO₂, estômatos mais funcionais leva a captação desse gás de forma mais eficiente, sem grandes perdas de água em consequência do tempo gasto no processo de abertura e fechamento deles. Com isso do ponto de vista adaptativo, genótipos

com maior diâmetro polar e menor diâmetro equatorial são mais funcionais (tabela 7) e possibilitam ao vegetal uma eficiência maior nos processos de abertura e fechamento estomático. (MAGALHÃES et al., 2016).

Tabela7. Análise de variáveis anatômicas em genótipos de *Allium sativum*, cortes paradérmicos.

Genótipo	D.P abaxial	D.P adaxial	D.E abaxial	D.E adaxial
Chines Folha Fina	38,2 ± 2,39b	36,89 ± 2,12 b	37,01 ± 2,76a	35,2 ± 1,86a
Chonan Lv	38,11 ± 1,51b	35,55 ± 1,45b	20,98 ± 0,93c	26,69 ± 1,81c
Gigante roxo escuro	37,89 ± 0,81b	32,99 ± 1,28c	31,47 ± 1,86b	31,12 ± 1,28b
Crespo	34,30 ± 1,97b	32,52 ± 0,81c	36,36 ± 0,46a	29,28 ± 0,86b
Amarantes b	37,88 ± 1,68b	41,55 ± 1,68a	35,39 ± 0,96a	35,26 ± 1,89a
Ito Lv	37,92 ± 2,94b	28,84 ± 2,63c	28,79 ± 1,28b	26,12 ± 1,61c
Caçador 15	44,46 ± 1,57a	37,42 ± 1,62b	31,19 ± 1,00b	29,3 ± 0,88b
BRS hozan	43,43 ± 2,67a	38,24 ± 2,22a	28,67 ± 1,04b	31,65 ± 0,99b

As médias que apresentaram letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Scott Knot ($p < 0,05$); D.P abaxial= diâmetro polar abaxial; D.P adaxial= diâmetro polar adaxial; D.E abaxial= diâmetro polar abaxial; D.E adaxial= diâmetro polar adaxial.

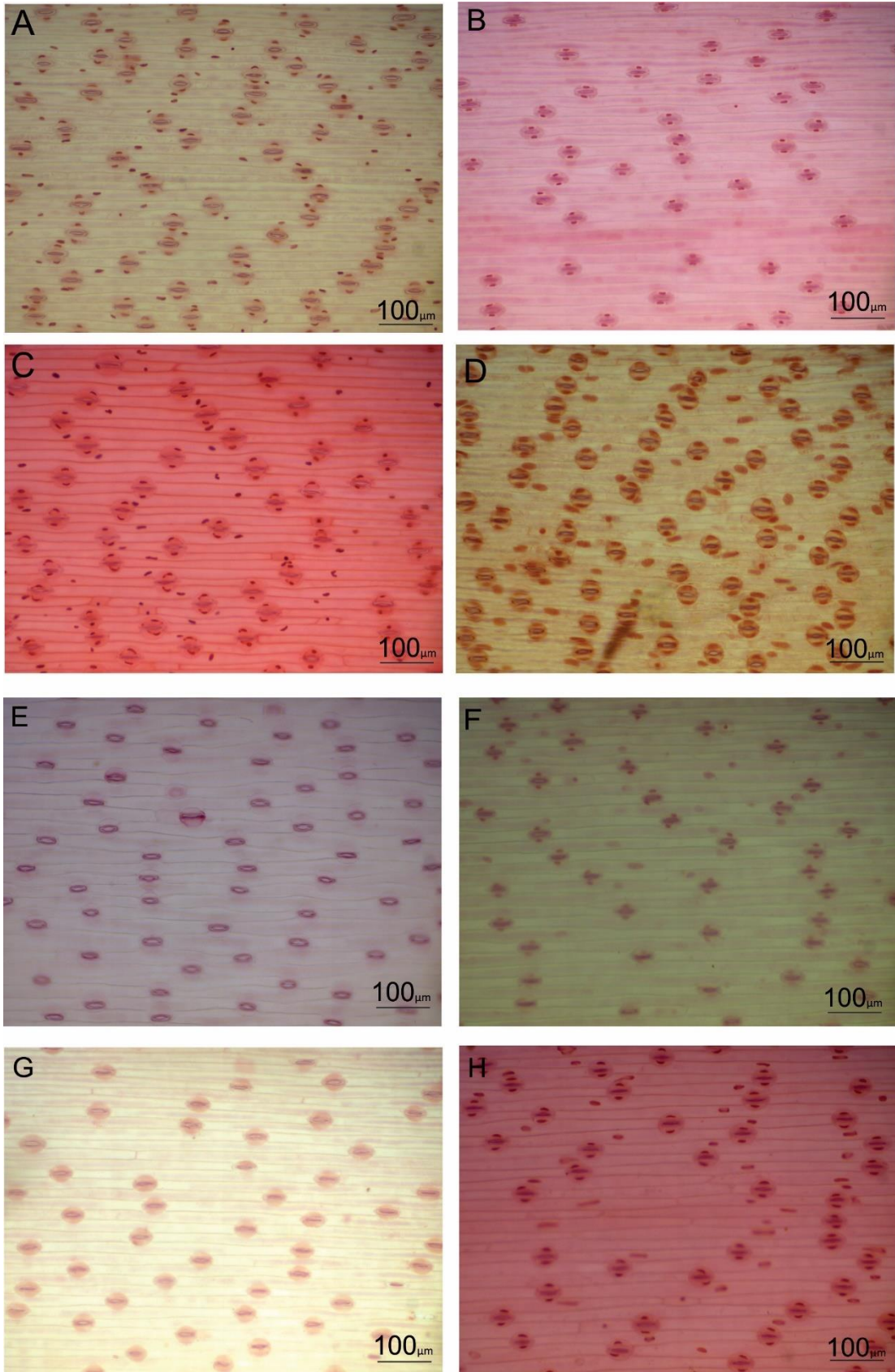


Figura 2. Secções paradérmicas da folha do alho (cortes abaxiais), A= Chines folha fina; B= Chonan LV; C= Gigante Roxo Escuro; D= Crespo, E=Amarantes B; F=Ito; G= Caçador 15; H= BRS Hozan.

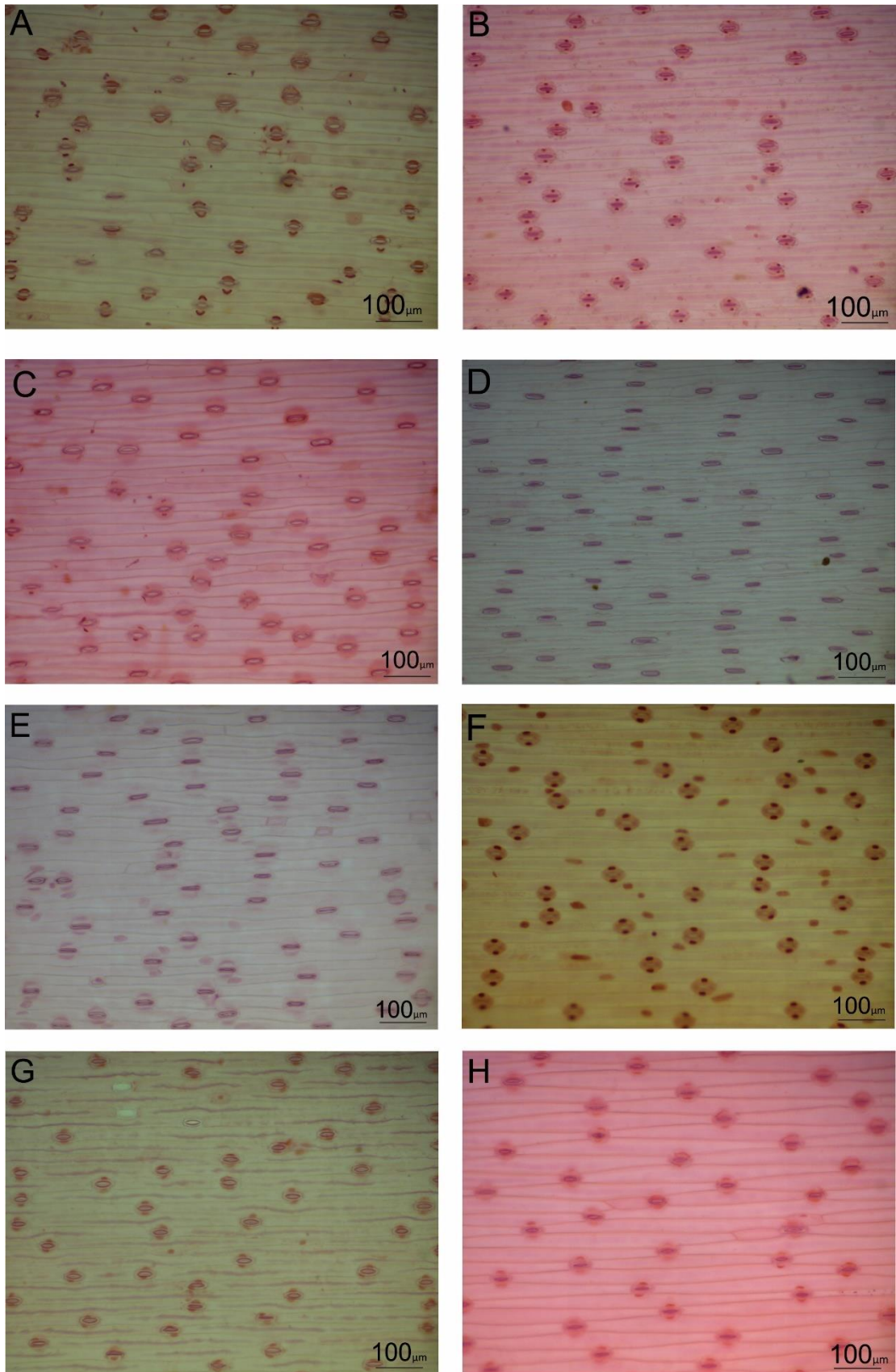


Figura 3. Secções paradérmicas da folha do alho (cortes adaxiais), A= Chines folha fina; B= Chonan LV; C= Gigante Roxo Escuro; D= Crespo, E=Amarantes B; F=Ito; G= Caçador 15; H= BRS Hozan.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Os genótipos de alho analisados demonstraram grande variação anatômica e nas trocas gasosas, o genótipo Chonan lv teve a melhor funcionalidade estomática em comparação com os outros genótipos para as duas faces da folha, apresentou também aumentos significativos nos tecidos fotossintéticos e está entre os genótipos com as melhores taxas fotossintéticas e um alto uso eficiente da água, dentre todos os genótipos estudados foram identificadas características anatômicas que podem ser adaptativas para determinadas condições ambientais, como por exemplo a seca. Com isso é interessante dar continuidade ao trabalho e á partir desses resultados selecionar os genótipos e submete-los a estresse hídrico para analisar de forma mais aprofundada essas características anatômicas e fisiológicas no melhoramento do rendimento do alho em condições ambientais adversas.

Se faz necessário mais estudos para a cultura do alho que caracterizem a espécie, não só para o bulbo, mas também para as folhas, pois são órgão completamente relacionados a produtividade dos genótipos. Conclui-se então que esse trabalho foi de extrema importância para analisarmos a fisiologia e anatomia dos genótipos, com isso podemos selecionar os genótipos e submeter a diferentes condições para explorar o desenvolvimento, adaptabilidade e produtividade dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, V. C. et al. Associations between morphological and agronomic characteristics in garlic crop. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 204-209, 2019.
- BACKES, C. et al. Coloração verde nas folhas da cultura do alho. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.491-498, 2008
- BATISTA, L.A et al. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 475-481, jul-set, 2010.
- BERTOLINO, L. T. et al. Impact of Stomatal Density and Morphology on Water-Use Efficiency in a Changing World. **Frontiers In Plant Science**, v. 10, p.88-96, 2019.
- BUTA, O. G.; SILVA JUNIOR, J. J. **Informações econômicas**, SP, v. 51, eie162020, 20221.
- CASTRO, E.M. et al. Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco submetidas a fotoperíodos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.846-850, jul-set 2005.
- CRUZ, R. F. P. **Morfofisiologia de folha de alho cultivados nas condições endofoclimáticas de curitibanos, SC**. TCC (trabalho de conclusão de curso em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina. Curutibanos, p. 37, 2017.
- DA GAMA, T. C. P. et al. Anatomy and physiology of leaf coffee plants in diferente fertilizing levels. **Coffee Science**, v. 12, p. 42-48, 2017.
- DA SILVA, F. G. et al. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of eggplant grown under different irrigation depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, V. 19, n. 10, p. 946-952, 2015.
- DIAS, M. V. de F. **Características anatômicas da folha de *Erythroxyllum tortuosum* Mart. (Erythroxyllaceae) em ambiente de cerrado stricto sensu e campo rupestre**. Dissertação (Mestrado em Botânica Aplicada) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, p. 44. 2019.
- DICKISON, W. **Integrative Plant Anatomy**. Elsevier, 2000.533 p.
- FÁTIMA, T.R. et al. Crescimento e trocas gasosas em alface cultivada sob regimes hídricos e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, nº.3, p. 2683 - 2691, 2018.
- FELLER, I. Effects of nutrient enrichment on leaf anatomy of dwarf *Rhizophora mangle* L. (red mangrove). **Biotropica**, v. 28, p. 13-22, 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Science and Agrotechnology**, v. 35, 1039-1042, 2011.
- GAMA, T. C. P. **Características anatômicas e fisiológicas de cafeeiros irrigados em diferentes níveis de adubação**. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) –Universidade Federal de Lavras. Lavras, p. 78. 2015.

GIEHL, A. L. et al. Hortaliças. Alho. In: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola – Cepa. Epagri/Cepa. **Boletim Agropecuário**. Florianópolis, 2021, 47 p

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção Agropecuária de alho**, 2020.

JOLY, C. A. Biodiversidade e mudanças climáticas: contexto evolutivo, histórico e político. **Ambient Soc**, v. 10, p. 169-172, 2007.

KRAUS, J. E.; ARDUIM, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**, Seropédica: EDUR, 1997. 221 p

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. 531 p.

LEMOS FILHO, J.; MENDONÇA FILHO, C. Seasonal changes in the water status of three wood legumes from the Atlantic forest, Caratinga, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, p. 21-32. 2000.

LEONARDO, F. A. P. et al. Teor de clorofila e índice spad no abacaxizeiro cv. Vitória. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 35, n. 2, p. 377-383, junho 2013.

LIMA JUNIOR, É DE C. et al. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. Submetidos a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1092-1097, 2005.

LINDORF, H. Wood and leaf anatomy in *Sessea corymbiflora* from an ecological perspective. **IAWA Journal**, v. 18, p. 157-168, 1997.

MACEDO, F. S., SOOUZA, J. R.; PEREIRA, G. M. Controle de superbrotamento e produtividade de alho vernalizado sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, 2006.

MAGALHÃES, P. C. et al. Repostas anatômicas, fisiológicas e enzimáticas em linhagens de sorgo contrastantes a seca sob estresse hídrico. **Boletim de Pesquisas e Desenvolvimento/ Embrapa Milho e Sorgo**, p. 33, 2016.

MAGALHÃES, P. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de; VIANA, J. Respostas fisiológicas do sorgo ao estresse hídrico em casa de vegetação. **Embrapa Milho e Sorgo**, 2012.

MARQUES, M. C. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 59-69, 2011.

MENDES, S. M. A.; MENDONÇA, S, M. **Análise anatômica e histoquímica de sementes maduras de *Eugenia stipitata* sp. sororia Mc Vaugh (araçá-boi) -Myrtaceae**. Braz. J. of Develop., Curitiba, v.6, n.10, p. 77510-77522 oct.2020.

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

MINISTERIO DA SAÚDE E ANVISA. Monografia da Espécie *Allium sativum* (ALHO). **Ministério da Saúde e Anvisa**, v. 5, p. 66, 2015.

- MORA, F.; PUPIM-JUNIOR, O.; SCAPIM, C. A. Predicción del efecto de cultivares de algodón en la presencia de interacción genotipo-ambiente. **Ciencia e investigación agraria**, v. 34, n. 1, p. 13-21, 2017.
- MOTA, H. J. et al. Similaridade morfológica de cultivares de alho (*Allium sativum* L.). **Revista científica eletrônica de agronomia**, v. 06, 2005.
- MOTA, J. H. et al. 6. Similaridade genética de cultivares de alho pela comparação de caracteres morfológicos, físico-químicos, produtivos e moleculares. **Horticultura brasileira**, v. 24, n. 2, abr.-jun. 2006.
- OLIVEIRA, F. L. et al. Características agrônômicas de cultivares de alho em Diamantina. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, jul-set, 2010.
- OLIVEIRA, L. A. A. **Produtividade e superbrotamento na cultura do alho roxo nobre influenciados pelo manejo de irrigação**. Tese (Doutorado – Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p. 96. 2020.
- OLIVEIRA, N. L. C. de. **Avaliação ecofisiológica de subamostras de alho cv. Amarante**. Tese (Doutorado – Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p. 87. 2010.
- REIS, E. A. C. **Caracterização de cultivares de cafeeiros resistentes à ferrugem submetidas à poda tipo esqueletamento**. Dissertação (Mestrado - Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, p. 74. 2016.
- RESENDE, F. V. Desafios da produção e inovações tecnológicas para a cultura do alho no Brasil. **Revista de Hortaliças**, v. 7, n. 25, p. 16-17, 2018.
- RESENDE, J. T. V. et al. Caracterização morfológica, produtividade e rendimento comercial de cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 157-162, 2013.
- RIBEIRO, M. N. O. et al. Anatomia foliar de mandioca em função do potencial para tolerância à diferentes condições ambientais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 354-361, abr-jun, 2012.
- ROÇAS, G.; BARROS, C.; SCARANO, F. Leaf anatomy of *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae) under distinct light regimes in a Brazilian montane Atlantic rain forest. **Trees**, v. 11, p. 469-473, 1997.
- RUBIN, C. Alho- Altos preços, mas clima preocupa a próxima safra no sul. Indicadores da Agropecuária. **Companhia Nacional de Abastecimento**, v. 2, p. 4, 2020.
- SANTOS, M. A V. **Desempenho agrônômico e análise biométrica de genótipos de alho na região do Alto Vale do Jequitinhonha, MG**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, p. 85. 2020.
- SILVA, C. D. S. et al. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, v. 23, p. 7-13, 2010.
- SILVA, L. M; ALQUINI, Y; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta botânica brasileira**, v. 19, p. 183-194, 2005.

- SOMAVILLA, N. S.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Análise comparativa da anatomia foliar de Melastomataceae em ambientes de vereda e cerrado stricto sensu. **Acta Botânica Brasileira**, v. 25, 2011.
- SOUSA, A. E. C. et al. Gas exchange and nutrient content in leaves of physic nut irrigated with wastewater and doses of phosphorus. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 5, p. 1755-1768, 2012.
- TERASHIMA, Ichiro et al. Leaf functional anatomy in relation to photosynthesis. *Plant physiology*, v. 155, n. 1, p. 108-116, 2011.
- VASSURA, Y. et al. **Trocas gasosas foliares de diferentes genótipos de alho (*Allium sativum*) em condições de cultivo controlada**. XXIX CONGRESSO DE PÓS GRADUAÇÃO, 29., 2020,
- VIEIRA, R. L. & NODARI, R. O. Genetic diversity of garlic revealed by RAPD markers. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.1, p.51-57, jan-fev, 2007
- VIEIRA, R. L. **Aspectos Fisiológicos e fitossanitários na micropropagação para a obtenção de alho semente livre de vírus**. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 193. 2012.
- ZHOU, Y. et al. Non-linear response of stomata in *Pinus Koraiensis* tree age and elevation. **Trees**, v. 26, p. 1389-1396, 2012.