

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

ITALO MAYKE GONÇALVES AMARAL

**TESTE DE PROGÊNIES DE *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil EM PLANTIO PURO NO
SUDOESTE DO PARANÁ**

DISSERTAÇÃO DO MESTRADO

DOIS VIZINHOS

2018

ITALO MAYKE GONÇALVES AMARAL

TESTE DE PROGÊNIES DE *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil EM PLANTIO PURO NO
SUDOESTE DO PARANÁ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) como requisito parcial para a obtenção do título de “Mestre em Agroecossistemas” – Área de concentração: Agroecossistemas.

Orientador: Profº Dr. Eleandro José Brun

Co-orientador: Profº Dr. Américo Wagner Júnior

DOIS VIZINHOS

2018

A485t Amaral, Italo Mayke Gonçalves.
 Teste de progênies de *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil em
 plantio puro no sudoeste do Paraná. / Italo Mayke
 Gonçalves Amaral – Dois Vizinhos, 2018.
 93p. il:

 Orientador: Prof^o Dr. Brun, Eleandro José.
 Coorientador: Prof^o Dr. Américo Wagner Júnior.
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica
 Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em
 Agroecossistemas, Dois Vizinhos, 2018.
 Bibliografia p.80-88.

 1. Erva-mate. 2. Economia florestal. 3. Plantas –
 Desenvolvimento. I. Brun, Eleandro José, orient. II. Wagner
 Júnior, Américo, coorient. III. Universidade Tecnológica
 Federal do Paraná – Dois Vizinhos. IV. Título

CDD: 633.77

Ficha catalográfica elaborada por Keli Rodrigues do Amaral Benin CRB: 9/1559

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação n° 019

Teste de progênes de *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil em plantio puro no sudoeste do Paraná

Ítalo Mayke Gonçalves Amaral

Dissertação apresentada às oito horas e trinta minutos do dia vinte e seis de fevereiro de dois mil e dezoito, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGROECOSSISTEMAS, Linha de Pesquisa – Manejo e Conservação de Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Área de Concentração: Agroecossistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Banca examinadora:

Dr. Eleandro José Brun
UTFPR-DV

Dr. Solon Jonas Longhi
UTFPR-DV

Dr. Luciano Farinha Watzlawick
UNICENTRO

Reservado à Coordenação

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

Aos meus pais e meu irmão que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

A eles dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos por ser a responsável pela minha formação desde a graduação e por fornecer a estrutura necessária para a realização desse trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas – UTFPR-DV e aos seus professores, por todo o ensinamento durante o mestrado.

Ao professor Eleandro José Brun, pela amizade, orientação, paciência, apoio e confiança, e pelo qual tenho muito respeito.

Ao professor Américo Wagner Júnior, pela co-orientação e amizade.

À empresa Eco Empreendimento Ambientais, na pessoa do Engenheiro Florestal Joselito Luiz Lovatto, que disponibilizou as mudas para a execução do experimento.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação acadêmica.

Aos membros da banca por aceitar o convite de participação e contribuir para o aprimoramento deste trabalho.

A todos os integrantes do Grupo de Pesquisa em Silvicultura e Sistemas Integrados de Produção, pela troca de experiências e apoio quando necessário, em especial a Ana Carolina Ricardi pelo apoio na pesquisa com Erva-Mate.

A todos os amigos que fiz em Dois Vizinhos, em especial Anderson William Klein, Renan Zunta Raia, Alex Maina e Bruno Evangelista Guimarães.

Aos meus familiares, minha mãe, Ana Lúcia Gonçalves Amaral, meu pai, Israel Serejo Amaral, meu irmão, Luan Augusto Gonçalves Amaral, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A minha namorada Raiza Abati e a sua família, por terem me dado apoio e incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

A todos que direta ou indiretamente estiveram presentes e colaboraram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

AMARAL, I. M. G. **Teste de progênies de *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil em plantio puro no sudoeste do Paraná.** 93 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Dois Vizinhos, 2018.

Ilex paraguariensis A.St.-Hil. é uma espécie florestal de grande importância socioeconômica para os estados do sul do Brasil, considerando a formação histórica e cultural da região, pois é matéria-prima na produção da erva-mate, principal ingrediente da bebida típica chimarrão. Mesmo assim, muitos gargalos de produção ainda precisam ser resolvidos, tais como o que envolve o foco deste estudo, de forma a levar a cadeia produtiva da cultura a uma concepção rentável, socialmente justa e ambientalmente correta. Com o estudo, objetivou-se avaliar o desenvolvimento de diferentes progênies da espécie em um plantio homogêneo a pleno sol. Foram testadas 18 progênies, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 4 blocos e 5 plantas de cada progênie por bloco. As variáveis avaliadas em cada planta foram, altura, diâmetro de colo, número de folhas, área foliar, área de projeção da copa, teor de clorofila, açúcar total e proteína, obtendo posteriormente os incrementos, crescimentos relativos e sua correlação com o clima. Os resultados mostraram as melhores médias para incremento em diâmetro do colo para as progênies 5-QUE, 3-QUE e 12-IVA, incremento em altura, 3-QUE, 5-QUE e 8-CAS, incremento em área de copa, 2-CAS, 4-DES e 17-DES, crescimento relativo (%) em diâmetro do colo 9-BAR, 1-BAR e 13-CAS, em altura 3-QUE, 8-CAS e 5-QUE, para relação altura e diâmetro da copa (h/d) as progênies 3-QUE, 16-DES e 18-DES. Quanto ao número de folhas a progênie 3-QUE obteve maior média com maior incremento ao longo dos 14 meses. Quanto a clorofila a progênie 8-CAS obteve maior ICF, para as variáveis de proteína e açúcar total, as médias foram classificadas em 3 grupos, e para as médias de área foliar por folha aos 16 meses a progênie 5-QUE obteve maior valor. Dentre a correlação, houve significância entre as variáveis de altura com temperatura, umidade e precipitação, diâmetro do colo com temperatura, número de folhas com temperatura e área de copa com precipitação. Após realização do ranking das progênies baseado no conjunto de dados, as progênies 5-QUE, 3-QUE, 2-CAS e 8-CAS mostraram melhor desenvolvimento para o município de Dois Vizinhos –PR. Na divergência genética, pela análise multivariada foram obtidos quatro grupos de componentes principais, cujo primeiro componente representou 24,768% da variância, e carrega as principais variáveis da análise, as de maior correlação, o Incremento em Altura, o Incremento em Diâmetro do Colo, o Crescimento relativo em número de folhas e a Área foliar, o segundo componente, que carrega as variáveis Crescimento relativo em área de copa e Teor de Clorofila, explica 17,381 % da variância, o terceiro componente carrega a variável Relação Altura e Diâmetro do Colo e explica 17,374 % da variância, e o quarto componente, carrega as variáveis Teor de Proteínas e Teor de Açúcar e representa 17,102 % da variância. Conclui-se que as progênies 3-QUE e 5-QUE tem maior desempenho na produção de folhas e que as variáveis climáticas se correlacionam diferentemente entre as progênies, que as variáveis morfológicas incremento em altura e em diâmetro do colo e crescimento relativo em número de folhas foram as principais variáveis para caracterizar o crescimento, pelo método hierárquico de Ward foram obtidos cinco grupos de Progênies, sendo o grupo 3 mais indicado para cultivo no município de Dois Vizinhos e região.

Palavras-chave: Erva-mate. Produto florestal não madeirável. Produção Sustentável.

ABSTRACT

AMARAL, I. M. G. **Test of progenies of *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil in pure plantation in southwest of Paraná.** 93 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Dois Vizinhos, 2018.

Ilex paraguariensis A. St.-Hil. is a forest species of great economic importance to the southern States of Brazil, considering the historical and cultural formation of the region as it is raw material in the production of yerba mate, the main ingredient of typical drink mate. Even so, many production bottlenecks still remain to be resolved, such as involving the focus of this study, in order to bring the productive chain of the culture to a profitable, socially fair and environmentally correct. With the study, the objective of measuring the progress of different progenies of species in a homogeneous planting in full sun were tested 18 progenies in experimental design of randomized blocks, with 4 blocks and 5 plants each progeny per block. The variables evaluated in each plant were lap height, diameter, number of leaves, leaf area, projection area, chlorophyll content, total sugar and protein, obtaining later increments, relative growth and correlation with your mood. The results showed the best medium to increase in diameter of the neck to the progenies, 3-QUE, 5-QUE and 12-IVA increase in height, 3-QUE, 5-QUE and 8-CAS, increment in area 2-CAS, 17-DES, and 4-DES, relative growth (%) in diameter, 9-BAR, 1-BAR and 13-CAS, in altitude 3-QUE, 8-CAS and 5-QUE, and for height and diameter of the Cup ratio (h/d) the progenies, 16-DES, 3-QUE and 18-DES. As for the number of sheets the progeny 3-QUE obtained highest average with the highest increase over the 14 months. As the chlorophyll a progeny 8-CAS obtained greater ICF, to the protein and total sugar, the averages were classified into 3 groups, and for the average leaf area per sheet to 16 months the progeny 5-QUE obtained greater value. Among the correlation, there was significance among the variables of time with temperature, humidity and precipitation, temperature neck diameter, number of sheets with temperature and precipitation with Cup area. After achieving the ranking of the progenies based on dataset, the progenies 5-QUE, 3-QUE, 2-CAS and 8-CAS, showed better development for the municipality of Dois Vizinhos-PR. On genetic divergence, by multivariate analysis were obtained four principal component groups, whose first component represented 24.768% of the variance, and loads the main variables of the analysis, the highest correlations, the increment in Height, the Increase in diameter of the neck, the relative growth in number of leaves and leaf area, the second component, which loads the variables relative growth in the area of copa and chlorophyll content, explains 17.381% of the variance, the third component loads the variable height and Diameter of the neck and 17.374% of variance explained, and the fourth component, loads the content of protein and sugar content and represents 17.102% of the variance. It is concluded that the progenies 3-QUE and 5-QUE has higher performance in the production of leaves and climatic variables correlate differently among the progenies, morphological variables increase in height and in diameter of the neck and relative growth in number of leaves were the main variables to characterize the growth, by the hierarchical method of Ward were obtained five groups of Progenies, being the Group 3 more suitable for cultivation in the municipality of Dois Vizinhos and the region.

Keywords: Yerba-mate. Non-timber forest products. Sustainable production.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 SETOR AGRÍCOLA DO SUDOESTE DO PARANÁ	14
3.2.1 Aspectos biológicos.....	16
3.2.2 Distribuição natural	17
3.2.3 Importância socioeconômica	18
3.2.4 Produção de erva-mate no Paraná	20
3.3 TESTE DE PROGÊNIES	21
3.4 CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA ERVA-MATE.....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 DESCRIÇÃO E PREPARO DA ÁREA	25
4.2 ORIGEM DAS PLANTAS	27
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	28
4.4 COLETA DE DADOS E VARIÁVEIS RESPOSTAS	28
4.4.1 Dados morfofisiológicos	28
4.4.2 Dados climáticos	29
4.4.3 Caracterização da fertilidade do solo.....	31
4.5 ANÁLISE DOS DADOS	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 DIÂMETRO DO COLO	34
5.2 ALTURA	41
5.3 RELAÇÃO ALTURA E DIÂMETRO DO COLO (H/D)	48
5.4 ÁREA DE COPA	50
5.5 NÚMERO DE FOLHAS	54
5.6 CLOROFILA TOTAL.....	59
5.7 CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS ANÁLISADAS E O CLIMA.....	61
5.8 ÁREA FOLIAR.....	64
5.9 PROTEÍNAS E AÇÚCAR TOTAL	65
5.10 SELEÇÃO DAS PROGÊNIES DE MELHOR DESENVOLVIMENTO	68
5.11 AVALIAÇÃO DE DIVERGÊNCIA GENÉTICA.....	69
6. CONCLUSÕES	80
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
8. APÊNDICE	90

1. INTRODUÇÃO

Com o intuito de valorizar e ampliar a cadeia produtiva de erva-mate no sudoeste do Paraná, considerando a formação histórica e cultural da região, esta cultura se apresenta como uma nova alternativa, rentável, socialmente justa e ambientalmente correta para a região.

A região sudoeste do Paraná possui 42 municípios e é caracterizada, de forma marcante, por pequenas propriedades rurais de até 10 hectares (46,8%) (IPARDES, 2006) onde, na agropecuária, tem predomínio a produção de grãos como o milho, soja e feijão e na produção animal destacam-se os suínos, as aves e bovinocultura de leite.

Segundo o IPARDES (2009) o uso do solo da região é destinado para a agricultura intensiva (40%), tendo a soja como destaque, porém, estima-se que cerca de 10% destas áreas tem solo com uso inadequado e compõe áreas com potencial de degradação.

Porém o histórico regional demonstra que a partir da década de 50 com o processo de modernização tecnológica da agricultura, surgiu esta potencialidade do trabalho agrícola em algumas atividades. Este período foi caracterizado pela redefinição das relações entre a agricultura e a indústria, dando origem ao padrão de produção agrícola existente até hoje (MELO; SILVA, 2004), muitas vezes predatório aos pequenos produtores rurais.

Por outro lado, atualmente vem ocorrendo a valorização dos sistemas de produção sustentáveis, que se tornam alternativas que visam minimizar impactos ambientais e sociais. Estes sistemas buscam incorporar a noção de limites na oferta de recursos naturais e na capacidade do meio ambiente para absorver os impactos gerados pela ação humana (MMA, 2009). Um exemplo disso são os agroecossistemas, que são equivalentes ao sistema de produção agrícola, mas que nesse caso, é o conjunto de explorações e de atividades realizadas por um agricultor, que modificam o sistema natural, procurando direcionar a produção primária do ecossistema para obtenção de produtos que atendam às suas necessidades, com mínima interferência na natureza ou interferindo de modo a melhorar fatores da mesma.

Sendo assim, existem aspectos importantes a serem melhorados nestes sistemas, pois os mesmos podem prover retorno econômico aos agricultores em curto, médio e longo prazo, de forma estável e em equilíbrio dinâmico em produtividade e geração de benefícios, tanto socioeconômicos como ambientais, oferecendo a adaptabilidade diante de mudanças e a capacidade de recuperação, fazendo com que o sistema possa absorver os

efeitos de secas, inundações, quebras de colheita, elevação de custos, etc. (ALMEIDA, 2001).

Deste modo, considerando a expansão dos cultivos agrícolas e a necessidade de gerir os preceitos de sustentabilidade, uma das alternativas, viável e dinâmica de produção é o cultivo de espécies florestais nativas, como a Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil). A Erva-Mate é uma árvore da família Aquifoliaceae, nativa da América do Sul, comum nos estados do sul do Brasil, no Paraguai, Argentina e partes do Uruguai. No Brasil, tem seu uso bastante difundido na região sul, com a utilização das suas folhas para a produção de chimarrão, também sendo utilizada na indústria de chás e cosméticos (PANDOLFO et al., 2003).

Além de apresentar valores econômicos e socioculturais, a erva-mate pode se apresentar como solução pra questões relacionadas a legislação ambiental. O código florestal brasileiro, por exemplo, prevê que se deve proteger o meio ambiente, referindo-se com a obrigatoriedade de ser mantida em propriedades rurais as áreas de Reserva Legal (RL) e as Áreas de Preservação Permanente (APP), sendo passíveis de utilização com manejo florestal sustentável (VIEIRA, 2012).

No entanto, atualmente, devido aos materiais genéticos de erva-mate plantados na região sudoeste não apresentarem critérios de seleção, a exploração predatória da erva-mate nativa ainda ocorre. Este fato, associado ao desmatamento das florestas pela expansão da agropecuária e exploração de madeira, aumenta os riscos de erosão genética e coloca a espécie em risco de extinção ou perda da capacidade genética das populações naturais.

Deste modo, sabendo da sua importância regional e sociocultural, acredita-se que a partir de materiais genéticos com qualidade superior e adaptáveis para cada região, ocorra uma aceitação para o seu cultivo por parte dos agricultores, sendo utilizada como um novo ramo dentro da propriedade, como em plantios puros, em sub-bosques de florestas, consorciada a outras espécies vegetais como em sistemas agroflorestais, enriquecimento de florestas nativas ou em reserva legal e áreas de preservação permanente, auxiliando na retenção dos solos e conservação de nascentes.

Para isto, são importantes os testes experimentais para a identificação das melhores progênies, e quais apresentam maior adaptabilidade e estabilidade, gerando maior produção e renda na propriedade rural, através de produtos diferenciados, com qualidades distintas e que prestem a uma gama variada de produtos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Assim, o presente estudo tem como objetivo geral monitorar o desenvolvimento inicial de um teste de progênies de Erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e identificar as progênies mais promissoras para o município de Dois Vizinhos -PR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a resposta de cada progênie às condições experimentais de crescimento em campo;
- Elencar as melhores progênies, em nível de produção de folhas, baseando-se no crescimento inicial;
- Correlacionar as variáveis de crescimento inicial com dados climáticos locais do período experimental;
- Realizar indicações sobre o estado metabólico da fotossíntese nas progênies, com base no teor de açúcar total;
- Quantificar o teor de proteínas das folhas das diferentes progênies erva-mate;
- Identificar a diversidade genética das progênies.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SETOR AGRÍCOLA DO SUDOESTE DO PARANÁ

Até o início do século XX, o Brasil se caracterizava por ter sua ocupação do solo, em extensão, predominante agrícola, havendo, neste período, uma menor parte do setor industrial e urbanizado. Deste modo, a economia do país se destacava pela exportação de alguns produtos oriundos desta agricultura, tendo o café um maior foco neste período. Porém, em decorrer de crises geradas pelo colapso de preços, ocorreu uma maior relação entre o meio rural e urbano dentro do país, principalmente a partir de 1929, onde foi reduzida a capacidade de importação do país, o que, de certo modo, influenciou e estimulou a produção interna, tendo o setor urbano passado a concentrar o processo de acumulação de capital (MELO; SILVA, 2004).

Com isso, o crescimento da produção agrícola fundamentou-se em um modelo extensivo até meados da década de 1960. A partir de então, introduziu-se um novo modelo agrícola de produção nacional, sendo este ligado às novas tecnologias e que alteraram o processo produtivo do estado do Paraná de forma notória dentro da agropecuária local. O aumento destas tecnologias acarretaram mudanças econômicas e sociais no estado, onde trouxeram efeitos diretos no processo de crescimento e de arranjo espacial da população (MONDARDO, 2011).

Além disso, com o aporte de novas tecnologias, ocorreu um estreitamento de relações entre agricultura e indústria, onde houve ampliação das agroindústrias, e modernização da agropecuária, sendo esta segunda, caracterizada pela concentração fundiária, inserção de culturas mecanizadas e grandes modificações tecnológicas (MORETTO; RODRIGUES; PARRÉ; 2002).

Porém, inicialmente, estes investimentos tecnológicos que partiram do estado beneficiaram apenas o grande capital agrícola, onde se visou o uso de sementes selecionadas e de insumos químicos, irrigação, mecanização agrícola e variedades genéticas das culturas. De certo modo, esta política pública ocasionou a “expulsão” do homem do campo, pela diminuição de necessidade de mão de obra e concentração da posse da terra. O Paraná passou a fazer parte deste processo de novo padrão industrial, empregando tecnologias modernas e produção de bens agrícolas e industriais em grandes escala, a partir da década de 1970 (MORETTO; RODRIGUES; PARRÉ, 2002; MELO; SILVA, 2004).

Contudo, este padrão de produção e processo de modernização não teve o mesmo impacto em todas regiões do Paraná, havendo grandes variações nas formas de produzir. Na região Sudoeste, de forma significativa, foi mantida a estrutura de produção camponesa, assimilando os avanços tecnológicos e conservando a base familiar inserida no contexto do processo produtivo. No entanto, com o aumento de produção e utilização de fertilizantes e defensivos, os solos sofreram um processo de esgotamento, o que fez os agricultores da região recorrerem a especialização da produção, tendendo à homogeneização da produção, tanto dentro dos estabelecimentos quanto em nível regional, refletindo uma tendência geral do estado (FERES, 1990).

Neste contexto, no início da década de 1980, os agricultores do sudoeste do Paraná enfrentaram uma situação onde a estrutura familiar, que antes se diferenciava de grandes centros produtores, havia sido afetada pelo avanço da modernização rural.

A região sudoeste do Paraná possui uma área de 17.060,444 km² (IPARDES, 2017), formada por 42 municípios (IPARDES, 2012). A população que colonizou a região é proveniente 42,9% do Rio Grande do Sul, 24,8% de Santa Catarina e 31,4% de outras regiões do Paraná, conforme pesquisa feita junto aos registros de casamentos da região no período de 1900 a 1975. A renda financeira da região é gerada, em 90,7%, direta ou indiretamente das atividades agropecuárias. Entretanto, a partir dos anos 2000, ocorreu uma saída de pessoas da zona rural, devido as dificuldades encontradas, passando para 39% a população do campo. Contudo, apesar dessa queda, o volume de residentes na zona rural ainda é de grande relevância, se comparada ao observado para o estado como um todo (EMATER-PR, 1999 *apud* MELO; SILVA 2004).

Hoje, as principais culturas utilizadas na região são soja, milho e trigo, em áreas mais planas, e nas áreas declivosas há predominância de pastagens para vacas de leite. No entanto, sabe-se que o sudoeste do Paraná possui alto potencial produtivo e profissionais capacitados, que tornam premissa a inclusão de novas culturas florestais e/ou agrícolas, podendo gerar bons rendimentos se apresentadas como alternativa para as propriedades rurais da região. Neste contexto, relacionando a colonização do Sudoeste, a necessidade de incremento de renda, a sustentabilidade e uma cultura já existente, a produção de Erva-Mate possui grande potencial e viabilidade, sendo esta, utilizada em plantios puros ou homogêneos, e também, na recomposição de florestas nativas, ou áreas abertas, visando além do papel econômico, o ambiental.

3.2 ERVA-MATE

3.2.1 Aspectos biológicos

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) é uma espécie arbórea, típica das regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, sendo encontrada no Brasil, Paraguai e Argentina. É amplamente difundida na região sul do país, desempenhando um papel importante para as regiões que produzem. A espécie foi classificada pelo francês August de Saint Hillaire.

O gênero *Ilex* pertence à família Aquifoliaceae que apresenta cerca de 600 espécies, sendo 220 nativas da América do Sul, das quais 68 ocorrem no Brasil (GIBERTI, 1995; SCHERER, 1997).

A erva-mate é uma espécie com porte arbóreo, possui grande longevidade, podendo viver por até cem anos. A sua altura varia entre indivíduos, condições da região em que se encontra, podendo atingir até 30m em floresta nativa. No entanto, quando podadas geralmente não ultrapassam 7m de altura (MAZUCHOWSKI, 1989; CARVALHO; ECHEVERRIGARAY, 2003). Seu tronco é cilíndrico, reto ou levemente tortuoso, geralmente entre 20 a 40 cm de diâmetro, têm cor cinza-clara a acastanhada e com textura áspera e rugosa. (REITZ; KLEIN; REIS, 1988; CARVALHO; ECHEVERRIGARAY, 2003).

Apresenta folhas simples, alternas, normalmente estipuladas e de textura subcoriáceas a coriáceas, glabras. O limbo foliar tem de 5 a 10 cm de comprimento por 3 a 4 cm de largura, sendo sua margem irregularmente serrilhada ou denteada. O pecíolo é relativamente curto, medindo de 7 a 15 mm de comprimento (REITZ; KLEIN; REIS, 1988; MAZUCHOWSKI, 1989; CARVALHO, 2003).

Suas flores se apresentam pequenas, pedunculadas e dispostas nas axilas das folhas superiores. Possuem quatro sépalas de cor verde clara e quatro pétalas de coloração branca. A espécie é dioica ($2n = 40$), sendo um dos sexos abortivos (flores masculinas e femininas em indivíduos separados) as flores que possuem ovário não funcional são as masculinas, enquanto as femininas apresentam estames estéreis. Para diferenciar árvores masculinas de femininas, deve-se observar que as masculinas apresentam inflorescências com pedúnculo muito curto, que se ramifica gerando cada ramo, duas ou três flores dispostas no mesmo nível, possuindo pedúnculos mais longos do que as flores femininas. Sendo assim, as flores masculinas caracterizam-se pelo ovário abortado, sem estigma, enquanto as femininas

apresentam apenas uma unidade peduncular, constituída por ramos curtos e concrecidos e as flores dispõem-se em diversos níveis ao longo da unidade caulinar (FERREIRA et al., 1983). O período de floração ocorre de setembro a dezembro, sendo predominante em outubro (REITZ; KLEIN; REIS, 1988; SOUSA; DAROS; STURION, 2003). O seu sistema reprodutivo é alógamo, e a polinização é realizada por insetos, podendo ocorrer pela ação do vento (FERREIRA et al., 1983).

Os frutos são drupas globosas de 4 a 6 mm de diâmetro, de superfície lisa, coloração do fruto vai de verde a branco, para vermelho até quase ficar preto e nesta fase, se apresenta maduro. Cada fruto produz de quatro a cinco sementes, estas de coloração marrom pequenas e muito duras (CARVALHO, 2003). O amadurecimento dos frutos começa em dezembro e estende-se até março (SOUSA; DAROS; STURION, 2003).

3.2.2 Distribuição natural

A distribuição natural da erva-mate compreende uma área de aproximadamente 540.000 km², sendo encontrada no Brasil, Paraguai e Argentina. No Brasil, abrange a região centro-norte do Rio Grande do Sul, quase totalidade do estado de Santa Catarina, centro-sul e sudoeste do Paraná, sul do Mato Grosso do Sul e pontos isolados no leste de São Paulo e sudeste de Minas Gerais (OLIVEIRA; ROTTA, 1985). Deste modo, a superfície de abrangência geográfica de *I. paraguariensis* estende-se desde a latitude de 21° até 30° S e longitudes de 48° 30' até 56° 10' W, com altitudes variando de 500 a 1000 m, podendo ocorrer em regiões além destes limites (Figura 1).

No Brasil, a erva-mate é encontrada naturalmente em zonas de campos naturais e em florestas com presença de *Araucaria angustifolia*. No entanto, na Argentina e Paraguai, a erva-mate ocorre, nos sub-bosques das matas onde a presença de araucária não é constatada (OLIVEIRA; ROTTA, 1985).

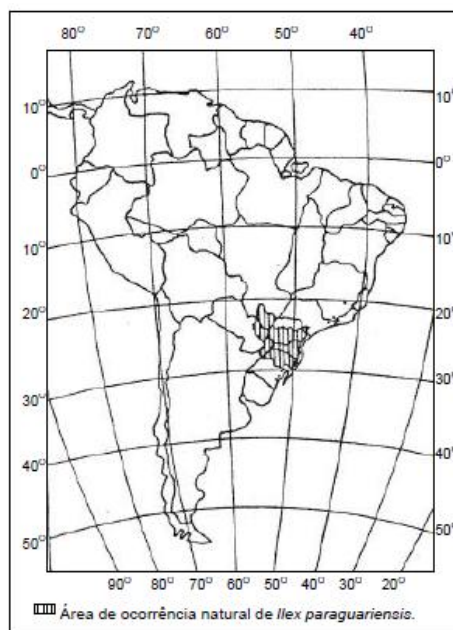


Figura 1. Área de distribuição geográfica natural da *Ilex paraguariensis* FONTE: (OLIVEIRA; ROTTA, 1985).

Considerando as áreas de ocorrência natural da erva-mate e baseado no mapeamento climático de Köppen, a distribuição predominante da erva-mate concentra-se nos tipos climáticos Cfb (temperado úmido, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C), seguido pelo Cfa (temperado úmido, com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C). Entretanto, a espécie também ocorre em áreas onde os tipos climáticos são Cwa (temperado ou subtropical com inverno seco) e Aw (tropical com inverno seco). A precipitação pluvial média anual gira em torno de 1500 mm (OLIVEIRA; ROTTA, 1983)

3.2.3 Importância socioeconômica

A história do uso da erva-mate começa no século XVII e seu impulso na economia surgiu com os jesuítas. Naquela época eles perceberam o valor que tinha a bebida feita a partir das folhas, com isso, eles passaram a aumentar o comércio para a cultura, passando a cultivar cada vez mais a espécie, que de fato contribuiu de forma significativa aos aspectos silviculturais de cultivo e manejo. No entanto, houve uma decadência desses plantios por volta de 1768, em decorrência dos jesuítas serem expulsos e, somente após 100 anos a Argentina voltou a plantar erva-mate, atingindo sua autossuficiência por volta de 1940 (LINHARES, 1969 *apud* WENDT, 2005).

No Brasil, existe uma grande importância socioeconômica sobre a cultura da erva-mate, entretanto, praticamente até hoje, sua maior parte da produção é extrativista em ervais nativos. Porém, com o destaque e expectativas sobre a cultura nos últimos anos, agricultores de pequeno e médio porte estão apostando nesta cultura, realizando plantios homogêneos puros e gerando benefícios sociais e culturais para, principalmente, o Sul do Brasil. É explorada economicamente em cerca de 596 municípios dos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul (MACCARI JUNIOR, 2000).

Até meado dos anos 2000, o maior produtor era o estado do Rio Grande do Sul, seguido de Paraná e Santa Catarina, sendo que maior parte da produção brasileira é comercializada internamente, sendo exportado o excedente, principalmente para o Uruguai. No entanto, com o passar dos anos, o Rio Grande do Sul foi perdendo espaço para o Paraná (OLIVEIRA; WAQUIL, 2015) na produção. Segundo o IBGE (2010), no ano de 2009, o Paraná colheu 71,8% do total da produção nacional. A sua principal utilização ocorre na produção de bebidas, principalmente na forma de chimarrão e chás, mas devido às suas propriedades fitoquímicas, apresenta grande potencial para outras aplicações industriais como corante, conservante alimentar, medicamentos, produtos de higiene e cosméticos (MACCARI JUNIOR, 2000).

Com o aumento de consumo, tanto no mercado interno quanto externo e a queda de produção dos ervais nativos, devido ao desmatamento e expansão da fronteira agrícola, a realização de plantios ganha motivação, tanto em cultivos homogêneos puros ou em associação, o que ocorre, na maioria das vezes, a partir de sementes colhidas sem qualquer critério de seleção, tanto em árvores nativas ou em povoamentos implantados. Como consequência disto, existem plantios sem padrão e uniformidade, com altas taxas de mortalidade e baixa produtividade, que refletem na qualidade do produto final (COSTA et al., 2009).

Num contexto geral sobre a importância socioeconômica ao estado do Paraná, por muito tempo tem se incentivado e cultivado a erva-mate nas terras do estado, mostrando assim o grande valor econômico da espécie, a qual foi um fator decisivo no processo de construção de uma identidade paranaense, a ponto de um ramo de erva-mate compor a própria bandeira do estado.

3.2.4 Produção de erva-mate no Paraná

A área plantada de erva-mate está concentrada basicamente em quatro estados, Mato Grosso do Sul (0,3%), Paraná (53%), Santa Catarina (13,1%) e Rio Grande do Sul (33,6%), em hectares corresponde a 52.326 (PR), 33.137 (RS), 12.932 (SC) e 314 (MS), obtendo assim 98.709 ha plantados no Brasil. No entanto, em relação à quantidade produzida os valores são 36,1% (PR), 48,5% (RS), 15,2% (SC) e 0,2% (MS) (SINDIMATE-RS, 2015).

Segundo SEAB/DERAL (2013), no Paraná, a produção é distribuída principalmente na região sul do estado, estando presente em 151 municípios, onde atualmente, se encontram em cinco núcleos regionais: União da Vitória, Irati, Guarapuava, Ponta Grossa e Pato Branco, os quais correspondem por 89% do valor bruto da produção do estado. Dentro desses núcleos, a erva-mate tem papel fundamental em vários segmentos, sendo composta por fornecedores de insumos, produtores, colhedores, indústrias processadoras e os consumidores. Por outro lado, até o ano de 2012 os maiores produtores eram os municípios: Cruz Machado, São Mateus do Sul, Bituruna, Paula Freitas, General Carneiro, Inácio Martins e Prudentópolis.

Segundo dados do IBGE (2012), pelo PEVS (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura), o Paraná se destaca em produção em ervais nativos, sendo que até o ano de 2011 participou de 73,8% da produção nacional, sendo o maior fornecedor. Deste modo, atrelado ao fato da matéria-prima produzida em sistema sombreado ser considerada responsável pelo melhor sabor do produto final, e demandado pelos demais estados, a produção oriunda do Paraná tem se sobressaído na preferência dos consumidores.

Se tratando de Dois Vizinhos, o levantamento feito pelo IBGE (2012), a produção de erva-mate em forma de folha verde apresentou 156 toneladas de produção, obtendo 78 mil reais pelo valor da produção, colhido em 25 hectares e de rendimento médio de 6.240 kg por hectare. Estes valores demonstram que os ervais do município se caracterizam em pequenas propriedades rurais como uma fonte de renda alternativa.

Pode-se verificar, em geral, que a produtividade obtida nos ervais está longe de atingir o seu máximo potencial, isso porque ainda necessita de orientação profissional quanto ao seu manejo, desenvolvimento de produtos para a cultura e principalmente à diminuição do extrativismo, sendo este último responsável pela retirada de produtos, sem a devida reposição de nutrientes no solo. A junção destes fatores coopera para a ocorrência de pragas e doenças, resultando na degradação dos ervais, de forma gradativa e,

consequentemente, de sua produtividade. Por isso, o desenvolvimento e repasse de tecnologias faz-se necessário para que a exploração ocorra de forma sustentável e rentável aos produtores (GOULART; PENTEADO, 2016).

Segundo WEDLING (2016), a tendência para os próximos anos é para a realização de pesquisas que não foquem apenas na produtividade das plantas de erva-mate, mas também em sua resistência a doenças, bem como sua composição química no que diz respeito a teores de cafeína, teobromina, antioxidantes, entre outros. Além disso, deverão ser realizadas pesquisas relacionadas a adaptação das mesmas progênies em diferentes condições de clima, solo, sombreamento e nutrição.

3.3 TESTE DE PROGÊNIES

Haja visto o grande histórico da cultura da erva-mate, é notável que apresenta complexidades e diferenças locais e regionais em relação as formas de cultivo, manejo, tratos e métodos silviculturais, fatores que influenciam diretamente na produção, tanto em termos qualitativos quanto quantitativos. No entanto, além das práticas de manejo adequadas, assim como em outras espécies, o critério na escolha do material genético a ser cultivado também é determinante para o cultivo ser bem sucedido.

Dentre os instrumentos importantes para seleção de bons materiais genéticos existe o teste de progênies, o qual é usado para estimar parâmetros genéticos e critérios de seleção buscando avaliar a magnitude e a natureza genética dos indivíduos, visando quantificar os ganhos dos melhores genótipos (KRAS et al., 2007).

Os estudos voltados ao melhoramento genético de erva-mate, no Brasil, iniciaram na década de 90, pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) (FLOSS, 1997), seguidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Unidade Florestas, localizada no Paraná, que no ano de 1997 iniciou avaliações de progênies para formação de populações base para o melhoramento genético da espécie (RESENDE et al., 2000).

Estes estudos, que identificam quais procedências e progênies para diferentes classes de solo, regiões territoriais e clima, exerceram um papel importante, quando analisados sob o viés das interações genótipos x ambiente e, com isso, na melhor escolha de procedências, progênies e indivíduos para determinada região. Este conhecimento é necessário para determinar a importância econômica para os genótipos em diferentes

regiões de plantio, pois permite estimar os ganhos, partindo de um material reprodutivo melhorado (STURION; RESENDE; FASOLO, 2003).

Também, com base nesses resultados, foi possível quantificar a necessidade de estudos mais específicos sobre as variações existentes entre e dentro das populações, avaliando os valores genéticos das mesmas e de seus indivíduos (STURION; RESENDE, 2010), a fim de obter matéria prima de melhor qualidade e em maior quantidade, sem interferir em suas características comerciais de interesse.

Embora testes de progênie busquem indicar valores genéticos das populações, o estudo de fatores ambientais (solo, clima e técnicas de cultivo) são de extrema importância devido a interação genótipo x ambiente, que reduz a correlação existente entre fenótipo e genótipo (CRUZ; REGAZZI, 1997).

Deve-se considerar essa interação de forma a avaliar as características fenotípicas apresentadas por cada progênie, tendo em vista a influência direta do ambiente sob a expressão gênica das plantas, definindo assim, a adaptabilidade edafoclimática das diferentes variedades (RADAELLI, 2016).

Estas análises podem ser feitas através de técnicas de geoestatística, que facilitam a identificação de estratos mais homogêneos para a comparação dos genótipos (RESENDE et al., 2000).

Dentre os fatores que devem ser considerados, segundo Resende (2000) estão:

- a) Bioclimáticos: representados pelos fatores de precipitação, altitude, latitude, temperatura, formação vegetal original e evapotranspiração potencial;
- b) Edáficos: representados pelo tipo de solo, fertilidade, estrutura e atividade biótica.
- c) Práticas de cultivo: que envolvem todo processo de plantio a colheita, tais como preparo do solo, forma, época e frequência de podas, adubação de implantação e manutenção, espaçamento de plantio dentre outras.

Deste modo, todas estas características devem ser levadas em consideração para seleção de materiais como forma de divulgação científica sobre a qualidade genética e potencial produtivo para cada região. É fundamental ressaltar que as escolhas de sítios a serem cultivados devem ter base nas exigências da espécie, pois ocorre diferentes produtividades para o mesmo material genético em diferentes ambientes. Por fim, ter consciência das técnicas de cultivo que serão empregadas para maximizar os ganhos produtivos.

Outro fator a ser levado em consideração nos programas melhoramento genético é a seleção de matrizes através das avaliações de relação de componentes comerciais de erva-

mate verde (ECOM)/galhos grossos (GG), onde este aponta o rendimento da erva-mate, além desta, também verifica-se as relações de produtividade de massa verde (FO)/galhos finos (GF), bem como a relação de massa verde e massa seca dentro de cada componente (FOV/FOS e GFV/GFS) a fim de definir o rendimento da ECOM na indústria. As variações em 0,1, no que diz respeito a relação de ECOM/GG, em diferentes ervais, cuja produtividade de massa verde possui o mesmo potencial produtivo, podem apresentar aumento de até 5% em produtividade industrial. Além disso, quanto maior a FO/GF e menor a relação massa verde/massa seca, melhor a qualidade da erva-mate (SANTIN et al., 2015).

Tratando-se ainda da seleção de matrizes, outro fator importante a ser considerado na escolha do material, é o sexo da planta a ser propagada. Estudos realizados por FLOSS; NESI; WENDLING (2016) que apontam a genética e o sexo como elementos significativos relacionados a produtividade da erva-mate e o enraizamento de estacas, onde as progênes provenientes de matrizes femininas demonstraram maior percentual para ambos os fatores.

3.4 CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA ERVA-MATE

A qualidade da erva-mate, quando são consideradas as propriedades organolépticas e composição química dos produtos de suas folhas, é diferenciada de acordo com o tipo de solo, época de colheita, idade da planta, condições climáticas, além da variação que ocorre individualmente entre plantas em função de sua genética e fenótipo (BERTONI et al., 1992).

A morfologia das folhas é fator determinante ao teor nutricional desta espécie (COELHO; MARIATH; SCHENREL, 2002). Essa diferença encontrada nas folhas é designada como morfotipos, sendo estes, definidos como amarelinha, cinza e sassafrás, onde amarelinha apresenta folhas mais claras na região do limbo e nervura principal e as secundárias amareladas; a cinza possui folhas com limbo cinza-esverdeada e as nervuras amareladas, no entanto, menos acentuadas quando comparadas à amarelinha; as folhas do morfotipo sassafrás contém limbo verde escuro brilhante na face adaxial e nervuras mais claras (REISSMANN; DUNISCH; BOEGER, 2003). Neste sentido, análises realizadas a partir de clorofilometro que identificam o teor de clorofila em uma folha, podem ter grande significância, demonstrando a taxa fotossintética ou a deficiência nutricional a partir da perda de coloração. Já quanto a deficiência nutricional, é um reflexo dos baixos teores de

nitrogênio no solo, que pode ser solucionado através de análises de solo e aplicação ideal, contribuindo além do crescimento para a qualidade final do produto.

Segundo Reissmann, Dunisch e Boeger (2003), a diferença na composição química, bem como os teores de nutrientes minerais e compostos fitoquímicos, como teobromina, cafeína e taninos, são outros fatores altamente consideráveis na erva-mate. Em análises laboratoriais estes aspectos são levados em consideração, baseando-se nas alterações físico-químicas principalmente devido a insolação ou não dos ervais e de outros fatores ambientais, como por exemplo, forma de manejo e época de colheita das folhas, sendo a principal realizada entre os meses de maio a setembro, e posteriormente a segunda colheita, que acontece entre os meses de dezembro a fevereiro (CAMPOS, 1991; ANDRADE, 2003).

A partir do momento em que as pesquisas começaram a levar em conta a variabilidade e qualidade química da erva-mate, as pesquisas com a espécie foram intensificadas e, com isso, passou a ocorrer um aumento da gama de produtos gerados contendo matéria prima desta planta, principalmente no que se refere à nutrição e saúde humana, sendo que todos estes produtos foram elaborados a partir da erva-mate comum, sem a realização de melhoramento genético para composição química (WENDLING, 2016).

Além destes compostos, existem macromoléculas que possuem importância, as proteínas, por exemplo, são cadeias de resíduos de aminoácidos e desempenham funções na planta como catalisadoras de reações metabólicas através das enzimas e replicação do DNA, participando praticamente de todos os processos celulares, sendo responsáveis pelo crescimento e manutenção da planta. As principais proteínas foliares são cloroplásticas, onde se apresentam como proteínas-clorofila, participando da síntese de ATP, processo que inicia a partir da recepção de fótons, gerando reações primárias da fotossíntese (PEREIRA, 2015).

A fotossíntese, por sua vez, é o processo em que a planta acumula a luz em forma de energia, utilizando-a para oxidar a água presente, liberando oxigênio, com intuito de diminuir o dióxido de carbono, conseqüentemente, formando compostos carbonados, tais como açúcares (TAIZ; ZEIGER, 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO E PREPARO DA ÁREA

O presente trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, a qual se localiza na região sudoeste do Paraná, município de Dois Vizinhos (Figura 2). Este município tem seu clima classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa) com verões quentes com faixa de temperatura mínima entre -3°C e 18°C e máxima $\geq 22^{\circ}\text{C}$ e com faixa de precipitação média anual de 1900 mm (ALVARES et al., 2013).

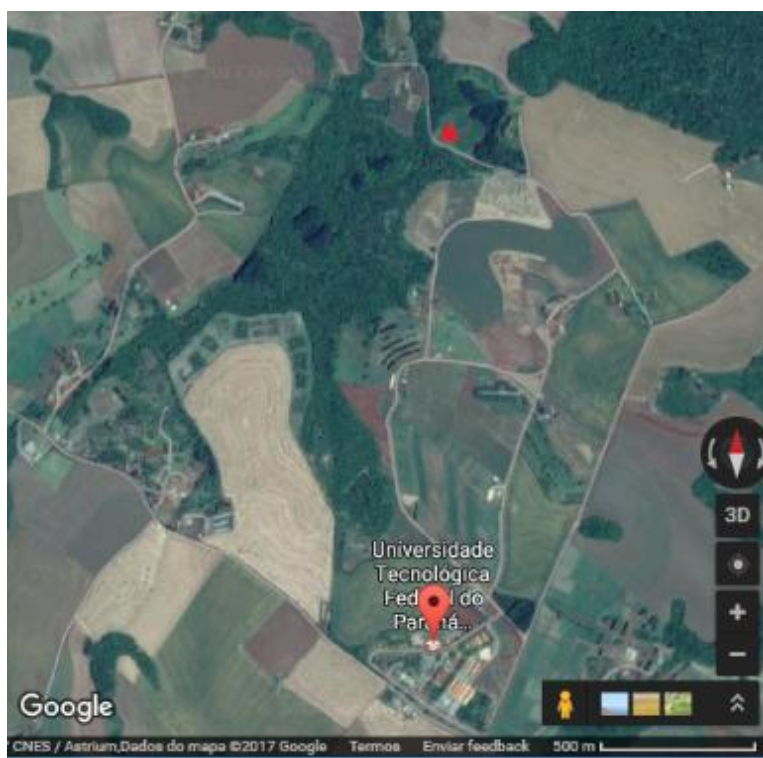


Figura 2. Croqui representativo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Indicando em vermelho o local do plantio de erva-mate.

O local do estudo anteriormente era utilizado para fins agrícolas, deste modo, o preparo da área iniciou-se com a limpeza, sendo feita a roçada mecanizada executada com roçadeira acoplada a um trator, de forma a se reduzir a mata competição, fator limitante para o crescimento de plantios florestais. Em seguida, o preparo do solo foi realizado através de escarificação tratorizada até 30 cm de profundidade, de forma desagregar

camadas compactadas do solo, além de mobilizar o solo sem revolvê-lo e minimizar os riscos de erosão, considerando o longo histórico de uso agrícola da área.

Posteriormente, iniciou-se o combate às formigas cortadeiras, consideradas uma das piores pragas florestais. Seu controle inicial foi realizado em toda área onde seria realizado o plantio e também no entorno. De forma sistemática, foram feitos caminhamentos e a cada 5 m foi depositado, sobre o solo, aproximadamente 10 g de isca granulada a base de sulfluramida e fipronil. Este primeiro controle ocorreu de forma preventiva visto que não foram encontrados olheiros ou caminhos formados por formigas, no entanto a área é circundada por plantios florestais de Pinus, Eucalipto e floresta nativa. Esta ação ocorreu a cada 30 dias durante o período de 3 meses. Após isso, ocorreu monitoramento, com aplicação de formicida somente em caso de aparecimento de novos olheiros.

Após vinte dias do primeiro controle de formigas, foi iniciado o coveamento, realizado com auxílio de enxadão e com covas de aproximadamente 25 cm de profundidade.

O plantio foi realizado no mês de setembro de 2016, momento em que a fase de produção de mudas no viveiro foi concluída. Nessa época, as temperaturas médias da região começam a se elevar, de forma que optou-se pela colocação, no fundo da cova, previamente ao plantio, de solução de hidrogel (500 ml) na concentração de 0,02%, produto que tem a função de reter água próximo às raízes por um período maior de tempo, disponibilizando gradativamente as plantas, favorecendo o sistema radicular, seu pegamento e desenvolvimento. A solução também foi inserida logo após o plantio da muda, sobre o colo da planta, servindo para amenizar a temperatura no microclima do entorno da mesma.

Após o plantio de cada muda, foi realizada a colocação de tábuas de proteção de aproximadamente 15 x 50 cm ao lado oeste das mudas, visando proteger as mudas da insolação direta, mais intensa do período da tarde, de forma a minimizar os efeitos deletérios do calor e luminosidade excessiva sobre as mudas recém plantadas.

A irrigação ocorreu aproximadamente a cada cinco dias durante o primeiro mês após o plantio, com o auxílio de regadores, sendo que para cada planta foi adicionado aproximadamente 1 litro de água.

O controle de plantas invasoras ocorreu periodicamente, conforme a necessidade de controle de invasoras no local, em função da competição com as mudas de erva-mate. Para tanto, foi usada roçadeira costal, também sendo realizado o coroamento com enxada, para limpeza no entorno de cada muda.

Sendo assim, a área onde foi implantado o experimento é homogênea em relação aos fatores externos, embora esteja circundada por plantios florestais, áreas nativas e estradas. Apresenta distância mínima de 5 m destes fatores, além de possuir as mesmas características de solo e relevo.

4.2 ORIGEM DAS PLANTAS

A população de origem das sementes que foram utilizadas para a produção das mudas utilizadas para a implantação do teste de progênies é oriunda de um pomar de sementes por mudas. As sementes foram coletadas, beneficiadas e as mudas produzidas em viveiro devidamente registrado no Ministério da Agricultura. Um convênio de cooperação técnico-científica entre a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos e EMBRAPA Florestas (detentora dos direitos de uso do material genético), está sendo firmado, encontrando-se em fase de análise jurídica. As 18 progênies implantadas em setembro de 2016 na UTFPR-DV são listadas e caracterizadas na Tabela 1.

Tabela 1. Relação das progênies utilizadas na pesquisa.

Id.	Matriz	Identificação	Procedência de Origem	Geração atual	Geração Teste
1-BAR	R1 - F64	Progênie	Barão de Cotegipe	1a	2a
2-CAS	R1 - F171	Progênie	Cascavel	1a	2a
3-QUE	R1 - F92	Progênie	Quedas do Iguaçu	1a	2a
4-DES	R4 - F93	Progênie	Desconhecida	1a	2a
5-QUE	R2 - F92	Progênie	Quedas do Iguaçu	1a	2a
6-CAS	R5 - F163	Progênie	Cascavel	1a	2a
7-CAS	R5 - F172	Progênie	Cascavel	1a	2a
8-CAS	R1 - F174	Progênie	Cascavel	1a	2a
9-BAR	R1 - F60	Progênie	Barão de Cotegipe	1a	2a
10-CAS	R4 - F173	Progênie	Cascavel	1a	2a
11-IVA	R2 -F22	Progênie	Ivai	1a	2a
12-IVA	R1 - F14	Progênie	Ivai	1a	2a
13-CAS	R3 - F158	Progênie	Cascavel	1a	2a
14-DES	R2 -F66	Progênie	Desconhecida	1a	2a
15-DES	R1 - F60 Cepaf	Progênie	Desconhecida	Desconhecida	Desconhecida
16-DES	R1 - F60 Cepaf	Progênie	Desconhecida	Desconhecida	Desconhecida
17-DES	R2 -F14	Progênie	Desconhecida	1a	2a
18-DES	Eco CON 1	Progênie	Desconhecida	Desconhecida	Desconhecida

Essas 18 progênies superiores tiveram sementes coletadas, as quais deram origem às mudas utilizadas no presente estudo.

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental instalado é em blocos ao acaso, sendo 4 blocos, onde cada um possui 18 progênies (tratamentos), cada bloco contendo 5 plantas de cada progênie (sendo a média das cinco plantas considerada uma repetição). O espaçamento de plantio foi de 1,5 m x 1,5 m (entre mudas e entre linhas), deixando-se uma faixa de 3 metros entre cada bloco (Figura 3). O plantio foi realizado no mês de setembro de 2016.



Figura 3. Croqui representativo de um bloco no plantio do experimento com Erva-Mate. Cada linha vertical representa uma linha de plantio contendo 5 plantas da mesma progênie.

4.4 COLETA DE DADOS E VARIÁVEIS RESPOSTAS

4.4.1 Dados morfofisiológicos

Os dados foram coletados nos meses de outubro e dezembro de 2016, fevereiro, abril, junho, agosto e novembro de 2017. As variáveis analisadas foram: a) altura da planta; b) área de projeção da copa; c) diâmetro do colo; d) número de folhas; e) teor de clorofila, f) área foliar, g) teor de açúcar total e h) teor de proteínas.

As análises f, g e h, por necessitarem de amostragem destrutivas, foram realizadas somente uma vez, ao fim dos 16 meses após o plantio, no Laboratório de fisiologia vegetal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos.

De forma detalhada, as variáveis foram obtidas da seguinte forma:

a) Altura da planta: com o auxílio de uma fita métrica, onde cada planta era medida no sentido vertical, da sua base ao ápice;

- b) Área de projeção da copa: medição, de forma perpendicular, de dois diâmetros de copa por planta, com uso de fita métrica, em sentido horizontal;
- c) Diâmetro de colo: medição do diâmetro na base do caule da planta, com uso de um paquímetro digital, com precisão de duas casas decimais;
- d) Número de folhas: medida realizada através da contagem visual do total de folhas por planta;
- e) Teor de clorofila: medida realizada a campo, com o auxílio de um clorofilômetro eletrônico, obtendo-se o teor de clorofila total;
- f) Área foliar: obtida com a utilização de um medidor de área foliar portátil. Esta medida foi realizada somente aos 16 meses devido a aquisição tardia do equipamento. Foram coletadas 20 folhas formadas por progênie, sorteadas aleatoriamente entre os blocos, sendo dado a somatória e média/folha em cm²;
- g) Teor de açúcar total: quantificação do teor de açúcares totais em tecidos vegetais (método fenol sulfúrico) (DUBOIS et al., 1956).
- h) Teor de Proteínas: obtidas através do método de quantificação do teor de proteínas em tecidos vegetais (Método Bradford) (BRADFORD, 1976).

4.4.2 Dados climáticos

Segundo Resende et al., (2000), citando estudos sobre regiões bioclimáticas do Paraná (EMBRAPA, 1886), numa abordagem sobre os fatores climáticos com aptidão para o crescimento da erva-mate, são elencados o tipo de vegetação, altitude, tipo de clima, temperatura média anual, temperatura mínima absoluta, precipitação média anual e seu regime de distribuição, balanço hídrico do solo e ocorrência de geadas, como variáveis importantes.

A partir de uma análise destes fatores, recomenda-se o cultivo de erva-mate no Paraná em regiões bioclimáticas onde as temperaturas médias anuais podem variar de 12 a 24 °C, podendo variar em 15 a 18 ° C, sendo de 20 a 23° a temperatura média anual do clima mais apropriada (OLIVEIRA e ROTTA, 1983). Também são recomendados locais onde a precipitação pluviométrica seja caracterizada por frequência regular, distribuição uniforme entre os meses do ano, não ocorrendo déficit hídrico e com precipitação média anual variando de 1.250 a 2.500 mm (RESENDE et al., 2000).

Dentre a origem de procedência das progênies utilizadas no estudo, Quedas do Iguaçu-PR apresenta tipo climático Cfb, sendo clima temperado, com verão ameno.

Chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca e a temperatura média do mês mais quente não chega a 22 °C, com precipitação de 1800 a 2000 mm por ano. Cascavel-PR também apresenta clima Cfb, porém com transições de Cfa, sendo clima subtropical, com verão quente e com temperaturas superiores a 22 °C no verão. Ivaí-PR, apresenta clima Cfb, no entanto com precipitação de 1500 a 1600 mm. Enquanto Barão do Cotegipe-RS, clima Cfa com temperatura média de 18,3 °C e precipitação média anual de 1860 mm (SIMEAO, et al., 2002).

Como variáveis climáticas comparativas aos resultados do estudo, para as variáveis do município de Dois Vizinhos-PR foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), através de uma estação meteorológica automática do INMET instalada na UTFPR - Campus Dois Vizinhos (8° Distrito Meteorológico - DISME).

Os dados das variáveis climáticas de temperatura, umidade e precipitação, após tabuladas em planilhas Excel, tiveram suas médias calculadas levando em conta o intervalo entre os dias de coleta de dados nas plantas, utilizando a temperatura instantânea do ar, temperatura máxima do ar e temperatura mínima do ar, umidade instantânea, máxima e mínima e a precipitação acumulada total. Tais dados foram usados ao nível de caracterização do local (Tabela 2) e posteriormente feita correlação com as variáveis de crescimento da planta.

Tabela 2. Caracterização das condições climáticas no decorrer do experimento. Valores baseados em médias no intervalo de tempo entre as coletadas de dados para o município de Dois Vizinhos-PR.

	Temperatura (C)			Umidade (%)			Precipitação
	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	(mm)
set 16/out 16	17,7	18,4	17,1	75	79	72	21,0
out 16 /dez 16	21,7	22,5	21,0	70	74	67	394,4
dez 16/fev 17	23,4	24,1	22,7	81	85	78	212,8
fev 17/abr 17	23,4	24,1	22,8	76	80	73	12,4
abr 17/jun 17	18,9	19,4	18,4	84	86	81	394,6
jun 17/ago 17	16,3	17,0	15,6	70	73	67	50,0
ago 17/nov 17	21,7	22,4	20,9	63	66	60	357,4
Média	20,4	21,1	19,8	74,3	77,3	71,2	-
					Ac. Total		1442,6

4.4.3 Caracterização da fertilidade do solo

Devido à área do experimento ter sido utilizada anteriormente por longos períodos de tempo com cultivos agrícolas intensivos, foi realizada uma coleta de solo de forma a determinar as condições de fertilidade do mesmo.

Com auxílio de um trado, a amostragem consistiu na coleta de solo em três parcelas distintos na área do plantio. Para cada parcela, foram realizadas três coletas de solo em cada profundidade, considerando, 0-20 cm e 20-40 cm. As amostras simples dentro de cada parcela experimental foram misturadas a fim de se obter, para cada profundidade, uma amostra composta.

O solo foi depositado em sacolas plásticas transparentes e identificadas. Já em laboratório, foram transferidas para sacos de papel kraft identificados, acondicionados em estufa e submetidos a secagem de 45 °C por 24 h. Após este procedimento, foi encaminhado para o Laboratório de Análises de Solos UTFPR/IAPAR, situado em Pato Branco, PR. (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização das condições de fertilidade da solo.

Profundidade	MO	P	K cmole	pH	Índice SMP	Al ³⁺ cmole
	gdm ⁻³	mgdm ⁻³	dm ⁻³	CaCl ₂		
0-20	42,22	1,03	0,25	5,3	6,35	0
CV (%)	6,73	130,38	28,28	2,67	1,11	0
20-40	34,18	0,08	0,13	5,1	6,2	0,055
CV (%)	13,86	0	54,39	8,32	2,28	141,42
	H+Al cmole	Ca cmole	Mg cmole	SB cmole	V	Sat, Al
	dm ⁻³	dm ⁻³	dm ⁻³	dm ⁻³	(%)	(%)
0-20	3,83	6,05	2,45	8,75	69,52	0
CV (%)	5,36	17,53	8,66	8,89	4,34	0
20-40	4,29	5,15	2,8	8,08	65,34	0,69
CV (%)	10,55	31,58	50,51	3,5	4,87	141,42
	10,55	31,58	50,51	3,5	4,87	141,42

Metodologias: MO por ingestão úmida; P, K, Cu, F, Zn e Mn extraídos com solução de Mehlich -I; pH em CaCl₂, relação 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1mol L⁻¹,

4.5 ANÁLISE DOS DADOS

Após a organização dos dados em planilhas Excel®, foram realizados testes, através do software GENES®, quanto aos pressupostos do modelo matemático, sendo a homogeneidade da variância testada pelo teste de Bartlett e a normalidade dos dados pelo teste de Lilliefors. Estes testes indicaram se os dados estavam adequados para se fazer a análise de variância (ANOVA) ou se seria necessário transformar os dados antes da ANOVA ou ainda se a ANOVA não era adequada para analisar os dados, realizando então testes não paramétricos.

Quando os dados atenderam os pressupostos sem transformação ou após transformação, foi realizado a ANOVA. Como o experimento é de caráter qualitativo e unifatorial, o teste complementar utilizado foi o de comparação múltipla por Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

Como análise complementar, a partir do conjunto de dados de incremento em diâmetro do colo, altura, número de folhas copa, clorofila, relação h/d e crescimento relativo em diâmetro do colo, altura, área de copa, número de folhas, área foliar, açúcar total e proteínas, foi realizado um ranking atribuindo notas de 1 a 18, sendo as menores notas para os melhores valores dentro da variável, depois feito a média da pontuação por progênie, objetivando selecionar 20% que apresentassem as menores pontuações.

Como teste adicional utilizando o software © Copyright IBM Corporation, versão 20 (IBM SPSS, 2011) foi realizado a análise estatística multivariada, onde foi elaborada uma matriz de dados contendo 18 linhas, constituídas pelas Progênies (Barão de Cotegipe R1-F64, Cascavel R1-F171, Quedas do Iguaçu R1-F92, Desconhecida R4-F93, Quedas do Iguaçu R2-F92, Cascavel R5-F163, Cascavel R5-F172, Cascavel R1-F174, Barão de Cotegipe R1-F60, Cascavel R4-F173, Ivaí R2-F22, Ivaí R1-F14, Cascavel R3-F158, Desconhecida R2-F66, Desconhecida R1-F60, Desconhecida R1-F60 1, Desconhecida R2-F14 e Desconhecida R2-F14) e 11 colunas, sendo nove variáveis analisadas (Incremento em altura, Incremento em Diâmetro do Colo, Crescimento Relativo em Área de Copa, Crescimento em Número de Folhas, Relação H/DC, Teor de clorofila, Proteínas, Açúcar e Área Foliar – média por folha).

A partir desta matriz foi realizada uma Análise Fatorial pelo método dos Componentes Principais, para avaliar quais as variáveis foram mais importantes na análise. Posteriormente foi realizada uma análise de agrupamento, pelo método Hierárquico Aglomerativo, utilizando a Distância Euclidiana como medida de similaridade e o método de ligação Ward e, uma Análise Discriminante, conhecida como Discriminante Linear de

Fisher, para obter funções discriminantes que possam classificar os grupos de espécies obtidos e verificar as diferenças entre os mesmos (MORRISON, 1974, HAIR et al., 2005; JOHNSON; WICHERN, 2007; RIBAS; VIEIRA, 2011, LATTIN; CARROLL; GREEN, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados estatísticos detalhados referente a análise de variância (ANOVA) juntamente com os graus de liberdade (GL), soma dos quadrados (SQ), média quadrática (QM) e F calculado para as variáveis encontram-se no tópico apêndice.

5.1 DIÂMETRO DO COLO

A partir do teste de comparação de médias por Scott-Knott, não houve diferença significativa estatisticamente, entre as progênes, em relação a cada mês. Quanto ao coeficiente de variação, com respeito a precisão do processo segundo a classificação de Ferreira (1991), até 15% se enquadra como baixo e de precisão ótima, enquanto que de 15% a 20% médio, com precisão boa (Tabela 4).

Tabela 4. Diâmetro do colo (mm) de progênes de erva-mate plantadas em Dois Vizinhos-PR.

Progênie	Avaliação						
	out/16	dez/16	fev/17	abr/17	jun/17	ago/17	nov/17
1-BAR	3,27 a*	3,53 a	3,68 a	3,84 a	3,83 a	4,23 a	4,68 a
2-CAS	3,25 a	3,29 a	3,37 a	3,46 a	3,64 a	4,12 a	4,33 a
3-QUE	3,25 a	3,18 a	3,26 a	3,38 a	3,57 a	4,68 a	4,82 a
4-DES	3,34 a	3,56 a	3,57 a	3,68 a	3,78 a	4,40 a	4,63 a
5-QUE	3,15 a	3,06 a	3,25 a	3,40 a	3,58 a	4,67 a	4,84 a
6-CAS	2,94 a	3,07 a	3,19 a	3,32 a	3,43 a	4,12 a	4,47 a
7-CAS	2,85 a	2,91 a	3,07 a	3,14 a	3,19 a	3,20 a	3,32 a
8-CAS	3,24 a	3,22 a	3,36 a	3,46 a	3,54 a	4,18 a	4,35 a
9-BAR	3,02 a	3,42 a	3,62 a	3,66 a	3,85 a	4,19 a	4,56 a
10-CAS	2,88 a	2,86 a	2,82 a	2,94 a	3,01 a	3,19 a	3,39 a
11-IVA	2,96 a	3,10 a	3,32 a	3,53 a	3,74 a	4,10 a	4,30 a
12-IVA	3,28 a	3,42 a	3,58 a	3,95 a	4,25 a	4,47 a	4,77 a
13-CAS	3,26 a	3,53 a	3,92 a	4,02 a	4,21 a	4,44 a	4,73 a
14-DES	3,18 a	3,25 a	3,45 a	3,70 a	3,80 a	3,97 a	4,17 a
15-DES	3,16 a	2,88 a	2,84 a	2,97 a	3,15 a	3,34 a	3,54 a
16-DES	2,69 a	2,83 a	3,00 a	3,04 a	3,26 a	3,41 a	3,67 a
17-DES	3,26 a	3,17 a	3,12 a	3,39 a	3,73 a	4,07 a	4,34 a
18-DES	3,70 a	3,54 a	3,39 a	3,60 a	3,78 a	3,99 a	4,35 a
Média	3,15	3,21	3,32	3,47	3,63	4,04	4,29
CV%	8,18	8,9	10,67	11,48	12,51	18,57	17,25

*Médias com letras diferentes, minúscula na mesma coluna para respectivas médias entre progênes, diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

Embora não tenha ocorrido diferença estatística significativa, é notável que o crescimento do diâmetro do colo é constante, e que todas as progênies ao fim dos 14 meses ficaram no intervalo de médias 3,32 a 4,84 mm, tendo como os diâmetros maiores as progênies 5-QUE, 3-QUE e 12-IVA, com valores de 4,84; 4,82 e 4,77 mm, respectivamente. Os diâmetros menores ocorreram nas progênies 7-CAS, 10-CAS e 15-DES, com valores 3,32; 3,39 e 3,54, respectivamente.

No entanto, se comparado com Trautenmüller et al. (2014), que em plantio em solo semelhante e sem adubação, aos 180 dias, teve médias de diâmetro do colo de 4,90 mm, o crescimento em diâmetro presente no estudo se mostrou inferior a estas médias, pois no mesmo intervalo de tempo alcançou diâmetros de no máximo 4,0 mm. Deve-se considerar que o estudo do autor foi realizado em condições de irrigação automatizada e com tela de sombreamento. No entanto, outra suposição para que a pesquisa do autor tenha alcançado essas médias é que o seu plantio tenha ocorrido no período de inverno entre os meses de maio e junho onde o crescimento da erva-mate demonstra maior adaptação, embora o autor não cita o período em que foi realizado o plantio. Sendo assim, pode-se considerar que a fertilidade do solo e o estoque de nutrientes são outros aspectos importantes. Plantios onde tenha bom suprimento de potássio, ocorrem maiores contribuições no incremento do diâmetro de colo, já que o potássio é responsável pela regulação da abertura estomática e engrossamento de caule.

Embora o presente estudo não tenha utilizado adubação, sabe-se que é de grande importância a nutrição das plantas. Em condições naturais, sem adubação, ocorrem demandas de nutrientes como o nitrogênio, potássio e cálcio. Segundo Goulart e Penteado (2016), se comparado com culturais anuais, à demanda da erva-mate por nitrogênio é mais alta que a do milho grão.

Na pesquisa realizada por Leite (2017), também no município de Dois Vizinhos, aos seis meses obteve médias de 3,66 mm, sendo considerado bem próximo dos valores apresentados no presente estudo (Tabela 4) para o mesmo período. Isto demonstra que a adaptação e crescimento em diferentes localidades também influenciam diretamente no crescimento inicial das espécies. O mesmo autor ainda obteve médias de 4,09 e 5,25 mm, aos 9 e 12 meses respectivamente. Se comparado ao presente estudo, nota-se que somente a partir do 12º mês as médias tornaram inferiores ao estudo de Leite (2017).

Porém, empregar diferentes técnicas de manejo pode inferir significativamente nas características de crescimento, como por exemplo, a utilização de plantas de cobertura vegetal consorciadas com a erva-mate, tendo em vista que as mesmas servem para proteção

do solo e fixação de nitrogênio. Com a utilização de *Arachis pintoi* (amendoim forrageiro) é possível alcançar médias de 5,22 mm aos 12 meses pós plantio (ROCHA et al., 2016), médias estas bem similares ao estudo de Leite (2017), que não utilizou plantas de cobertura, embora o seu plantio de erva-mate tenha sido consorciado com outras espécies florestais em sistema agroflorestal, explicando desta forma o maior crescimento como mencionado anteriormente.

Outro fator limitante é a formação da muda em viveiro, pois é decorrente a variabilidade ocasionada por mudas formadas por sementes (NIENOW; HETTWER; ZART, 2016). Os autores testaram os parâmetros morfológicos comparando com mudas formadas pelo método de propagação de estaquia, e obtiveram resultados de média do diâmetro do colo aos 600 dias de 24,5 mm por mudas de estaquia.

Além do método de preparo da muda, o volume e tipo de recipiente podem influenciar o crescimento após o plantio. Mudas submetidas a tubetes de polietileno de 100 cm³ originadas por miniestaquia, que antes do plantio passaram por um período de sete meses em condições de aclimação e rustificação com 30% de sombreamento, quando plantadas em campo após 12 meses, atingem médias de 3,69 mm; mudas em sacos de polietileno de 500 cm³, 4,10 mm, em sacos de polietileno de 1500 cm³, 5,63 mm de diâmetro; e em sacos de polietileno de 3000 cm³, 6,70 mm (RODRIGUES et al., 2017), demonstrando que conforme aumenta o volume do recipiente, ocorre conseqüentemente acréscimo em diâmetro do colo.

No presente estudo, a partir do gráfico com linhas de tendência é possível visualizar melhor os dados dispostos na Tabela 4. O gráfico demonstra o crescimento em diâmetro do colo em função do tempo (Figura 4).

Nota-se que até meados de dezembro de 2016 embora tenha ocorrido crescimento, este não foi tão acentuado como a partir de fevereiro de 2017. Progênies como a 18-DES por exemplo, tiveram uma redução no seu diâmetro e depois um rápido crescimento constante.

Observa-se que até meados de janeiro de 2017 as mudas estão em período de adaptação inicial ao sítio, onde existem grupos formados entre as progênies que apresentaram similaridade nas características de crescimento. As progênies 3-QUE, 15-DES, 17-DES e 18-DES por exemplo, perderam crescimento em diâmetro do colo, possivelmente em função do estresse hídrico ou expressão fenotípica causada neste período de adaptação. Já outras progênies como a 5-QUE, 10-CAS e 16-DES, tiveram crescimento relativamente baixo ou mantiveram-se sem crescer, possivelmente se tornando mais

adaptáveis as condições de sítio. No entanto, para o mesmo período, houve um destaque para progêneses como a 4-DES, 6-CAS, 7-CAS, 11-IVA, 12-IVA, 13-CAS, 14-DES, 16-DES que cresceram em ritmo mais acelerado em relação as demais, e já indicando possível preferência e melhor adaptação em temperaturas mais altas, considerando que este período é a estação do verão.

O crescimento em diâmetro até fevereiro de 2017 continua sendo constante com exceção da progênie 1-BAR que teve leve tendência ao crescimento, e a progênie 15-DES que continuou tendo queda no crescimento. Com a chegada do outono que é a partir de março de 2017, passado o período de adaptação inicial, no geral as progêneses aumentaram o crescimento. Segundo Bamberg (2014), a partir de outono espécies florestais começam expressar crescimento mais acelerado.

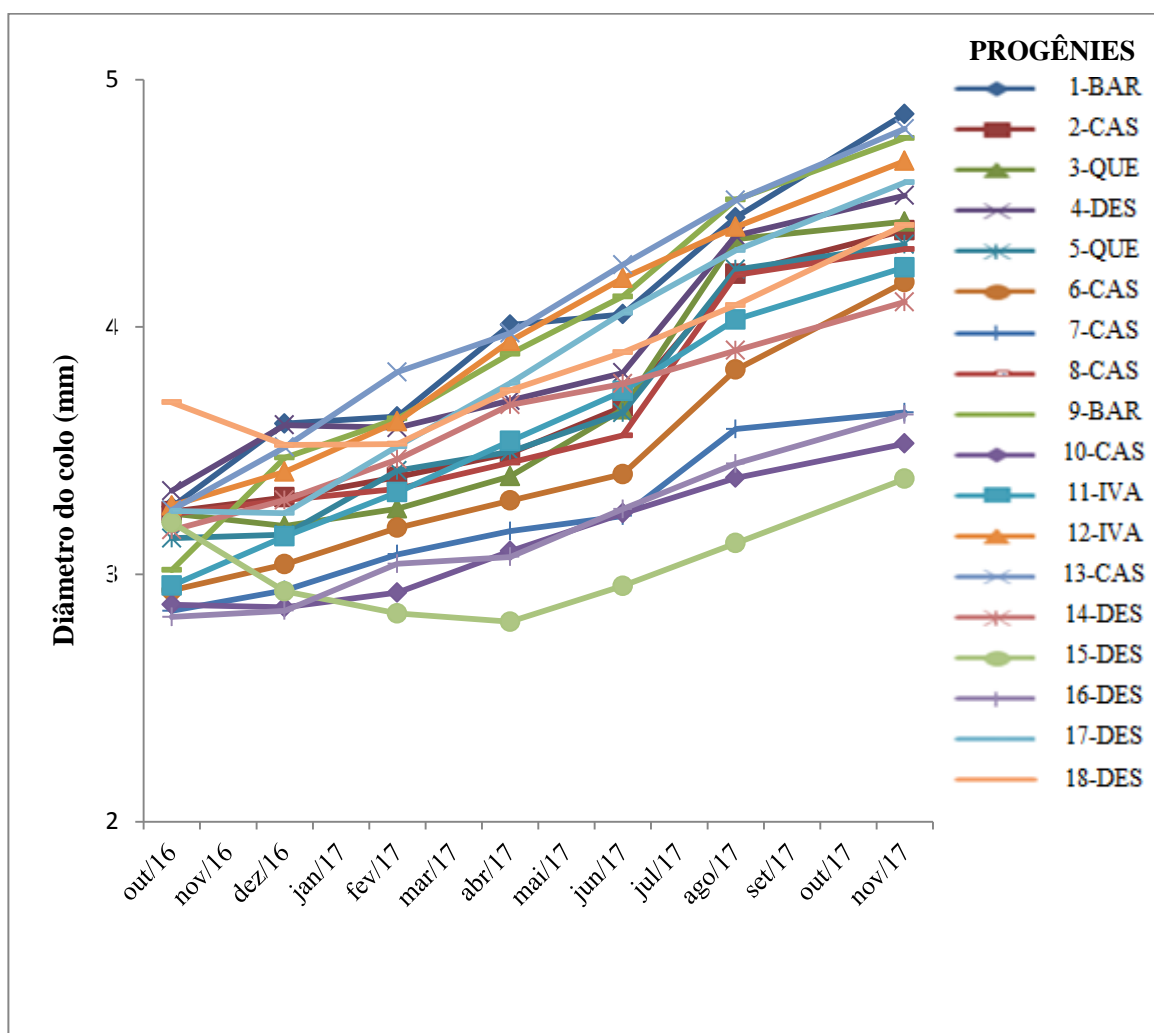


Figura 4. Crescimento em diâmetro do colo (mm) das diferentes progêneses de erva-mate no decorrer do tempo do experimento.

O crescimento, no entanto intensificou-se com a chegada do inverno a partir de maio tendo boas taxas de crescimento até setembro, demonstrando terem boa adaptação a períodos mais frios, já com a chegada da primavera que apresenta temperaturas mais amenas. Praticamente todas progênies tiveram crescimento em ritmos similares embora o valor em diâmetro fosse em intervalos diferentes.

Para compreender quanto foi acrescido em diâmetro é necessário ter o valor final dos 14 meses subtraindo o valor inicial.

Sendo assim, para entender a relação genótipo e ambiente através do crescimento em diâmetro do colo, foi determinado o incremento médio (mm) dado a cada mês (Tabela 5).

De outubro/16 a dezembro/16 as progênies 9-BAR, 13-CAS e 1-BAR obtiveram crescimento de 0,40, 0,27 e 0,26 mm respectivamente, sendo os maiores incrementos para este mês. Valores menores de crescimento foram apresentados pelas progênies 15-DES, 8-CAS e 5-QUE com valores de -0,28; 0,15 e 0,09 mm. De dezembro a fevereiro de 2017 os maiores crescimentos foram das progênies 13-CAS, 11-IVA e 14-DES, com valores 0,39; 0,22 e 0,20 mm e com menores as progênies 18, 17 e 10, sendo -0,15, -0,05, -0,04 mm. De fevereiro a abril de 2017, os maiores incrementos foram das progênies 12-IVA, 17-DES e 14-DES, com valores de 0,37; 0,27 e 0,25 mm e tendo os menores valores as progênies 16-DES, 9-BAR e 7-CAS, com 0,04, 0,05 e 0,08 mm.

Para os incrementos de abril a junho, os maiores valores foram nas progênies 17-DES, 12-IVA e 16-DES, com 0,33, 0,30 e 0,22 mm e menores na 1-BAR, 7-CAS e 10-CAS, com -0,01, 0,05, 0,07 mm, respectivamente. De junho a agosto, os maiores incrementos foram das progênies 3-QUE, 5-QUE e 6-CAS com 1,10, 1,09 e 0,69 mm, e menores na 7-CAS, 16-DES e 14-DES, com 0; 0,15 e 0,17, respectivamente. De agosto a novembro, os maiores incrementos foram das progênies 8-CAS, 17-DES e 5-QUE com 0,37; 0,36 e 0,35 mm, e menores as 18-DES, 6-CAS e 2-CAS com 0; 0,69 e 0,48 mm, respectivamente. De agosto a novembro, os maiores incrementos foram das progênies 8-CAS, 17-DES e 5-QUE com 0,37; 0,36 e 0,35, respectivamente.

Embora algumas progênies tenham tido maiores incrementos em mais de um período, após a somatória dos incrementos foi possível identificar as que apresentaram maiores valores ao longo do período de avaliação foram as progênies 5-QUE, 3-QUE e 12-IVA com incremento total de 1,88; 1,65 e 1,49 mm, respectivamente.

No entanto, deve-se considerar que o incremento está diretamente ligado a condições edafoclimáticas e cada progênie pode ser favorecida de uma forma diferenciada

de acordo com suas características genéticas, e quando adaptadas ao sítio podem expressar sua maior capacidade de crescimento (IMANÑA –ENCINAS, 2005).

Importante ressaltar que não se deve tomar como base somente o valor final de crescimento, pois os diâmetros no momento do plantio não eram exatamente os mesmos, desta forma, cada planta/progênie se comportou de uma maneira em seu crescimento em função do tempo. Com isso, a partir da análise de crescimento relativo (%) foi possível obter melhor caracterização com base na medida inicial do diâmetro (Tabela 5).

Dentre os crescimentos relativos, para cada intervalo de tempo, as progênies 9-BAR, 1-BAR e 4-DES se destacaram de outubro a dezembro com CR% de 15,1; 10,3 e 8. Se comparado com os resultados de incremento para o mesmo intervalo, somente a progênie 4 não estava presente entre as melhores, enquanto que os menores valores ficaram com as progênies 15-DES, 18-DES e 3-QUE, sendo que somente a 3-QUE não estava presente para o mesmo intervalo se comparado ao incremento.

Quanto ao intervalo dez/fev as melhores foram as progênies 13-CAS, 17-DES, 5-QUE com valores de 8,6; 8,3 e 8,2 para crescimento relativo, enquanto as menores 18, 4 e 15. De fevereiro a abril, as melhores médias foram as progênies 1-BAR, 12-IVA e 17-DES, sendo 10,2; 9 e 7,3, e as menores médias as 5-QUE, 16-DES e 15-DES. De abril a junho, as progênies 3-QUE, 17-DES e 13-CAS com valores de 7,9; 7,5 e 6,9, notando que a progênie 17-DES desde dezembro ficava entre as três melhores médias de crescimento relativo. Para o mesmo período os menores valores ficaram para as progênies 14-DES, 7-CAS e 1-BAR.

De junho a agosto foi o período em que os melhores crescimentos relativos foram superiores comparados aos outros meses, com valores de 18,8; 18,2 e 15,9 para as progênies 3-QUE, 8-CAS e 5-QUE, e dentre as piores as progênies 18-DES, 10-CAS e 14-DES. Já de agosto a novembro as melhores foram 1-BAR, 6-CAS e 15-DES com valores de 9,4; 9,3 e 8,3 e entre as médias inferiores 5-QUE, 7-CAS e 3-QUE, sendo que para o mês anterior as progênies 5-QUE e 7-CAS tinham se destacado como superiores, ocorrendo aparentemente um equilíbrio no crescimento, ocorrendo variação dentre as progênies em relação ao crescimento.

Sendo assim, se considerar o crescimento relativo total no período avaliado que se refere ao longo dos 14 meses, as melhores progênies foram 9-BAR, 1-BAR e 13-CAS com valores de 57,9; 48,6 e 47,3, demonstrando que houve diferença para as médias entre as variáveis de incremento e crescimento relativo.

Tabela 5. Incremento médio (mm) do diâmetro do colo e Crescimento relativo (CR%) do diâmetro do colo em progênes de erva-mate implantadas em Dois Vizinhos-PR.

Incremento (mm)							
Progênie	out/dez	dez/fev	fev/abr	abr/jun	jun/ago	ago/nov	Σ
1-BAR	0,26	0,15	0,16	-0,01	0,40	0,22	1,17
2-CAS	0,04	0,08	0,09	0,19	0,48	0,15	1,01
3-QUE	-0,07	0,08	0,12	0,20	1,10	0,22	1,65
4-DES	0,22	0,01	0,11	0,10	0,62	0,17	1,23
5-QUE	-0,09	0,20	0,15	0,18	1,09	0,35	1,88
6-CAS	0,14	0,12	0,14	0,11	0,69	0,13	1,31
7-CAS	0,06	0,15	0,08	0,05	0,00	0,17	0,51
8-CAS	-0,03	0,14	0,10	0,09	0,64	0,37	1,31
9-BAR	0,40	0,20	0,05	0,19	0,34	0,20	1,38
10-CAS	-0,02	-0,04	0,12	0,07	0,19	0,20	0,52
11-IVA	0,14	0,22	0,21	0,21	0,36	0,30	1,44
12-IVA	0,14	0,16	0,38	0,30	0,22	0,30	1,49
13-CAS	0,27	0,39	0,10	0,19	0,23	0,21	1,39
14-DES	0,07	0,20	0,25	0,10	0,17	0,20	0,99
15-DES	-0,28	-0,04	0,12	0,18	0,20	0,26	0,44
16-DES	0,14	0,17	0,04	0,22	0,15	0,27	0,98
17-DES	-0,09	-0,05	0,28	0,33	0,34	0,36	1,17
18-DES	-0,15	-0,15	0,21	0,18	0,21	0,00	0,30
Média	0,06	0,11	0,15	0,16	0,41	0,23	1,12
Crescimento relativo em diâmetro do colo (%)							
Progênie	out/dez	dez/fev	fev/abr	abr/jun	jun/ago	ago/nov	CR% geral
1-BAR	10,3	0,8	10,2	1,1	9,7	9,4	48,6
2-CAS	1,7	2,5	2,8	5,4	14,6	4,2	34,9
3-QUE	-1,5	2,2	4,0	7,9	18,8	1,6	36,3
4-DES	8,0	-0,3	3,1	3,0	14,5	3,7	35,8
5-QUE	0,4	8,2	2,3	4,5	15,9	2,4	37,7
6-CAS	3,6	4,9	3,4	3,2	12,4	9,3	42,5
7-CAS	2,9	4,9	3,0	1,9	10,9	1,9	28,1
8-CAS	1,7	1,4	3,2	3,2	18,2	2,5	33,0
9-BAR	15,1	4,6	7,2	6,0	9,5	5,5	57,9
10-CAS	-0,4	2,1	5,7	4,9	4,4	4,1	22,6
11-IVA	6,7	5,7	6,2	5,7	7,7	5,2	43,5
12-IVA	4,2	5,9	9,0	6,4	4,9	6,1	42,5
13-CAS	7,8	8,6	4,1	6,9	6,1	6,4	47,3
14-DES	3,8	5,0	6,3	2,3	3,6	5,0	29,0
15-DES	-8,7	-3,0	-1,2	5,2	5,9	8,3	5,5
16-DES	0,9	6,7	0,9	6,3	5,6	5,7	28,9
17-DES	-0,3	8,3	7,3	7,5	6,2	6,4	40,8
18-DES	-4,7	0,1	6,2	4,1	4,9	7,9	19,4
MÉDIA	2,9	3,8	4,7	4,8	9,7	5,3	35,2

Além disso, cabe lembrar que o diâmetro do colo é uma variável considerada como uma das principais na análise, pois refletem necessidades fisiológicas da planta, como a deficiência de nutrientes, estando condicionadas a uma relação direta com a raiz, pois quanto maiores os diâmetros de colo, maior a capacidade de crescimento e produção de raízes (SOUZA; OLIVEIRA; LIMA, 2006).

Outro fator é a maior produção de fotoassimilados que são utilizados na fotossíntese, o que favorece o crescimento do diâmetro de colo (LIMA et al., 2008).

Sendo que, o diâmetro do colo tem relação com o crescimento secundário da planta, onde relativamente é mais lento em relação à altura (IMANÑA-ENCINAS, 2005).

5.2 ALTURA

Deve-se levar em consideração que a medição de altura em plantios florestais determina uma estimativa de grande importância, e que prevê o comportamento do crescimento inicial das mudas a campo. Além disso, a altura é considerada uma das variáveis mais aplicadas em pesquisas florestais, pois pode expressar a qualidade e potencial fisiológico.

O crescimento em altura é gerado pela atividade decorrente da gema apical, através da divisão celular, sendo chamado também de crescimento primário. Quando analisado morfológicamente tem mais notoriedade na sua modificação com plantas na idade juvenil, onde estas demonstram em períodos curtos de tempo a distinção aos olhos em relação ao crescimento (IMANÑA –ENCINAS, 2005).

No presente estudo, para a primeira medição, realizada em outubro de 2016, não houve diferença estatística significativa entre as médias das progênies, sendo que nos demais meses ocorreu diferença estatística significativa (Tabela 6).

Quanto ao coeficiente de variação, com respeito a precisão do processo segundo a classificação de Ferreira (1991), até 15% se enquadra como baixo e de precisão ótima, 15% a 20% médio, com precisão boa e de 20% a 30% alto mas de precisão regular. A taxa de coeficiente de variação aumenta ao longo dos meses devido a mortalidade, causando maior distância dos dados em relação à média, no entanto até 30% é considerável.

Tabela 6. Crescimento inicial em altura (cm) de progênies de erva-mate plantadas em Dois Vizinhos-PR.

Progênie	out/16	dez/16	fev/17	abr/17	jun/17	ago/17	nov/17
1-BAR	20,7 a*	22,8 c	31,2 a	28,1 a	28,3 a	29,7 c	33,1 c
2-CAS	19,0 a	20,7 d	23,5 c	24,1 b	24,2 c	27,4 d	31,2 d
3-QUE	19,5 a	20,8 d	22,5 c	23,2 c	24,3 c	33,6 a	38,1 a
4-DES	20,2 a	22,3 c	26,0 b	26,7 a	27,2 b	31,6 b	33,7 c
5-QUE	19,7 a	21,2 d	22,9 c	22,7 c	23,8 c	33,2 a	35,5 b
6-CAS	14,6 a	16,4 f	18,3 d	18,5 d	19,0 f	21,3 g	22,9 h
7-CAS	15,2 a	16,5 f	18,8 d	18,9 d	19,3 f	21,2 g	23,1 h
8-CAS	17,5 a	17,7 f	22,6 c	21,9 c	22,4 d	27,7 d	31,1 d
9-BAR	16,6 a	18,1 f	21,6 c	22,3 c	23,5 c	25,6 e	28,3 e
10-CAS	17,1 a	16,8 f	19,4 d	20,3 d	21,0 e	22,0 f	25,3 g
11-IVA	17,8 a	23,5 b	23,0 c	24,2 b	25,4 b	25,4 e	28,1 e
12-IVA	18,8 a	19,0 e	23,3 c	24,9 b	26,6 b	28,8 c	32,4 c
13-CAS	20,8 a	24,5 b	27,3 b	28,2 a	29,1 a	30,0 c	33,9 c
14-DES	18,3 a	20,4 d	20,5 d	21,4 c	22,0 d	22,4 f	23,3 h
15-DES	17,8 a	17,7 f	19,5 d	19,5 d	20,2 e	21,0 g	23,1 h
16-DES	17,3 a	19,1 e	20,7 d	21,8 c	24,1 c	25,2 e	28,5 e
17-DES	18,2 a	19,8 e	19,6 d	20,8 c	21,3 e	23,2 f	26,3 f
18-DES	25,9 a	25,7 a	27,3 b	28,5 a	29,5 a	30,8 b	32,9 c
Média	18,6	20,2	22,6	23,1	23,9	26,7	29,5
CV%	9,2	14,9	16,8	17,2	17,8	23,9	25,0

*Médias com letras diferentes, minúscula na mesma coluna para respectivas médias entre progênies, diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

Embora, na primeira medição no mês de outubro não tenha sido detectada diferença estatística, em termos absolutos, foi possível determinar as progênies que apresentavam as maiores alturas, tendo como destaque as progênies 18-DES (25,9 cm), 13-CAS (20,8 cm) e 1-BAR (20,7 cm). Nos demais meses, devido existir nível de significância, pelo teste de Scott-Knott, as médias puderam ser agrupadas conforme os melhores resultados.

Em dezembro de 2016, as médias foram agrupadas em seis grupos (letras). A progênie 18-DES (a) obteve a melhor média em altura, seguida das progênies 13-CAS e 11-IVA (b), 1-BAR (c), 2-CAS, 3-QUE, 5-QUE e 14-DES (d), 12-IVA, 16-DES e 17-DES (e) e 6-CAS, 7-CAS, 8-CAS, 9-BAR, 10-CAS e 15-DES (f).

Em fevereiro de 2017, as médias foram agrupadas em quatro letras, obtendo a melhor média em altura a progênie 1-BAR (a), seguida de 13-CAS, 18-DES e 4-DES (b), 2-CAS, 3-QUE, 5-QUE, 8-CAS, 9-BAR, 11-IVA e 12-IVA (c) e 6-CAS, 7-CAS, 10-CAS, 14-DES, 15-DES, 16-DES, 17-DES (d). No mês de abril, as médias também foram

expressadas em 4 grupos, possuindo as maiores médias as progênes 1-BAR, 4-DES, 13-CAS, 18-DES (a), seguidas de 2-CAS, 11-IVA e 12-IVA (b), 3-QUE, 5-QUE, 8-CAS, 9-BAR, 14-DES, 16-DES e 17-DES (c) e 6-CAS, 7-CAS, 10-CAS e 15-DES (d).

Segundo Santin et al., (2015) em plantio com espaçamento 3 x 1,2 m, sem adubação de base e com mudas produzidas através de sementes, obteve médias de crescimento em altura de 14cm aos 3 meses, demonstrando ter médias inferiores as progênes do presente estudo.

Já em comparação a Trautenmüller et al., (2014), em plantio a campo com condições de solo argiloso, aos 6 meses, o plantio de erva-mate comercial obteve médias de crescimento de 33,58 cm. No presente estudo, como visto na Tabela 6, aos 5 meses a progênie 1-BAR já alcançava médias semelhantes com 31,2 cm. Embora tenha se levado em consideração que o experimento não foi realizado no mesmo local e possivelmente genótipos diferentes, a comparação demonstra similaridade em crescimento em altura para o mesmo intervalo de tempo.

No entanto, Leite (2017), com plantio de erva-mate realizado no mês de julho de 2015, também no município de Dois Vizinhos, com condições edafoclimáticas semelhantes, obteve médias de altura de 25 cm aos 6 meses após o plantio, se equiparando as médias apresentadas no presente estudo, já que aos 5 meses a média geral foi de 22,6 cm.

Ao nono mês pós plantio (junho), as médias voltaram a ser agrupadas em seis letras, onde as melhores médias foram das progênes 18-DES, 13-CAS e 1-BAR (a) com valores de 29,5; 29,1 e 28,3 cm, estas que mês a mês já vinham se apresentando com médias superiores às demais e apresentaram médias semelhantes a outros estudos que aos nove meses obtiveram médias de 29 cm (LEITE, 2017). Dentro do segundo grupo, se apresentam 4-DES, 11-IVA e 12-IVA (b), seguido de 2-CAS, 3-QUE, 5-QUE, 9-BAR e 16-DES (c), 8-CAS e 14-DES (d), 17-DES, 10-CAS e 15-DES (e) e com as menores médias em altura 6-CAS e 7-CAS (f).

No mês de agosto as médias apresentaram sete grupos, com melhores médias para as progênes 3-QUE e 5-QUE (a), seguidas de 18-DES e 4-DES (b), 1-BAR, 13-CAS e 12-IVA (c), 2-CAS e 8-CAS (d), 11-IVA, 9-BAR e 16-DES (e), 14-DES, 17-DES, 10-CAS (f), 15-DES, 6-CAS e 7-CAS (g). Considerando quase o mesmo período, testando diferentes tipos de recipientes, Rodrigues et al. (2017) obteve resultados aos 12 meses de 17,16; 16,90; 25,55; 30,18 cm, para tubete de polietileno de 100 cm³, saco de polietileno de

500 cm³, saco de polietileno de 1500 cm³ e saco de polietileno de 3000 cm³. No entanto, Santin et al. (2015) aos 12 meses encontrou médias de 35 cm utilizando tubetes de 75 cm³.

Considerando que a média geral entre as progênes foi determinado em 26,7cm, e tomando de base as melhores progênes em altura (3-QUE e 5-QUE), observou-se que mesmo sendo utilizado tubetes de 100cm³ para a produção das mudas, alcançou médias semelhantes ao saco de polietileno de 1500 e 3000cm³, e também similar as alturas apresentadas por Santin et al. (2005).

No entanto, aos 14 meses após o plantio, as médias foram diferenciadas estatisticamente em oito grupos. Isso demonstra que, com o passar do tempo, os crescimentos em altura que inicialmente eram mais semelhantes, se diferenciam, refletindo seu potencial genético e a maior adaptação ao ambiente local, levando em consideração o sítio e condições do clima.

Ao fim dos 14 meses, a progênie 3-QUE (a) se destacou isolada como a maior média em altura. Supõe-se que o melhor desempenho desta progênie no estudo se deva à sua melhor adaptação em função da proximidade regional, pois é uma progênie com procedência de Quedas do Iguaçu –PR, município situado a um raio de aproximadamente 35 km de Dois Vizinhos- PR, em condição edafoclimática similar com o local do estudo.

Esta suposição se confirma, pois o segundo melhor agrupamento de médias, contém apenas a progênie 5-QUE (b), que também é de procedência de Quedas do Iguaçu – PR. Os outros grupos englobam as progênes 1-BAR, 4-DES, 12-IVA, 13-CAS e 18-DES (c), 2-CAS e 8-CAS (d), 9-BAR, 11-IVA e 16-DES (e), 17-DES (f), 10-CAS (g) e apresentando as menores médias 6-CAS, 7-CAS, 14-DES e 15-DES (h).

Dentre as menores médias, duas tem procedência de Cascavel–PR (6-CAS e 7-CAS), e as outras duas são de procedência desconhecida. O município de Cascavel fica a um raio de aproximadamente 100 km do local de estudo, então além do carácter da expressão genética, a diferença de condições edafoclimáticas pode ter influência na média do crescimento em altura. Segundo a classificação climática de Köppen, Cascavel-PR tem o clima Cfa, significa que é um clima subtropical com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, o verão é quente, e apresenta pouca frequência de geadas, e com tendência a concentração de chuvas no verão.

No geral, as médias em altura das progênes apresentaram crescimento constante com o passar dos meses, de outubro/16 a fevereiro/2017 ocorre crescimento constante, estabelecendo uma diminuída no acréscimo de crescimento até o período de junho,

voltando a ter boas taxas de crescimento, onde ao fim dos 14 meses as mesmas ficaram em um intervalo de aproximadamente 23 a 38 cm (Figura 5).

Segundo Stenzel et al. (2005), a qualidade morfofisiológica das mudas é afetada pelas mudanças climáticas existentes entre as estações do ano. Alegam que o principal crescimento na parte aérea ocorre entre o período de primavera e verão, e um maior repouso e diminuição do crescimento entre o outono e inverno, que é onde as plantas tendem a entrar em repouso vegetativo ocasionando o acúmulo de carboidratos.

No entanto, além dos período de crescimento existentes em função das épocas do ano, as práticas de manejo devem ser levadas em consideração para indicar se as progênes expressaram todo seu potencial em crescimento.

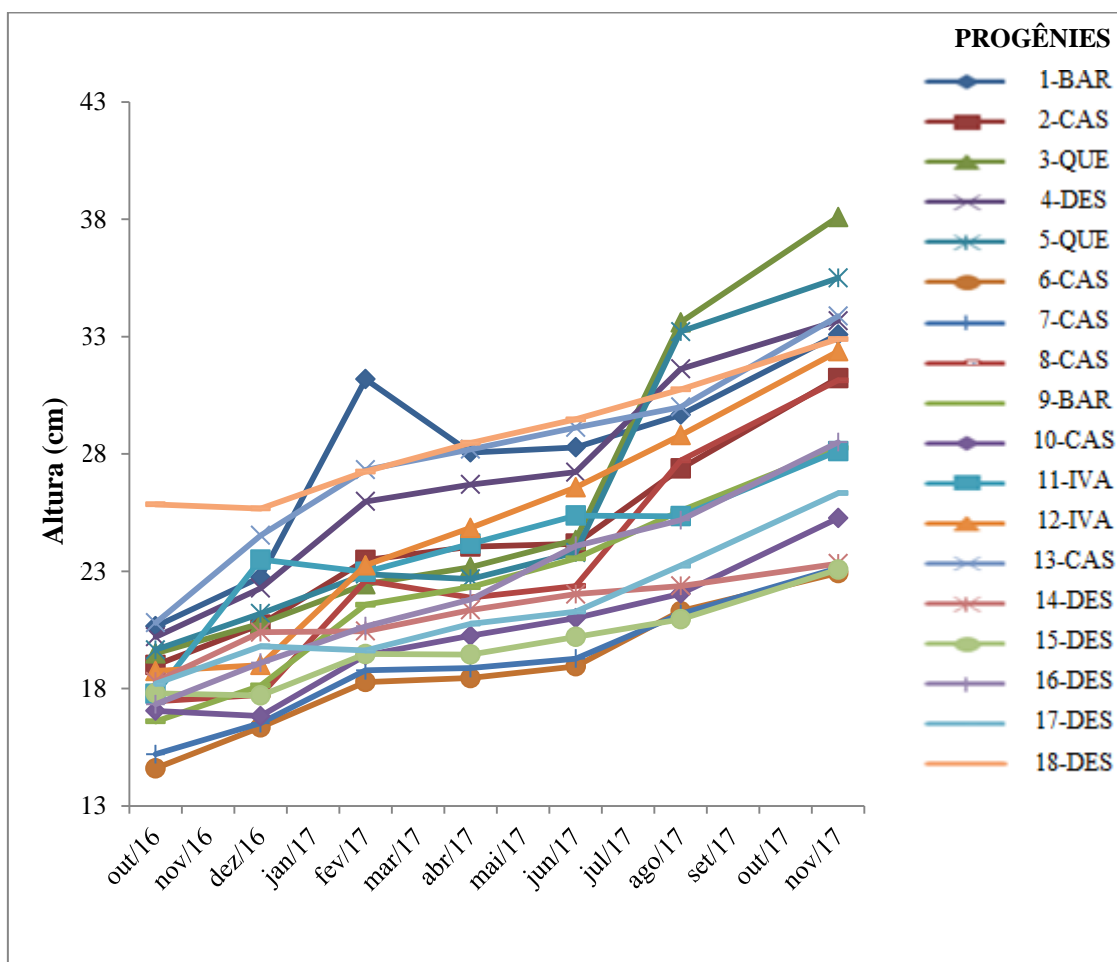


Figura 5. Crescimento médio em altura (cm) em função do tempo.

Segundo Rocha et al. (2016), com a utilização de cobertura vegetal, é possível contribuir diretamente com a conservação do solo, pois na pesquisa dos autores, um plantio aos 12 meses, consorciado com amendoim forrageiro, em região com temperaturas médias de 22,5 °C, demonstrou média de altura de 42,24 cm.

Outro fator é não ter determinado um padrão em altura das mudas no momento do plantio, pois em função da disponibilidade de material no viveiro as mesmas não possuíam exatamente a mesma altura.

O padrão das mudas é importante pois quando as mesmas atingem aproximadamente 17 cm de altura, seis pares de folhas e 3 mm de diâmetro do colo, já possuem características para determinar que a muda é de qualidade e esses valores preveem que as raízes serão mais consistentes (RUVINSK; PIOVEZAN; CARVALHO, 2016).

Embora o experimento não tenha apresentado dados relacionados ao sistema radicular, sabe-se que o mesmo também está ligado diretamente ao crescimento da planta, no comprimento da parte aérea. Desta forma compreender o crescimento individual de cada progênie é importante para identificar maiores adaptações ao determinado ambiente.

Sendo assim, com os cálculos de crescimento relativo (%) e incremento médio em altura (cm) foi possível caracterizar as médias, tendo como base de altura inicial das mudas a primeira medição (out/16) (Tabela 7).

A média de crescimento relativo no intervalo out/dez demonstra que as progênies 11 e 13 apresentaram (32,2% e 17,9%) em comparação às demais, consequentemente maior incremento (5,73 cm e 3,73 cm).

No entanto não mantiveram a média no intervalo de dez/fev, onde as progênies 1 e 8 foram as que obtiveram médias de crescimento relativo (37,1% e 27,5%) com incremento de 8,44 cm e 4,88 cm. Já no intervalo fev/abr, dentre as progênies não houve crescimento relativo superior a 10%, tendo como melhores médias a 12-IVA e 17-DES, com (6,9% e 5,8%) e incremento de (1,60 cm e 1,14cm). Nota-se que neste intervalo de tempo, no geral as progênies não tiveram muitos ganhos em crescimento em relação aos meses anteriores.

O crescimento relativo volta a ter mais de uma progênie com taxas superiores a 10% somente no intervalo de junho a agosto, no qual as progênies 5-QUE, 3-QUE e 8-CAS (39,5%, 38,1 % e 23,9 %) com incrementos de 9,41 cm, 9,28 cm e 5,35 cm. Já no período de agosto a novembro, sem sua maioria atingindo médias superiores a 10% no mês, somente as progênies 4-DES, 5-QUE, 6-CAS, 7-CAS, 14-DES e 18-DES ficaram abaixo.

Quanto ao incremento médio as progênies 3-QUE, 5-QUE e 18-DES que ao fim dos 14 meses obtiveram incremento de 18,60; 15,85 e 13,69 cm sendo os maiores incrementos em altura no estudo.

Tabela 7. Média do incremento médio (cm) e crescimento relativo em altura (%).

Incremento (cm)							
Progênie	out/dez	dez/fev	fev/abr	abr/jun	jun/ago	ago/nov	Σ
1-BAR	2,10	8,44	-3,13	0,22	1,39	3,42	12,44
2-CAS	1,73	2,75	0,57	0,13	3,20	3,85	12,23
3-QUE	1,28	1,68	0,73	1,15	9,28	4,49	18,60
4-DES	2,08	3,70	0,72	0,53	4,40	2,05	13,48
5-QUE	1,55	1,68	-0,20	1,13	9,41	2,29	15,85
6-CAS	1,75	1,93	0,18	0,50	2,35	1,63	8,33
7-CAS	1,33	2,25	0,10	0,40	1,90	1,95	7,93
8-CAS	0,28	4,88	-0,73	0,50	5,35	3,41	13,69
9-BAR	1,53	3,45	0,75	1,22	2,02	2,69	11,66
10-CAS	-0,23	2,60	0,82	0,75	1,05	3,22	8,22
11-IVA	5,73	-0,52	1,20	1,20	-0,02	2,78	10,35
12-IVA	0,25	4,25	1,60	1,73	2,23	3,58	13,63
13-CAS	3,73	2,80	0,88	0,93	0,88	3,88	13,08
14-DES	2,10	0,05	0,90	0,67	0,35	0,95	5,03
15-DES	-0,09	1,77	-0,03	0,75	0,75	2,13	5,28
16-DES	1,77	1,55	1,15	2,28	1,10	3,33	11,17
17-DES	1,60	-0,18	1,14	0,52	1,96	3,09	8,13
18-DES	-0,18	1,58	1,23	1,00	1,28	2,15	7,05
Média	1,57	2,48	0,44	0,87	2,71	2,83	10,90
Crescimento relativo em Altura (%)							
Progênie	out/dez	dez/fev	fev/abr	abr/jun	jun/ago	ago/nov	CR% geral
1-BAR	10,2	37,1	-10,0	0,8	4,9	11,5	60,3
2-CAS	9,1	13,3	2,4	0,5	13,2	14,1	64,4
3-QUE	6,5	8,1	3,2	5,0	38,1	13,4	95,4
4-DES	10,3	16,6	2,8	2,0	16,2	6,5	66,7
5-QUE	7,9	7,9	-0,9	5,0	39,5	6,9	80,7
6-CAS	12,0	11,8	1,0	2,7	12,4	7,6	57,0
7-CAS	8,7	13,6	0,5	2,1	9,9	9,2	52,2
8-CAS	1,6	27,5	-3,2	2,3	23,9	12,3	78,4
9-BAR	9,2	19,0	3,5	5,5	8,6	10,5	70,2
10-CAS	-1,3	15,5	4,2	3,7	5,0	14,6	48,2
11-IVA	32,2	-2,2	5,2	5,0	-0,1	10,9	58,2
12-IVA	1,3	22,4	6,9	6,9	8,4	12,4	72,7
13-CAS	17,9	11,4	3,2	3,3	3,0	12,9	62,9
14-DES	11,5	0,2	4,4	3,2	1,6	4,2	27,5
15-DES	-0,5	10,0	-0,1	3,9	3,7	10,1	29,6
16-DES	10,2	8,1	5,6	10,4	4,6	13,2	64,4
17-DES	8,8	-0,9	5,8	2,5	9,2	13,3	44,6
18-DES	-0,7	6,1	4,5	3,5	4,3	7,0	27,3
MÉDIA	8,6	12,5	2,2	3,8	11,5	10,6	58,9

Porém se comparado com o estudo realizado por Saidelles; Reinert; Salet (2003), em um experimento em 3 sítios diferentes, com plantio sendo realizado no mês de setembro para o sítio 1 e 2 e no mês de outubro para o sítio 3, alcançaram resultados de incremento em altura aos 15 meses após plantio de 29,7 cm, 26,4 cm e 31,6 cm respectivamente, nota-se que os resultados do presente estudo ficam abaixo das médias. No entanto, o mesmo autor destaca que o incremento em altura das mudas relacionado a boa fertilidade natural do solo.

Contudo, no presente estudo pelo histórico da área anterior ao plantio, sabe-se que foi aplicado calcário com a finalidade de corrigir a acidez do solo. Entretanto, no solo o calcário também possui outras funções importantes para o desenvolvimento de uma planta. Segundo Santin e Benedetti, (2016) a utilização do calcário em ervais ainda é uma prática pouco utilizada, no entanto, é capaz de repor Ca e Mg. Avaliando a disponibilidade de nutriente mineral após 18 meses de utilização do calcário, os autores concluíram que a calagem estimula o aumento da produtividade.

Desta forma devem ser realizados estudos no quesito fertilidade natural do solo, devendo levar em consideração o tipo do solo e as condições iniciais de cultivo.

Sendo assim, com o cálculo de crescimento relativo e incremento médio, ao fim dos 14 meses, também é possível confirmar que as duas melhores médias em altura foram a progênie 3-QUE e 5-QUE como as que mais cresceram em relação ao seu tamanho inicial.

5.3 RELAÇÃO ALTURA E DIÂMETRO DO COLO (H/D)

Pelo teste de análise e comparação de médias Scott-Knott, as médias da relação H/D não possuíram diferença estatística a 5% de significância (Tabela 8).

É possível identificar quais progênies tiveram maior destaque em cada mês, no mês de outubro as progênies 18-DES e 16-DES apresentaram as maiores médias, em dezembro as progênies 11-IVA e 18-DES, em fevereiro a 1-BAR e 18-DES, em abril a 18-DES e 1-BAR, em junho a 18-DES e 16-DES, em agosto 18-DES e 16-DES, e em novembro as progênies 3-QUE e 16-DES.

Estudos demonstram que valores da relação altura e diâmetro do colo (h/d), entre 5 e 8 é consideravelmente melhor para indicar a probabilidade de estabilidade e sobrevivência em um plantio (NAVROSKI et al., 2016). Segundo Trautenmüller et al. (2016), em plantio utilizando solo argiloso sem adubação é possível obter valores de 5,07 aos 150 dias pós plantio.

No estudo realizado por Rodrigues et al. (2017), aos 12 meses obteve médias de 4,29 na relação h/d, mas destaca que valores inferiores a 10 já indicam boa qualidade morfológica das mudas.

Tabela 8. Médias por progênie em função do mês para a relação H/D.

Progênie	Relação H/D						
	out/16	dez/16	fev/17	abr/17	jun/17	ago/17	nov/17
1-BAR	6,31	6,44	8,48	7,31	7,38	7,01	7,08
2-CAS	5,84	6,30	6,97	6,96	6,64	6,65	7,20
3-QUE	6,00	6,54	6,90	6,87	6,81	7,19	7,90
4-DES	6,05	6,26	7,27	7,26	7,20	7,18	7,28
5-QUE	6,25	6,94	7,03	6,67	6,64	7,11	7,33
6-CAS	4,97	5,32	5,73	5,55	5,52	5,17	5,13
7-CAS	5,33	5,67	6,13	6,01	6,04	6,63	6,96
8-CAS	5,38	5,51	6,73	6,33	6,32	6,63	7,16
9-BAR	5,50	5,30	5,97	6,10	6,12	6,10	6,19
10-CAS	5,93	5,88	6,89	6,90	6,99	6,91	7,44
11-IVA	6,01	7,58	6,93	6,86	6,79	6,18	6,54
12-IVA	5,72	5,56	6,50	6,29	6,25	6,44	6,78
13-CAS	6,39	6,96	6,98	7,02	6,92	6,76	7,16
14-DES	5,76	6,28	5,93	5,77	5,80	5,64	5,59
15-DES	5,63	6,15	6,85	6,56	6,42	6,27	6,52
16-DES	6,44	6,75	6,88	7,17	7,39	7,39	7,77
17-DES	5,59	6,25	6,29	6,12	5,71	5,71	6,07
18-DES	7,00	7,25	8,04	7,90	7,80	7,71	7,57
Média	5,89	6,27	6,81	6,65	6,60	6,59	6,87

Considerando estes trabalhos, supõe-se que o presente estudo tenha apresentado boa relação altura e diâmetro de copa, onde em todos os meses se encontraram com valores superiores a 4,97. No mês de novembro, por exemplo, 10 progênies obtiveram valores superior a sete, que é satisfatório, fato que pode ter relação direta com a qualidade de sítio ou a própria adaptação genética que favoreceu o crescimento, pois a progênie 3-QUE também obteve a maior média em altura.

Porém cabe ressaltar que a relação altura/diâmetro do colo obtém maiores taxas quando submetidas a maiores taxas de sombreamento, no entanto, define que as mudas em pleno sol refletem um maior crescimento em altura em comparação ao diâmetro do colo (LIMA, 2008).

Por fim, como destaque ao fim dos 14 meses, a progênie 3-QUE que é procedência de Quedas do Iguaçu - PR, e as progênies 16-DES e 18-DES com procedências desconhecidas.

5.4 ÁREA DE COPA

O estudo demonstrou que houve diferença estatística entre as médias por progênie com exceção do mês de abril de 2017. Quanto ao coeficiente de variação, segundo a classificação de Ferreira (1991), até 15% se enquadra como baixo e de precisão ótima, 15% a 20% médio, com precisão boa e de 20% a 30% alto mas de precisão regular. A variação existente nesta variável é devido principalmente a relação com a perda de folhas, ocasionado pela adaptação e/ou quase mortalidade, justificando que as mudas que apresentavam poucas folhas, conseqüentemente apresentavam diâmetro de copa inferior, se distanciando da média geral e tornando menos homogênea a variável (Tabela 9).

Tabela 9. Média dos diâmetros de copa por/planta/progênie plantadas no município de Dois Vizinhos-PR.

Progênie	out/16	dez/16	fev/17	abr/17	jun/17	ago/17	nov/17
1-BAR	11,35 a*	9,73 a	11,32 a	11,12 a	10,85 a	11,04 a	10,33 a
2-CAS	9,23 b	9,51 a	9,10 b	9,30 a	8,96 b	10,49 a	11,27 a
3-QUE	8,95 b	8,21 b	8,61 b	8,82 a	9,00 b	10,75 a	8,55 b
4-DES	10,08 a	9,62 a	9,90 a	9,85 a	9,87 a	11,50 a	11,88 a
5-QUE	9,91 a	9,74 a	9,40 b	9,90 a	9,55 a	9,28 b	8,98 b
6-CAS	10,03 a	9,94 a	10,53 a	10,33 a	9,81 a	11,15 a	11,22 a
7-CAS	8,48 b	8,15 b	8,18 b	8,30 a	7,80 b	8,42 b	7,94 c
8-CAS	8,39 b	8,34 b	10,57 a	9,07 a	7,96 b	9,26 b	9,16 b
9-BAR	10,85 a	8,67 b	10,63 a	12,17 a	10,36 a	10,20 a	10,58 a
10-CAS	7,64 b	7,50 b	8,62 b	8,87 a	8,32 b	7,89 b	6,80 c
11-IVA	9,11 b	9,38 a	10,05 a	10,03 a	9,50 a	10,08 a	9,16 b
12-IVA	10,45 a	8,74 b	9,88 a	9,77 a	10,18 a	10,13 a	9,05 b
13-CAS	10,41 a	10,13 a	11,44 a	10,19 a	9,72 a	9,88 a	9,44 b
14-DES	10,48 a	10,88 a	10,92 a	10,81 a	9,63 a	9,40 b	9,54 b
15-DES	10,39 a	8,65 b	9,07 b	9,25 a	7,88 b	8,60 b	7,13 c
16-DES	9,72 a	7,77 b	10,38 a	10,81 a	10,25 a	10,38 a	9,75 b
17-DES	9,27 b	7,95 b	8,54 b	9,80 a	10,48 a	11,00 a	11,03 a
18-DES	9,34 b	10,06 a	8,35 b	9,16 a	10,10 a	10,46 a	10,42 a
Média	9,67	9,05	9,75	9,86	9,46	9,99	9,57
CV%	17,21	22,41	20,02	19,63	21,78	25,57	26,69

*Médias com letras diferentes, minúscula na mesma coluna para respectivas médias entre progênies, diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

Quanto a comparação de médias, a partir do teste de Scott e Knott, os meses de outubro, dezembro e fevereiro dividiram as médias em 2 grupos (a e b). Onde que no mês de out/16, as progênies 1-BAR, 4-DES, 5-QUE, 6-CAS, 9-BAR, 12-IVA, 13-CAS, 14-DES, 15-DES e 16-DES (a) permaneceram com as maiores médias e estatisticamente não se diferenciando entre si, enquanto as demais progênies fazem parte do grupo (b), com médias inferiores. No mês de dezembro, com maiores médias ficaram as progênies 1-BAR,

2-CAS, 4-DES, 5-QUE, 6-CAS, 11-IVA, 13-CAS, 14-DES e 18-DES (a), e as restantes no grupo (b). Para o mês de fevereiro, as progênes 1-BAR, 4-DES, 6-CAS, 8-CAS, 9-BAR, 11-IVA, 12-IVA, 13-CAS e 14-DES e 16-DES (a) e as demais com médias inferiores no grupo (b).

No mês de junho, considerando a média geral das progênes, a área de copa teve uma queda em relação ao mês de abril, assim como em dezembro em relação a outubro. Isto demonstra que o crescimento da área de copa não é constante e pode aumentar ou diminuir ao longo do tempo, fatores como queda de folha, por exemplo, podem influenciar este fator.

A partir dos dois diâmetros retirados por cada planta/progênie foi gerado a área de copa que não apresentou diferença significativa entre as progênes no decorrer dos meses (Tabela 10).

Tabela 10. Área de copa média ($m^2 \text{ pl.}^{-1}$) por progênie em função do tempo

Progênie	Área de copa média (m^2)						
	out/16	dez/16	fev/17	abr/17	jun/17	ago/17	nov/17
1-BAR	0,101	0,074	0,101	0,097	0,092	0,096	0,084
2-CAS	0,067	0,071	0,065	0,068	0,063	0,086	0,100
3-QUE	0,063	0,053	0,058	0,061	0,064	0,091	0,057
4-DES	0,080	0,073	0,077	0,076	0,076	0,104	0,111
5-QUE	0,077	0,074	0,069	0,077	0,072	0,068	0,063
6-CAS	0,079	0,078	0,087	0,084	0,076	0,098	0,099
7-CAS	0,057	0,052	0,053	0,054	0,048	0,056	0,049
8-CAS	0,055	0,055	0,088	0,065	0,050	0,067	0,066
9-BAR	0,092	0,059	0,089	0,116	0,084	0,082	0,088
10-CAS	0,046	0,044	0,058	0,062	0,054	0,049	0,036
11-IVA	0,065	0,069	0,079	0,079	0,071	0,080	0,066
12-IVA	0,086	0,060	0,077	0,075	0,081	0,081	0,064
13-CAS	0,085	0,081	0,103	0,082	0,074	0,077	0,070
14-DES	0,086	0,093	0,094	0,092	0,073	0,069	0,071
15-DES	0,085	0,059	0,065	0,067	0,049	0,058	0,040
16-DES	0,074	0,047	0,085	0,092	0,083	0,085	0,075
17-DES	0,067	0,050	0,057	0,075	0,086	0,095	0,096
18-DES	0,069	0,079	0,055	0,066	0,080	0,086	0,085
MÉDIA	0,074	0,065	0,075	0,077	0,071	0,079	0,073

De outubro a dezembro (Figura 6), fica evidente que ocorre na maioria das progênes uma queda nas médias de área de copa. Além de fatores genéticos, outros como, primeiros meses pós plantio onde ocorre a adaptação da planta no sítio, clima, onde devido a determinadas épocas do ano ocorre a diminuição ou aumento do metabolismo da planta e consequentemente o crescimento, devem ser levados em consideração.

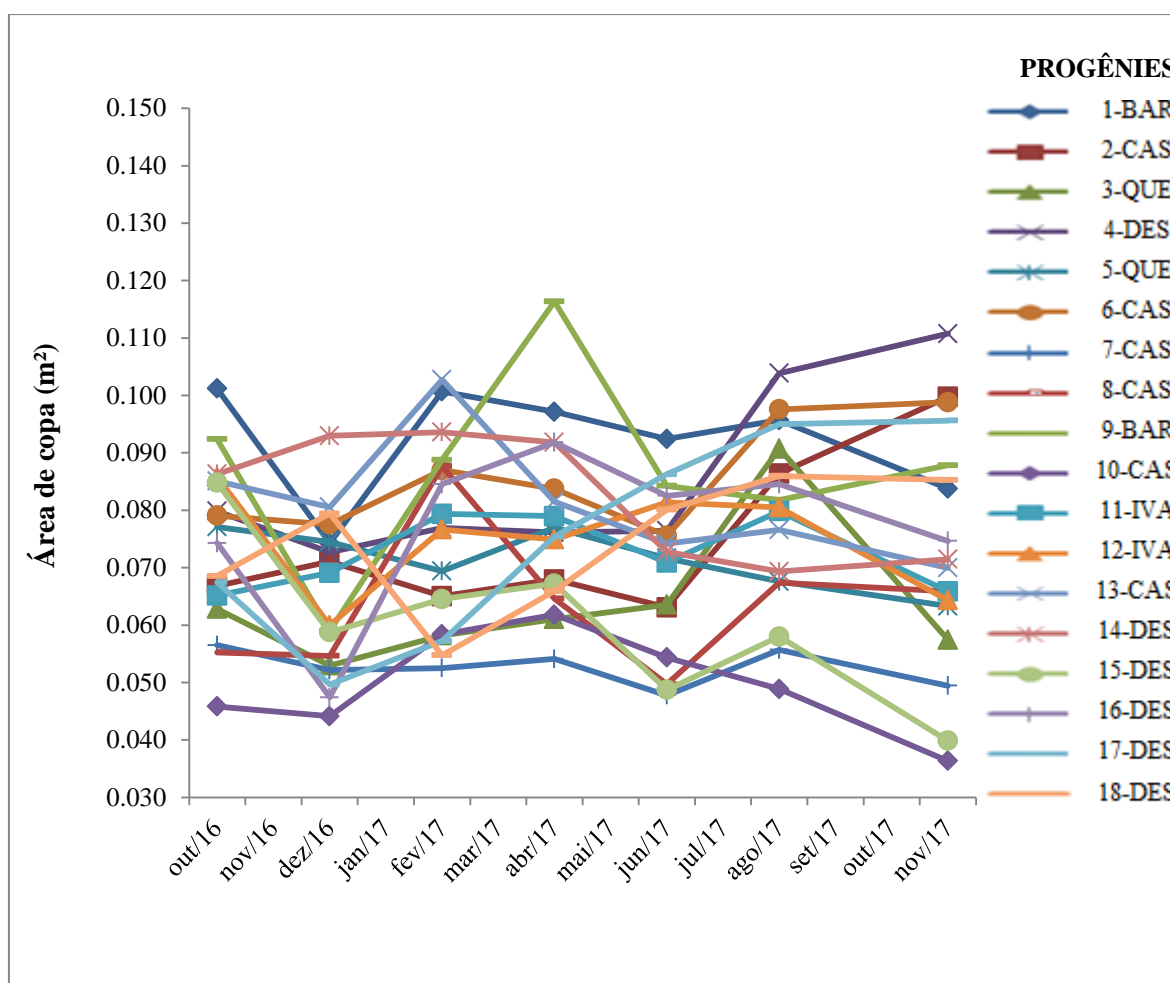


Figura 6. Crescimento médio da área de copa (m^2) em função do tempo.

Observa-se também, que as médias de área de copa voltam a subir a partir de dezembro até fevereiro, depois disto, ocorre a diminuição até meados de junho. Em agosto as médias voltam a aumentar, tendo a partir daí em maior parte das progênies uma média constante iniciando uma queda, assim como no mesmo período do ano de 2016, porém queda menos acentuada, devido a adaptação já estabelecida no sítio, e embora tenham padrões similares quanto ao crescimento, o intervalo entre os valores é amplo.

Isto demonstra que a erva-mate tenha dificuldade de adaptação em plantios a pleno sol em fases iniciais, visto que oscilações no crescimento acabam se tornando frequentes. O fato dela diminuir o crescimento em área de copa pode ter relação com a queda de folhas nos períodos mais quentes ou a preferência neste período por crescimento em altura mudando a dinâmica morfológica da planta.

Segundo Silva et al. (2016) a planta expressa o seu maior potencial genético a pleno sol somente na fase adulta, onde ocorre a entrada de luz através da dossel que não está formado, favorecendo a produção de fotoassimilados, importantes no crescimento.

Já em relação ao crescimento relativo da área de copa para cada progênie, é possível observar que 10 progênies chegaram ao fim dos 14 meses com área relativamente menor ao início (Tabela 11).

Tabela 11. Crescimento relativo em área de copa.

Progênie	Crescimento relativo em área de copa (%)						CR% geral
	out/dez	dez/fev	fev/abr	abr/jun	jun/ago	ago/nov	
1-BAR	-26,6	35,6	-3,5	-4,9	3,5	-12,5	-17,2
2-CAS	6,3	-8,5	4,4	-7,1	36,9	15,4	49,2
3-QUE	-15,7	9,9	4,9	4,1	42,8	-36,7	-8,6
4-DES	-9,0	5,9	-1,1	0,4	35,9	6,6	38,7
5-QUE	-3,4	-6,8	10,9	-6,9	-5,6	-6,3	-17,9
6-CAS	-1,9	12,2	-3,8	-9,8	29,1	1,3	25,0
7-CAS	-7,7	0,7	3,0	-11,7	16,6	-11,2	-12,5
8-CAS	-1,1	60,5	-26,3	-23,1	35,6	-2,3	19,2
9-BAR	-36,1	50,5	31,0	-27,6	-2,9	7,4	-4,9
10-CAS	-3,7	32,3	5,9	-12,0	-10,1	-25,6	-20,7
11-IVA	6,1	14,9	-0,5	-10,2	12,6	-17,5	1,1
12-IVA	-30,1	27,9	-2,3	8,6	-1,1	-20,1	-25,0
13-CAS	-5,3	27,5	-20,7	-9,0	3,2	-8,7	-17,8
14-DES	7,7	0,7	-1,9	-20,8	-4,7	3,1	-17,2
15-DES	-30,7	9,9	4,1	-27,5	19,0	-31,3	-53,0
16-DES	-36,2	78,3	8,6	-10,1	2,5	-11,7	0,5
17-DES	-26,4	15,3	31,8	14,4	10,1	0,6	41,7
18-DES	15,8	-31,0	20,4	21,5	7,3	-0,8	24,4
MÉDIA	-11,0	18,6	3,6	-7,3	12,8	-8,3	0,3

Dentre as progênies que ao fim dos 14 meses tiveram diminuição da área de copa estão, 1-BAR, 3-QUE, 5-QUE, 7-CAS, 9-BAR, 10-CAS, 12-IVA, 13-CAS, 14-DES e 15-DES. Entretanto, embora a área de copa tenha reduzido, não necessariamente seja um valor não desejável no início de um plantio de erva-mate, visto que na fase inicial de desenvolvimento de uma planta existe uma maior dominância apical que força o crescimento em altura. As progênies 3-QUE e 5-QUE por exemplo, obtiveram as maiores médias em altura total. No entanto, este fator de redução de área de copa deve ser levado em consideração quando o plantio já estiver formado e em ciclos de produção.

Uma das características que se buscam em árvores de erva-mate já produzindo é o desenvolvimento de ramos laterais, por isso a necessidade de podas de formação para interromper a dominância apical, aumentando os ramos laterais e conseqüentemente área de copa (ZAMPIER, 2001).

5.5 NÚMERO DE FOLHAS

O número médio de folhas se mostrou significativo estatisticamente, e apresenta as médias divididas pelo teste de Scott-Knott (Tabela 12).

Tabela 12. Média do número de folhas por progênie em plantio de erva-mate no município de Dois Vizinhos - PR.

Progênie	out/16	dez/16	fev/17	abr/17	jun/17	ago/17	nov/17
1-BAR	8,70 a*	10,40 a	16,60 a	16,01 a	15,31 a	15,20 b	15,94 c
2-CAS	6,60 b	8,63 b	10,20 c	10,35 c	9,75 c	15,35 b	16,86 b
3-QUE	6,56 b	8,93 b	10,29 c	12,29 b	13,64 b	22,02 a	24,86 a
4-DES	8,80 a	10,64 a	11,81 c	10,79 c	9,31 c	9,19 e	10,19 f
5-QUE	5,01 c	7,90 b	9,40 d	10,45 c	10,50 c	16,14 b	18,09 b
6-CAS	6,68 b	7,97 b	9,76 d	8,95 d	7,99 d	8,86 e	9,29 f
7-CAS	6,81 b	8,78 b	10,72 c	10,14 c	9,75 c	13,25 c	13,65 d
8-CAS	5,31 c	6,73 b	7,86 d	7,10 d	5,87 e	8,73 e	9,44 f
9-BAR	7,21 b	8,27 b	11,13 c	11,24 c	9,01 c	7,03 f	7,07 g
10-CAS	4,94 c	7,23 b	8,74 d	8,20 d	9,42 c	10,00 d	11,00 e
11-IVA	8,08 a	9,93 a	12,59 b	11,14 c	10,94 c	10,05 d	9,99 f
12-IVA	8,38 a	8,63 b	12,76 b	12,89 b	12,63 b	11,12 d	12,01 e
13-CAS	7,59 a	10,84 a	13,52 b	13,19 b	12,44 b	11,19 d	11,56 e
14-DES	7,78 a	9,40 a	10,75 c	13,71 b	14,25 a	14,58 b	15,42 c
15-DES	7,60 a	7,80 b	9,25 d	8,25 d	9,13 c	10,06 d	11,25 e
16-DES	7,00 b	7,69 b	9,46 d	9,38 d	9,59 c	8,83 e	9,58 f
17-DES	6,73 b	8,65 b	11,55 c	13,99 b	14,93 a	15,28 b	17,32 b
18-DES	5,34 c	6,33 b	9,98 d	11,56 c	12,64 b	13,48 c	14,23 c
Média	6,95	8,60	10,91	11,09	10,95	12,24	13,21
CV%	29,53	26,27	28,37	33,19	39,36	48,42	50,24

*Médias com letras diferentes, minúscula na mesma coluna para respectivas médias entre progênies, diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

No mês de outubro de 2016, as médias foram agrupadas em três letras, com maiores valores e não se diferenciando estatisticamente as progênies 1-BAR, 4-DES, 11-IVA, 12-IVA, 13-CAS, 14-DES e 15-DES (a), seguidas de 2-CAS, 3-QUE, 6-CAS, 7-CAS, 9-BAR, 16-DES e 17-DES (b) e com as médias inferiores 5-QUE, 8-CAS, 10-CAS e 18-DES (c). No entanto, no mês dezembro de 2016 as médias foram agrupadas em duas letras, tendo como maiores médias as progênies 1-BAR, 4-DES, 11-IVA, 13-CAS, 14-DES (a) e com as menores médias 2-CAS, 3-QUE, 5-QUE, 6-CAS, 7-CAS, 8-CAS, 9-BAR e 10-CAS (b).

Até o mês de dezembro de 2016 o número de folhas atingiu média de 10 folhas nas progênies do grupo (a). Já no mês de fevereiro de 2017 somente a progênie 1-BAR se destacou com diferença estatística das demais, ficando no grupo (a) com a média de 16,60 folhas por planta, e para as menores médias ficaram as progênies 5-QUE, 6-CAS, 8-CAS, 10-CAS, 15-DES, 16-DES e 18-DES (d).

Do mês de fevereiro a junho de 2017, pode-se observar que 11 progênies diminuíram a média de folhas por plantas, no entanto o teste estatístico não comparou a diferença estatística significativa entre linhas. Como maior média para este mês de 16,6 folhas, abaixo da média de outros estudos realizados considerando o mesmo período de tempo.

Segundo Pinto et al. (1998), em estudo realizado testando diferentes tipos de solo e meios de fertilização após 120 dias do plantio, foi possível determinar a média de 26 folhas, considerando o tratamento em solo sem aplicação de fertilizantes químicos ou adubos orgânicos. Para o tratamento onde foi realizada a correção do pH, sem aplicação de N, P e K, obtiveram média de 27 folhas, enquanto que para solos corrigidos, porém sem P e K, média de 31 folhas. Entretanto, as melhores médias atingidas foram pra tratamentos onde o solo foi corrigido + N e P, solo corrigido + N e K e solo corrigido (com calcário) + N, P e K, com médias de 51, 51 e 48 folhas respectivamente. Levando em consideração estes dados nota-se que a disponibilidade de nitrogênio é o fator de maior limitação sobre a variável de número de folhas na erva-mate. Os autores ainda reforçam a hipótese de que onde os valores foram inferiores está relacionado a não correção do solo com calcário, além do fator nitrogênio, e confirma que a erva-mate resiste a solos ácidos e com baixo teor de nutrientes trocáveis.

Segundo Benedetti et al. (2016) comparando a influencia da adubação orgânica e disponibilidade de fósforo e potássio relacionando-a com diferentes níveis de sombreamento, determinou que a maior massa foliar foi obtida a pleno sol, onde a alcançou (15,1 t ha⁻¹ sendo superior significamente a produtividade sem adubação 10,5 ha⁻¹).

Entende-se desta forma que o presente estudo tenha baixo acréscimo de folhas no decorrer do tempo, entretanto fatores além da nutrição do solo podem estar relacionadas, conforme o coeficiente de variação, cujos valores foram muito altos, acima de 30 % a partir de abril de 2017 aumentando conforme o tempo (Tabela 12). Isto demonstra que a discrepância entre o número de folhas entre indivíduos pode ser alta, possivelmente em decorrência da alta queda folhas, mascarando a média encontrada e diminuindo a homogeneidade.

Isto se confirma quando é possível notar que pela média geral, até o quinto mês pós plantio ocorre o aumento no número médio de folhas, a partir daí embora algumas progênies como 3-QUE, 5-QUE, 10-CAS, 14-DES, 16-DES, 17-DES e 18-DES tenham aumentado a média de folhas até o nono mês pós plantio, outras progênies mantiveram a média ou tiveram declínio. A partir de junho as linhas voltam a tender o aumento de folhas

até o 14º mês. Reafirmando que embora algumas aumentem o número de folhas, outras tem perdas, aumentando a média geral e também o coeficiente de variação.

Rodrigues (2017) aos 12 meses obteve médias de 13,42; 12,79; 22,55; 26,71cm, utilizando diferentes recipientes antes do plantio a campo, sendo tubete de polietileno de 100 cm³, saco de polietileno de 500 cm³, saco de polietileno de 1500 cm³ e saco de polietileno de 3000 cm³. Comparado com o presente estudo, para dois tipos de recipiente as médias foram similares, justificando que aparentemente são influencias do clima no crescimento diversificado entre progênes.

Esta análise fica mais compreensível no gráfico de linhas de tendência, onde visivelmente as progênes apresentam similaridades no número médio de folhas (Figura 7).

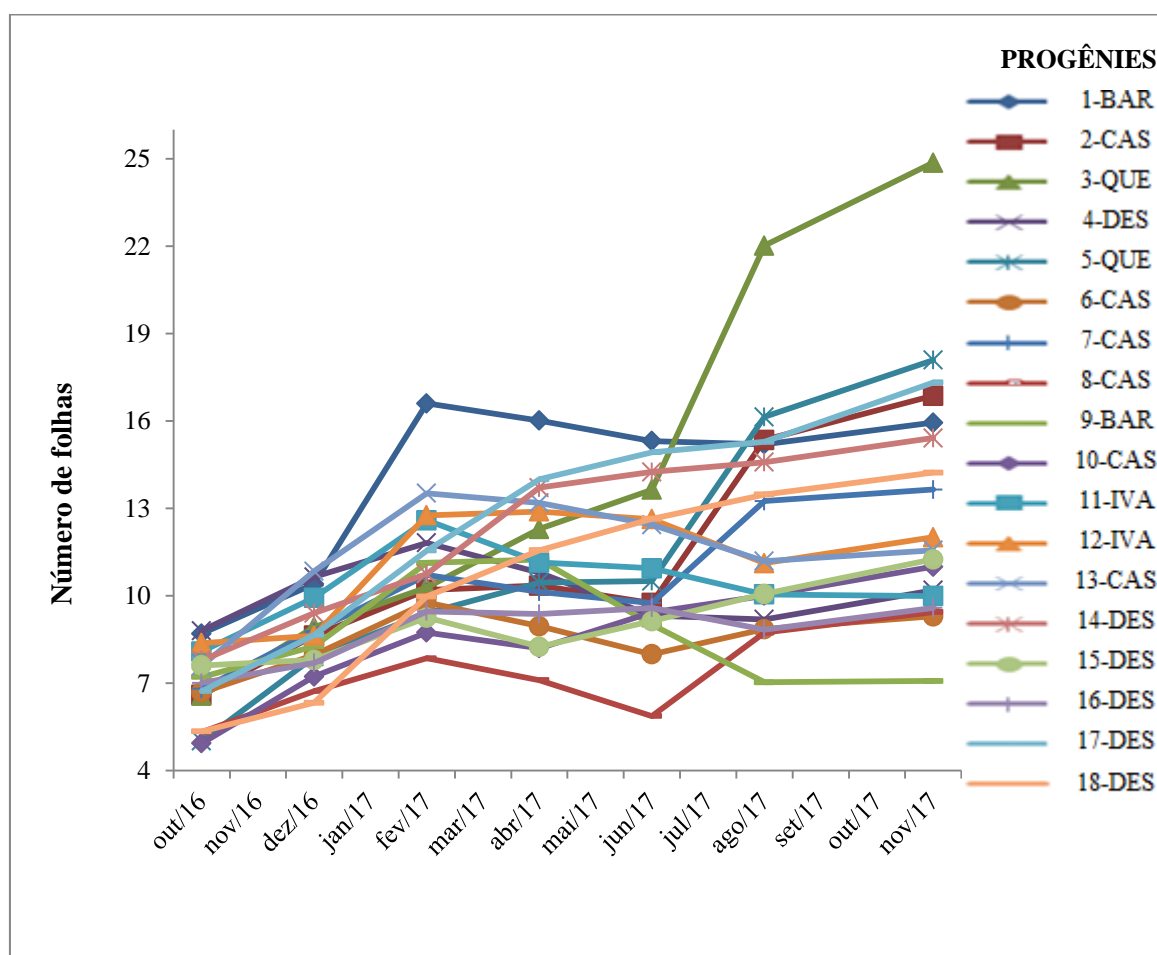


Figura 7. Número médio de folhas por progênie em função do tempo.

Nota-se que embora as mudas no início do plantio tenham que expressar sua adaptação ao sítio, até o mês de dezembro de 2016 ocorre um crescimento similar e constante. Até este período observa-se que houve aumento médio no número de folhas, entretanto as progênes até outubro de 2017 tinham no máximo nove folhas, em alguns casos

médias com menos de cinco folhas, como a progênie 10-CAS. Então acredita-se e é recomendado para futuros estudos que no momento do plantio seja contabilizado o número de folhas com o intuito de atestar se houve somente aumento no número de folhas ou ocorreu quedas de folhas no primeiro mês devido a adaptação de sítio e ocasionando a diminuição da média da progênie.

O aumento de folhas no entanto, de forma geral, acontece até o mês de fevereiro que é o último mês antes da entrada da estação do outono. A partir de fevereiro, progênies como a 17-DES, 14-DES, 3-QUE, 18-DES demonstraram bom desenvolvimento até meados de junho, indicando que para essas o clima não influenciou negativamente com a entrada do inverno, enquanto que as demais a partir de fevereiro mantiveram sua média de folhas ou até mesmo perdas, supõe-se que a taxa de metabolismo delas foi diminuída com a chegada de períodos mais frios e que a adaptação ao frio em alguns casos fez com que elas perdessem folhas. A partir de julho ocorre um aumento brusco da média do número de folhas para as progênies 5-QUE, 3-QUE e 2-CAS, podendo indicar boa adaptação considerando as condições climáticas nesse período de meses. De agosto a novembro, de forma geral, ocorre aumento, no entanto menos intenso. Embora apresentem linhas de tendência similares as progênies expressam sua potencialidade de formas diferentes, tendo um intervalo de 7-CAS a 25 folhas aproximadamente.

Porém a queda de folhas fica mais nítida quando a média de folhas é comparada a partir do seu crescimento relativo (%) (Tabela 13). Nota-se que de outubro até o mês de fevereiro as mudas estão em crescimento.

As maiores quedas em crescimento relativo começam a ocorrer de fevereiro a abril com as progênies 11-IVA, 15-DES e 8-CAS, com quedas de -11,5; -10,8 e -9,6% em relação a dez/fev. Essas progênies têm procedência de Ivaí-PR, Desconhecida e Cascavel-PR, respectivamente. Embora neste momento os resultados não estejam sendo relacionados com o local de origem.

Já no mês de junho a agosto, começam a se destacar as progênies 3-QUE e 5-QUE com crescimentos bem superiores as demais (61,4 e 53,7 %), estas que ao fim dos 14 meses demonstram os maiores crescimentos relativo geral, considerando out16 a nov17, aumentando relativamente o número de folhas em 278,9 e 260,9 %, tomando destaque entre as demais. Cabe lembrar que estas mesmas progênies já obtiveram destaque com maiores médias em altura total, e são procedências de Quedas do Iguaçu –PR.

Tabela 13. Média de crescimento relativo em número de folhas (%)

Crescimento relativo em número de folhas (%)							
Progênie	out/dez	dez/fev	fev/abr	abr/jun	jun/ago	ago/nov	CR% geral
1-BAR	19,5	59,6	-3,6	-4,4	-0,7	4,9	83,2
2-CAS	30,7	18,3	1,5	-5,8	57,4	9,9	155,5
3-QUE	36,0	15,3	19,5	11,0	61,4	12,9	278,9
4-DES	20,9	11,0	-8,6	-13,7	-1,3	10,9	15,8
5-QUE	57,6	19,0	11,2	0,5	53,7	12,1	260,9
6-CAS	19,2	22,5	-8,3	-10,8	10,9	4,9	39,1
7-CAS	29,0	22,1	-5,4	-3,8	35,9	3,0	100,5
8-CAS	26,7	16,7	-9,6	-17,4	48,8	8,1	77,8
9-BAR	14,6	34,6	1,1	-19,9	-22,0	0,6	-1,9
10-CAS	46,3	20,9	-6,2	14,9	6,1	10,0	122,7
11-IVA	22,8	26,8	-11,5	-1,8	-8,2	-0,6	23,6
12-IVA	3,0	47,9	1,1	-2,1	-11,9	8,0	43,4
13-CAS	42,9	24,7	-2,5	-5,7	-10,1	3,4	52,4
14-DES	20,8	14,4	27,5	4,0	2,3	5,7	98,1
15-DES	2,6	18,6	-10,8	10,6	10,3	11,8	47,9
16-DES	9,8	23,0	-0,9	2,2	-7,9	8,5	36,8
17-DES	28,6	33,6	21,1	6,7	2,4	13,4	157,6
18-DES	18,4	57,7	15,9	9,3	6,6	5,6	166,3
MÉDIA	25,0	27,0	1,7	-1,4	13,0	7,4	97,7
Incremento médio em número de folhas							
Progênie	out/dez	dez/fev	fev/abr	abr/jun	jun/ago	ago/nov	Σ
1-BAR	1,70	6,20	-0,59	-0,70	-0,11	0,74	7,24
2-CAS	2,03	1,58	0,15	-0,60	5,60	1,51	10,26
3-QUE	2,36	1,36	2,01	1,35	8,38	2,85	18,30
4-DES	1,84	1,17	-1,02	-1,48	-0,13	1,00	1,39
5-QUE	2,89	1,50	1,05	0,05	5,64	1,95	13,08
6-CAS	1,28	1,80	-0,81	-0,96	0,87	0,44	2,61
7-CAS	1,97	1,94	-0,58	-0,39	3,50	0,40	6,84
8-CAS	1,42	1,13	-0,76	-1,23	2,87	0,71	4,13
9-BAR	1,05	2,86	0,12	-2,23	-1,98	0,04	-0,14
10-CAS	2,29	1,51	-0,54	1,22	0,58	1,00	6,06
11-IVA	1,85	2,66	-1,45	-0,19	-0,90	-0,06	1,91
12-IVA	0,25	4,13	0,14	-0,27	-1,51	0,89	3,63
13-CAS	3,25	2,68	-0,33	-0,75	-1,25	0,38	3,98
14-DES	1,62	1,35	2,96	0,54	0,33	0,83	7,64
15-DES	0,20	1,45	-1,00	0,88	0,94	1,19	3,65
16-DES	0,69	1,77	-0,09	0,21	-0,75	0,75	2,58
17-DES	1,93	2,90	2,44	0,93	0,35	2,04	10,60
18-DES	0,98	3,65	1,59	1,08	0,84	0,75	8,88
MÉDIA	1,64	2,31	0,18	-0,14	1,29	0,97	6,26

Segundo Caron et al. (2014) a produção de biomassa foliar está relacionada com a eficiência que uma planta tem em converter a energia adquirida pela radiação solar em energia química utilizada no processo da fotossíntese.

No entanto, quando plantas ficam expostas a altas intensidades de luz solar, embora ocorra perda de folhas em alguns momentos, é priorizado o crescimento radicular para compensar a perda de água pela transpiração, e devido a alta exposição estar relacionada a alta taxa fotossintética, acabam produzindo maior biomassa por folha.

Quanto ao incremento no número de folhas, as progênes que apresentaram maiores médias ao fim dos 14 meses foram as progênes 3-QUE, 5-QUE e 17-DES com incremento de 18,30; 13,08 e 10,60. Embora deva ser priorizado as melhores médias, deve-se procurar entender as necessidades existentes para progênes como 4-DES, 6-CAS, 9-BAR, 11-IVA e 16-DES que não apresentaram incremento superior a 3 ao fim dos 14 meses. No entanto, se observado os meses anteriores, a partir fevereiro estas progênes já apresentavam dificuldades em adaptação, como já visto anteriormente na Figura 7.

5.6 CLOROFILA TOTAL

Componente presente em todos os vegetais, a clorofila é formada por pigmentos que se encontram nas células, com função de captar a luz solar e utilizá-la como fonte de energia, transformando o dióxido de carbono, água e sais minerais em produção de biomassa e, através desta transformação, liberando oxigênio.

A clorofila é dividida em quatro grupos, sendo clorofila a, b, c e d, onde clorofila a e b estão mais envolvidas com o processo da fotossíntese devido serem encontradas em plantas verdes. O que determina o tipo de clorofila é de que forma a planta absorve a luz, e em qual faixa do espectro ocorre a absorção.

No presente estudo a clorofila total é apresentada no decorrer do meses de avaliação, demonstrando a ocorrência de diferença significativa entre as progênes (Tabela 12).

No mês de outubro, as médias foram agrupadas em sete letras, obtendo a melhor média a progênie 18-DES (a) com 48,28 de clorofila total. A progênie 16-DES (g) teve a menor média com 35, 81.

O mês de dezembro teve destaque com maior média a progênie 5-QUE (a) com 48,54, e menores médias as progênes 9-BAR, 12-IVA e 16-DES (f). Do mês de fevereiro a abril, a progênie 18-DES volta a se apresentar como melhor média, juntamente com a

progênie 13-CAS, porém em junho, a melhor média fica com a progênie 13-CAS (50,53). Em agosto, as progênies 2-CAS, 4-DES, 8-CAS (a) com as melhores médias e novembro a 8.

Segundo Kluge (2008), o potencial fotossintético das plantas no geral pode ser estimado através do teor de clorofila, o mesmo tem relação com a transferência de luz solar em forma de energia, auxiliando a planta no desenvolvimento e adaptação em diferentes ambientes. Plantas com teores mais altos de clorofila apresentam maior capacidade de alcançar taxas de fotossíntese superiores, devido a sua capacidade de absorver mais energia.

Tabela 12. Média de Clorofila total (ICF) das folhas de progênies de erva-mate em plantio no município de Dois Vizinhos – PR.

Progênie	out/16	dez/16	fev/17	abr/17	jun/17	ago/17	nov/17
1-BAR	41,76 d	41,89 d	43,07 d	41,88 d	39,43 f	45,16 f	42,79 f
2-CAS	46,12 b	45,63 b	46,31 b	46,07 b	46,35 c	53,92 a	54,80 b
3-QUE	42,46 d	43,09 d	43,01 d	44,90 b	43,42 d	43,66 g	46,34 e
4-DES	40,04 e	41,85 d	42,23 d	42,80 c	42,44 d	55,50 a	51,28 d
5-QUE	45,41 b	48,54 a	46,28 b	46,65 b	46,97 c	42,96 g	46,69 e
6-CAS	39,49 e	40,17 e	40,74 e	41,16 d	41,26 e	43,38 g	42,79 f
7-CAS	44,05 c	44,17 c	44,95 c	45,09 b	43,90 d	46,29 e	47,54 e
8-CAS	39,46 e	41,09 e	41,67 d	41,85 d	42,39 d	55,24 a	56,34 a
9-BAR	37,72 f	38,27 f	38,71 f	41,07 d	41,20 e	50,18 c	50,16 d
10-CAS	40,80 d	42,72 d	42,18 d	45,88 b	43,59 d	45,35 f	46,71 e
11-IVA	39,27 e	42,06 d	45,05 c	45,91 b	46,30 c	47,74 d	50,06 d
12-IVA	38,59 e	37,16 f	44,26 c	47,02 b	48,37 b	51,80 b	52,69 c
13-CAS	42,86 d	44,49 c	48,09 a	49,95 a	50,53 a	48,23 d	50,19 d
14-DES	41,47 d	41,18 e	43,50 d	44,04 c	44,32 d	46,34 e	46,26 e
15-DES	42,25 d	42,40 d	43,33 d	45,08 b	45,87 c	48,63 d	49,62 d
16-DES	35,81 g	37,78 f	43,52 d	45,55 b	46,48 c	48,70 d	49,63 d
17-DES	46,02 b	45,52 b	45,11 c	45,33 b	46,43 c	48,37 d	49,13 d
18-DES	48,28 a	46,51 b	47,94 a	48,67 a	49,15 b	49,04 d	50,20 d
Média	41,77	42,47	43,89	44,94	44,91	48,36	49,07
CV%	10,25	10,95	10,52	12,61	13,67	21,14	18,23

ICF = Índice de clorofila falker; *Médias com letras diferentes, minúscula na mesma coluna para respectivas médias entre progênies, diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

Porém, para que o processo da fotossíntese ocorra, a clorofila deve ser constantemente sintetizada e destruída, processo conhecido como foto-oxidação, que deve ocorrer na presença de luz, porém quando as plantas estão sujeitas a altas intensidades luminosas, a velocidade da decomposição é maior, apresentando deste modo, concentrações mais baixas (KRAMER; KOZLOWSKI, 1979; LENHARD et al., 2013). Considera-se então que os plantios de erva-mate a pleno sol apresentam menores concentrações de clorofila em relação a plantios de áreas sombreadas.

Dentre os destaques ao fim dos 14 meses para clorofila total estão as progênies 8-CAS e 2-CAS de Cascavel – PR, e a 12 de Ivaí –PR.

5.7 CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS ANÁLISADAS E O CLIMA

A correlação entre duas variáveis significa que elas caminham (quase) sempre no mesmo sentido, ou (quase) sempre em sentidos opostos. Existem casos que são diretamente proporcionais, e existem casos indiretamente proporcionais. No presente estudo foi utilizada a correlação de Pearson, que gera um coeficiente que define o grau de associação entre as variáveis, apresentando valores que quando mais próximos de -1 ou +1, maior correlação (o sinal do coeficiente indica se a correlação é positiva ou negativa, aumentando ou diminuindo em função do outro). Buscando assim, entender a relação do crescimento das progênies com as variáveis climáticas, considerando o mesmo intervalo de tempo e a partir disto, procurar critérios que definam qual variável climática cada progênie tem melhor desenvolvimento.

Com os dados de crescimento relativo (%) em altura, diâmetro de colo, número de folhas e área de copa correlacionados com as variáveis climáticas de temperatura (máxima, média e mínima), umidade (máxima, média e mínima) e precipitação, gerou-se a matriz de Correlação de Person, tendo os dados destacados em negrito com grau de correlação significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t (Tabela 13).

Observa-se que a progênie 5-QUE, procedente do município de Quedas do Iguaçu-PR demonstrou correlação negativa moderada entre o crescimento em altura com as variáveis de temperatura máxima e mínima, indicando que quanto mais baixas as temperaturas, maior o crescimento relativo. Conseqüentemente, com as maiores temperaturas o crescimento foi inferior. Segundo Lenhard et al. (2013), a redução do crescimento em altura, pode estar ligada ao fato da elevação de temperatura ocasionado nas folhas, fator que pode causar o fechamento dos estômatos devido a altas taxas de respiração.

Desta forma, pode-se considerar que a progênies 5-QUE se adapta melhor em ambientes com menores temperaturas e menor incidência solar direta nas folhas.

O crescimento relativo em altura também demonstrou grau de correlação significativa, com as variáveis de umidade para a progênie 17-DES, indicando que umidade inferior favorece o crescimento em altura para esta progênie. Já a progênie 16-DES, com

procedência desconhecida, teve correlação muito forte para altura e precipitação (mm).
Prevedo que maior precipitação colabora com o crescimento em altura.

Tabela 13. Correlação entre as variáveis de crescimento relativo e as variáveis climáticas.

Fatores	Progênes								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CR% Alt Temp.méd	0,28	-0,05	-0,77	-0,19	-0,81	-0,21	0,00	-0,24	0,29
CR% Alt Temp.máx	0,28	-0,03	-0,76	-0,17	-0,80	-0,19	0,01	-0,23	0,29
CR% Alt Temp.mín	0,26	-0,08	-0,79	-0,21	-0,82	-0,24	-0,03	-0,26	0,27
CR% Alt Umid.méd	0,10	-0,61	-0,42	-0,14	-0,29	-0,35	-0,30	-0,06	0,04
CR% Alt Umid.máx	0,13	-0,58	-0,44	-0,11	-0,31	-0,32	-0,27	-0,05	0,08
CR% Alt Umid.mín	0,10	-0,61	-0,42	-0,14	-0,29	-0,35	-0,30	-0,06	0,04
CR% Alt Precip.	0,26	-0,02	-0,41	-0,24	-0,36	0,09	0,12	-0,21	0,16
CR% Dac Temp.méd	-0,06	-0,89	-0,86	-0,77	-0,68	-0,61	-0,63	-0,83	-0,18
CR% Dac Temp.máx	-0,03	-0,89	-0,86	-0,75	-0,67	-0,59	-0,62	-0,81	-0,16
CR% Dac Temp.mín	-0,07	-0,90	-0,85	-0,79	-0,68	-0,63	-0,64	-0,83	-0,18
CR% Dac Umid.méd	-0,81	-0,18	0,06	-0,47	0,07	-0,62	-0,13	-0,23	-0,35
CR% Dac Umid.máx	-0,78	-0,23	0,01	-0,49	0,05	-0,65	-0,12	-0,26	-0,32
CR% Dac Umid.mín	-0,81	-0,18	0,06	-0,47	0,07	-0,62	-0,13	-0,23	-0,35
CR% Dac Precip.	-0,30	-0,43	-0,52	-0,27	-0,53	-0,30	-0,62	-0,55	0,14
CR% NF Temp.méd	0,50	-0,53	-0,65	0,35	-0,35	0,14	-0,36	-0,43	0,81
CR% NF Temp.máx	0,50	-0,51	-0,63	0,37	-0,32	0,16	-0,34	-0,40	0,82
CR% NF Temp.mín	0,49	-0,56	-0,67	0,32	-0,37	0,11	-0,38	-0,45	0,80
CR% NF Umid.méd	0,25	-0,43	-0,36	-0,53	-0,45	-0,26	-0,27	-0,49	0,08
CR% NF Umid.máx	0,31	-0,42	-0,35	-0,48	-0,41	-0,21	-0,24	-0,47	0,16
CR% NF Umid.mín	0,25	-0,43	-0,36	-0,53	-0,45	-0,26	-0,27	-0,49	0,08
CR% NF Precip.	0,12	-0,32	-0,43	0,38	-0,12	0,10	-0,11	-0,23	0,12
CR% AC Temp.méd	0,15	-0,63	-0,56	-0,72	0,43	-0,48	-0,39	-0,07	0,54
CR% AC Temp.máx	0,14	-0,61	-0,56	-0,71	0,44	-0,46	-0,37	-0,06	0,53
CR% AC Temp.mín	0,15	-0,66	-0,56	-0,73	0,45	-0,50	-0,39	-0,09	0,53
CR% AC Umid.méd	0,52	-0,71	0,40	-0,23	0,04	-0,26	-0,04	0,02	0,16
CR% AC Umid.máx	0,54	-0,73	0,40	-0,26	0,09	-0,25	-0,02	0,05	0,22
CR% AC Umid.mín	0,52	-0,71	0,40	-0,23	0,04	-0,26	-0,04	0,02	0,16
CR% AC Precip.	-0,40	-0,41	-0,68	-0,53	-0,60	-0,54	-0,87	-0,21	-0,58
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CR% Alt Temp.méd	0,32	0,19	0,32	0,46	0,19	0,12	0,24	-0,24	0,13
CR% Alt Temp.máx	0,31	0,20	0,31	0,48	0,20	0,11	0,24	-0,23	0,12
CR% Alt Temp.mín	0,30	0,18	0,31	0,44	0,19	0,10	0,24	-0,27	0,12
CR% Alt Umid.méd	-0,08	-0,42	0,23	-0,43	-0,37	-0,08	-0,26	-0,94	-0,04
CR% Alt Umid.máx	-0,08	-0,39	0,25	-0,38	-0,34	-0,10	-0,29	-0,96	-0,06
CR% Alt Umid.mín	-0,08	-0,42	0,23	-0,43	-0,37	-0,08	-0,26	-0,94	-0,04
CR% Alt Precip.	-0,02	0,56	-0,14	0,61	0,45	0,21	0,90	0,09	-0,29
CR% Dac Temp.méd	-0,24	-0,60	0,44	0,06	0,73	-0,54	-0,37	0,01	-0,19
CR% Dac Temp.máx	-0,26	-0,59	0,42	0,06	0,74	-0,55	-0,39	-0,01	-0,21
CR% Dac Temp.mín	-0,23	-0,61	0,46	0,05	0,72	-0,54	-0,38	0,02	-0,19
CR% Dac Umid.méd	0,16	-0,16	0,31	0,19	-0,26	-0,20	0,22	0,44	-0,19
CR% Dac Umid.máx	0,11	-0,14	0,32	0,19	-0,18	-0,29	0,16	0,41	-0,24
CR% Dac Umid.mín	0,16	-0,16	0,31	0,19	-0,26	-0,20	0,22	0,44	-0,19
CR% Dac Precip.	-0,49	-0,50	-0,47	0,61	-0,53	-0,06	0,18	-0,40	-0,36
CR% NF Temp.méd	0,10	0,43	0,66	0,52	0,75	-0,26	0,69	0,85	0,56
CR% NF Temp.máx	0,11	0,44	0,65	0,54	0,76	-0,27	0,69	0,85	0,56
CR% NF Temp.mín	0,09	0,42	0,65	0,51	0,76	-0,28	0,68	0,84	0,56
CR% NF Umid.méd	-0,05	0,15	0,32	-0,07	0,10	0,08	0,19	0,15	0,48
CR% NF Umid.máx	-0,03	0,20	0,38	-0,01	0,19	0,05	0,24	0,24	0,54
CR% NF Umid.mín	-0,05	0,15	0,32	-0,07	0,10	0,08	0,19	0,15	0,48
CR% NF Precip.	0,69	0,48	0,11	0,45	-0,27	0,40	0,44	0,11	-0,07
CR% AC Temp.méd	0,52	-0,06	0,04	0,04	0,50	-0,15	0,35	0,08	-0,33
CR% AC Temp.máx	0,52	-0,04	0,02	0,04	0,53	-0,14	0,34	0,06	-0,33
CR% AC Temp.mín	0,52	-0,06	0,06	0,03	0,47	-0,15	0,34	0,10	-0,31
CR% AC Umid.méd	0,59	0,24	0,77	0,26	-0,66	0,22	0,48	0,49	-0,06
CR% AC Umid.máx	0,66	0,30	0,77	0,28	-0,58	0,25	0,52	0,48	-0,09
CR% AC Umid.mín	0,59	0,24	0,77	0,26	-0,66	0,22	0,48	0,49	-0,06
CR% AC Precip.	-0,34	-0,48	-0,32	0,01	-0,05	-0,88	-0,38	-0,66	0,03

*** : Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t

Temp. méd = temperatura média; Temp. máx = temperatura máxima; Temp. mín = temperatura mínima; Umid.méd = umidade média; Umid.máx = umidade máxima; Umid.mín = umidade mínima; Precipitação; Valores: 0,00 a 0,19 – uma correlação bem fraca; 0,20 a 0,39 – uma correlação fraca; 0,40 a 0,69 – uma correlação moderada; 0,70 a 0,89 – uma correlação forte; 0,90 a 1,00 – uma correlação muito forte. Sinais (+) = Correlação positiva; (-) Correlação negativa. *Dados tabulados a partir da matriz de correlação.

Sendo assim, a umidade pode atuar de duas formas no desenvolvimento das plantas. A baixa umidade causa o aumento excessivo da transpiração, levando em alguns casos, à desordens fisiológicas. Por outro lado, o excesso de umidade causa aumento do período de molhamento foliar, beneficiando o surgimento de doenças e pragas que possam causar problemas a produtividade (SENTELHAS, 2004).

Se tratando da correlação entre diâmetro de colo, as progênes 2-CAS, 3-QUE, e 8-CAS apresentaram correlação moderada e negativa com as variáveis de temperatura média, máxima e mínima, indicando que os crescimentos estiveram associados a diminuição das temperaturas.

Já para a correlação do crescimento relativo do número de folhas e as variáveis climáticas, somente duas progênes indicaram correlação. As progênes 9-BAR e 17-DES indicaram correlação moderado positivo para as variáveis de temperatura, demonstrando que o aumento da temperatura para estas progênes, refletiu significamente no aumento do crescimento relativo do número de folhas.

Segundo Polleto et al. (2010), plantios de erva-mate a pleno sol podem causar estresse ambiental nas plantas, este que, podendo refletir no seu crescimento. Um dos aspectos mais determinantes nesse sentido é a insolação, interferindo nas características morfológicas como a diminuição e modificações nas folhas.

No entanto, para este estudo as progênes 9-BAR e 17-DES que tiveram maiores graus de correlação, com a temperatura aparentemente não sofreram estresse ambiental devido a insolação, e obtiveram maiores crescimentos com o aumento da temperatura.

Se tratando das correlações do crescimento relativo em área de copa, somente as progênes 7-CAS e 15-DES demonstraram grau de correlação moderado a forte com a variável precipitação e indicaram aumento no crescimento relativo de área de copa, com a diminuição da precipitação.

Entretanto, cabe ressaltar que a falta de chuva prejudica a fotossíntese, em razão da mesma causar o fechamento de estômatos e conseqüentemente reduzir a fixação de CO₂. Porém, o excesso reduz a atividade radicular, bem como a absorção de água e nutrientes, por diminuir a O₂ do solo (MONTEIRO, 2009). Hoogenboom (2000) afirma, que embora a chuva não cause alterações metabólicas diretas nas plantas, ela acarreta problemas ao seu desenvolvimento e crescimento.

Segundo Scarante (2016) 57 % das localidades onde ocorrem naturalmente a erva-mate, apresentam médias de 1.600 a 1.900 mm de precipitação ao ano.

Sendo assim, entende-se que cada genótipo apresenta características diferentes de adaptação e crescimento considerando as mesmas condições climáticas. Embora as correlações de variáveis de crescimento e fatores climáticos demonstrem o comportamento das progênes no decorrer do ano, Bamberg (2014) sugere que as correlações sejam feitas considerando estações do ano e que as avaliações considerem vários anos de período climático, para se ter uma amostra meteorológica mais representativa.

5.8 ÁREA FOLIAR

A área foliar é uma variável importante ligada a diversos processos existentes nas plantas, sejam processos ambientais, fisiológicos, morfológicos. Podem expressar o crescimento das plantas, melhoram a taxa fotossintética, a respiração, aumentam a superfície de contato para recepção da luz solar e são representativas quanto a biomassa e o balanço energético. A partir do teste de comparação de médias de Scott-Knott foi possível identificar as diferenças estatísticas ao nível de 5% de significância (Tabela 14).

Tabela 14. Média de área foliar (cm²) aos 16 meses pós-plantio.

Progênie	20 Folhas (Cm²)		Média/folha	
1-BAR	441,55	l	22,08	f
2-CAS	480,12	h	24,01	e
3-QUE	527,42	f	26,37	d
4-DES	512,52	g	25,63	d
5-QUE	660,65	a	33,03	a
6-CAS	475,30	i	23,77	e
7-CAS	535,72	e	26,79	d
8-CAS	440,22	l	22,01	f
9-BAR	560,75	c	28,04	c
10-CAS	288,22	o	14,41	h
11-IVA	403,17	n	20,16	g
12-IVA	472,65	j	23,63	e
13-CAS	470,15	k	23,51	e
14-DES	534,32	e	26,72	d
15-DES	554,57	d	27,73	c
16-DES	411,50	m	20,58	g
17-DES	592,45	b	29,62	b
18-DES	441,45	l	22,07	f
MÉDIA	489,04		24,45	

*Médias com letras diferentes, minúscula na mesma coluna para respectivas médias entre progênes, diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott

Dentre as progênies que tiveram maiores médias estão a 5-QUE (660,05 cm²) para média de 20 folhas seguida de 17-DES e 9-BAR (592,45 e 560,75 cm²), e conseqüentemente para a média por folha permaneceram sendo progênie 5-QUE, 17-DES e 9-BAR.

Além da área foliar ter sua importância devido a fotossíntese, no caso da erva-mate mais especificamente, tem outro parâmetro, a folha é a principal matéria prima da espécie, e assim como as outras variáveis apresentadas podem se distinguir conforme a genética. Devido as divergências genéticas, as folhas podem apresentar tamanho e consistências diferentes, variações que são de particularidade do próprio genótipo. Sendo assim, é de importância saber a característica apresentada em cada um.

A área foliar também está relacionada pela condição do ambiente em que a erva-mate está submetida. No presente estudo a característica utilizada para plantio foi a pleno sol, porém estudos apontam que ocorre maiores valores de área foliar em áreas sombreadas (LENHARD et al., 2013)

No estudo, dentre as três progênies que apresentaram melhores áreas foliares foram as de Quedas do Iguaçu- PR, uma desconhecida e outra de Barão do Cotegipe-RS. No entanto, cabe ressaltar que a característica de maior área foliar pode ter relação com o genótipo e não somente em função do ambiente, porém para as características do estudo essas se mostraram superiores.

Segundo Severino et al. (2004), quanto maior a área foliar dado por uma espécie vegetal, maior a capacidade de interceptar a luz e conseqüentemente aumentar a taxa fotossintética.

Sendo assim, podendo remeter que as progênies 5-QUE, 9-BAR e 17-DES tiveram bons resultados de desenvolvimento de modo geral, como já apresentado em variáveis de altura e diâmetro do colo, devido a sua área foliar e capacidade fotossintética.

5.9 PROTEÍNAS E AÇÚCAR TOTAL

Embora as características e concentrações da composição química das plantas tenham reflexo de fatores externos e ambientais, é necessário compreender a variação presente em diferentes materiais genéticos a partir de testes laboratoriais ou pelo diagnostico morfológico presentes após um plantio.

Segundo Wendling (2016), o melhoramento da erva-mate e o teste de progênies em diferentes regiões são alternativas que dão informações importantes sobre a genética e

também fatores como a composição química e a produção de folhas. Atualmente os principais resultados existentes sobre a composição química da erva-mate são em relação a saúde humana, sendo investigados principalmente cafeína, teobromina, antioxidantes.

No entanto as plantas produzem outros compostos que são importantes desempenhando função metabólica, e relacionados diretamente com a manutenção da vida e considerados essenciais (PAGLIOSA, 2009). Dentre estes existem as proteínas e açúcares totais, que são importantes e também servem para critérios de seleção. Neste caso, existe o interesse em analisar a quantificação de proteínas e açúcares total em plantas de erva-mate, atrelando o resultado como fator determinante para a produção e desenvolvimento.

Sendo assim, as progênes, ao fim de 16 meses, tiveram seus teores de açúcar total e proteína avaliados. As médias, conforme comparação de média através de Scott-Knott a 5% de nível de significância, estão expostas na Tabela 15.

Tabela 15. Quantificação de açúcar total e proteínas (mg/g.tecido).

Progênie	Açúcar Total		Proteínas	
1-BAR	12,267	b	0,781	c
2-CAS	10,922	c	8,039	b
3-QUE	11,979	b	8,250	b
4-DES	10,373	c	7,221	b
5-QUE	16,281	a	10,411	a
6-CAS	14,685	a	10,956	a
7-CAS	9,514	c	9,853	a
8-CAS	13,424	a	9,915	a
9-BAR	14,943	a	10,153	a
10-CAS	14,981	a	10,289	a
11-IVA	15,248	a	9,832	a
12-IVA	13,020	b	10,236	a
13-CAS	14,749	a	10,856	a
14-DES	15,048	a	8,552	b
15-DES	16,636	a	10,383	a
16-DES	13,748	a	11,158	a
17-DES	14,622	a	10,919	a
18-DES	14,932	a	11,125	a
Média	13,743		9,385	

*Médias com letras diferentes, minúscula na mesma coluna para respectivas médias entre progênes, diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott

Se tratando de açúcar total, as médias foram divididas em três grupos (a, b, c) dentro das maiores médias estão as progênies 5-QUE, 6-CAS, 8-CAS, 9-BAR, 10-CAS, 11-IVA, 13-CAS, 14-DES, 15-DES, 16-DES, 17-DES, 18-DES (a), para proteínas também em três grupos sendo, as progênies 5-QUE, 6-CAS, 7-CAS, 8-CAS, 9-BAR, 10-CAS, 11-IVA, 12-IVA, 13-CAS, 15-DES, 16-DES, 17-DES e 18-DES, que apresentaram maiores médias.

Quanto a proteína, em estudo feito por Andrade (2003), foi possível determinar que a concentração tem relação com a disponibilidade de nitrogênio e potássio no solo. Os teores de proteína tendem a aumentar linearmente quando aumentam-se as doses dos nutrientes aplicados e/ou disponíveis no solo.

Segundo Rocha et al. (2017) o nitrogênio constitui os aminoácidos, que juntos formam as proteínas e também participam da fotossíntese, respiração e pela absorção de elementos minerais pelas raízes.

Se tratando do nitrogênio, ele é considerado um elemento presente na maioria dos ecossistemas florestais, é armazenado no solo na forma orgânica e se diferencia dos nitrogênios minerais pois estes são facilmente perdidos nas camadas mais profundas no perfil do solo (ZAMPIER, 2001).

Entretanto, embora existam diversos estudos relacionados a composição química foliar da erva-mate, ainda existem poucos estudos que demonstrem resultados relacionados a quantificação de componentes como proteína e açúcar total. Normalmente os estudos relacionados a química tem caráter do ponto de vista terapêutico da erva-mate, no entanto não existem padrões de legislação que determinem índices ideais ou relacionados a qualidade dos produtos em si (CROCE, 2002).

Embora as taxas ideais de proteína na erva-mate tenham padrões desconhecidos, segundo outros estudos, considera-se que em áreas sombreadas os teores de proteína são superiores (CARON et al., 2014).

Porém, entende-se que a quantificação de açúcar total ou proteína, possuem particularidades de valores conforme cada sítio, podendo variar entre genótipos e pela ação dos fertilizantes. No entanto são variáveis químicas de caráter fisiológico, que em correlação a parâmetros morfológicos podem estimar resultados expressados na altura da planta, diâmetro do colo, número de folha, área foliar, número de brotações e outras variáveis com relação ao crescimento.

5.10 SELEÇÃO DAS PROGÊNIES DE MELHOR DESENVOLVIMENTO

Como critério de seleção para indicar quais as melhores progênies para Dois Vizinhos - PR, com base no desenvolvimento inicial e práticas de manejo utilizadas, optou-se por realizar um ranking das progênies dentro de cada variável, não levando em consideração as diferenças estatísticas como critério e apenas o valor descrito.

Foi atribuído notas de 1 a 18 conforme a superioridade existente dentro da variável, sendo os maiores valores para nota 1 e menores para 18. Após isto, ocorreu a soma total das notas por progênie, dividindo o resultado por 18, no caso, número de progênies utilizadas no estudo. Sendo assim, gerou a pontuação final, onde as menores notas são atribuídas as progênies com maior destaque no experimento. Este método já foi utilizado como critério de seleção de pessegueiros por Wagner Júnior (2007) (Tabela 16).

Segundo Wagner Júnior (2007), um bom critério de seleção de indivíduos é a determinação através da porcentagem do total da população, neste caso foi adotado 20% das progênies que obtiveram as menores notas e conseqüentemente maiores frequências de superioridade, considerando as variáveis presentes no estudo.

Tabela 16. Ranking entre progênies de erva-mate em plantio puro no município de Dois Vizinhos-PR considerando o conjunto de variáveis.

	PROGÊNIES																	
	5-QUE	3-QUE	2-CAS	8-CAS	17-DES	9-BAR	13-CAS	12-IVA	4-DES	11-IVA	18-DES	6-CAS	16-DES	1-BAR	10-CAS	7-CAS	14-DES	15-DES
Inc.dac	1	2	12	8	11	6	5	3	9	4	18	7	14	10	15	16	13	17
CR% dac	8	9	11	12	7	1	3	6	10	4	17	5	14	2	16	15	13	18
Inc. alt	2	1	8	3	14	9	6	4	5	11	16	12	10	7	13	15	18	17
CR% alt	2	1	7	3	15	5	9	4	6	11	18	12	8	10	14	13	17	16
h/d	5	1	7	8	16	15	9	12	6	13	3	18	2	10	4	11	17	14
Inc.dc	13	10	1	6	3	9	15	17	2	7	5	4	8	16	12	11	14	18
CR% ac	15	10	1	6	2	9	14	17	3	7	5	4	8	12	16	11	13	18
CR% nf	2	1	5	10	4	18	11	13	17	16	3	14	15	9	6	7	8	12
Inc. nf	2	1	4	10	3	18	11	13	17	16	5	14	15	7	9	8	6	12
Inc.Cloro	17	12	7	1	15	4	9	2	5	6	16	14	3	18	10	13	11	8
AF 20	1	7	9	15	2	3	12	11	8	17	14	10	16	13	18	5	6	4
Açúcar total	2	15	16	12	10	6	8	13	17	3	7	9	11	14	5	18	4	1
Proteínas	6	15	16	11	4	10	5	9	17	13	2	3	1	18	8	12	14	7
SV (%)	6	6	5	8	9	6	5	3	6	1	2	6	7	3	4	4	5	5
Score	4,56	5,06	6,06	6,28	6,39	6,61	6,78	7,06	7,11	7,17	7,28	7,33	7,33	8,28	8,33	8,83	8,83	9,28

*Scores com menores valores, melhor desenvolvimento. Inc.dac = incremento diâmetro altura colo; CR % dac = crescimento relativo do diâmetro a altura do colo; Inc.alt = incremento em altura; CR % = crescimento relativo em altura; h/d = relação altura/diâmetro do colo; Inc.dc = incremento diâmetro de copa; CR % = crescimento relativo em área de copa; CR % = crescimento relativo em número de folhas; Inc. nf = incremento em número de folhas; Inc.Cloro = incremento em clorofila; AF 20 = área foliar 20 folhas; Açúcar total; Proteínas; SV (%) = porcentagem de sobrevivência.

Desta forma, com base nessas informações as progênes que se enquadraram no critério de seleção foram a 5-QUE, 3-QUE, 2-CAS e 8-CAS com notas de 4,56; 5,06; 6,06 e 6,28 respectivamente. Embora seja um critério mais simples de seleção ele caracteriza quais as possíveis potencialidades existentes, utilizando dessas informações para possíveis pesquisas futuras e melhoramento genético.

Com este critério observou-se o desempenho das características genéticas envolvendo as progênes. Era esperado que as procedências de Quedas do Iguaçu –PR obtivessem melhor adaptação e desenvolvimento, até mesmo pela proximidade ao município de Dois Vizinhos, no qual apresentam características edafoclimáticas similares, e foi o que ocorreu, sendo as duas melhores progênes (5-QUE e 3-QUE) do experimento seguindo este parâmetro. Também, serviu para demonstrar que progênes de outras localidades como a 2-CAS e 8-CAS procedentes de Cascavel-PR embora individualmente em algumas variáveis tenham se mostrado inferiores as demais, no conjunto obtiveram bom desenvolvimento. O fato se torna interessante a nível de indicação, pois existiram progênes da região de Cascavel-PR que não obtiveram desenvolvimento similar.

Da mesma forma podendo identificar as progênes que tiveram menores desempenhos no conjunto das variáveis, sendo 15-DES, 14-DES, 7-CAS e 10-CAS, sendo 7-CAS e 10-CAS de Cascavel – PR e 15-DES e 14-DES com procedência desconhecida.

Cabe ressaltar que este tipo de seleção proporcional, pode não ser tão usual quando as progênes apresentem desempenhos dentro das variáveis muito próximos, outro fator é que quando utilizado para populações menores, ocorre perda da diversidade genética (LINDEN, 2008).

No entanto, embora indiquem as melhores estudando o conjunto de dados, outros critérios para agrupar progênes que compõem a mesma similaridade no desenvolvimento inicial devem ser realizados, com intuito de expressar melhor as características de expressão do genótipo e ambiente, considerando as suas divergências genéticas.

5.11 AVALIAÇÃO DE DIVERGÊNCIA GENÉTICA

A divergência genética pode ser comparada por processos preditivos ou técnicas utilizando análises multivariadas, como é o caso dos componentes principais.

Componentes principais tem o objetivo de representar um número de variáveis iniciais a partir de um menor número de variáveis hipotéticas, permitindo identificar novas variáveis, em menor número que o conjunto inicial, mas sem perda significativa da

informação contida neste conjunto. Este é um método fatorial, pois a redução do número de variáveis não se faz por uma simples seleção de algumas variáveis, mas pela construção de novas variáveis sintéticas, obtidas pela combinação linear das variáveis iniciais, por meio dos fatores (VICINI; SOUZA, 2005).

Pela análise fatorial realizada pelo método dos componentes principais obteve-se valor do determinante da matriz de correlação de 0,021 (Tabela 17), valor maior que zero (0) indicando que a matriz de correlação é diferente de uma matriz Identidade e, portanto, a análise fatorial é viável. A partir da matriz de correlação entre as variáveis pode-se notar a presença ou não de multicolinearidade entre as mesmas. Caso ocorram correlações muito elevadas entre duas variáveis, recomenda-se a exclusão de uma delas. A maior correlação foi entre as variáveis Incremento em Altura e Incremento em Diâmetro do colo (0,738), única considerada alta, indicando que não há problemas de multicolinearidade entre as variáveis.

Tabela 17. Matriz de correlação entre as variáveis analisadas

	Incr H	Incr DC	Cr A Copa	Cr N Folha	Rel H/DC	Clorof	Protein	Açúcar	Á foliar
Incr H	1	0,738	0,063	0,299	0,363	0,179	-0,242	-0,371	0,131
Incr DC	0,738	1	0,009	0,476	0,000	-0,242	-0,153	-0,237	0,257
Cr A Copa	0,063	0,009	1	0,042	-0,155	0,291	0,044	-0,380	-0,009
Cr N Folha	0,299	0,476	0,042	1	0,299	-0,247	-0,129	-0,086	0,307
Rel H/DC	0,363	0,000	-0,155	0,299	1	0,292	-0,109	-0,244	-0,272
Clorof	0,179	-0,242	0,291	-0,247	0,292	1	0,305	-0,185	-0,064
Ptotein	-0,242	-0,153	0,044	-0,129	-0,109	0,305	1	0,488	0,074
Açúcar	-0,371	-0,237	-0,380	-0,086	-0,244	-0,185	0,488	1	0,076
Á foliar	0,131	0,257	-0,009	0,307	-0,272	-0,064	0,074	0,076	1

Determinante = 0,021

Incr H=Incremento em Altura; Incr DC=Incremento em Diâmetro do colo; Cr A Copa=Crescimento relativo em área de copa; Cr N Folha=Crescimento relativo em Número de folhas; Rel H/DC=Relação altura e diâmetro do colo; Clorof=Teor de clorofila; Protein=Teor de proteína; Açúcar=Teor de açúcar; A foliar=Área foliar-média por folha.

Pelo teste KMO (Medida Kaiser-Meyer-Olkin), cujo valor foi de 0,334, a amostragem foi adequada para a análise e, significativa cujo valor de p foi aproximadamente igual a 0,05 pelo Teste de Esfericidade de Bartlett (Tabela 18).

Tabela 18. Estatística dos testes de KMO de adequação de amostragem e Esfericidade de Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.	0,334
Teste de Esfericidade de Bartlett: Chi-quadrado aprox.	50,870
Df	36
Sig.	0,051

A Análise Fatorial encontrou quatro autovalores maiores que um, portanto, foram selecionados quatro fatores (componentes) que explicam 76,625% da variância total dos dados (Tabela 19).

Tabela 19. Variância explicada para a seleção dos fatores (componentes) principais

Componente	Autovalores iniciais			Variância explicada após a rotação Varimax		
	Autovalor	% da Variância	% da Var. Acumulada	Total	% da Variância	% da Var. Acumulada
1	2,519	27,992	27,992	2,229	24,768	24,768
2	1,770	19,671	47,663	1,564	17,381	42,149
3	1,348	14,975	62,638	1,564	17,374	59,523
4	1,259	13,987	76,625	1,539	17,102	76,625
5	,807	8,963	85,588			
6	,696	7,732	93,320			
7	,318	3,531	96,851			
8	,209	2,322	99,173			
9	,074	,827	100,000			

O primeiro componente, o principal, explicou 24,768% da variância, e carrega as principais variáveis da análise, as de maior correlação, o Incremento em Altura, o Incremento em diâmetro do Colo, o Crescimento relativo em número de folhas e a Área foliar (Tabela 20). Pode-se denominá-lo de componente Crescimento.

Tabela 20. Componentes principais (fatores) com a correlação das respectivas variáveis

VARIÁVEIS	Componente			
	1	2	3	4
Incremento em Altura	0,740	0,243	0,386	-0,154
Incremento em Diâmetro do Colo	0,863	0,031	-0,058	-0,178
Crescimento Rel em Área de Copa	-0,004	0,851	-0,198	-0,036
Crescimento Rel em Número de Folhas	0,734	-0,160	0,062	-0,055
Relação Altura e Diâmetro do Colo	0,169	-0,079	0,912	-0,055
Teor de Clorofila	-0,153	0,620	0,498	0,447
Teor de Proteínas	-0,109	0,034	-0,034	0,900
Teor de Açúcar	-0,173	-0,600	-0,229	0,613
Área foliar-média por folha	0,550	0,047	-0,485	0,302

Do mesmo modo, o segundo componente, que carrega as variáveis Crescimento relativo em área de copa e Teor de Clorofila e explica 17,381 % da variância. É o componente Fotossíntese. O terceiro componente carrega a variável Relação Altura e Diâmetro do Colo e explica 17,374 % da variância. É o componente H/D. O quarto

componente, o de menor importância, carrega as variáveis Teor de Proteínas e Teor de Açúcar e representa 17,102 % da variância. Pode-se denominá-lo de componente proteico.

Houve uma nítida separação das variáveis mais importantes em cada um dos componentes principais (Figura 8). As variáveis de destaque no primeiro componente localizam-se na parte direita do gráfico de ordenação. As variáveis de destaque no segundo componente localizam-se na parte centro-esquerda superior do gráfico, as variáveis mais importantes no terceiro componente localizam-se na parte superior direita do gráfico. Já as variáveis importantes no quarto componente principal localizam-se na parte inferior esquerda do gráfico de ordenação.

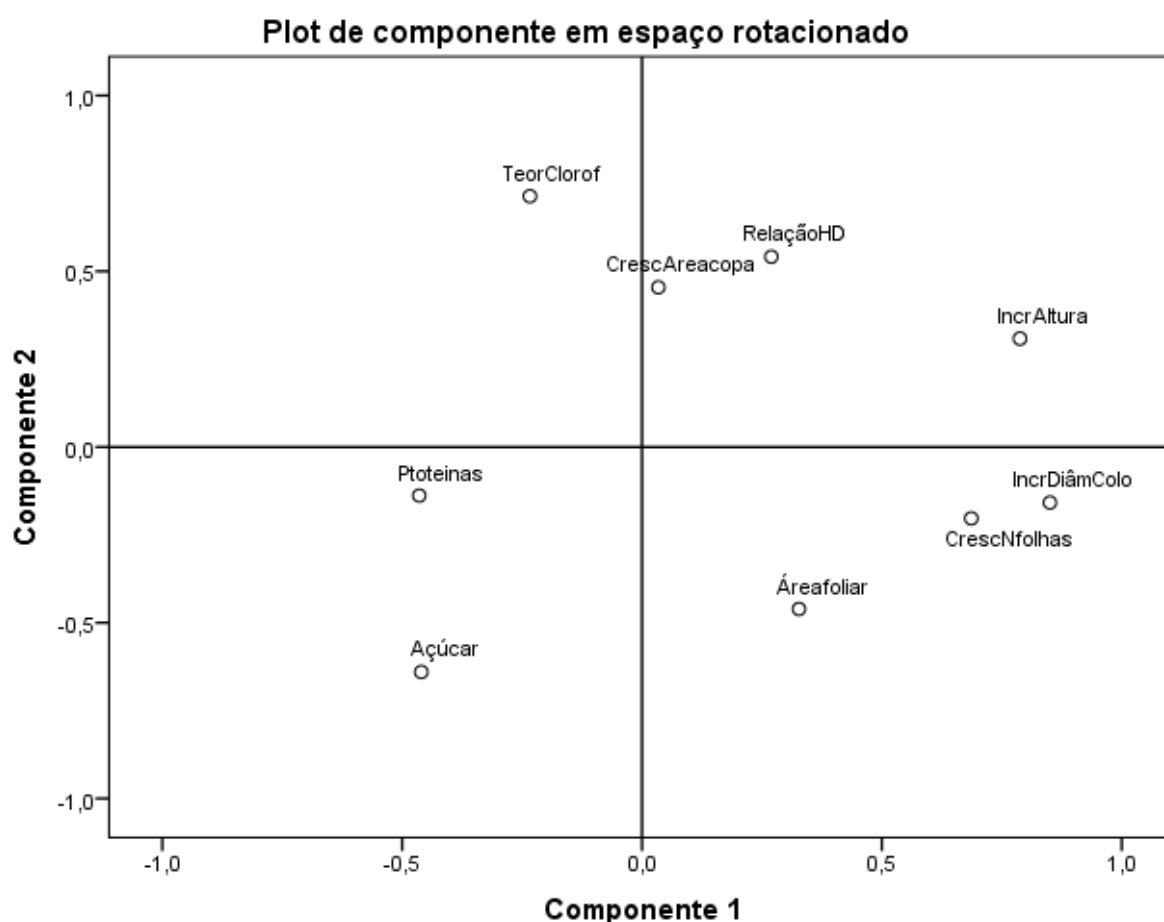


Figura 8. Gráfico de ordenação bidimensional das variáveis da análise do experimento.

Os componentes principais demonstraram que as avaliações de características morfológicas devem ser levadas em consideração em primeiro plano, e que medidas como altura, diâmetro de colo, diâmetro de copa e número de folhas são imprescindíveis em experimentos envolvendo espécies florestais.

Espécies com maiores tecnologias aplicadas em sua produção, como espécies do gênero *Eucalyptus* já utilizam estas variáveis de crescimento como importantes na determinação do padrão de qualidade, além de variáveis como massa seca total, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e algumas razões entre essas variáveis (NICOLETTI et al., 2015). No entanto, para este estudo, optou-se por minimizar variáveis que necessitassem análises destrutivas.

Porém, a utilização delas em conjunto é muito importante, já que cada uma delas tem relação direta uma com as outras. Lima et al. (2006) confirmam isto dando o exemplo, de avaliar a qualidade de uma muda por ser muito alta, porém tendo diâmetros muito inferiores, as mudas poderiam sofrer com tombamento.

Já a análise de agrupamento determinou cinco grupos de Progênes (Figura 9). O Grupo 1 ficou constituído pela Progênie 1-BAR, de procedência de Barão de Cotegipe-RS, Matriz R1-F64. O grupo 2 ficou constituído pelas Progênes 2-CAS (procedência de Cascavel-PR, Matriz R1-F171), 4-DES (procedência desconhecida, Matriz R4-F93), 7-CAS (procedência de Cascavel-PR, Matriz R5-F172) e 8-CAS (procedência Cascavel-PR, Matriz R1-F174). O Grupo 3-QUE uniu as Progênes 3-QUE (procedência de Quedas de Iguaçu-PR, Matriz R1-F92) e 5-QUE (procedência Quedas do Iguaçu-PR, Matriz R2-F92). O grupo 4-DES uniu as progênes 6-CAS (procedência Cascavel-PR, Matriz R5-F163), 14-DES (procedência desconhecida, Matriz R2-F66) e 17-DES (procedência desconhecida, Matriz R2-F14). Já o grupo 5-QUE uniu as Progênes 9-BAR (procedência Barão do Cotegipe-RS, Matriz R1-F60), 10-CAS (procedência Cascavel-PR, Matriz R4-F173), 11-IVA (procedência Ivaí-PR, Matriz R2-22), 12-IVA (procedência Ivaí-PR, Matriz R1-F14), 13-CAS (procedência Cascavel-PR, Matriz R3-F158), 15-DES (procedência desconhecida, Matriz R1 - F60 Cepaf), 16-DES (procedência desconhecida, Matriz R1 - F60 Cepaf) e 18-DES (procedência desconhecida, Matriz Eco CON 1).

Segundo Cruz et al. (2006), os métodos hierárquicos para agrupamentos permitem a partir da matriz de dissimilaridade estabelecer estruturas de dendrogramas para as progênes.

Neste processo, elas são agrupadas em níveis podendo identificar o grau de similaridade. Segundo Wagner Júnior (2011), a variabilidade genética é essencial pois a partir de características de interesse é possível selecionar indivíduos.

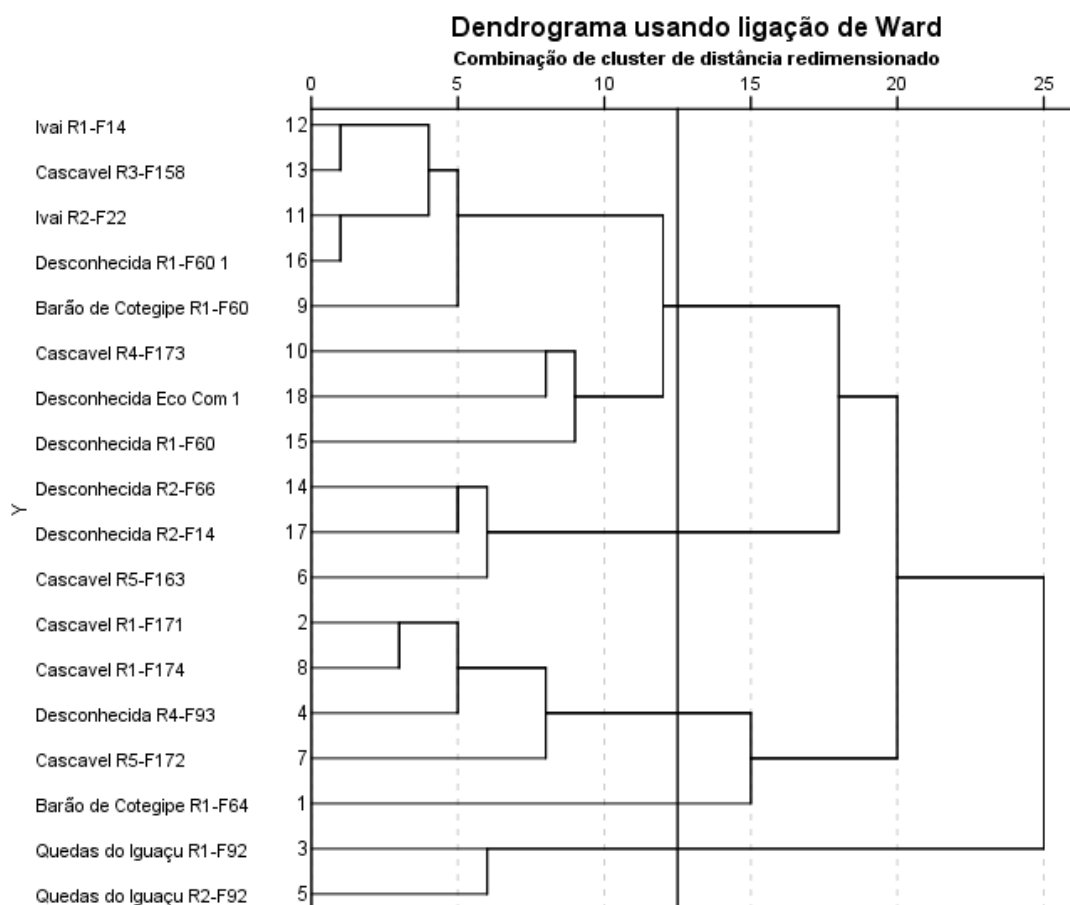


Figura 9. Dendrograma do agrupamento das Progênes

Em continuidade foi realizada a análise discriminante, para verificar a veracidade dos grupos formados e ordenar os mesmos em um sistema de eixos de ordenação. O teste de igualdade de médias dos grupos para cada variável está representado pela ANOVA One Way, onde pode-se identificar as variáveis que apresentaram maior poder de discriminação dos grupos (Tabela 21). O Lambda de Wilks, que varia de 0 a 1, testa a existência de diferenças de médias entre os grupos para cada variável.

Tabela 21. Teste de igualdade de médias dos grupos

	Lambda de Wilks	F	df1	df2	Sig.
Incremento em Altura	0,409	4,691	4	13	0,015
Incremento em Diâmetro do Colo	0,375	5,417	4	13	0,009
Crescimento Rel em Área de Copa	0,610	2,081	4	13	0,142
Crescimento Rel em número de folhas	0,392	5,051	4	13	0,011
Relação Altura e Diâmetro do Colo	0,413	4,613	4	13	0,015
Teor de Clorofila	0,369	5,547	4	13	0,008
Teor de Proteínas	0,138	20,223	4	13	0,000
Teor de Açúcar	0,322	6,853	4	13	0,003
Área foliar-média por folha	0,663	1,653	4	13	0,220

Percebe-se que as variáveis Teor de Proteínas, Teor de Açúcar, Teor de Clorofila, Incremento em Diâmetro do Colo, Crescimento relativo em número de folhas, Incremento em altura e Relação H/DC foram as que mais discriminaram os grupos, ou seja, apresentam poder de diferenciação dos grupos superior as demais variáveis. Esses variáveis apresentaram valores baixos do Lambda de Wilks e alta significância ($p < 0,05$). O sig. F expressa as diferenças entre as médias, e quanto maior os valores, maior a significância das variáveis.

Foram obtidas quatro funções discriminantes para classificar os grupos em função das variáveis avaliadas, para representar 100 % da variância. A primeira função representa 82,7 % da variância e em conjunto com a segunda função, representam 90,1 % da variância. As demais funções representam muito pouco da variância dos dados. O alto valor (0,992) da correlação canônica da primeira função indica alto grau de associação entre esta função e os grupos obtidos. Os valores altos dos coeficientes de correlação canônica ($> 0,846$) das demais funções também indicam alto grau de associação das mesmas com os grupos (Tabela 22).

Tabela 22. Estatística da seleção das funções discriminantes canônicas.

Autovalores				
Função	Autovalor	% de variação	% cumulativa	Correlação canônica
1	65,273	82,7	82,7	0,992
2	5,811	7,4	90,1	0,924
3	5,278	6,7	96,8	0,917
4	2,520	3,2	100,0	0,846
Lambda de Wilks				
Teste de funções	Lambda de Wilks	Chi-quadrado	df	Sig.
1 até 4	0,000	92,080	36	0,000
2 até 4	0,007	50,142	24	0,001
3 até 4	0,045	30,957	14	0,006
4	0,284	12,586	6	0,050

O teste Lambda de Wilks (Tabela 22), segundo Nóbrega (2010), testa a significância das funções discriminantes. Testa a hipótese nula (H_0) de que a média populacional dos cinco grupos são iguais ou H_1 diferentes. O objetivo do teste é rejeitar a hipótese H_0 , pois as médias devem ser significativamente diferentes para melhor discriminar os grupos. Na primeira linha (1 até 4) é testado as cinco funções em conjunto, e rejeita-se a hipótese H_0 , podendo-se concluir que pelo menos a primeira função

discriminante é altamente significativa ($p < 0,05$). Do mesmo modo, as demais funções são testadas, rejeitando-se também a hipótese H_0 , indicando que todas as função são significativas.

Na Tabela 23 estão os coeficientes das funções discriminantes. Os dois primeiros são os mais importantes, pois representam 90,1 % da variância total explicada (Tabela 22). Estas duas funções são utilizadas para elaboração do gráfico de ordenação dos grupos (Figura 10), que mostra as diferenças entre os grupos de Progênes formados.

Tabela 23. Coeficientes das funções discriminantes canônicas padronizados

VARIÁVEIS	Função			
	1	2	3	4
Incremento em Altura	2,358	-0,425	0,759	0,049
Incremento em Diâmetro do Colo	0,408	0,597	-0,301	0,448
Crescimento Rel em Área de Copa	-0,151	0,325	-0,592	-0,077
Crescimento Rel em número de folhas	1,456	0,476	-0,407	0,086
Relação Altura e Diâmetro do Colo	0,920	-0,392	0,852	0,339
Teor de Clorofila	-2,243	-0,046	-0,059	0,478
Teor de Proteínas	-0,835	0,747	0,468	0,119
Teor de Açúcar	2,144	0,007	0,451	-0,645
Área foliar-média por folha	0,961	0,316	-0,205	0,391

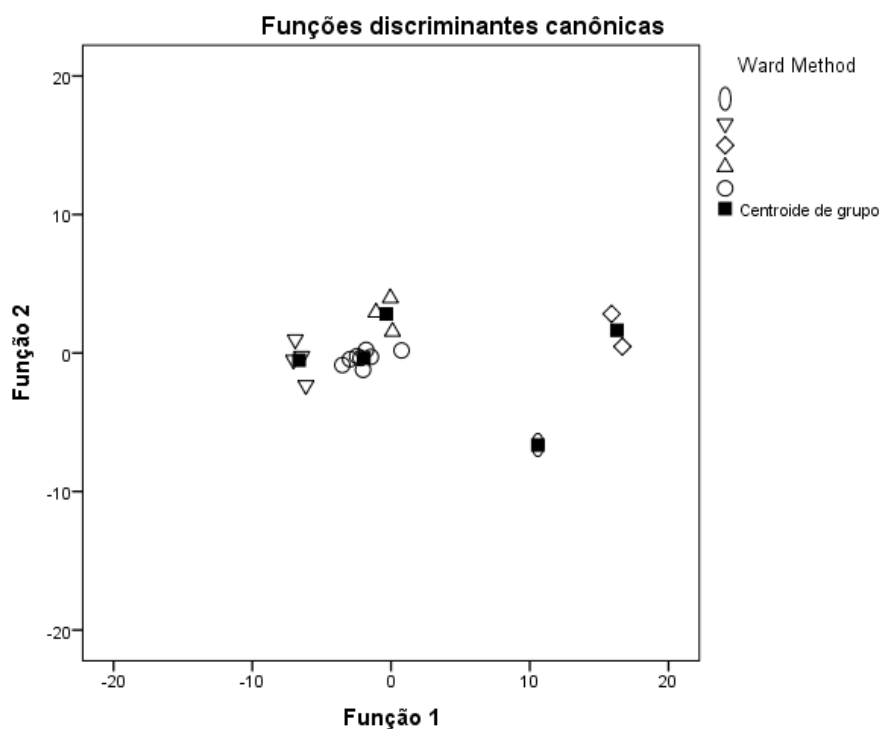


Figura 10. Ordenação dos grupos de Progênes considerando as duas primeiras funções discriminantes.

Pela respectiva figura pode-se observar que o centroide do Grupo 1 (Progênie 1 de procedência de Barão de Cotegipe-RS, Matriz R1-F64) e do Grupo 3 (Progênie 3 de procedência de Quedas de Iguaçu-PR, Matriz R1-F92 e Progênie 5 de procedência de Quedas do Iguaçu-PR, Matriz R2-F92) localizam-se a direita do gráfico, separadas, mostrando maiores diferenças entre si e entre os demais Grupos de Progênies. O centroide dos Grupos 2, 4 e 5, com suas respectivas Progênies, localizam-se a esquerda do gráfico, mais próximas entre si, mostrando maiores semelhanças.

A percentagem de classificação correta das Progênies em seus respectivos Grupos foi de 100 %, indicando que os Grupos de Progênies foram bem formados e que são diferentes entre si (Tabela 24).

Tabela 24. Classificação das Progênies avaliadas em seus respectivos Grupos

Original	Contagem	Tratamentos	Associação ao grupo previsto					Total
			1	2	3	4	5	
		1	0	0	0	0	1	1
		0	4	0	0	0	4	0
		0	0	2	0	0	2	0
		0	0	0	3	0	3	0
		0	0	0	0	8	8	0
	%	100,0	,0	,0	,0	,0	100,0	100,0
		,0	100,0	,0	,0	,0	100,0	,0
		,0	,0	100,0	,0	,0	100,0	,0
		,0	,0	,0	100,0	,0	100,0	,0
		,0	,0	,0	,0	100,0	100,0	,0

100,0 % de casos originais foram corretamente classificados

Essas diferenças pode ser melhor visualizadas pelos gráficos das respostas das variáveis avaliadas em seus respectivos Grupos de Progênies (Figura 11).

Observa-se que o Grupo 1 (procedência de Barão de Cotegipe-RS, Matriz R1-F64) foi o que apresentou menores valores de Crescimento em Área de Copa (negativo) e Área Foliar e, muito baixo Teor de Proteínas, além de baixo Teor de Açúcar.

O Grupo 2, constituído pelas Progênies 2 (procedência de Cascavel-PR, Matriz R1-F171), 4 (procedência desconhecida, Matriz R4-F93), 7 (procedência de Cascavel-PR, Matriz R5-F172) e 8 (procedência Cascavel-PR, Matriz R1-F174) apresentou o maior crescimento em Área de Copa e maior Teor de Proteínas, porém apresentou menores valores para Incremento em Diâmetro do Colo e menor Teor de Açúcar e baixo valor para Crescimento em Número de folhas.

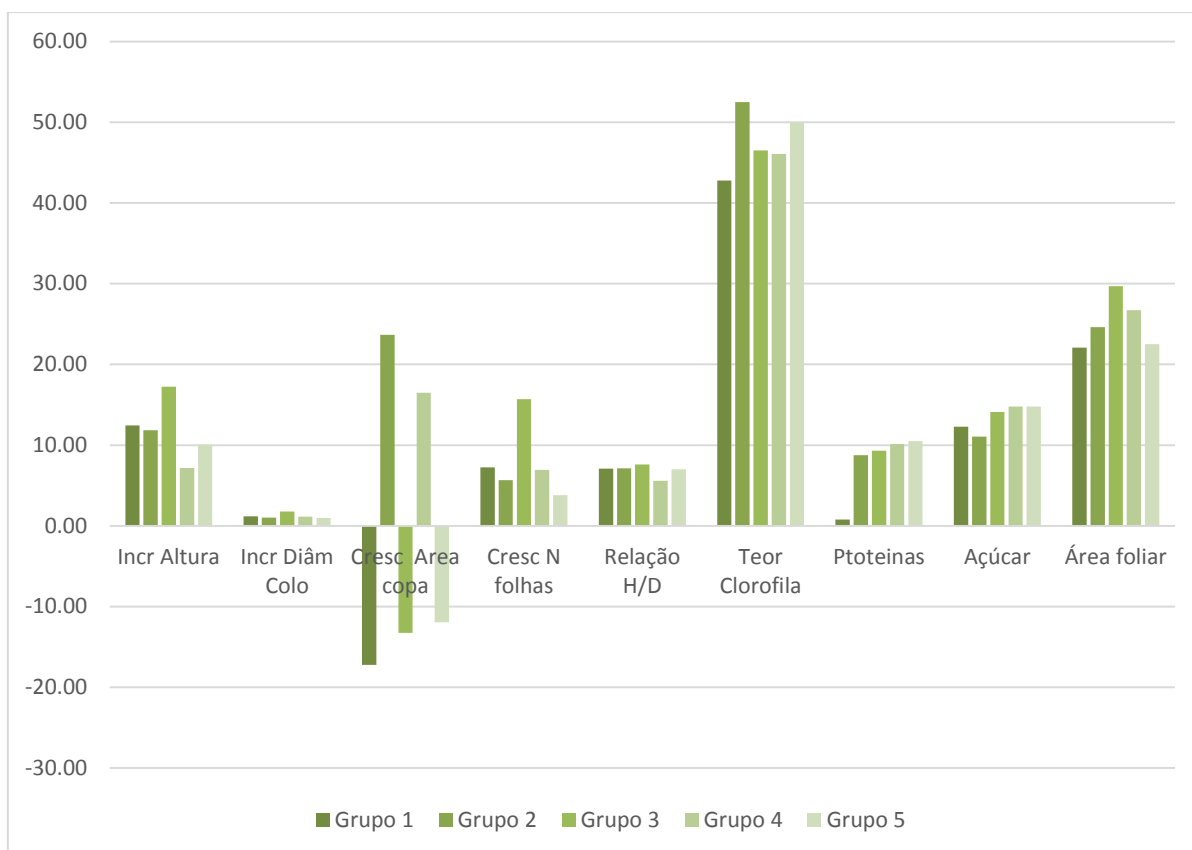


Figura 11. Valores das variáveis analisadas nos respectivos grupos de Progênes

O Grupo 3, constituído pelas Progênes 3 (procedência de Quedas de Iguaçu-PR, Matriz R1-F92) e 5 (procedência Quedas do Iguaçu-PR, Matriz R2-F92) foi o melhor de todos, pois apresentou maior Incremento em Altura, maior Incremento em Diâmetro do colo, maior Crescimento em Número de folhas, Maior Relação H/DC e maior Área Foliar, porém apresentou valor negativo em Área de Copa.

O grupo 4, constituído pelas Progênes 6 (procedência Cascavel-PR, Matriz R5-F163), 14 (procedência desconhecida, Matriz R2-F66) e 17 (procedência desconhecida, Matriz R2-F14), apresentou menor Incremento em Altura, baixo valor de Incremento em Diâmetro do Colo e menor Relação H/BC, porém, apresentou bom Crescimento em Área de copa e boa Área foliar e, também bons Teores de Clorofila, Proteínas e Açúcar. É, portanto o pior grupo de progênes.

O Grupo 5, constituído pelas Progênes 9 (procedência Barão do Cotegipe-RS, Matriz R1-F60), 10 (procedência Cascavel-PR, Matriz R4-F173), 11 (procedência Ivaí-PR, Matriz R2-22), 12 (procedência Ivaí-PR, Matriz R1-F14), 13 (procedência Cascavel-PR, Matriz R3-F158), 15 (procedência desconhecida, Matriz R1 - F60 Cepaf), 16 (procedência desconhecida, Matriz R1 - F60 Cepaf) e 18 (procedência desconhecida, Matriz Eco CON 1), foi o que apresentou menores valores do crescimento em Número de folhas e menor

valor de Área foliar e baixos valores para Incremento em Diâmetro do Colo e valor negativo para Crescimento em Área de copa. Porém, apresentou maiores valores para Teor de Proteínas e Açúcares e valores altos para Teor de Clorofila, perdendo apenas para o Grupo 2.

Deste modo, pode-se levar em consideração que a avaliação de variáveis é importante para determinar critérios de qualidade no desenvolvimento de plantios, servem para diagnosticar a influência que o manejo e tratos culturais exercem sobre as mudas e de que forma podem ser alterados quando necessário. Embora a erva-mate seja uma espécie em grande avanço nas pesquisas, ainda existem meios para se obter melhores resultados com diferentes progênies e regiões.

6. CONCLUSÕES

- As progênes 3-QUE e 5-QUE tem maior desempenho na produção de folhas, baseando-se as nas condições edafoclimáticas e práticas de manejo utilizadas no presente estudo;

- As progênes 2-CAS, 3-QUE e 8-CAS são favorecidas em diâmetro do colo e a progênie 5 favorecida em altura, quando condicionadas em temperaturas baixas. A progênie 17-DES alcança maior desempenho em altura e número de folhas, em condições de umidade baixa e temperaturas mais elevadas. A progênie 9-BAR necessita de maiores temperaturas para expressar seu melhor desempenho em produção de folhas. A progênie 7-CAS, terá menor área de copa em condições de baixa precipitação enquanto a progênie 16-DES expressará seu maior crescimento em altura com maior precipitação;

- As progênes 2-QUE e 4-DES apresentam menores concentrações de açúcar total para a idade de 16 meses, indicando ser um fator determinante visto que as progênes obtiveram bons resultados de desenvolvimento;

- As progênes 1-BAR, 2-CAS, 3-QUE, 4-DES e 14-DES apresentam menores concentrações de proteínas para a idade de 16 meses;

- A partir do ranking gerado pelo conjunto de dados, considerando as condições do estudo, as progênes 5-QUE, 3-QUE, 2-CAS e 8-CAS são mais susceptíveis a um bom desenvolvimento inicial para o município de Dois Vizinhos – PR.

- As variáveis morfológicas incremento em altura e em diâmetro do colo e crescimento relativo em número de folhas foram as principais variáveis para caracterizar o crescimento das plantas de erva-mate no experimento de Progênie realizado. As duas primeiras são constituem parâmetros tradicionalmente utilizados na qualificação de mudas florestais.

- Foram obtidos cinco grupos de Progênes, entre as 18 estudadas. Mostraram serem estatisticamente diferentes em relação as variáveis estudadas. O grupo 3, constituído pelas progênes de procedências de Quedas do Iguaçu foi o mais indicado para cultivo no município de Dois Vizinhos e região, por apresentar melhor crescimento e melhor adaptabilidade as características ecológicas locais. O grupo 2, constituído pelas Progênes de procedências de Cascavel-PR (Matriz R1-F171, Matriz R5-F172 e Matriz R1-F174) um de procedência Desconhecida (Matriz R4-F93) apresentam, também, potencial para cultivo na região, por apresentarem maior área de copa, maior teores de proteínas e menor teores de açúcares.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. G.. **Monitoramento de impactos econômicos de práticas agroecológicas** (Termo de Referência). Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001. (Mimeo.)

ALVARES, C. A.; STADE, J.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ANDRADE, F. M. Exploração, manejo e potencial socioeconômico da erva-mate. In: SIMÕES, L. L. E LINO, C. F. (Eds). **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. 2. ed. São Paulo: Senac, 2003. p. 19–34.

BAMBERG, R. **Análise da influência das variáveis meteorológicas no crescimento em diâmetro e altura de quatro espécies florestais**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BENEDETTI, E. L.; SANTIN, D.; DALLABRIDA, V. R.; GIACOMELLI, M. B. O. Adubação orgânica aumenta a produtividade de erva-mate nativa e a disponibilidade de fósforo e potássio no solo. In: SEMINÁRIO ERVA-MATE, 21, 2016, Curitiba. **Anais**. Curitiba, 2016.

BERTONI, M. H.; PRAT KRICUN, S. D.; KANZIG, R. G.; CATTANEO, P. Effect of different stages of the tradicional process for yerba mate producion on the composition of fresh leaves. **Anales de La Asociación Química**, Argentina, Buenos Aires, v. 80, p. 493 – 501, 1992.

BRADFORD, M. M. 1976. A rapid and sensitive method of microgram quantitie of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. Crop Science, v.7, p. 171-175.

CAMPOS, M. A. A.; **Balanço de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis*: avaliação na Safra e na Safrinha**. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; MANFRON, P. A.; BEHLING, A.; ELOY, E; BUSANELLO, C. Eficiência do uso da radiação solar por plantas *Ilex paraguariensis* A.St.Hil. cultivadas sob sombreamento e a pleno sol; **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 257-265, abr.-jun., 2014.

CARVALHO, A. Z.; ECHEVERRIGARAY, S. Diversidade genética de *Ilex paraguariensis* (St. Hil.) na área de distribuição da espécie no Brasil, In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3., Integrar para promover o agronegócio da erva-mate. 2003, Chapecó, **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003.

COELHO, G. C.; MARIATH, J. E. de A. & SCHENKEL, E. P. Populational diversity on leaf morphology of maté (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Brasília, v. 45, p. 47-51, 2002.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; ROA, R. A. R.; BUNGENSTAB, D. J.; MARTINS, W. J.; ROEL, A. R. Melhoramento genético de erva-mate nativa do Estado de Mato Grosso do Sul, **Bragantia**, São Paulo, v. 68, p. 611-619, 2009.

CRUZ, C. D.; **Programa Genes**: Biometria. Viçosa, Editora UFV. 2006, p. 382.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: **Editora UFV**, 1997. 390p.

DA CROCE, D. M. Características físico-químicas de extratos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) no estado de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, 2002.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 28, p. 350-356.

FERES, J. B. **Propriedade da terra**. Opressão e miséria – o meio rural na História social do Brasil. Amsterdam: Cedla, 1990.

FERREIRA, A. G.; KASPARY, R.; FERREIRA, H. B.; ROSA, L. M. Proporção de sexo e polinização em *Ilex paraguariensis* St, Hil, **Brasil Florestal**, Brasília, n. 53, p. 29-33, 1983.

FERREIRA, P. V.; **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: EDUFAL, 1991, p. 437.

FLOSS, P. A. Programa de melhoramento genético da erva-mate na EPAGRI. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE E, 1., REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., Curitiba: EMBRAPA, 1997.

FLOSS, P. A.; NESI, C. N.; WENDLING, I. Produtividade das matrizes e enraizamento de estacas de erva-mate. In: SEMINÁRIO ERVA-MATE: Modernização no cultivo e diversificação do uso da erva-mate, 21., 2016, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2016.

GIBERTI, G. C. Aspectos oscuros de la corologia de *Ilex paraguariensis* St. Hil. In: WINGE, H.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. de A.; TARASCONI, L. C. (Org.), **Erva-mate: biologia e cultura no cone sul**, Porto Alegre: Ed, Universidade/UFRGS, 1995. p. 289-300.

GOULART, I. C. G. R.; PENTEADO JR, J. F. Erva 20: sistema de produção de erva-mate.. In: SEMINÁRIO ERVA-MATE XXI: Modernização no cultivo e diversificação do uso da erva-mate, 21., 2016, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2016. v. 1. p. 44-47.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 103, 137-157, 2000.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **O Brasil estado por estado**, Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <(<http://www.ibge.gov.br/>)>. Acesso em: 26 de maio de 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IMAÑA ENCINAS, J. **Idade e crescimento das árvores**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005. p. 45. : il. – (**Comunicações técnicas florestais**, 7.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Os vários Paranás**: identificação de espacialidades socioeconômico- institucionais como subsídio a políticas de desenvolvimento regional; Curitiba : IPARDES, 2006.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Sudoeste Paranaense**: especificidades e diversidades; Curitiba: 2009. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/Sudoeste%20Paranaense_especificidades%20e%20diversidades.pdf>

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Perfil da região geográfica sudoeste paranaense**. Curitiba: 2017. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal/MontaPerfil.php?codlocal=707&btOk=ok
Acesso em: 13 de fev de 2018.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Relação dos municípios segundo as regiões geográficas do Paraná**. Curitiba: 2012. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_fisica/relacao_mun_regiao_geografica_parana.pdf>. Acesso em: 13 fev de 2018.

KLUGE, R. A. **Fotossíntese** [apostila]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2008. Disponível em: <https://social.stoa.usp.br/articles/0016/2634/Apostila_FotossA_ntese.pdf>

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T. T. **Physiology of woody plants**. New York: Academic Press, 1979. 745p.

KRAS, S. M.; COSTA, R. B. ; RESENDE, M. D. V. ; ROA, R. A. R. Vigor juvenil em progênies de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. – Hil.) nativas do estado de Mato Grosso do Sul, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, p. 33-41, 2007.

LEITE, I. G.; **Desempenho inicial de espécies arbóreas de diferentes classes sucessionais em um sistema agroflorestal**. Trabalho de Conclusão (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.

LENHARD, N. R.; NETO, V. B. P.; QUINTÃO, S.; ALVARENGA, A. A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, abr./jun. 2013.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, Q. S. Efeito da luz no crescimento de plântulas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 10, n. 8, p. 1 - 10, 2006.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C.; Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amaz.** Manaus, v.38, n. 1, 2008.

LINDEN, R.; **Algoritmos genéticos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.

MACCARI JUNIOR, A. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**, Curitiba: Câmara Setorial de Cadeia Produtiva da Erva -mate, 2000. 160 p. (Série PDACT, 1).

MAZUCHOWSKI, J. Z. **A cultura da erva-mate**. Curitiba: EMATER, 1989. 36 p.
MELO, C. O.; SILVA, G. H. Caracterização do setor agrícola da região sudoeste do

Paraná. **Faz Ciência**, Francisco Beltrão, v. 6, p. 255-273, 2004.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **O que é produção sustentável**. Brasília, 2009. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/conceitos/producao-sustentavel>>

MONDARDO, M. L. A. dinâmica migratória do Paraná: o caso da região Sudoeste ao longo do século XX. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**. Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 103-131, 2011.

MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos**: O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009.

MORETTO, A.C.; RODRIGUES, R. L.; PARRÉ, J. L. Tendências do agronegócio no Paraná: 1980 a 1995. In: CUNHA, M. S.; SHIKIDA, P. F. A.; ROCHA JÚNIOR, W. F. (Org.). **Agronegócio Paranaense**: potencialidades e desafios. Cascavel: EDUNIOESTE, , 2002, p. 33-55.

NAVROSKI, M. C.; TONETT E. L.; MAZZO, M.V.; FROGOTTO, T.; PEREIRA, M. O.; GALVANI, L. V.; Procedência e adubação no crescimento inicial de mudas de cedro. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 36, n. 85, p. 17-24, 2016.

NICOLETTI, M. F.; NAVROSKI, M. C.; JUNIOR, N. S. N. Modelagem de variáveis morfológicas em mudas de *Eucalyptus dunnii* . **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 809 - 818, 2015.

NIENOW, A. A.; HETTWER, V. J. M. ; ZART, G. T.; Desenvolvimento de mudas de erva-mate Cambona 4 produzidas por estaquia. In: SEMINÁRIO ERVA-MATE, 21., 2016, Curitiba. **Resumos...** Colombo: Embrapa Florestas, 2016.

OLIVEIRA, S. V; WAQUIL, P. D; Dinâmica de produção e comercialização da erva-mate no Rio Grande do Sul, Brasil, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, p. 750-756-756, 2015.

OLIVEIRA, Y. M. M. de; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St, Hil.), In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10., 1983, Curitiba, **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPFF, 1985, p.17-36, (EMBRAPA-CNPFF Documentos, 15).

PAGLIOSA, C. M. **Caracterização química do resíduo de ervais e folhas “in natura” de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.)** 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) –, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

PANDOLFO, C. M.; FLOSS, P. A.; CROCE, D. M.; DITTRICH, R.C; Resposta da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St, Hil.) à adubação mineral e orgânica em um Latossolo vermelho aluminoférrico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 37-45, 2003.

PEREIRA, D. H. **Isolamento e caracterização de proteínas foliares de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva mate)**, 2015. 51f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2015.

PINTRO, J.C.; MATUMOTO-PINTRO, P.T.; FREITAS SCHWAN-ESTRADA, K.R. Crescimento e desenvolvimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivadas em solo sob diferentes níveis de fertilidade. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 20, n. 3, p. 285-289, 1998.

POLETTO, I.; MUNIZ, M. F. B.; CECONI, D. E.; MEZZOMO, R.; RODRIGUES, J.; Influência da inoculação de *fusarium* spp. e níveis de sombreamento no crescimento e desenvolvimento da erva-mate. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 513-521 jul.-set., 2010.

RADAELLI, J. C. **Seleção de jabuticabeiras juvenis considerando o vigor, o potencial antioxidante e a tolerância a geadas**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

REISSMANN, C. B.; DÜNISCH, O.; BOEGER, M. R. T. Beziehungen Zwischen Ernährungsbiologischen (Fe, Mn und Ca) und strukturellen merkmahlen ausgewälter morphotypen der mate-pflanze (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: HÜTTEL, R. (Ed.). **Boden, wald und wasser**. Aachen: Shaker Verlag, 2003. p. 146-171.

REITZ, R; KLEIN, R. M; REIS, A. **Projeto madeira do Rio grande do Sul**, Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues-HBR, 1988, p. 284-292.

RESENDE, M. D. V. de; STURION, J. A.; CARVALHO, A. P. de; SIMEÃO, R. M.; FERNANDES, J. S. C. **Programa de Melhoramento da Erva Mate coordenado pela Embrapa: resultados da avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 66 p. Circular técnica, 43.

ROCHA, S. P.; REINERT, D. J.; FLEIG, F. D.; HEINZ, B. B.; WERTONG, G. S.; BERTOL, F. D. Crescimento inicial de erva-mate cultivada em diferentes tipos de coberturas do solo. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 7., Simpósio Internacional de Erva-Mate, 3., Feira de Tecnologia na Indústria Ervateira, 1., 2017, **Anais...** Erechim: 2017.

ROCHA, S. P.; REINERT, D. J.; HEINZ, B. B.; WERTONGE, G. S.; FOGGIATO, W. S.; BERTOL, F. D. Plantas de cobertura do solo modificam a umidade e a temperatura do solo e o crescimento inicial de erva-mate. P. 66, In: SEMINÁRIO ERVA MATE: 21., 2016, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 2016. p. 77.

RODRIGUES, M. B.; PIMENTEL, N.; LENCINA, K. H.; PEDROSO, M. F.; BISOGNIN, D. A.; Sobrevivência e crescimento inicial de mudas de erva-mate produzidas por miniestaqueia em diferentes recipientes. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 7., Simpósio Internacional de Erva-Mate, 3., Feira de Tecnologia na Indústria Ervateira, 1., 2017, **Anais...** Erechim: 2017.

RUVINSKI, J. J.; PIOVEZAN, C. E.; CARVALHO, R. I. N. Distribuição de raízes em mudas de erva-mate em função do vigor da parte aérea. In: SEMINÁRIO ERVA-MATE: modernização no cultivo e diversificação do uso da erva-mate. , 21., 2016, Curitiba, **Anais...**Curitiba: EMBRAPA, 2016. p.77.

SAIDELLES, F. L. F.; REINERT, D. J.; SALET, R. L.; Crescimento inicial de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em três classes de solos, na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 17-25, 2003.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L. Efeito da calagem no fósforo e potássio no solo e na planta em cultivo de erva-mate. In: SEMINÁRIO ERVA-MATE: modernização no cultivo e diversificação do uso da erva-mate, 21., 2016, **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 2016. p. 92.

SANTIN, D.; WENDLING, I.; BENEDETTI, E. L.; MORANDI, D.; DOMINGOS, D. M. Sobrevivência, crescimento e produtividade de plantas de erva-mate produzidas por miniestacas juvenis e por sementes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, p. 571-579, 2015.

SCARANTE, A. G. Definição de variáveis climáticas relacionadas à ocorrência de erva-mate no Estado de Santa Catarina. In: SEMINÁRIO ERVA-MATE: modernização no cultivo e diversificação do uso da erva-mate, 21., 2016, **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 2016. p. 98.

SCHERER, R. A. **Early selection of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St, Hil.)**, Bonn: Rheinischen friedrich-Wilhelms-Universit, 1997. 58p.

SEAB; Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, DERAL - Departamento de Economia Rural; **Produtos Florestais - Erva-mate**. Prognóstico. 2013.Disponível em:
<

http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/Erva_Mate_2013_2014.pdf>

SENTELHAS, P. C. Duração do período de molhamento foliar: aspectos operacionais da sua medida, variabilidade espacial em diferentes culturas e sua estimativa a partir do modelo de Penman-Monteith, 2004, 161p. Tese (Livre-Docência)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SEVERINO, L. S.; CARDOSOS, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J. W. Método para determinação da área foliar da momoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n.1, p. 753-762, 2004.

SILVA, E. M. M.; WATZLAWICK, L. F.; POTT, C. A.; PUTINI, F. A.; ZERBIELI, L. C. Efeitos na concentração de potássio e cafeína em erva-mate conduzida sob diferentes níveis de luminosidade. In: SEMINÁRIO ERVA-MATE: modernização no cultivo e diversificação do uso da erva-mate, 21., 2016, **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 2016. p. 89.

SIMEÃO, R. M.; STURION, J. A.; DE RESENDE, M. D. V.; FERNANDES, J. S. C.; NEIVERTH, D. D.; ULBRICH, A. L. Avaliação genética em erva-mate pelo procedimento BLUP individual multivariado sob interação genótipo x ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1589-1596, 2002.

SINDIMATE-RS. Sindicato da Indústria do Mate do Estado do Rio Grande do Sul, **Dados Estatísticos – Erva-mate**, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://www.sindimaters.com.br/pagina.php?cont=estatisticas.php&sel=9>

SOUSA, V, A.; DAROS, T. L.; STURION, J. A. Fenologia reprodutiva de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), In: CONGRESSO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata, **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal: Câmara Municipal de Vereadores, Câmara da Indústria e Comércio, 2003.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

STENZEL, N. M.; NEVES, C. S. V. J; MARUR, C. J.; GOMES, J. C. Crescimento vegetativo de plantas cítricas no norte e noroeste do Paraná. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 412-417, 2005.

STURION, J. A; RESENDE, M. D. V. Avaliação genética e análise de deviance em um teste desbalanceado de procedência e progênie de *Ilex paraguariensis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 62, 2010.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V.; FASOLO, P. J. Avaliação genética da massa foliar e sobrevivência de progênies de erva-mate em duas classes de solos na região de Ponta Grossa, In: Congresso sul-americano de erva-mate, 2., Reunião Técnica de erva-mate, 3., 2003. Chapecó, **Anais...** Chapecó: 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p 147- 240.
TRAUTENMULLER, J. W.; BORELLA, J.; TRAUTENMULLER, L. F.; BALBINOT, R.; BALESTRIN, D.; LESCHEWITZ, R. Uso do composto orgânico no crescimento inicial de *Ilex paraguariensis* St. Hilaire (Erva-mate). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 18, p. 2922-2928, 2014.

TRAUTENMULLER, J. W.; BORELLA, J.; LAMBRECHT, F. R.; COSTA JUNIOR, S.; LESCHEWITZ, R.; Influência de composto orgânico no desenvolvimento de *Ilex paraguariensis* St. Hilaire. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 3, p. 55-58, 2016.
VICINI, L.; SOUZA, A. M. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005.

VIEIRA, T. **Viabilidade econômica da cultura de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. – Hil.) em áreas de reserva legal no Paraná**. 2012. 135p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2012.

WAGNER JÚNIOR, A. **Seleção de pessegueiro adaptado ao clima subtropical**. 2007, 120 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER, C. H.; CANTÍN, C.M.; SÁNCHEZ, M. A.; CRUZ, C. D. Divergência genética entre progênies de Pessegueiro em Zaragoza, Espanha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 303-310, 2011.

WENDLING, I. Melhoramento de erva-mate: perspectivas.. In: SEMINÁRIO ERVA-MATE XXI: Modernização no cultivo e diversificação do uso da erva-mate, 21., 2016, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2016. p. 44-47.

WENDT, S. N. **Genética de populações em *Ilex paraguariensis* St. Hil.** 2005. 165 p. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ZAMPIER, A. C. **Avaliação dos níveis de nutrientes, cafeína e taninos após adubação mineral e orgânica e sua relação com a produtividade na erva-mate (*Ilex paraguariensis* St Hil.)** 2001. 103 f. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

8. APÊNDICE

A- Resumo da análise de variância para Altura total.

		Altura				
	FV	GL	SQ	QM	F	Probabilidade(%)
out/16	Blocos Ajustados	3	36.70833	12.23611		
	Genótipos Ajustados	17	437.0694	25.70997	8.5398	0**
	Resíduo	51	153.5417	3.010621		
	Total	71	627.3194			
dez/16	Blocos Ajustados	3	87.13998	29.04666		
	Genótipos Ajustados	17	497.3279	29.25458	3.1303	0.087441**
	Resíduo	50	467.2767	9.345534		
	Total	70	1044.366			
fev/17	Blocos Ajustados	3	1041.735	347.245		
	Genótipos Ajustados	17	719.8216	42.34245	2.9831	0.143681**
	Resíduo	49	695.515	14.19418		
	Total	69	2481.371			
abr/17	Blocos Ajustados	3	1027.351	342.4502		
	Genótipos Ajustados	17	647.2267	38.07216	2.3657	1.025634*
	Resíduo	47	756.3994	16.09361		
	Total	67	2461.529			
jun/17	Blocos Ajustados	3	962.3968	320.7989		
	Genótipos Ajustados	17	675.2343	39.71966	2.1112	2.282731*
	Resíduo	46	865.4366	18.81384		
	Total	66	2508.418			
ago/17	Blocos Ajustados	3	261.8844	87.29481		
	Genótipos Ajustados	17	1064.376	62.61038	1.4862	14.849714 ns
	Resíduo	41	1727.199	42.1268		
	Total	61	3109.935			
nov/17	Blocos Ajustados	3	108.673	36.22432		
	Genótipos Ajustados	17	1337.907	78.70042	1.4659	15.675069 ns
	Resíduo	41	2201.16	53.68684		
	Total	61	3692.71			

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = média quadrática; F = calculado.

B- Resumo da análise de variância para diâmetro a altura do colo

		Diâmetro a altura do colo				
	FV	GL	SQ	QM	F	Probabilidade(%)
out/16	Blocos Ajustados	3	2.0739	0.691305		
	Genótipos Ajustados	17	3.1325	0.184265	2.6862	0.333747**
	Resíduo	51	3.4984	0.068596		
	Total	71	8.7048			
dez/16	Blocos Ajustados	3	2.326809	0.775603		
	Genótipos Ajustados	17	4.085449	0.240321	2.925	0.1641 **
	Resíduo	50	4.1081	0.082162		
	Total	70	10.46			
fev/17	Blocos Ajustados	3	3.634187	1.211396		
	Genótipos Ajustados	17	5.573598	0.327859	2.6005	0.467167**
	Resíduo	49	6.1778	0.126078		
	Total	69	15.5163			
abr/17	Blocos Ajustados	3	3.41799	1.13933		
	Genótipos Ajustados	17	6.584547	0.387326	2.4352	0.804615**
	Resíduo	48	7.6345	0.159052		
	Total	68	17.8681			
jun/17	Blocos Ajustados	3	3.725277	1.241759		
	Genótipos Ajustados	17	7.106025	0.418001	2.0022	3.171563*
	Resíduo	46	9.6036	0.208774		
	Total	66	20.4074			
ago/17	Blocos Ajustados	3	0.754464	0.251488		
	Genótipos Ajustados	17	12.44024	0.731779	1.292	24.537678 ns
	Resíduo	41	23.2221	0.566393		
	Total	61	36.4228			
nov/17	Blocos Ajustados	3	0.282317	0.094106		
	Genótipos Ajustados	17	13.74816	0.808715	1.4749	15.306136 ns
	Resíduo	41	22.4814	0.548327		
	Total	61	36.7558			

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = média quadrática; F = calculado.

C- Resumo da análise de variância para diâmetro de copa

		Diâmetro de copa				
	FV	GL	SQ	QM	F	Probabilidade(%)
out/16	Blocos Ajustados	3	112.421	37.474		
	Genótipos					
	Ajustados	17	64.45534	3.7915	1.2738	24.779613 ns
	Resíduo	50	148.829	2.9766		
	Total	70	328.3944			
dez/16	Blocos Ajustados	3	94.27288	31.42429		
	Genótipos					
	Ajustados	17	62.02941	3.648789	0.8661	100 ns
	Resíduo	50	210.6438	4.212876		
	Total	70	367.0986			
fev/17	Blocos Ajustados	3	180.8645	60.28815		
	Genótipos					
	Ajustados	17	71.14182	4.184813	1.0909	38.923073 ns
	Resíduo	48	184.1356	3.836157		
	Total	68	441.7681			
abr/17	Blocos Ajustados	3	134.61	44.87001		
	Genótipos					
	Ajustados	17	53.16975	3.127632	0.7753	100 ns
	Resíduo	46	185.5566	4.03384		
	Total	66	376.9851			
jun/17	Blocos Ajustados	3	96.94023	32.31341		
	Genótipos					
	Ajustados	17	56.64578	3.332105	0.7498	100 ns
	Resíduo	45	199.9764	4.443921		
	Total	65	350.6667			
ago/17	Blocos Ajustados	3	29.082	9.693999		
	Genótipos					
	Ajustados	17	60.40739	3.553376	0.5458	100 ns
	Resíduo	41	266.918	6.510195		
	Total	61	351.1774			
nov/17	Blocos Ajustados	3	36.68648	12.22883		
	Genótipos					
	Ajustados	17	114.0563	6.709196	1.0084	47.089303 ns
	Resíduo	38	252.8135	6.652987		
	Total	58	397.6271			

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = média quadrática; F = calculado.

D- Resumo da análise de variância para número de folhas.

		Número de folhas				
	FV	GL	SQ	QM	F	Probabilidade(%)
out/16	Blocos Ajustados	3	407.2245	135.74		
	Genótipos					
	Ajustados	17	93.16204	5.4801	1.2227	28.31722 ns
	Resíduo	49	219.6088	4.4818		
	Total	69	726.6429			
dez/16	Blocos Ajustados	3	309.6367	103.2122		
	Genótipos					
	Ajustados	17	111.0566	6.532744	1.2175	28.611585 ns
	Resíduo	50	268.28	5.365599		
	Total	70	686.9296			
fev/17	Blocos Ajustados	3	638.3271	212.7757		
	Genótipos					
	Ajustados	17	216.959	12.7623	1.3247	21.851424 ns
	Resíduo	48	462.4229	9.63381		
	Total	68	1400.29			
abr/17	Blocos Ajustados	3	466.1178	155.3726		
	Genótipos					
	Ajustados	17	341.5577	20.09163	1.4628	15.123051 ns
	Resíduo	47	645.5489	13.73508		
	Total	67	1480.279			
jun/17	Blocos Ajustados	3	257.4513	85.81708		
	Genótipos					
	Ajustados	17	392.2332	23.07254	1.2381	27.502285 ns
	Resíduo	46	857.2154	18.63512		
	Total	66	1527.94			
ago/17	Blocos Ajustados	3	21.6508	7.216934		
	Genótipos					
	Ajustados	17	739.2262	43.48389	1.2779	25.413721
	Resíduo	41	1395.183	34.02884		
	Total	61	2153.694			
nov/17	Blocos Ajustados	3	77.77371	25.92457		
	Genótipos					
	Ajustados	17	972.7697	57.22175	1.3512	21.13605 ns
	Resíduo	41	1736.31	42.34902		
	Total	61	2765.742			

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = média quadrática; F = calculado.

E- Resumo da análise de variância para clorofila.

		Clorofila				
	FV	GL	SQ	QM	F	Probabilidade(%)
out/16	Blocos Ajustados	3	319.195	106.4		
	Genótipos					
	Ajustados	17	693.0832	40.77	2.2021	1.616781*
	Resíduo	49	907.1963	18.514		
	Total	69	1887.069			
dez/16	Blocos Ajustados	3	400.5436	133.5145		
	Genótipos					
	Ajustados	17	629.5708	37.03358	1.7057	7.311043 ns
	Resíduo	50	1085.575	21.71151		
	Total	70	2120.354			
fev/17	Blocos Ajustados	3	201.5056	67.16853		
	Genótipos					
	Ajustados	17	393.6439	23.15553	1.0805	39.845561 ns
	Resíduo	48	1028.622	21.42963		
	Total	68	1631.734			
abr/17	Blocos Ajustados	3	198.2238	66.07462		
	Genótipos					
	Ajustados	17	386.7608	22.75064	0.7008	100 ns
	Resíduo	47	1525.721	32.46214		
	Total	67	2081.751			
jun/17	Blocos Ajustados	3	255.9811	85.32703		
	Genótipos					
	Ajustados	17	546.6583	32.15637	0.8409	100 ns
	Resíduo	46	1759.074	38.24073		
	Total	66	2520.017			
ago/17	Blocos Ajustados	3	138.505	46.16833		
	Genótipos					
	Ajustados	17	789.6543	46.45026	0.4419	100 ns
	Resíduo	41	4309.432	105.1081		
	Total	61	5232.081			
nov/17	Blocos Ajustados	3	106.7537	35.58456		
	Genótipos					
	Ajustados	17	665.4933	39.14666	0.488	100 ns
	Resíduo	41	3288.883	80.21665		
	Total	61	4079.477			

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = média quadrática; F = calculado.