

## **Desenvolvimento inicial e produtividade de *Ilex paraguariensis* em sistema agroflorestal**

### **Initial growth and productivity of *Ilex paraguariensis* in agroforestry system**

DOI:10.34117/bjdv7n10-217

Recebimento dos originais: 07/09/2021

Aceitação para publicação: 18/10/2021

#### **Luiz Paulo Prestes de Medeiros Stiebler**

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina  
Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina –Campus Curitibanos  
Rodovia Ulysses Gaboardi, Caixa Postal 101, Curitibanos-SC -CEP 89520000  
E-mail: luiz.stiebler@grad.ufsc.br

#### **Alexandre Siminski**

Doutor em Ciências – Área de concentração em Recursos Genéticos Vegetais  
Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos, Programa de Pós Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais  
Rodovia Ulysses Gaboardi, Caixa Postal 101, Curitibanos-SC -CEP 89520000  
E-mail: alexandresiminski@ufsc.br

#### **Gilcimar Adriano Vogt**

Mestre em Ciências – Área de concentração em Recursos Genéticos Vegetais  
Instituição: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
BR280 n° 1101 Caixa Postal 216 Bairro Industrial 2, Canoinhas - SC - CEP 89460500  
E-mail: gilcimar@epagri.sc.gov.br

#### **Karine Louise dos Santos**

Doutora em Ciências – Área de concentração em Recursos Genéticos Vegetais  
Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina –Campus Curitibanos, Programa de Pós Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais  
Rodovia Ulysses Gaboardi, Caixa Postal 101, Curitibanos-SC -CEP 89520000  
E-mail: karine.santos@ufsc.br

### **RESUMO**

O uso da erva-mate tem importância econômica e social na América do Sul, sendo um dos principais produtos florestais não madeireiros do Brasil, fazendo deste último, o maior produtor do mundo. Além disso, o cultivo dessa espécie em sistemas agroflorestais (SAFs) é uma alternativa para recuperação de áreas degradadas, especialmente de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), gerando fonte de renda alternativa para pequenos agricultores. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o crescimento de erva-mate em sistemas agroflorestais de base agroecológica em distintos níveis de cobertura de dossel, avaliando as plantas em resposta ao manejo de podas, discutindo a integração do uso software Manejo-Matte para acompanhamento do erval. A pesquisa foi desenvolvida no campus Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina. A área é um sistema agroflorestal estruturado

como parte da estratégia de manejo de recuperação de uma área degradada por plantio de *Pinus* (*Pinus taeda*), implantado no ano de 2012. A área é dividida em três blocos de 500 m<sup>2</sup> com erva-mate associada a outras espécies florestais nativas. Esses três blocos foram submetidos à avaliação de cobertura de dossel, realizada com um densiômetro convexo de Lemmon onde obteve-se a cobertura de 72,5%, 75,7% e 52,2% para bloco 1, 2 e 3 respectivamente. As plantas de erva-mate desde a implantação do SAF, não tinham sido manejadas quanto a poda, dessa forma no ano de 2019 realizou-se a poda de formação das plantas jovens e adultas onde obteve-se massa verde que foi contabilizada como dados de colheita, obtendo 660 kg ha<sup>-1</sup> com uma densidade de 520 plantas ha<sup>-1</sup> no bloco 1, 672kg ha<sup>-1</sup> com uma densidade de 500 plantas ha<sup>-1</sup> no bloco 2 e 462 kg ha<sup>-1</sup> com uma densidade de 600 plantas ha<sup>-1</sup> no bloco 3. Em 2021 procedeu-se a colheita dos indivíduos, obteve-se então 1.070 kg ha<sup>-1</sup> com uma densidade de 680 plantas ha<sup>-1</sup> no bloco 1, 1.226 kg ha<sup>-1</sup> com uma densidade de 560 plantas ha<sup>-1</sup> no bloco 2 e 1086 kg ha<sup>-1</sup> com uma densidade de 620 plantas ha<sup>-1</sup> no bloco 3. Referente às podas de formação essa prática mostrou-se fundamental tendo em vista que está diretamente relacionada a produtividade da erva-mate, como observado entre os anos de 2019 e 2021. O relatório gerado pelo software Manejo-Matte demonstrou que houve uma evolução significativa do erval posteriormente as práticas de poda. Conclui-se que há a necessidade de correção da densidade de plantas nas áreas de cultivo, sendo que constatou-se também que a prorrogação da poda de formação tem influência na produtividade, assim como na densidade de cobertura do dossel. O software Manejo-Matte pode ser considerado estratégico para acompanhamento do erval em sistemas agroflorestais, visando tanto a produtividade quanto a recuperação do sistema.

**Palavras-chave:** PFNM, Densidade de cobertura, Produtividade, Poda.

## ABSTRACT

The yerba mate (*Ilex paraguariensis*) has social and economic importance in South America, being considered as the most important non-timber forest product (NTFP) in Brazil, the largest producer country of the world. In addition, the use of yerba inside agroforestry systems (AFS) is an alternative for restoration of degraded areas, especially of Permanent Preservation Areas (APP) and Legal Reserve (RL), being a source of income for small farmers. The goal of this work is to evaluate the growth of yerba mate plants in agroecological-based agroforestry, considering different levels of canopy cover and pruning management. Also we tested the use of Manejo-Matte<sup>®</sup> software for monitoring the yerba mate cultivation. The research was carried out at the Federal University of Santa Catarina, in Curitibanos campus. The experimental area was implemented in 2012 as a restoration strategy after removing *Pinus* plantation (*Pinus taeda*). The area is structured in three 500m<sup>2</sup> plots, where yerba is the main Agroforestry resource. The canopy coverage was carried out with a Spherical Densiometer of Lemmon, where coverage of 72.5%, 75.7% and 52.2% was obtained for block 1, 2 and 3 respectively. Yerba mate plants had not been managed since the implementation, so in 2019 we carried out the pruning formation of young and adult plants, where the green mass was harvest and measured, obtaining 660 kg ha<sup>-1</sup> with a density of 520 plants ha<sup>-1</sup> in block 1, 672 kg ha<sup>-1</sup> with a density of 500 plants ha<sup>-1</sup> in block 2 and 462 kg ha<sup>-1</sup> with a density of 600 plants ha<sup>-1</sup> in block 3. In 2021 the individuals were harvested again, then 1,070 kg ha<sup>-1</sup> was obtained with a density of 680 plants ha<sup>-1</sup> in block 1; 1,226 kg ha<sup>-1</sup> with a density of 560 plants ha<sup>-1</sup> in block 2; and 1,086 kg ha<sup>-1</sup> with a density of 620 plants ha<sup>-1</sup> in block 3. Regarding the pruning, this management proved to be a fundamental practice to agroforestry systems, considering that pruning was directly related to the productivity

of yerba mate, as the results between the years 2019 and 2021 showed. These results were also confirmed by Manejo-Matte<sup>®</sup> software, which evidenced a significant evolution of the yerba mate plants after the pruning management practices. We concluded that it was important to increase the density of plants in the agroforestry area, as well as keep a permanent pruning of yerba mate plants and canopy. The Manejo-Matte<sup>®</sup> software is an important tool to monitor the yerba mate in agroforestry systems.

**Keywords:** NTFP, Canopy Cover, Productivity, Pruning.

## 1 INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma planta com ocorrência natural na América do Sul, constituinte principalmente da Floresta Ombrófila Mista (CARON *et al.*, 2014a), com distribuição na Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai (EMBRAPA, 2010). Registros evidenciam o uso de erva-mate por diferentes grupos humanos da América do Sul (MARQUES *et al.* 2014; 2019), mas o início da exploração da atividade com propósito comercial ocorreu nos anos de 1610 como principal produto de exportação em Missões Jesuítas (EMBRAPA, 2010).

Atualmente, o uso dessa espécie no Sul do Brasil constitui uma parte importante da economia, como o principal produto florestal não madeireiro brasileiro (FOCHZATO, 2018; IBGE, 2018a); sendo explorada não apenas a título de extrativismo, mas também com sistema de produção sob cultivo (IBGE, 2018a). O principal uso da erva-mate está associado ao consumo do chimarrão e tererê (DESSIE, 2016), mas também a corantes, conservantes, compostos farmacológicos, produtos de uso pessoal como sabonetes, perfumes e cosméticos (RODIGHERI; MOSELE, 2000). Fato recente, devido a pandemia do Covid-19 e as recomendações para o não compartilhamento de cuias de chimarrão, o consumo da erva-mate teve um aumento de 20% no mercado (MUGNOL, 2020).

A planta de erva-mate naturalmente se desenvolve em ambiente de sub-bosque, ou seja, sob ambiente sombreado, o que candidata a espécie como importante elemento na composição de sistemas agroflorestais (SAFs) (GÖTSCH, 2002). Adicionalmente, a proposição de SAFs com erva-mate pode representar estratégia de restauração de áreas degradadas, especialmente para Áreas de Preservação Permanente (APPs) ou Reserva Legal (RL) (SIMINSKI *et al.* 2016) em contexto de agricultura familiar. Dessa forma, SAFs podem representar uma estratégia economicamente interessante onde pequenos agricultores podem conciliar a geração de renda (GOULART; PENTEADO, 2019) com a recuperação e conservação dos ecossistemas (IRMÃO; SANTOS, 2021).

A exploração da erva mate é constituída basicamente da poda de ramos e folhas, realizada no momento da colheita do erval, prática cultural de grande importância no sistema produtivo (MEDRADO *et al.*, 2000b). A poda é uma prática que permite maior longevidade à planta, que quando associada a uma arquitetura que facilite o manejo, pode atingir níveis de produtividade maiores (GOULART; PENTEADO, 2019). A colheita atualmente é o principal obstáculo do sistema produtivo, uma vez que interfere na arquitetura de planta, demanda grande de mão de obra, exigindo dos produtores aperfeiçoamento na prática de podas (MEDRADO *et al.*, 2000b).

Percebe-se uma diferença fisiológica relacionada a crescimento e desenvolvimento de plantas de erva-mate quando conduzidas em diferentes tipos de sistema de produção (sol pleno e sombreado), isso se deve principalmente ao fato de que a espécie tem uma resposta efetiva a diferentes condições ambientais, como a luminosidade (MAZUCHOWSKI; SILVA; MACCARI JUNIOR, 2007), tendo influência direta na produtividade (GOULART; PENTEADO, 2019). As diferentes formas de cultivo também podem influenciar aspectos agrônômicos e florestais, sendo que práticas culturais como a poda podem também ter grande persuasão em relação a erva-mate conduzida em sistemas agroflorestais.

Nesse sentido, conhecer e compreender fatores associados à produção de erva-mate em sistemas agroflorestais trará um suporte técnico-científico que poderá ser amplamente utilizado no planejamento e condução dos ervais sob essas condições de manejo. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento inicial de plantas de erva-mate cultivadas em sistema agroflorestal, em resposta ao manejo de podas de formação sob condições distintas de densidade de cobertura vegetal.

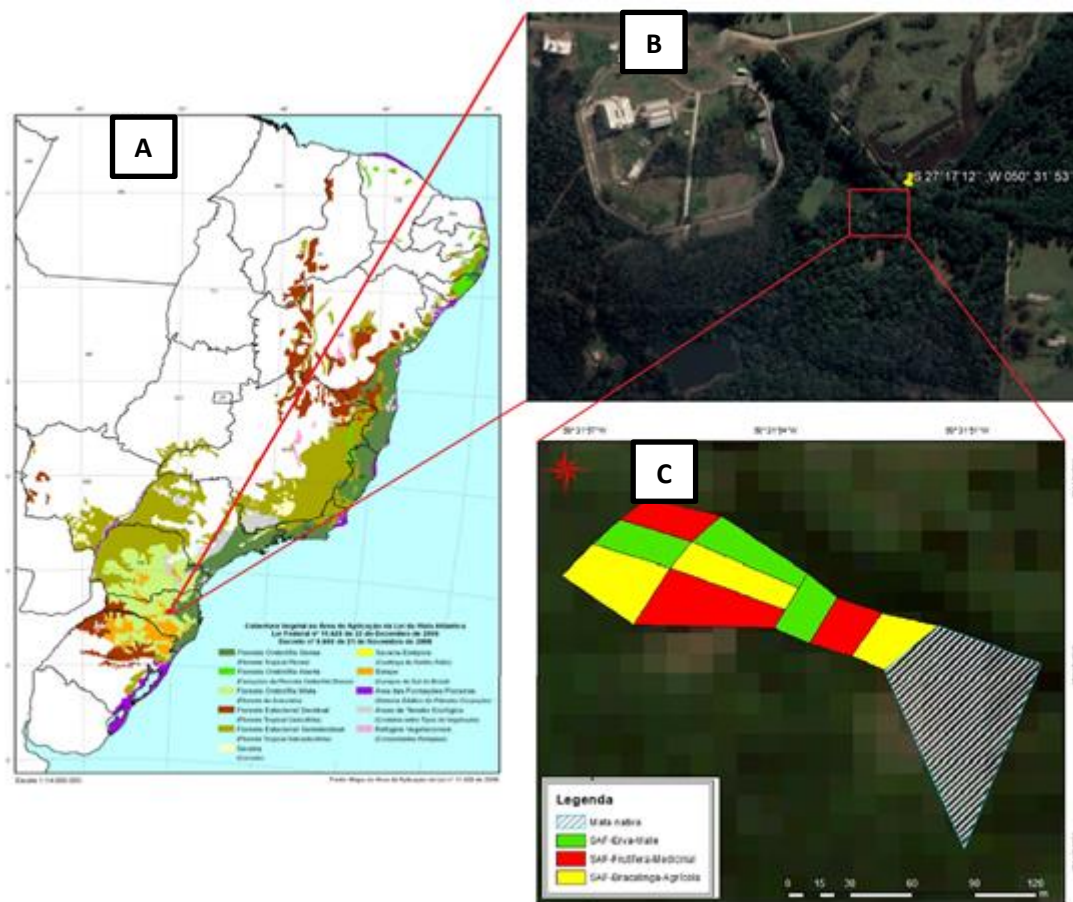
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi executado no Sistema Agroflorestal (SAF) da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos, localizado na Trilha do Pessegueirinho, S 27°17'12", W 050° 31' 53" (Figura 1). A área vem sendo conduzida desde 2012 como uma estratégia para recuperação de uma área degradada através da estruturação de um sistema agroflorestal, sendo que anteriormente a área era utilizada com o cultivo de *Pinus taeda* (BARBOSA *et al.* 2017). As áreas que compõem o sistema agroflorestal são subdivididas em blocos com 500 m<sup>2</sup>, sendo um total de 9 blocos (4.500 m<sup>2</sup>). Desses,

três blocos têm como principal constituinte do sistema plantas de erva-mate, além de outras espécies florestais que compõem a cobertura desse SAF (Figura 1).

Figura 1. Localização da área experimental nas dependências da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, SC.



Legenda: A- Distribuição mata atlântica no Brasil. Fonte: INPE, 2013 B- Localização UFSC - Campus Curitibanos. Fonte: GOOGLE EARTH, 2021. C- Croqui SAF. Fonte: AUTORES, 2021.

O solo da área, segundo Embrapa (2018) é o Cambissolo Húmico Alumínico muito argiloso. Todas as atividades desenvolvidas no sistema tem base agroecológica, evitando o revolvimento do solo, sem o uso de fertilizantes químicos de alta solubilidade ou defensivos agrícolas convencionais (BARBOSA et al. 2017).

## 2.2 MANEJO DE PODA, COLHEITA E PRODUTIVIDADE

As plantas de erva-mate que compõem o sistema não foram manejadas com práticas de podas (formação ou colheita) desde o momento de implantação do sistema agroflorestal em 2012, dessa forma as plantas cresceram de forma natural em relação à arquitetura e manejo durante 7 anos. No mês de outubro de 2019 foi realizada a poda de formação para toda a área do experimento, e também a colheita da erva-mate, essa prática

foi realizada com auxílio de podão e motosserra, a erva-mate já colhida foi posteriormente ensacada e pesada.

A poda de formação foi realizada em todos os indivíduos dos blocos, segundo Goulart e Penteado (2019), com a finalidade de quebrar a dominância apical e aprimorar a arquitetura da planta. Alguns indivíduos, por serem mais velhos, receberam a poda de rebaixamento com a finalidade de renovação da planta. A poda realizada não objetivou a colheita, contudo o volume massa verde foi contabilizado como primeira produção. Em março de 2021 foi realizada a poda colheita da erva-mate, sob as mesmas condições no ponto de vista operacional, e o volume colhido foi também pesado e contabilizado.

Durante o período do desenvolvimento do trabalho foram realizadas práticas de manejos na área de estudo. Em fevereiro de 2019 foi realizado o coroamento das plantas de erva-mate, e em fevereiro e dezembro a adubação orgânica conforme recomendado por Goulart e Penteado (2019), totalizando 2400 kg ha<sup>-1</sup> do FERTILIZANTE ORGÂNICO SIMPLES CLASSE “A”, TERRAPLANT®. Após a poda de formação também foi efetuada a prática de adensamento, ou seja, plantio de mudas de erva-mate a fim de aumentar a densidade populacional da espécie no sistema.

### 2.3 AVALIAÇÃO DO MANEJO DO ERVAL E DENSIDADE DE COBERTURA

A avaliação do manejo de podas foi realizada em dois momentos distintos, em Outubro de 2019 com a poda de formação e produção, e em 2021 com a poda de produção (colheita). Para avaliação de manejo de podas e constituintes gerais do erval, utilizou-se do software desenvolvido pela EMBRAPA denominado Manejo-Matte®, esse software é de livre acesso e está disponível na Google Play para download. As avaliações do software foram aplicadas respondendo um questionário, com questões e respostas pré-definidas. As questões do Manejo-Matte® são acerca de diversos aspectos do sistema produtivo desde a implantação, manejo e condução, e colheita do erval.

O software utiliza dados que o próprio operador alimenta acerca das condições da área de cultivo, como dados de implantação, adubação, manejo e produção do erval. Por fim um relatório é emitido e junto a esse um gráfico que pontua aspectos relacionados ao manejo da área em questão. Os relatórios têm por objetivo comparar a mesma área em momentos diferentes, em resposta à prática de manejo adotada.

Nas avaliações de densidade de cobertura de dossel foi utilizado um Densiômetro Esférico Convexo de Lemmon, com metodologia adaptada proposta por Wernerck *et al.* (2004). O densiômetro consiste em uma peça de metal espelhada quadriculado, dividido

em 24 partes, onde é capaz de refletir a luz em um ângulo de aproximadamente 180° que contém também uma bolha para nivelamento. O aparelho indica a imagem do dossel refletida na placa em cada um das 24 partes, que deve ser novamente dividida em quatro partes, formando de forma abstrata 96 partes. A avaliação é feita a partir da contagem de quantas dessas partes estão com a cobertura do dossel refletida, então após essa contagem utiliza-se de expressões matemáticas para a obtenção da porcentagem de cobertura do dossel.

Para a obtenção do Valor Refletido empregou-se a metodologia sugerida por Werneck et al., (2004), procedendo com seis avaliações (Norte, Sul, Leste e Oeste) em cada bloco (500m<sup>2</sup>). Utilizou-se um fator de 1,04 para correção do índice de cobertura se aproxime o máximo do valor real em porcentagem de cobertura de dossel.

#### 2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise dos dados foi aplicada estatística descritiva, correlação entre as variáveis e Análise de Variância (ANOVA) seguido do teste Tukey ou teste T de Student para a comparação de médias, ao nível de 0,05 de significância (OLIVEIRA, 2008).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à caracterização da estrutura do sistema agroflorestal, através dos valores da densidade de cobertura do dossel e luminosidade, os resultados mostram dois blocos (1 e 2) com cobertura acima de 70%, e o terceiro bloco se diferenciando estatisticamente dos demais, com cobertura próxima a 50 % (Tabela 1).

Tabela 1 - Densidade de cobertura e luminosidade nos blocos de *Ilex paraguariensis* (erva-mate) em Sistema Agroflorestal. Curitiba, SC, Fev. 2021.

	Densidade de Cobertura de Dossel (%)	Luminosidade (%)
Bloco 1	72,41a	27,59a
Bloco 2	75,75a	24,25a
Bloco 3	53,21b	46,79b
<b>Média</b>	<b>67,15</b>	<b>32,85</b>

\*Colunas seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes segundo Análise de Variância (ANOVA) seguido de teste Tukey, considerando significativo quando  $p < 0,05$ .

O fator luz é uma variável de grande influência no sistema produtivo da grande maioria das espécies, principalmente em sistemas de produção biodiverso em que as plantas são conduzidas no sub bosque. Vieira *et al.* (2003) e Mazuchowski, Silva e Maccari Junior (2007) destacam que a planta de erva-mate quando inserida em certos

níveis de sombreamento tem seu crescimento e desenvolvimento potencializados. Ocorre que nesse tipo de situação, cria-se um ambiente onde as condições microclimáticas favorecem o cultivo da espécie quando comparadas a ervais de sol pleno. Além disso, teores de compostos interessantes do ponto de vista industrial especialmente vinculados ao sabor, como concentração de saponinas e antocianinas (SUERTEGARAY, 2002), compostos fenólicos e metilxantinas (PIRES et al., 2016), que estão relacionadas ao amargor são características altamente relacionadas à luminosidade (RACHWAL et al., 2000; CARON et al., 2014b).

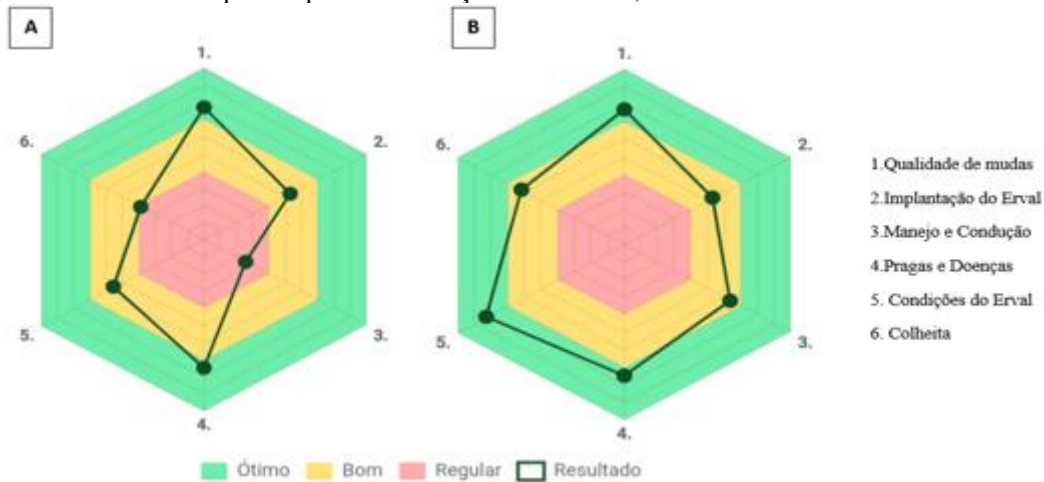
Os trabalhos têm demonstrado que a luminosidade ideal, em sistemas sombreados, para a produção de erva-mate é entre 30 e 50% (MAZUCHOWSKI; SILVA; MACCARI JUNIOR, 2007; ROSSA et al., 2017). Esses resultados sugerem a necessidade de práticas de manejo de Poda, não somente para a erva, mas também das espécies estruturantes presentes no dossel (MEDRADO et al., 2002; GOULART; PENTEADO, 2019).

Face a esse contexto, no ano de 2019, após realização da poda de formação, o erval foi submetido a análise preliminar a partir do software Manejo-Matte®. Os aspectos de manejo e condução, bem como colheita se enquadraram como “Regular” (Figura 2). Essas condições podem ser explicadas devido à falta de um manejo de podas de formação adequado, tendo em vista que o erval estava sendo mantido em sua condição natural. Esse dado corrobora com Medrado et al. (2000b) que observa que plantas de erva-mate quando não conduzidas de maneira correta, podem apresentar um atraso significativo quando comparado a ervais experimentais conduzidos com tal prática. Outro fator que deve ser considerado é que o erval está em fase inicial de desenvolvimento dentro do sistema agroflorestal.

Já quando considerado o parâmetro “condição do erval”, este foi classificado como “Bom”. Tendo em vista que esse parâmetro avalia questões relacionadas a produção e produtividade, essa condição pode ser justificada pelo fato de que muitas das plantas já apresentavam uma idade avançada sem práticas de manejo. Dessa forma segundo Medrado et al. (2002) quando as plantas atingem uma certa idade, mesmo com manejo adequado, acabam não produzindo folhas em mais da metade da extensão de seu tronco. Partindo do princípio que a folha é a principal matéria prima para a indústria ervateira (BASTOS, 2013), a manutenção de plantas com idade avançada no sistema produtivo de certa forma implicará diretamente as questões relacionadas a produção e produtividade. O fator relacionado a ausência da poda de formação também pode ter contribuído para essa classificação do software.



Figura 2 - Relatório emitido pelo software Manejo-Matte®, referente às condições do erval em Sistema Agroflorestal antes e depois da poda de formação. Curitibaanos, SC.



Legenda: A- Relatório referente ao ano de 2019. B- Relatório referente ao ano de 2021

Posteriormente no ano de 2021, novo relatório foi emitido após a implementação de poda de formação, adubações e também colheita (Figura 2). De forma geral foi observado que houve incremento para a maioria dos parâmetros analisados. Para o parâmetro 3 (Manejo e condução) o resultado evoluiu de “Regular” para “Bom”, sendo que esse incremento pode ser explicado pelas práticas de manejo de podas de formação e adubações em épocas corretas. Já o parâmetro 5 (Condições do erval) teve uma evolução de “Regular” para “Bom”. Tendo em vista que alguns dos indivíduos do sistema já estavam em condições de uma poda de rebaixamento, assim para uma renovação biológica da planta, sendo assim, o manejo de podas influenciou nesse incremento. Segundo Medrado *et al.* (2002) quando uma planta de erva-mate atinge idade mais avançada tem a produção de folhas comprometida, onde aproximadamente 70% da planta não tem galhos.

Esse fato reforça a necessidade de uma poda de rebaixamento (GOULART; PENTEADO, 2019; MEDRADO *et al.*, 2000a) para que a arquitetura da planta seja restabelecida, dessa forma a poda foi realizada o que corroborou a evolução nesse parâmetro. O parâmetro 6 (Colheita) também vale ser destacado, uma vez que teve uma evolução na classificação de “Regular” para “Bom”. Esse parâmetro é avaliado principalmente por dados relacionados à produtividade. A poda de formação, realizada em outubro de 2019, resultou em um excedente de biomassa que foi contabilizado como produtividade. Contudo essa prática de poda de formação, apresentou um viés muito mais fisiológico, uma vez que a finalidade de quebrar a dominância apical resultando em uma melhor condição de arquitetura da planta, não tendo a finalidade de produção de folhas.

Para a emissão do relatório do software foi considerada como produtividade no ano de 2019 apenas o excedente da massa verde proveniente da poda de formação. Já no ano de 2021 os dados de produtividade foram provenientes da poda de produção.

Referente aos parâmetros de qualidade de mudas, implantação do erval e pragas e doenças mantiveram a mesma classificação no relatório, uma vez que não tiveram seus parâmetros de avaliação modificados no momento da alimentação do software, dessa forma as práticas relacionadas a manejo de podas, densidade de plantas e cobertura de dossel não tem influência direta nesses parâmetros no relatório emitido pelo software.

Na Tabela 2 está representado os valores de população de plantas (densidade), bem como produtividade encontrada em cada um dos 3 blocos após a poda de formação em outubro de 2019. De maneira geral o que pode-se considerar é que os dados (Tabela 2), no ano de 2019, representam um período de no mínimo de 7 anos sem manejo de podas, sendo assim há também indivíduos que são remanescentes nativos da área.

Tabela 2 - Densidade e produtividade de *Ilex paraguariensis* (erva-mate) em Sistema Agroflorestal nos anos de 2019 e 2021. Curitiba, SC

	Densidade (Plantas ha <sup>-1</sup> )		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2019	2021	2019	2021
Bloco 1	520a	680a	660a	1070b
Bloco 2	500a	560a	672a	1226b
Bloco 3	600a	620a	462a	1086b
<b>Média</b>	<b>540Aa</b>	<b>620Aa</b>	<b>620Aa</b>	<b>1127Bb</b>

\*Médias nas colunas seguidas de letras minúsculas iguais são estatisticamente iguais segundo Análise de Variância (ANOVA) a 95% de confiança, sendo que médias nas linhas seguidas de letras maiúsculas diferentes são estatisticamente diferentes segundo teste T de Student a 95% de nível de confiança.

Comparando a produtividade, em 2019 e 2021, houve um aumento significativo, esse fato pode ser explicado devido a diferentes fatores durante o período. Inicialmente em 2019 constatou-se segundo Goulart e Penteado (2019) que a densidade populacional estava abaixo do indicado, prevendo um valor mínimo próximo a 1.250 plantas ha<sup>-1</sup>. Esse é um aspecto que não necessariamente demandava correção, devido esse ser um SAF biodiverso. Porém realizou-se o plantio de mudas de erva-mate como prática de adensamento. Ramos *et al.* (2016) expõem que a população tem uma relação direta com a produtividade, sendo assim a prática de adensamento foi uma tentativa de aumentar a densidade populacional, contudo a diferença não foi significativa entre os anos de 2019 e 2021. Outro fator a ser observado é que em 2019 realizou-se a poda de formação no erval, prática que não pode ser prorrogada além de 2 anos, pois tem impactos diretos na produtividade (MEDRADO *et al.* 2000b).

Já no ano de 2021 foi realizada a poda de produção que consiste na retirada de partes vegetativas da planta, sendo mantido um remanescente de aproximadamente 20% para que a planta tenha um aporte fotossintético para posterior brotação. Esse fato pode explicar o incremento na produtividade, uma vez que nessa etapa da poda foi contabilizada (produtividade) toda a massa verde da planta que seria destinada à indústria (MEDRADO *et al.*, 2000b).

Vale destacar que o SAF do presente estudo ainda é bastante jovem e a produtividade do sistema pode ser considerada uma fonte de renda significativa no curto prazo. Palma *et al.* (2020) também reforça a viabilidade em sistemas agroflorestais que ainda não atingiram a maturidade. Estando a produtividade relacionada com a fonte de renda, a poda de formação se mostrou prática fundamental para a rentabilidade do sistema.

Aspectos relacionados à produtividade foram também destacados por Vieira *et al.* (2003), que constatou que o microclima gerado pelo autossombreamento está intimamente relacionado à produção de massa verde e também a poda, o que acaba de certa forma evidenciando a interação entre luminosidade, manejo de podas e produtividade. Relacionando produtividade e luminosidade Mazuchowski, Silva e Maccari Junior (2007) pontuou um incremento na produção de massa verde quando ervais estão sendo conduzidos com tratamentos de 30% a 50% de luminosidade, o que também foi observado por Borges *et al.* (2019).

Sabe-se que a principal forma de exploração da erva é através das folhas, porém a falta de um aporte tecnológico, pesquisas e também incentivos governamentais, faz com que a produção em ervais comerciais seja muito abaixo de ervais experimentais. Isto se deve ao fato, principalmente, do *deficit* de tecnologias empregadas à cultura (GOULART; PENTEADO, 2019). Esse estudo visa justamente colaborar para a discussão técnica, com intuito de promover os SAF, tendo em vista seus diferentes benefícios ambientais e econômicos.

O cultivo de erva-mate na configuração de SAF, em áreas de APP e RL apresenta-se como possibilidade de produção para áreas que seriam marginalizadas apenas para efeitos legislativos. Além de uma possível renda a partir desses cultivos, os SAFs ainda melhoram as características físicas, químicas e biológicas do solo (DUARTE, 2007; ALCANTARA *et al.*, 2021; SILVA, 2021; ALMEIDA, 2020). Sendo assim, os SAFs também se apresentam como uma forma de recuperar áreas degradadas, ao mesmo tempo em que podem gerar renda.

A inclusão de espécies arbóreas em sistemas produtivos, a exemplo da erva-mate, auxilia também na ciclagem de nutrientes que estão retidos nos horizontes mais profundos do solo. As espécies de maior porte acabam sendo uma “bomba” de nutrientes por apresentarem um sistema radicular mais robusto, o que através da ciclagem de nutrientes trará um aporte de matéria orgânica e nutrientes para as camadas superiores (SAHA *et al.*, 2010). Além disso, iniciativas de SAFs espalhadas pelo mundo apresentam respostas positivas em função de recuperar as áreas degradadas (EUROPEAN COMMISSION, 2019 apud PALMA *et al.*, 2020; SMITH; MBOW, 2014; VERMEULEN *et al.*, 2012 e LUEDELING *et al.*, 2011), promovendo o máximo proveito de interações ecológicas positivas dentro do sistema produtivo, observando que o produto final seja algo além de apenas um aporte financeiro, auxiliando no risco relacionado às colheitas e dependência de insumos químicos externos (FAO, 2013 apud Palma *et al.*, 2020).

#### 4 CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho reforçam que o cultivo de plantas de erva-mate em SAFs pode ser uma fonte de renda para pequenos agricultores, uma vez que a espécie tem potencial de integrar estratégias para recuperação de áreas degradadas, especialmente para a composição de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal, atendendo as exigências de regularização ambiental das propriedades rurais.

A partir dos resultados conclui-se que o manejo de podas, tanto em indivíduos de erva-mate como para demais espécies arbóreas do sistema agroflorestral, é fundamental considerando que esse fator está diretamente relacionado à incidência de luz nas plantas, o que interfere de forma significativa na produtividade do erval. Adicionalmente, do ponto de vista produtivo, o adensamento de plantas de erva-mate no sistema também apresenta uma resposta positiva.

Constatou-se também que o manejo de podas de formação em plantas de erva-mate não deve ser prorrogado além de 2 anos depois da implantação, uma vez que afetará diretamente a arquitetura da planta, bem como a produção de folhas.

O software Manejo-Matte é uma importante ferramenta para acompanhamento do erval, sendo que diferentes formas de manejo foram significativas para o desenvolvimento das plantas segundo o software.

## REFERÊNCIAS

ALCANTARA, Francisca Dayanne Oliveira et al. Análise microbiológica e avaliação dos indicadores de qualidade de solo sob diferentes sistemas de uso: um estudo de caso no cariri cearense. **Revista Acta Kariri-Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 3, n. 1, 2021.

ALMEIDA, Leonardo Lemos et al. Nitrogênio e Carbono espaço-temporais dissolvidos na precipitação e lixiviado da serrapilheira em duas microbacias Amazônicas. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 7, p. 602-618, 2020.

BARBOSA, J. S.; SILVA, K. C. R.; CARDUCCI, C. E.; SANTOS, K. L.; KOHN, L. S.; FUCKS, J. S. Atributos Físico-hídricos de um Cambissolo Húmico Sob Sistema Agroflorestal no Planalto Catarinense. **Floresta e Ambiente** (Floram). v. 8087, pág. 9. 2017.

BORGES, Rafael *et al.* Efeito da cobertura do dossel no desenvolvimento e produção de compostos secundários de *Maytenus ilicifolia* e *Ilex paraguariensis* em sistemas agroflorestais. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1630-1643, 2019.

BASTOS, Marília Camotti. **Erva-mate**: estado nutricional da planta e qualidade da bebida. 2013. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. (92 p.) Fevereiro, 2013  
CARON, Braulio Otomar *et al.* Eficiência do uso da radiação solar por plantas *Ilex paraguayensis* A. St. Hil. Cultivadas sob sombreamento e a pleno sol. **Ciênc. Florest.**, Santa Maria , v. 24, n. 2, p. 257-265, Jun. 2014a.

CARON, Braulio Otomar *et al.* Biomassa e acúmulo de nutrientes em *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. **Ciência Florestal**, Santa Maria v. 24, n. 2, p. 267-276, 2014b.

DASSIE, Carlos. Tereré e chimarrão carregam história, cultura e tradições. **Globo Rural**, 2016. Campo Grande, MS.

DUARTE, Edivânia Maria Gourete. **Ciclagem de nutrientes por árvores em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica**. 2007. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa.

Empresa Brasileira De Pesquisas Agropecuárias [EMBRAPA]. 2010. **Cultivo da Erva-Mate**: Importância socioeconômica e ambiental.

Empresa Brasileira De Pesquisas Agropecuárias [EMBRAPA]. 2018. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**.

FOCHZATO, Carmen. Festa da Erva-Mate fortalece e impulsiona cadeia produtiva. **Portal RBJ**, 2018.

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. 2018. **Faostat**.  
GÖTSCH, Ernest. Importância dos SAF'S na recuperação de áreas degradadas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4, 2002, Ilhéus, **Anais [...]** Ilhéus: CEPLAC/UESC, 2002.

GOULART, Ives Clayton Gomes Reis; PENTEADO Joel Junior Ferreira. **Erva 20**: sistema de produção para erva-mate. Brasília, DF: Embrapa, 2019.152 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE]. 2018a. **Produção da Extração Vegetal e Silvicultura – SIDRA/PESV**.

IRMÃO, Marcelo da Silva; SANTOS, Karine Louise dos. Efeito da composição vegetal nos serviços ambientais oferecidos por sistemas agroflorestais Effect of vegetable composition in environmental services offered in agroforestry systems. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 63362-63382, 2021.

LUEDELING, Eike. *et al.* Carbon sequestration potential of agroforestry systems in Africa. *In*: CARBON SEQUESTRATION POTENTIAL OF AGROFORESTRY SYSTEMS. **Springer**, Dordrecht, 2011. p. 61-83.

MARQUES, A. C.; DENARDIN, V. F. ; REIS, M. S. . As paisagens dos ervais no Planalto Norte Catarinense e a conservação dos remanescentes florestais. **Revista Agrícolas** (Impresso), v. 11, p. 32-36, 2014.

MARQUES, A. C.; REIS, M. S. ; DENARDIN, V. F. . Yerba Mate Landscapes: Forest use and Socio-environmental Conservation\*. **AMBIENTE & SOCIEDADE** (ONLINE), v. 22, p. 001-022, 2019. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc201702822vu2019L3AO>  
MARTINS, Tatiana Parreiras; RANIERI, Victor Eduardo Lima. Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais. **Ambient. soc.**, São Paulo , v. 17, n. 3, p. 79-96, Set. 2014 .

MAZUCHOWSKI, Jorge Zbigniew; SILVA, Eduardo Teixeira da. ; MACCARI JUNIOR, A. . Effect of light and nitrogen on the growth of *Ilex paraguariensis* St. Hil . **Rev. Árvore**, Viçosa , v. 31, n. 4, p. 619-627, Ago. 2007 .

MEDRADO, Moacir Jose Sales *et al.* Recuperação de ervais degradados. **Embrapa Florestas-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2002. 6p.

MEDRADO, Moacir Jose Sales.; LOURENÇO, Rival Salvador.; RODIGHERI, Honorino Roque; DEDECEK, Renato Antonio; PHILIPPOVSKI, João Felipe; CORREA, Gabriel. **Implantação de ervais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000a. 26 p.

MEDRADO, Moacir José Sales, *et al.* **Sistemas de poda de formação e produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no Município de Áurea, RS**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000b. 3 p.

MUGNOL, Babiana. Com recomendação de não compartilhar a cuia, consumo de erva-mate cresce 20% no RS. **Click RBS - Gaúcha Zh**. 2020.

OLIVEIRA, Andrea. Fróes. Galuci. Testes estatísticos para comparação de médias. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 6, p. 777-788, 2008.

PALMA, Viviane Helena. *et al.* Avaliação da eficiência de sistemas agroflorestais por meio de análises financeiras. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5, n. 2, p. 203-213, 2020.

PIRES, Damaris Aparecida de Cassia Krul et al. A Erva-Mate no Planalto Norte Catarinense: os compostos bioativos como variável na determinação das especificidades necessárias ao reconhecimento como Indicação Geográfica. **DRd-Desenvolvimento Regional em debate**, v. 6, n. 2, p. 207-227, 2016.

RACHWAL, Marcos Fernando Gluck. *et al.* Influência da luminosidade sobre os teores de macronutrientes e tanino em folhas de Erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) In: II CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 2.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, 2000, Encantado. Resumos, Encantado, 2000. p. 225.

RAMOS, Roberto Luis Olinto. *et al.* Instituto brasileiro de geografia e estatística-IBGE. **Prod. agric. munic.**, Rio de Janeiro, v. 43, 2016.

RODIGHERI, Honorino Roque; MOSELE, Sergio Henrique. Importância econômica e renda da erva-mate cultivada. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2000. p.39-44.

ROSSA, Überson Boaretto. *et al.* Influência da luminosidade e fertilizantes nos teores de metilxantinas e compostos fenólicos em folhas de erva-mate. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1365-1374, 2017

SAHA, Ritesh. *et al.* Can agroforestry be a resource conservation tool to maintain soil health in the fragile ecosystem of north-east India?. **Outlook on agriculture**, v. 39, n. 3, p. 191-196, 2010.

SILVA, Cristiane Figueira et al. Arbuscular mycorrhizal fungal communities and soil organic matter in pasture and analog agroforestry systems. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 2, p. 1-7, 2021.

SMITH, Mark Stafford.; MBOW, Cheikh. Editorial overview: Sustainability challenges: Agroforestry from the past into the future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 6, p. 134-137, 2014.

SIMINSKI, Alexandre.; SANTOS, Karine Louise; WENDT, Juliano Gil Nunes. Rescuing agroforestry as strategy for agriculture in Southern Brazil. *Journal of Forestry Research*, p. 739-746, 2016.

VERMEULEN, Sonja.; CAMPBELL, Bruce Morgan; INGRAM, John. Climate change and food systems. **Annual review of environment and resources**, v. 37, p. 195-222, 2012.

VIEIRA, Ana Rita Rodrigues *et al.* Influência do microclima de um sistema agroflorestal na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 1, p. 91-97, 2003.

WERNECK, F., *et al.* . **Uso de esferodensímetro e fotos digitais para estimar abertura de dossel**: um teste metodológico. 2004.