

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS CURITIBANOS
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Leonardo Veselosk Ely

**Avaliação de diferentes dosagens de fertilizantes de liberação lenta no crescimento
inicial de *Pinus taeda***

Curitibanos

2021

Leonardo Veselosk Ely

Avaliação de diferentes dosagens de fertilizantes de liberação lenta no crescimento inicial de clones de *Pinus taeda*

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Curitiba da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Mário Dobner Jr.

Curitiba

2021

Ficha de identificação da obra

Ely, Leonardo Veselosk
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSAGENS DE FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO LENTA NO
CRESCIMENTO INICIAL DE Pinus taeda /
Leonardo VeseloskEly ; orientador, Mário Dobner Jr. Dobner Jr., 2021.
30 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,
Curitibanos, 2021.

Inclui referências.

1. Solo. 2. Fertilização . 3. Dosagens. I. Dobner Jr., Mário Dobner Jr..
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia
Florestal. III. Título.

Leonardo Veselosk Ely

Avaliação de diferentes dosagens de fertilizantes de liberação lenta no crescimento inicial de *Pinus taeda*

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Florestal

Local, 02 de setembro de 2021.



Documento assinado digitalmente
Mario Dobner Junior
Data: 16/09/2021 15:33:15-0300
CPF: 034.250.659-55
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Mário Dobner Jr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Mario Dobner Junior
Data: 16/09/2021 15:32:55-0300
CPF: 034.250.659-55
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Mário Dobner Jr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Otávio Campoe
Avaliador(a)
Universidade Federal de Lavras



Documento assinado digitalmente
Djalma Eugenio Schmitt
Data: 16/09/2021 16:03:31-0300
CPF: 050.180.539-76
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Djalma Schmitt
Avaliador(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus colegas de classe e aos meus queridos pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me guiar.

Aos meus pais e irmãos, por todo o apoio e compreensão por minha ausência durante esse período.

A todos os professores, por compartilhar seus conhecimentos, me permitindo apresentar melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

Aos meus amigos e colegas de faculdade, que sempre me acompanharam e auxiliaram superar os obstáculos encontrados.

As empresas Arborgen pela doação dos clones de *Pinus taeda* e Produquímica pela doação dos fertilizantes.

RESUMO

A espécie *Pinus taeda* é uma das espécies de maior importância do setor florestal brasileiro, ocupando, apenas em Santa Catarina, cerca de 600 mil hectares. É frequentemente plantada em locais com baixa fertilidade, onde os níveis de nutrientes no solo diminuem ainda mais com o decorrer dos ciclos de produção, reduzindo o desenvolvimento de futuros plantios. Dessa forma, o presente estudo avaliou diferentes dosagens de aplicação do fertilizante mineral misto (09-30-10) de liberação lenta em plantio de *Pinus taeda* localizado no município de Curitibanos – SC. O experimento foi realizado em delineamento com blocos ao acaso (DBC), com seis blocos, cada um contendo 25 plantas por tratamento, totalizando 600 árvores e quatro tratamentos, os quais compreendem: T₀ – testemunha, não fertilizada, T₅₀ – 50 g, T₁₀₀ – 100 g e T₂₀₀ – 200 g. Foram realizadas medições de altura, diâmetro do colo e diâmetro à altura do peito (dap) com um, dois e três anos de idade após o plantio. A partir destas variáveis dendrométricas, obteve-se o volume das árvores. Os dados obtidos foram submetidos ao teste não-paramétrico de Friedman, com o auxílio do programa R Studio. Os melhores crescimentos foram obtidos pelo tratamento T₂₀₀, equivalente a uma aplicação de 333 kg/ha de fertilizante, resultando uma altura aos 3 anos de idade de 5,3 m, ~0,7 m e significativamente superior à testemunha (4,6 m). Em termos de volume individual, observou-se 0,146 m³ no T₂₀₀ e 0,114 m³ na testemunha, uma diferença equivalente a 28%. Não foram observadas diferenças significativas para o diâmetro de colo e à altura do peito.

Palavras-chave: Nutrição. Fertilização. Dosagens.

ABSTRACT

Pinus taeda is one of the most important species in the Brazilian forestry sector, occupying, in Santa Catarina alone, about 600 thousand hectares. It is often planted in places with low fertility, where nutrient levels in the soil may decrease over time as a result of successive production cycles, reducing the growth of future plantations. Thus, the present work evaluated different dosages of mixed slow release mineral fertilizer (09-30-10) in *Pinus taeda* plantation located in the city of Curitiba - SC. The experiment was conducted in randomized block design (DBC), with six blocks, each containing 25 plants per treatment, totaling 600 trees and four treatments, as follow: T₀ – control, no fertilization, T₅₀ – 50 g, T₁₀₀ – 100 g and T₂₀₀ – 200 g. Measurements of height, bottom diameter, and diameter at breast height, were taken at 1, 2 and 3 years after planting. From these dendrometric variables, the volume of the trees was calculated. The data obtained were submitted to Friedman's non-parametric test, with help of the R Studio program. The best growth was observed in treatment T₂₀₀, equivalent to an application of 333 kg/ha of fertilizer, which result in 5.3 m of height, 0.7 m greater than the on observed in the control (4.6 m). In terms of individual volume, 0.146 m³ was observed in the T₂₀₀ and 0.114 m³ in the control, a difference of 28%. No differences were observed for bottom diameter and diameter at breast height.

Keywords: Nutrition. Fertilization. Dosages.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE	13
2.2	FERTILIZANTE MINERAL	14
2.3	NITROGÊNIO (N)	15
2.4	FÓSFORO (P)	16
2.5	POTÁSSIO (K).....	16
2.6	BENEFÍCIOS DA FERTILIZAÇÃO PARA PINUS	17
3	METODOLOGIA.....	19
3.1	LOCAL DE ESTUDO	19
3.2	DELINEAMENTO E INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	20
3.3	COLETA DE DADOS	21
3.4	ANÁLISE DE DADOS	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÃO.....	27
	REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil possui aproximadamente oito milhões de hectares de florestas plantadas produtivas (BARROS, 2018). Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (Ibá), O Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro cresceu 1,1% no ano de 2018, no entanto, o setor de florestas plantadas obteve um acréscimo de 13,1%, destacando-se em comparação a outros importantes setores, como o da agropecuária que evoluiu 0,1%, serviços 1,3% e indústrias 0,6%. As grandes exportações auxiliam no elevado crescimento do setor, impulsionadas principalmente pelo bom desempenho no mercado externo da celulose, no qual o Brasil encontra-se como maior exportador mundial (IBÁ, 2019).

Como resultado de uma pequena importação e alta exportação, principalmente de celulose e madeira serrada, combinado com o aumento do preço das vendas, o segmento obteve saldo positivo na balança comercial, alcançando um valor de US\$ 11,4 bilhões. O setor mantém valores constantemente crescente, obtendo aumento de 12,3% desde 2012. Dessa forma, o setor impulsiona a economia nacional com um PIB setorial de R\$ 86,6 bilhões, representando cerca de 6,9% do PIB industrial e 1,3% do PIB brasileiro (IBÁ, 2019).

A madeira do pínus é utilizada como matéria-prima para diferentes áreas industriais, incluindo laminação, serraria, papel e celulose, chapas, geração de energia, entre outras (SHIMIZU, 2008). Além disso, pode-se obter da madeira do pinus produtos florestais não madeireiros, como é o caso da resina. Devido ao grande consumo, tanto no Brasil como no mundo, os produtos advindos da madeira do pínus estão em crescente valor de mercado nos últimos anos (AMBIENTE FLORESTAL, 2017).

Apesar da importância e aumento do consumo dos produtos dessa espécie, ainda há lacunas no conhecimento sobre os fatores que influenciam no seu crescimento e produção, dificultando o surgimento de novas técnicas e melhorias para aumento da produtividade. Além disso, dificilmente são utilizados fertilizantes nas espécies do gênero, devido ao conhecimento popular de que possuem boa utilização de recursos nutricionais. Dessa forma, cria-se uma falsa expectativa de que não necessitam de fertilização (MORO, 2013).

No entanto, de acordo com o mesmo autor, levando em conta processos de lixiviação, processos erosivos naturais, exportação de nutrientes através de desbastes e corte raso, juntamente com a falta de cuidados com a fertilidade do solo, ocorre o aceleramento do empobrecimento da fertilidade química do solo, ocasionando perdas significativas na produtividade dos plantios seguintes.

De acordo com o Manual de Adubação e Calagem (2016), a cultura do pínus necessita de uma saturação de bases de no mínimo 65% para um crescimento considerado normal. Além disso, solos com pelo menos 5% de matéria orgânica e 60% de argila, contribuem para que dispense ou reduza a necessidade de aplicação de fertilizantes.

Em análises feitas em Cambará do Sul – RS, Vogel (2005) analisou os efeitos de diferentes doses de N, P e K no crescimento inicial de *Pinus taeda* aos 19 meses, apresentando resultados significativos para utilização de fósforo, evidenciando a importância do nutriente. Já na Faculdade Assis Gurgacz (FAG) – PR, Neto (2009) objetivou avaliar efeitos de diferentes doses de fertilizante de liberação lenta na produção de *Pinus taeda* L., também em fases iniciais, resultando em resultados estatisticamente diferentes para diâmetro do caule, altura e massa seca da parte aérea (g).

Tendo em vista que o ciclo de produção das espécies florestais é longo, a obtenção de acréscimo no desenvolvimento e crescimento durante os primeiros anos das mudas, quando as plantas estão mais susceptíveis a condições adversas do campo, pode reduzir consideravelmente o tempo do ciclo do plantio. Desse modo, antecipa-se o retorno financeiro e a disponibilização da área para uma nova plantação, além de diminuir a taxa de mortalidade do plantio florestal, justificando a realização de estudos relacionados a produtividade da espécie *P. taeda* durante seu período inicial (BERGUER, 2010).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo é avaliar o desenvolvimento de *Pinus taeda* L., durante os primeiros anos após o plantio, submetido a diferentes doses de fertilizante de liberação lenta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

P. taeda é uma gimnosperma da família Pinaceae, possui casca marrom avermelhada, seu lenho é secundário, contendo canais resiníferos e traqueides, além de acículas verde-escura reunidas em grupos de três, as quais tem comprimento entre 15 e 20 cm. As estruturas reprodutivas são conhecidas como estróbilos, tem coloração amarronzada, podendo ter formato ovado-oblongo (feminina) e cilíndrico (masculino) (FILHO, 2016).

A espécie produz grande quantidade de sementes aladas de pequeno porte, cuja dispersão é eólica. Tem certa tolerância à sombra e pode atingir longas idades, com pequeno período da fase juvenil. Seu diâmetro pode chegar a 150 centímetros e sua altura pode atingir até 45 metros (FILHO, 2016).

Segundo Baker e Langdon (1990), a produtividade de *P. taeda* depende de vários fatores, como: a qualidade do sítio, a densidade do plantio, o espaçamento entre as árvores e a idade do plantio. Além disso, o melhor crescimento da espécie se dá em solo levemente ácido, com imperfeita drenagem superficial, textura média na camada superficial e fina no subsolo.

A espécie é nativa da América do Norte e foi introduzida no Brasil com o objetivo de ser uma árvore ornamental. No entanto, por volta do ano de 1960, devido ter boas características de crescimento e qualidade da madeira, houve uma grande expansão em suas plantações para fins comerciais (FILHO, 2016). É uma das espécies de maior importância no setor florestal, ocupando, apenas em Santa Catarina, aproximadamente 553,6 mil hectares (ACR, 2020).

A produtividade média da espécie no Brasil é de 30 m³/ha.ano. Já com relação apenas ao estado de Santa Catarina, a produtividade está em torno de 34 a 37 m³/ha.ano. Vale ressaltar que grande parte da base florestal de Santa Catarina é concentrada por empresas verticalizadas, que assim garantem seu abastecimento de matéria-prima (ACR, 2020).

P. taeda é utilizado como matéria prima para fabricação de diversos produtos importantes economicamente, incluindo papel e celulose, lâminas, painéis e compensados, madeira serrada, lenha, cavaco e substrato vegetal (CELULOSE ONLINE, 2016). Além disso, segundo a Associação Brasileira de Resinadores, a resina produzida pelo pínus pode gerar subprodutos importantes como o breu e a terebintina. Apenas no ano de 2015, o Brasil exportou aproximadamente 61.277 kg de breu e 15.205 kg de terebintina.

2.2 FERTILIZANTE MINERAL

Os fertilizantes minerais são compostos sintéticos com diferentes solubilidades. Como passam por processamentos, a maioria dos fertilizantes estão prontamente disponíveis para as plantas, assim requerem cuidados na aplicação, pois podem causar danos as árvores. Os fertilizantes minerais podem ser simples, se constituídos apenas por um composto químico, como também podem ser compostos mistos, se formados por dois ou mais compostos químicos (RODELLA, 2018).

Os fertilizantes têm função de suprir as necessidades nutricionais das plantas quando apenas o solo não possui quantidade suficiente de nutrientes (RODELLA, 2018). O uso de fertilizantes nas florestas é um assunto discutido há muito tempo, White e Leaf (1956, apud MELLO, 1970) já mencionavam o uso de fertilizantes com o objetivo de obter maior crescimento de espécies florestais.

No entanto, as primeiras florestas de pinus plantadas no Brasil obtiveram rápido crescimento e bom desenvolvimento, além de que não encontraram sintomas de deficiência nutricionais aparente, dessa forma criou-se a ideia de que as espécies do gênero não necessitam de fertilização (FERREIRA *et al.*, 2001). Apesar disso, segundo Brun *et al.* (2009), alguns autores estudaram a relação da produtividade do pinus com o estado nutricional do solo, concluindo que o manejo inadequado do solo pode limitar o desenvolvimento da espécie.

Desse modo, o solo das florestas plantadas perde produtividade em função das sucessivas rotações, e considerando que os plantios florestais atuais visam a máxima produção e rendimento econômico possível, a utilização de fertilizante mineral é uma alternativa a ser ponderada (MORO, 2013).

Ainda, para que se alcance êxito na utilização dos fertilizantes são necessárias maneiras adequadas de aplicá-lo. Inicia-se tomando conhecimento sobre a dose correta que o solo e a planta necessitam, utilizando a análise e diagnóstico da situação nutricional da planta e da fertilidade do solo. Além disso, deve-se levar em conta o estágio de desenvolvimento da planta, e da época da aplicação dos fertilizantes (RODELLA, 2018).

A composição dos diversos fertilizantes minerais mistos é determinada pela fórmula N-P-K, onde:

- ✓ N é o percentual de nitrogênio em sua forma elementar (N);
- ✓ P é o percentual de fósforo na forma de pentóxido de fósforo (P_2O_5);
- ✓ K é o percentual de potássio na forma de óxido de potássio (K_2O).

Ou seja, em 100 quilogramas de fertilizante mineral misto, conterá em sua composição N quilogramas de Nitrogênio, P quilogramas de P_2O_5 e K quilogramas de K_2O (KULAIFF, 1999).

Os fertilizantes minerais mistos têm capacidade de reduzir a perda de nutrientes para o ambiente, quando em comparação aos fertilizantes simples, os quais encontram problemas com relação à volatilização e lixiviação (GURGEL, 2016), além de proporcionar economia de tempo e serviço, concentrando vários nutrientes em apenas uma aplicação (OLIVEIRA, 2018).

2.3 NITROGÊNIO (N)

No Brasil, os adubos nitrogenados alcançaram um grande aumento em seu consumo ocasionados pela alta demanda para produção de alimentos, fibras e materiais energéticos (GURGEL, 2016). A disponibilidade desse nutriente varia em função do balanço entre os processos de mineralização e mobilização. Em solos extensivamente manejados, onde nunca ocorreu a fertilização nitrogenada, a disponibilidade de nitrogênio depende principalmente da mineralização de resíduos vegetais, o que depende do tempo, natureza do resíduo e da microbiota do solo (COSTA, 2008).

É o principal macronutriente das plantas, possuindo efeito mais rápido sobre o crescimento vegetal (SANTOS, 2015). Tem funções fundamentais para o desenvolvimento das árvores, é responsável pelo crescimento, atuando diretamente na fotossíntese devido fazer parte da constituição da clorofila. Ainda, auxilia na constituição de vitaminas e proteínas, além de contribuir para o crescimento radicular (DARTORA, 2013).

Apesar disso, a aplicação incorreta de nitrogênio pode acarretar em danos a planta. Em caso de épocas de seca, a aplicação desse fertilizante aumenta o crescimento vegetativo e a área foliar das plantas, de modo a elevar a demanda por água acentuando os problemas causados pelo déficit hídrico (SILVA, 2008).

A uréia é o principal fertilizante nitrogenado utilizado no Brasil, principalmente por ter maior concentração deste elemento, contando com cerca de 45% de N, resultando em menos custo por quilograma de nutriente, além de ser facilmente manipulada e causar menos acidificação. No entanto, a uréia apresenta maior perda do nutriente por volatilização. Ainda, outro fertilizante nitrogenado muito utilizado é o sulfato de amônio, que contém 20% de N,

apesar de apresentar maior custo por quilograma de nitrogênio, tem menor perda de nitrogênio pelo processo de volatilização (DARTORA, 2013).

2.4 FÓSFORO (P)

O fósforo é um nutriente que mesmo estando, eventualmente, em grande quantidade no solo, pouco está disponível para as plantas. Isso ocorre devido à forte ligação que há entre o fósforo e óxidos como de alumínio e ferro, principalmente em solos ácidos. Desse modo, é um nutriente que pode estar na fração lábil e não-lábil (SANTOS, 2008). Segundo o mesmo autor, a fração lábil tem a capacidade de repor o fósforo da solução do solo rapidamente, após o nutriente ser absorvido pelas plantas ou microrganismos. Já a fração não-lábil repõe o P do solo lentamente, pois é de difícil mineralização devido estar ligado aos óxidos. À proporção em que se encontram essas frações de fósforos dependem do estágio de intemperização em que o solo se encontra, sendo solos mais intemperizados com maior quantidade de fósforo não-lábil.

As matérias-primas dos fertilizantes fosfatados são rochas fosfáticas, gás natural, enxofre e subprodutos do petróleo. Dentre os principais fertilizantes fosfatados estão o superfosfato simples (SSP), superfosfato triplo (TSP), fosfato de amônia (DAP), termofosfato e rocha fosfática (KULAIF, 1999).

O fósforo é crucial no desenvolvimento das plantas e desempenha um importante papel na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. Dentre as principais funções do fósforo no desenvolvimento das plantas destaca-se a regulação hormonal, a ativação de enzimas, os benefícios na fixação do nitrogênio e o auxílio na produção de frutos e sementes (SANTOS, 2015).

2.5 POTÁSSIO (K)

É o nutriente mais abundante na planta, além de ter a maior mobilidade no sistema solo-planta de modo a ser essencial para o desenvolvimento e crescimento vegetal. Tem grande importância na entrada e saída de água nas plantas, pois a absorção de água é ocasionada pela absorção ativa do potássio (SANTOS, 2015).

A principal forma desse nutriente encontrado no solo é minerais primários, como feldspato, biotita e muscovita. Encontra-se também potássio na solução do solo, na forma de cátion, o qual se torna importante principalmente em locais com solo intemperizado, pois se

encontra prontamente disponível para absorção das plantas. Além disso, possui forma orgânica, a qual é disponibilizada para a solução do solo com o processo de mineralização (DUARTE, 2019).

Os fertilizantes mais utilizados são o sulfato de potássio (K_2SO_4) e o cloreto de potássio (KCl), ambos se destacam pela alta concentração de K, possibilitando maior facilidade para suprir a grande necessidade de potássio das florestas plantadas, principalmente pela alta quantidade de K que é exportado durante a etapa de colheita (DUARTE, 2019).

Apesar de não estar diretamente ligado a síntese de moléculas orgânicas, o potássio exerce inúmeras funções na planta, como à ativação de enzimas relacionadas à respiração vegetal e à fotossíntese, manutenção do equilíbrio iônico e da turgidez das células, controle dos estômatos, síntese e degradação do amido, além de melhorar qualidade dos frutos e aumentar a resistência das plantas a seca, geada e salinidade do solo (GURGEL, 2010).

2.6 BENEFÍCIOS DA FERTILIZAÇÃO PARA PINUS

A fertilização proporciona vantagens e benefícios para o pínus, dentre os quais pode-se destacar o incremento no crescimento da altura, maior resistência a extremos valores ácidos de pH, maior proteção contra infecção patogênica, maior resistência à seca, maior taxa de sobrevivência das mudas pós plantio, entre outros. Esses benefícios ficam mais evidentes quando os níveis de nutrientes encontrados no solo anteriormente à fertilização estiverem abaixo do recomendado para a cultura (SCHORN, 2003).

Neto (2009), na Faculdade Assis Gurgacz (FAG) – PR, objetivou avaliar efeitos de diferentes doses de fertilizante de liberação lenta na produção de *P. taeda* em fases iniciais. Foram avaliados o diâmetro do caule, altura, massa seca da parte aérea, e massa seca da raiz. Exceto a massa seca da raiz, os tratamentos obtiveram resultados estatisticamente diferentes. O fertilizante utilizado foi constituído de doses de Osmocote (19-06-10).

Em experimentos feitos em Cambará do Sul – RS, Vogel (2005) analisou os efeitos de diferentes doses de N, P e K no crescimento inicial de *P. taeda* aos 19 meses. O trabalho apresentou resultados significativos para utilização de fósforo, evidenciando a importância do nutriente para o crescimento inicial da planta. As doses de 64 e 87 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente, foram as que obtiveram máximo ganho em volume cilíndrico.

Em estudos realizados no município de Telêmaco Borba – PR, em propriedade da Klabin, Garicoits (1990) concluiu que a fertilização apresentou resultados positivos para *P. taeda* de 16 anos de idade, utilizando adubação de P, K, Mg e Zn.

3 METODOLOGIA

3.1 LOCAL DE ESTUDO

O experimento foi realizado no município de Curitiba – SC, na Área Experimental Florestal da Universidade Federal de Santa Catarina. O local encontra-se em uma altitude aproximada de 800 m e segundo a classificação de Köppen, o clima do município é Cfb - Temperado (mesotérmico úmido e verão ameno) (ALVARES, 2013).

A precipitação da área é bem distribuída durante o ano todo e, segundo dados da Estação Meteorológica da sede da UFSC Curitiba, a precipitação anual durante o período do experimento foi de 1387 mm, 934 mm e 1249 mm para os anos de 2018, 2019 e 2020, respectivamente. Dessa forma, apresentou uma média de 1.190 mm anuais.

Além disso, segundo dados da mesma estação, a temperatura média durante o período do experimento foi de 15,9 °C em 2018, 18,4 °C em 2019 e 15,8 °C no ano de 2020 com ocorrência de temperaturas negativas (geadas) no período de abril a agosto. Assim, a média de temperatura foi de 16,7 °C.

Quanto ao histórico da área, durante anos a área pertenceu a prefeitura municipal, e foi cedida para experimentos agrícolas com gramíneas, pastagens, entre outros. Além disso, foi realizado um plantio de pinus por volta do ano de 2013, quando a área já pertencia a Universidade Federal de Santa Catarina, mas foi colhido precocemente para implantação do atual experimento.

O solo do local é classificado como Planossolo Háptico Distrófico (SANTOS *et al.* 2018) e o laudo da análise química do solo no local do experimento pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise do solo no local do experimento.

Camada cm	Argila %	M.O. %	Sat. bases (V%)	pH água	Al	Ca	Mg	H + Al	CTC		K	P
									pH 7	efetiva		
0 – 20	43	5,1	74,99	5,78	0	10,84	2,6	4,57	18,27	13,7	102	4
20 – 40	56	4	70,04	5,94	0	9,84	2,25	5,24	17,5	12,26	65	2,8

Metodologias: M.O. por digestão úmida; P, K, Cu, Fe, Zn e Mn extraídos com solução de Mehlich; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com solução KCl 1 mol L⁻¹.

M.O.: Matéria Orgânica; Sat. bases: Saturação de Bases; CTC: Capacidade de Troca de Cátions.

Fonte: Laboratório de Análises de Solos UTFPR/IAPAR.

3.2 DELINEAMENTO E INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com seis repetições e quatro tratamentos, denominados em função da quantidade de fertilizante de liberação lenta aplicado:

T₀ – testemunha, não fertilizada

T₅₀ – 50 g

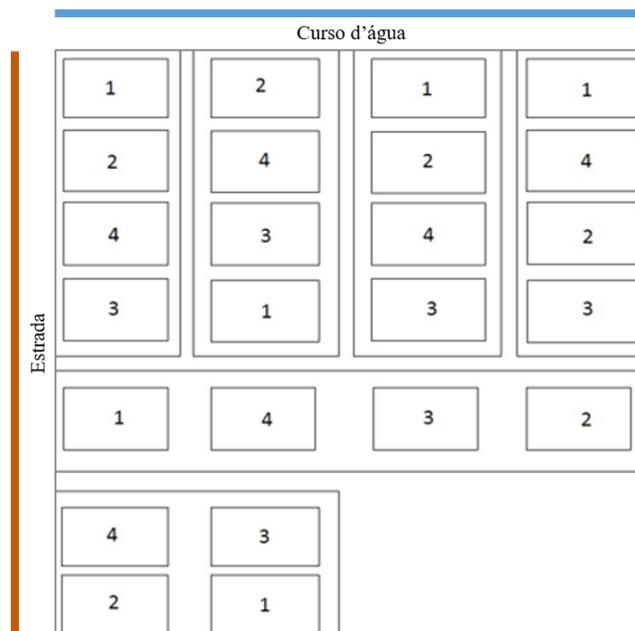
T₁₀₀ – 100 g

T₂₀₀ – 200 g

A gramatura é a quantidade de fertilizado aplicado por muda, assim, extrapolando os números para hectare, a aplicação foi de aproximadamente 0 kg/ha, 83 kg/ha, 167 kg/ha e 333 kg/ha, para os tratamentos T₀, T₅₀, T₁₀₀ e T₂₀₀, respectivamente.

Cada bloco continha 25 plantas, totalizando 100 plantas por bloco e 600 plantas em todo o experimento. O espaçamento entre plantas foi de 2,5 m x 2,5 m (1.600 árv. ha⁻¹). Previamente ao plantio foi realizado preparo do solo com haste de 25 cm, além do coveamento manual com aproximadamente a mesma profundidade. O croqui do experimento indicando os blocos e seus devidos tratamentos, além de pontos de referências do local estão destacados na figura 1.

Figura 1 – Croqui do experimento.



Legenda – 1: Testemunha; 2: T₀₅₀; 3: T₁₀₀; 4: T₂₀₀.

Fonte: o autor.

As mudas de *Pinus taeda* foram fornecidas pela empresa Arborgen, clone AGU144 que, segundo o site oficial da empresa, tem como principais características bom crescimento inicial, boa forma, poucos galhos, com diâmetro fino a médio, e pode apresentar entre 5 a 10% de bifurcações.

O plantio foi realizado no fim de agosto de 2017. Seis meses após a realização do plantio, em fevereiro de 2018, aplicou-se a dose de fertilizantes mineral de liberação lenta previamente determinada para cada tratamento.

O fertilizante mineral misto de liberação lenta utilizado no experimento tem a seguinte composição química em percentual: 09% de N, 30% de P₂O₅, 10% de K₂O, 7% de S, 0,51% de B, 0,44% de Cu e 0,44% de Zn. O fertilizante foi fornecido pela empresa Produquímica, da linha Polyblen, a qual possui uma dupla camada de enxofre elementar e polímeros orgânicos sobre os grânulos dos nutrientes, de forma a garantir uma liberação lenta e gradual dos nutrientes (FAGUNDES, 2017).

3.3 COLETA DE DADOS

Em agosto de 2018, foi realizada a primeira medição das árvores, com aproximadamente 0,9 anos de plantio. A segunda e a terceira medição foram realizadas aos 2 e 2,9 anos, em setembro de 2019 e agosto de 2020 respectivamente. Dessa forma, os resultados são apresentados com idades aproximadas de 1, 2 e 3 anos.

A primeira medição foi realizada utilizando uma suta para obtenção do diâmetro do colo, e uma fita métrica acoplada a uma vara de bambu como suporte para obter a altura total da árvore. A segunda e a terceira medições foram realizadas utilizando os mesmos materiais para obtenção das medições, adicionando a medição do diâmetro altura do peito (DAP), realizada também com suta, no entanto a uma altura de 1,3 m do chão (Figura 2).

Figura 2 – a: medição do diâmetro do colo; b: medição da altura; c: medição do DAP



Fonte: o autor

3.4 ANÁLISE DE DADOS

As variáveis diâmetro altura do colo, diâmetro a altura do peito e altura total foram digitalizados através do software Excel. Além disso, a área basal, o volume, as tabelas e gráficos analisados foram obtidos com o auxílio do mesmo software foram obtidos.

A área basal foi calculada com base na seguinte fórmula.

$$\text{Área basal (m}^2\text{)} = \frac{dap^2\pi}{40.000} \quad (1)$$

Com objetivo de análises dos resultados, foram obtidos os volumes das árvores através da fórmula a seguir, onde o valor de fator de forma utilizado foi 0,5, recomendado para espécie *P. taeda* (ATANAZIO et al., 2018).

$$\text{Volume} = g \times h \times ff \quad (2)$$

Onde:

g = Área basal (m^2)

h = Altura (m)

ff = Fator de forma (0,5)

A partir dos dados coletados, realizou-se a análise estatística através do software estatístico R (R CORE TEAM, 2018). Inicialmente, tendo em vista que não foi possível obter dados com normalidade através de transformações, utilizou-se o teste não paramétrico de Friedman, o qual é uma alternativa não paramétrica para quando é necessário utilizar três ou mais situações experimentais e, desta forma, foi possível atender aos pressupostos da análise de variância (PIRES, 2018). Após atender os pressupostos da ANOVA, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de significância para comparação dos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o laudo da análise de solo realizada pelo Laboratório de Análise de Solos UTFR/IAPAR (2017), a camada 0 a 20 centímetros apresentou saturação de bases maior que 65%, além de matéria orgânica de 5,1%. A porcentagem de argila (43%) e CTC a pH 7,0 (18,27 cmol_c/dm³) também são considerados valores altos, assim, o solo já contém boas quantidades de P e K naturalmente.

Isso pode ter ocorrido devido ao histórico de uso da área, onde já ocorriam experimentos anteriormente utilizando culturas agrícolas, possivelmente fertilizados quimicamente. Conseqüentemente, o poder do efeito da fertilização mineral sobre o pínus diminui consideravelmente.

A seguir estão representadas as médias de diâmetro do colo (d_{colo}), diâmetro à altura do peito (dap), altura total (h) e volume total, para os diferentes tratamentos, com um, dois e três anos de idade.

Tabela 2 – Diâmetro do colo (d_{colo}), diâmetro à altura do peito (dap), altura total (h) e volume total (v), para os diferentes tratamentos nas idades de 1, 2 e 3 anos após o plantio

tratamento	1 ano		2 anos				3 anos			
	d_{colo} (cm)	h (cm)	d_{colo} (cm)	dap (cm)	h (cm)	volume (m ³)	d_{colo} (cm)	dap (cm)	h (cm)	volume (m ³)
T ₀	1,6 a	72 a	5,4 ab	2,6 b	251 b	0,029 b	7,1 a	5,6 a	460 b	0,114 b
T ₀₅₀	1,5 a	68 a	5,3 b	2,7 b	255 b	0,035 b	6,7 a	5,4 a	440 ab	0,117 b
T ₁₀₀	1,5 a	71 a	5,2 b	2,7 b	265 ab	0,034 ab	7,1 a	5,8 a	473 ab	0,121 ab
T ₂₀₀	1,8 a	77 a	6,2 a	3,3 a	303 a	0,043 a	8,2 a	6,7 a	526 a	0,146 a
qui-quadrado tab	0,308	0,392	0,145	0,024	0,029	0,029	0,284	0,203	0,119	0,050
qui-quadrado cal	0,300	0,393	0,094	0,001	0,002	0,002	0,261	0,163	0,067	0,010

Médias seguidas de letras iguais não apresentam diferenças estatísticas significativas através do teste de médias (qui-quadrado tabelado \leq calculado = não tem diferença estatística).

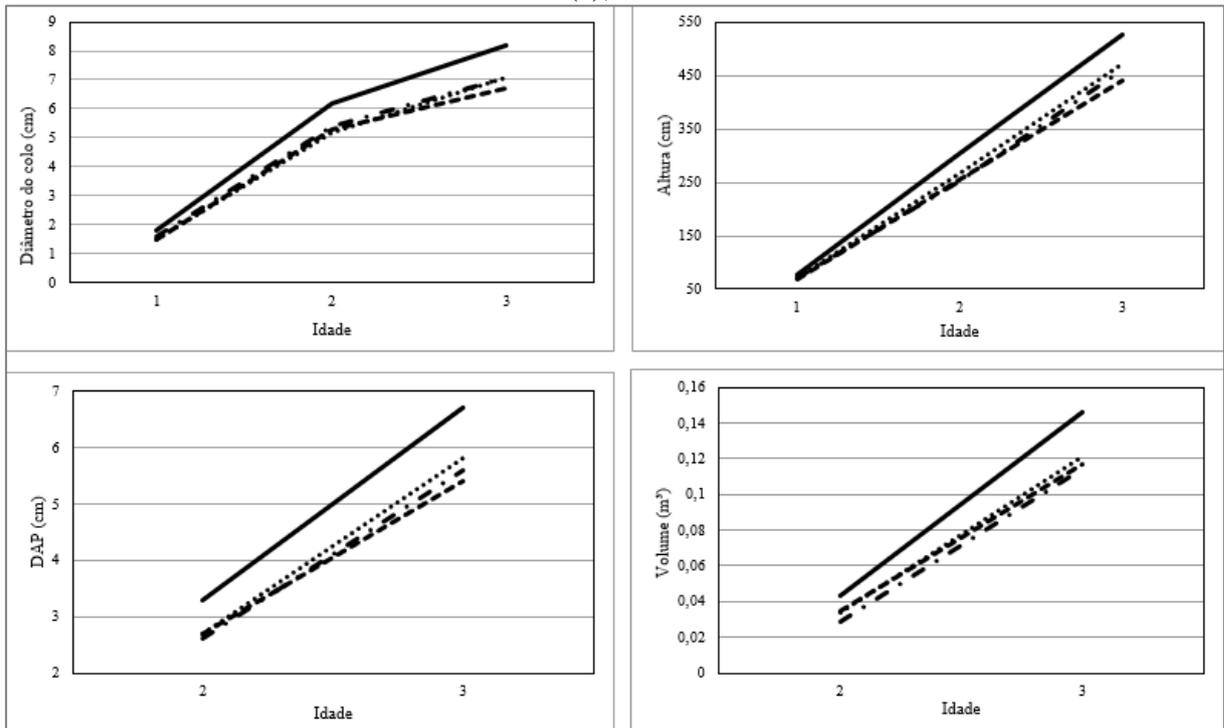
Fonte: O autor.

Pode-se destacar que devido ao pequeno período em que a fertilização havia sido realizada, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com 1 ano de idade. No entanto, os tratamentos aos 2 e 3 anos proporcionaram resultados significativamente diferentes, com tendência de aumento da diferença com o decorrer do tempo (figura 3). Isso ocorre devido a boa qualidade dos atributos químicos do solo, onde o fertilizante de liberação

lenta proporciona maiores resultados a medida em que as plantas sem fertilizantes começam encontrar dificuldades em encontrar nutrientes.

A seguinte figura contém gráficos obtidos com base nos dados da Tabela 2, de forma a permitir uma análise mais detalhada do comportamento dos tratamentos.

Figura 3 – Curvas de crescimentos de: a - Diâmetro do colo (d_{colo}); b - diâmetro à altura do peito (dap); c - altura total (h); e d - volume total



Os tratamentos estão representados pelas seguintes linhas: T₀ – pontilhada/tracejada; T₅₀ – tracejada, T₁₀₀ – pontilhada; T₂₀₀ – linha cheia.

Fonte: o autor

De acordo com os resultados obtidos, os efeitos mais consistentes da fertilização foram sobre as variáveis altura e volume, pois apresentaram resultados significativamente diferente tanto aos 2 como aos 3 anos de idade. Com relação à altura o tratamento T₂₀₀ apresentou os melhores resultados com valores de 303 cm e 526 cm com 2 e 3 anos respectivamente, se diferenciando estatisticamente do T₀, o qual obteve 251 cm aos 2 anos e 460 cm aos 3 anos. Dessa forma, a adição de 200 g de fertilizante por muda (ou 333 kg/ha) gerou incremento na altura de 52 cm (20,7%) aos 2 anos e 66 cm (14,3%) aos 3 anos, com relação a testemunha.

Para a variável volume foram observados resultados semelhantes aos da altura, com superioridade do tratamento T₂₀₀, com 0,043 m³ e 0,146 m³ aos 2 e 3 anos respectivamente, e

menores valores para T_0 , com de 0,029 m³ com 2 anos e 0,114 m³ com 3 anos. Assim, a adição de 200 g de fertilizante por muda (ou 333 kg/ha) gerou incremento no volume de 0,014 m³ (48,3%) aos 2 anos e 0,032 m³ (28,1%) aos 3 anos, com relação a testemunha. Vale ressaltar que a diferença absoluta aumentou com o decorrer do tempo, mesmo que a porcentagem reduza relativamente ao aumento do tamanho das árvores.

Vogel (2005) obteve efeitos semelhantes com relação ao volume de *P. taeda* em trabalho realizado em Cambará do Sul – RS. Foram analisados os efeitos de diferentes doses de N (ureia), P (P₂O₅) e K (K₂O) no crescimento inicial de *P. taeda* aos 19 meses. As doses de 64 e 87 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente obtiveram máximo ganho em volume.

Apesar disso, não foi possível obter apenas uma dose significativamente superior, isso pode ter ocorrido pela variação nos dados adquiridos, principalmente por se tratar de dados bióticos, os quais normalmente são mais heterogêneos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Moro (2013), o qual realizou experimentos com fertilização de N (uréia), P (P₂O₅) e K (K₂O) em *P. taeda* com um ano de idade, no município de Otacílio Costa – SC. No plantio em questão, todos os tratamentos que receberam um ou mais nutrientes apresentaram resultados significativamente superior a testemunha, no entanto, não foi possível obter diferenças significativas entre si.

Assim, novas medições podem evidenciar o efeito do tratamento T₂₀₀ ao longo do tempo. Além disso, com informações mais consistentes possibilita-se a realização de uma análise econômica, confirmando se o incremento gerado pelo tratamento T₂₀₀ pode gerar diferenças significativas e/ou pagar os custos necessários para sua aplicação. Dessa forma, medições periódicas devem ser realizadas para obtenção de dados mais concretos e precisos.

5 CONCLUSÃO

A fertilização de liberação lenta em clones de *P. taeda* apresentou crescimento em altura e volume superior aos observados na testemunha. Os melhores crescimentos foram obtidos pelo tratamento T₂₀₀, equivalente a uma aplicação de 333 kg/ha de fertilizante, resultando uma altura aos 3 anos de idade de 5,3 m, ~0,7 m e significativamente superior à testemunha (4,6 m). Em termos de volume individual, observou-se 0,146 m³ no T₂₀₀ e 0,114 m³ na testemunha, uma diferença equivalente a 28%. Não foram observadas diferenças significativas para o diâmetro de colo e à altura do peito.

Com relação aos diâmetros de colo e a altura do peito, a diferenciação foi sutil aos 2 anos e não mais detectável no terceiro ano.

Desta forma, recomenda-se a realização de novas medições periódicas, possibilitando a obtenção de resultados mais precisos e significativos.

REFERÊNCIAS

ACR. **O pinus e sua importância em Santa Catarina**. 20 de abr. de 2020. Disponível em: <http://www.acr.org.br/noticia.php?id=444>. Acesso em: 08 de jun. de 2020.

AMBIENTE FLORESTAL. **Silvicultura do Pinus (*Pinus spp.*)**. fev., 2017. Disponível em <[ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/silvicultura/silvicultura_do_pinus_\(pinus_spp\).html?fbclid=IwAR1LrKkr_DgrLky3iKmXgiVfQ8HMNtPrrfd86rirqOE8shjAfpZrqin03Gg](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/silvicultura/silvicultura_do_pinus_(pinus_spp).html?fbclid=IwAR1LrKkr_DgrLky3iKmXgiVfQ8HMNtPrrfd86rirqOE8shjAfpZrqin03Gg)>. Acesso em: 20 abr. 2019.

ÂNGELO, H.; ALMEIDA, A. N. de; SERRANO, A. L. M. Determinantes da demanda de madeira em toras para celulose no Brasil. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 491-498, dez. 2009.

ARBORGEN. **Pinus taeda**. Disponível em: <<https://arborgen.com.br/produtos-pinus-taeda/>>. Acesso em: jul. 2021.

ATANAZIO, K. A.; VUADEN, E. KREFTA, S. M.; KLEIN, D. R.; SCHORR, L. P. B.; CUCHI, T.; SOUZA, I. A. Fator de forma artificial para *Pinus taeda* L. em um povoamento localizado em Enéas Marques, PR. **Acta Biológica Catarinense**, p. 65-71, jan. 2018

BALLONI, E. A.; JACOB, W. S.; SIMÕES, J. W. **Resultados parciais de experimentação desenvolvida pelo setor de implantação florestal com diferentes espécies de Pinus**. Boletim Informativo IPEF. Piracicaba, v. 6, n. 18, p. 1-117, jul. 1978.

BARROS, T. D.; MANZONI, L. P. **Setor florestal**. abr., 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1mqgo802wyiv802hvm3j1i0kk52.html?fbclid=IwAR3ZGNXRhrkfOrLsSyGHojWMcqzOHjWB5y7yM9TDXekJc1c9_gXigeMZ2k8>. Acesso em: 20 abr. 2019.

BERGER, R. *et al.* Rentabilidade econômica da produção de pinus spp. Por mesorregião homogênea no estado do paraná floresta. **Revista floresta**. Curitiba - PR, v. 41, n. 1, p. 161-168, 2011.

BRUN, E.J.; BRUN, F.G.K.; MEYER, E.A.; SCHUMACHER, M.V. & TRÜBY, P. Variação da acidez do solo sob plantios de *Pinus elliottii* Engelm. de diferentes idades, na região central do Rio Grande do Sul. **Synergismus scyentifica**. UTFPR, 04: 25-27, 2009.

CELULOSE ONLINE. **Pinus pode ser a solução para gerar renda extra**. 2016. Disponível em: <<https://www.celuloseonline.com.br/pinus-pode-ser-solucao-para-gerar-renda-extra/#content-anchor>>. Acesso em 15 mai. 2019.

COMPASS MINERALS. **Polyblen**. Disponível em: <<https://compassminerals.com.br/agro/vegetal/polyblen/>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

COSTA, K. A. *et al.* Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu: alterações nas características químicas do solo Revista Brasileira de Ciência do Solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 32, núm. 4, 2008, p. 1591-1599, Viçosa, Brasil.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.10, p. 1023-1029, 2013.

DUARTE, G. R. B. **Potássio nas plantas: tudo que você precisa saber para fazer o melhor uso dele**. Jul. 2019. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/potassio-nas-plantas/>. Acesso em: 28 dez. 2019.

ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. Comunicações Técnicas Florestais: **Idade e crescimento das arvores**. Brasília, DF, v. 7, n. 1, 43p, dez. 2005.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. SPAROVEK, G. **Koppen's climate classification map for Brazil**. Gebruder Borntraeger, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

FAGUNDES, A. V.; RAMOS, S.; PAIVA, R. S. Adubação de solo com fertilizantes polyblen® (nitrogênio e potássio) comparados à adubação convencional (três safras avaliadas). **Fundação Procafé**, p. 2, Boa Esperança, 2017.

FILHO, M. T.; LATORRACA, J. V. F.; FISCHER, F. M.; MUÑIZ, G. I. B.; MELANDRI, J. L.; STASIAK, P. M. et al. **Floresta e ambiente**. *Scielo*, v.24, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-80872017000100106#B033>. Acesso em: 14 mai. 2019.

FERREIRA, C.A.; SILVA, H.D.; REISSAMNN, C.B.; BELLOTE, A.F.J., MARQUES, R. **Nutrição de Pinus no sul do Brasil – diagnóstico e propriedades de pesquisa**. Colombo: Embrapa Florestas. 2001, 23p.

GARICOITS, L. S. L. **Estado nutricional e Fatores do solo Limitantes do crescimento de Pinus taeda L. em Telêmaco Borba (PR)**. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990.

GURGEL, G. C. S.; FERRARI, A. C.; FONTANA, A.; POLIDORO, J. C.; COELHO, L. A. M.; ZONTA, E. **Volatilização de amônia proveniente de fertilizantes minerais mistos contendo ureia**. Brasília, v.51, n.9, p.1686-1694, 2016.

GURGEL, M.T.; UYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.1, p.3–10, 2010.

HAAG, P.H. Nutrição mineral de Eucalyptus, Pinus, Araucaria e Gmelinas no Brasil. **Fundação Cargil**, Campinas - São Paulo, p. 101, 1983.

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório IBÁ 2019**. Brasília: 2019. 79 p. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Documents/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2020.

KULAIFF, Y. **A nova configuração da indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPQ, 1999.

LABORSOLO. **Conhecendo os macronutrientes**. out. 2013. Disponível em: <<https://www.laborsolo.com.br/post-series/conhecendo-os-macronutrientes/>>. Acesso em: 23 dez. 2019.

LOPES, M. I. M. S., GURGEL, M. D. O., GARRIDO, L. D. A., & MELLO, F. **Adubação mineral de *Pinus oocarpa schiede***. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz – SP, pag. 585-601, 1983.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 376 p., 2016.

MELLO H. A.; MASCARENHAS J.; SIMÕES J. W.; COUTO, H. T. Z. Resultados da aplicação de fertilizantes minerais na produção de madeira de *eucalyptus saligna* em solos de cerrado do estado de São Paulo. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, n.1, p.7-26, 1970.

MORO, L. **Resposta de *Pinus taeda* com um, cinco e nove anos a adubação NKP no planalto catarinense**. 2013. 28 f. Dissertação - Curso de Pós-Graduação em Manejo do Solo, Universidade de Santa Catarina, Lages, 2013.

NITAHARA, A. **IBGE: Brasil tem 9,85 milhões de hectares de florestas plantadas**. set., 2018. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-09/ibge-brasil-tem-985-milhoes-de-hectares-de-florestas-plantadas?fbclid=IwAR1KQuLa8omaUKDWnJP-mL0sIsiC_SLr5rvN4MnBDbXph81Di75NOMiSZEQ>. Acesso em: 20 abr. 2019.

NETO, A. W.; BOTREL, M. C. G. Doses de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de *Pinus*. **Agrarian**, v.2, n.3, p.65-72, 2009.

OLIVEIRA, V. G. **Fertilizante Mineral Misto na ‘Tannat’ no Município de Dom Pedrito-Rio Grande do Sul (RS)**. 2018. 37 f. Trabalho de Conclusão (Graduação) – Curso de Bacharelado em Enologia, Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito.

PIRES, M. C.; CASTRO, M. B.; LIEBER, Z. V.; MENEZES, T. P.; AOKI, R. Y. S. **Estatística não paramétrica básica no software R: uma abordagem por resolução de problemas**. Universidade federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Exatas Departamento de Estatística. 2018.

R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. **Requisitos de qualidade dos fertilizantes naturais**. 1. ed. Piracicaba: IPNI, 2018.

ROSSI, M. J. **Tecnologia para produção de inoculantes de fungos ectomicorrizicos utilizando cultivo submerso em biorreator Airlift**. 2006. 188f. Tese (doutorado) –

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. 2006.

SANTOS, H. G., et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. **Revista e ampliada**, ed. 5, p. 356, Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, K. G. **Efeito da adubação foliar e condicionadores de solo no enraizamento, crescimento e rustificação de mudas clonais de Pinus sp.** 2015. 126 f. Dissertação (Mestrado em ciências). Programa: Recursos florestais. Área de concentração: Silvicultura e Manejo Florestal. Piracicaba. 2015.

SCHORN, L. A. FORMENTO, S. Silvicultura II: **Produção de Mudanças Florestais**. Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas, Departamento de Engenharia Florestal, p. 55. 2003.

SILVA, R. G.; MIRANDA, G. V.; CRUZ, C. D.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, D. G. **Potencial genético das populações de milho ufm 100 e ufm 200 avaliadas em solos com deficiência de nitrogênio**. Mossoró, v.21, n.1, p.22-29, 2008.

SHIMIZU, J. Y. **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, 223 p., 2008.

SHYMOYAMA, V. R. S. **Estimativa de propriedades da madeira de Pinus taeda através do método não destrutivo emissão de ondas de tensão, visando a geração de produtos de alto valor agregado**. Tese (doutorado em ciências florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VASQUES, A.G.; NOGUEIRA, A. S.; KIRCHNER, F. F.; BERGUER, R. Uma síntese da contribuição do gênero Pinus para o desenvolvimento sustentável no sul do Brasil. **Revista Floresta**. Curitiba, PR, v. 37, n. 3, 2007.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; STORCK, L. WITSCHORECK, R. Crescimento inicial de *Pinus taeda* L. relacionado a doses de N, P e K. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 2, 2005.