

# AVALIAÇÃO DO PROCEDIMENTO DRIS PARA A DIAGNOSE NUTRICIONAL DE POVOAMENTOS ADUBADOS DE *Pinus taeda*

## EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DRIS PARA EL DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DE RODALES FERTILIZADOS DE *Pinus taeda*

### ASSESSING THE DRIS PROCEDURE FOR THE DIAGNOSIS NUTRITIONAL OF FERTILIZED STANDS OF *Pinus taeda*

Letícia Moro\*

leticia.moro@insa.gov.br

Marcia Aparecida Simonete\*\*

marciasiminete@gmail.com

Camila Adaime Gabriel\*\*

camilaadaimegabriel@gmail.com

Paulo Cezar Cassol\*\*

a2pc@cav.udesc.br

\*Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande/PB, Brasil

\*\*Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, Brasil

---

#### Resumo

A análise de tecido vegetal é uma ferramenta útil para o manejo da nutrição vegetal e dentre os métodos de interpretação dos seus resultados, destaca-se o DRIS, baseado nas relações entre os nutrientes. O conhecimento dos valores de referência desse método pode ser subsídio importante para a tomada de decisão visando o aumento da produtividade do *Pinus*. Com o objetivo de avaliar a diagnose do estado nutricional do *Pinus taeda* em diferentes fases de crescimento, por meio de índices do sistema DRIS, foi instalado experimento a campo em povoamentos submetidos à fertilização aos um, cinco e nove anos de idade, todos de segunda rotação, sobre Cambissolos no município de Otacílio Costa/SC. Os tratamentos consistiram em doses de nitrogênio (N0=0, N1=70 e N2=140 kg ha<sup>-1</sup>), fósforo (P0=0, P1=75 e P2=150 kg ha<sup>-1</sup>) e potássio (K0=0, K1=60 e K2=120 kg ha<sup>-1</sup>), além de uma testemunha, nas seguintes combinações: N0P0K0, N0P1K0, N1P1K1, N1P2K1, N1P2K2 e N2P2K1. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. Foram determinados os teores de N, P, K, Ca e Mg nas acículas e calculadas as relações entre os mesmos e os índices DRIS primários. Após quatro anos da aplicação dos fertilizantes não se constatou incrementos nos teores da maioria dos nutrientes nas acículas em resposta à sua aplicação no solo. As ordens de limitação nutricional, segundo o DRIS, nos povoamentos de cinco, nove e treze anos foram, respectivamente: N>P>Ca>K>Mg, N>K>Ca>Mg>P e N>P>K>Mg>Ca. As normas DRIS não diagnosticam adequadamente o status nutricional, pois, apesar de os teores foliares estarem dentro das faixas de suficiência, o DRIS indica necessidade ou excesso.

**PALAVRAS CHAVE:** Macronutrientes. Épocas de fertilização. Diagnose foliar. Análise de tecido vegetal. Normas DRIS.

#### Resumen

El análisis de tejido vegetal es una herramienta útil para el manejo de la nutrición vegetal y entre los métodos para interpretar sus resultados destaca el DRIS, basado en las relaciones entre nutrientes. Conocer los valores de referencia de este método puede ser un importante subsidio para la toma de decisiones encaminadas a incrementar la productividad de *Pinus*. Con el objetivo de evaluar el diagnóstico del estado nutricional de *Pinus taeda* en diferentes estados de crecimiento, mediante índices del sistema DRIS, se montó un experimento de campo en rodales

sometidos a fertilización a uno, cinco y nueve años de edad, todos de segunda rotación en Cambisoles en el municipio de Otacílio Costa/SC. Los tratamientos consistieron en dosis de nitrógeno ( $N_0=0$ ,  $N_1=70$  y  $N_2=140$  kg ha<sup>-1</sup>), fósforo ( $P_0=0$ ,  $P_1=75$  y  $P_2=150$  kg ha<sup>-1</sup>) y potasio ( $K_0=0$ ,  $K_1=60$  y  $K_2=120$  kg ha<sup>-1</sup>), además de un testigo, en las siguientes combinaciones: N0P0K0, N0P1K0, N1P1K1, N1P2K1, N1P2K2 y N2P2K1. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones. Se determinaron los contenidos de N, P, K, Ca y Mg en las agujas y se calcularon las relaciones entre ellos y los índices DRIS primarios. Después de cuatro años de aplicación de fertilizantes, no se encontraron incrementos en los niveles de la mayoría de los nutrientes en las acículas en respuesta a su aplicación al suelo. Los órdenes de limitación nutricional, según el DRIS, en los rodales de cinco, nueve y trece años fueron, respectivamente: N>P>Ca>K>Mg, N>K>Ca>Mg>P y N>P>K >Mg >Ca. Las normas DRIS no diagnostican adecuadamente el estado nutricional, ya que, aunque los contenidos foliares se encuentran dentro de los rangos de suficiencia, la DRIS indica necesidad o exceso.

**PALABRAS CLAVE:** Macronutrientes. Épocas de fertilización. Diagnóstico de hojas. Análisis de tejidos vegetales. Normas DRIS.

### Abstract

The analysis of plant tissue is a useful tool for managing plant nutrition and among the methods for interpreting its results, the DRIS stands out, based on the relationships between nutrients. Knowing the reference values of this method can be an important subsidy for decision-making aimed at increasing *Pinus* productivity. With the objective of evaluating the diagnosis of the nutritional status of *Pinus taeda* in different stages of growth, by means of indices of the DRIS system, a field experiment was set up in stands submitted to fertilization at one, five and nine years of age, all of second rotation on Cambisols in the municipality of Otacílio Costa/SC. The treatments consisted of doses of nitrogen ( $N_0=0$ ,  $N_1=70$  and  $N_2=140$  kg ha<sup>-1</sup>), phosphorus ( $P_0=0$ ,  $P_1=75$  and  $P_2=150$  kg ha<sup>-1</sup>) and potassium ( $K_0=0$ ,  $K_1=60$  and  $K_2=120$  kg ha<sup>-1</sup>), in addition to a control, in the following combinations: N0P0K0, N0P1K0, N1P1K1, N1P2K1, N1P2K2 and N2P2K1. The experimental design used was randomized blocks with three replications. The contents of N, P, K, Ca and Mg in the needles were determined and the relationships between them and the primary DRIS indices were calculated. After four years of fertilizer application, no increments were found in the levels of most nutrients in the needles in response to their application to the soil. The orders of nutritional limitation, according to the DRIS, in the stands of five, nine and thirteen years were, respectively: N>P>Ca>K>Mg, N>K>Ca>Mg>P and N>P>K>Mg >Ca. The DRIS norms do not properly diagnose the nutritional status, because, although the leaf contents are within the sufficiency ranges, the DRIS indicates need or excess.

**KEYWORDS:** Macronutrients. Fertilization times. Leaf diagnosis. Plant tissue analysis. DRIS norms.

## 1. Introdução

As espécies do gênero *Pinus* apresentam uma excepcional capacidade de utilização dos recursos nutricionais em solos de baixa fertilidade, com rápido crescimento, sem apresentar sintomas visuais de deficiência, dando a falsa expectativa de que nos plantios não seriam necessários grandes cuidados com a fertilização (REISSMANN; WISNIEWSKI, 2000). Entretanto, diversos estudos têm relatado ganho de produtividade pela fertilização de povoamentos de *Pinus taeda* tanto no momento do plantio, quanto após estabelecidos, especialmente quando essa prática supre nutrientes que se encontram em baixa disponibilidade no solo refletindo em déficit nutricional (FERNÁNDEZ et al., 1999; FERREIRA et al., 2004; KYLE et al., 2005; VOGEL et al., 2005; WILL et al., 2006; ALBAUGH; ALLEN; FOX, 2008; SIMONETE et al., 2011; FAUSTINO et al., 2013; PERUCIO, 2015).

A análise química foliar é reconhecidamente uma ferramenta de grande importância no conhecimento do estado nutricional de plantas, pois, a folha recém-madura é o órgão que, como regra geral, responde melhor às variações no suprimento do nutriente, seja pelo solo, seja pela adubação (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), possibilitando verificar a ocorrência de deficiências, toxidez ou desequilíbrio de nutrientes.

Os níveis críticos de teor de nutrientes nas plantas são valores padrões estabelecidos para as espécies vegetais, abaixo dos quais a produção é limitada e acima dos quais o uso de fertilizantes não é mais econômico, ou seja, a resposta da planta à aplicação de um fertilizante será maior quando os teores de nutrientes estão abaixo do nível crítico, e a resposta será muito baixa quando os teores estiverem acima do nível crítico. Já na faixa de suficiência o resultado da análise foliar é comparado com as concentrações de nutrientes, divididas em faixas de: insuficiência, adequada ou tóxica (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

A adoção de faixas de suficiência na interpretação do teor de nutrientes na planta melhora a flexibilidade na diagnose, principalmente quando os limites das faixas são muito amplos. Estes dois métodos são os mais utilizados, tendo como a vantagem simplicidade na interpretação da diagnose do estado nutricional da cultura, pela forma independente com que os índices são definidos, isto é, o nível de um nutriente não afeta a classificação de outro. Porém, isso é uma desvantagem no sentido de que os nutrientes estão sendo interpretados individualmente, não sendo consideradas as interações entre eles, ou seja, o equilíbrio nutricional. A nutrição adequada da planta não é dada apenas pelos teores individuais de cada nutriente, mas também, pela relação entre eles (FAQUIN, 2007).

A utilização de métodos eficientes de diagnóstico do estado nutricional pode proporcionar uma melhor previsão dos elementos que necessitam ser corrigidos ou adicionados ao solo. Assim, o diagnóstico do estado nutricional de povoamentos de *Pinus taeda* através do estudo das relações duais entre os nutrientes pelo método DRIS (“Diagnosis and Recommendation Integrated System”) possibilita a identificação do grau de carência específica de cada nutriente, possibilitando obter diagnóstico mais acurado do estado nutricional das plantas e, conseqüentemente, maior eficiência e economia à adubação (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Beaufils (1973) desenvolveu o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS, que propõe avaliar a produtividade da planta como resposta ao seu estado nutricional, através do conhecimento dos teores de nutrientes e das relações duais entre esses em amostras foliares de populações de plantas com diferentes níveis de produtividade. Por ser um sistema integrado revela uma maior constância das relações de nutrientes, do que a interpretação em separado para cada um dos teores de nutrientes.

O sistema DRIS gera índices que identificam a adequação do teor de cada nutriente em relação a todos os demais, o que possibilita o diagnóstico do equilíbrio nutritivo mais adequado, para a produção ótima (BEVERLY, 1991). Apesar de o DRIS ser aplicado para cultivos agrícolas, não tem sido utilizado com a mesma intensidade para plantios de florestas (ROMANYA; VALLEJO, 1996), havendo poucas informações disponíveis.

Em 1990 Needham, Burger e Oderwald, já haviam proposto para *Pinus taeda* o uso do DRIS para a determinação do nível crítico dos nutrientes. Entretanto, os valores de referência devem ser estabelecidos em experimentos de calibração, em que as características genéticas, ambientais e as interações entre os nutrientes sejam as mesmas (BHARGAVA; CHADHA, 1988). Logo, os resultados obtidos são válidos somente para povoamentos sob as mesmas condições existentes nos locais dos experimentos, o que torna o processo restritivo para uso em larga escala, ou seja, são necessários experimentos e estudos específicos para cada região.

Este trabalho teve como objetivo a avaliação dos teores de N, P, K, Ca e Mg nas acículas de *Pinus taeda* de povoamentos de diferentes idades localizados no Planalto Catarinense, quatro anos após

aplicação de tratamentos com diferentes adubações N, P e K, a fim de realizar a avaliação nutricional pelo Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação – DRIS.

## 2. Material e Métodos

As avaliações foram realizadas experimento instalado em três povoamentos de *Pinus taeda* L., com um, cinco e nove anos de idade, implantados em 2009, 2005 e 2001, respectivamente, em áreas da empresa Klabin S/A, no município de Otacílio Costa/SC. O povoamento com um ano encontra-se na Fazenda Bom Retiro, enquanto os povoamentos com cinco e nove anos, na Fazenda Cervo, com as respectivas coordenadas geográficas: 50°7'19,465"W e 27°22'23,29"S; 50°4'46,534"W e 27°27'23,567"S; e 50°5'36,949"W e 27°27'12,515"S. O clima da região é mesotérmico úmido com verão ameno, Cfb, segundo a classificação de Köppen. A altitude é de 873 m, a temperatura média anual é de 16,1 °C e a precipitação média anual de 1749 mm, bem distribuída ao longo do ano (ALVARES et al., 2013).

No povoamento com um ano, o solo é classificado como Cambissolo Háplico, e nos povoamentos com cinco e nove anos como Cambissolo Húmico conforme o SiBCS (EMBRAPA, 2018), cujas principais características são apresentadas na Tabela 1. As áreas experimentais encontram-se no segundo ciclo de povoamento, cujo ciclo anterior também era de *Pinus taeda* L., e nunca tinham recebido adubação antes da aplicação dos tratamentos. Todos os plantios foram efetuados após o preparo do solo com subsolagem, utilizando trator de esteira, a uma profundidade em torno de 45 cm, e em espaçamento de 2,5 m entre plantas e 2,5 m entre linhas.

Tabela 1. Atributos dos solos nas áreas experimentais das florestas de *Pinus taeda*, localizadas em Otacílio Costa/SC <sup>(1)</sup>

Camada	pH <sub>água</sub>	Argila	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC <sub>pH7</sub>	m <sup>(2)</sup>
cm		— % —		— mg dm <sup>-3</sup> —				— cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> —			%
Cambissolo Háplico - 1 Ano											
0 – 20	4,1	26,3	5,8	5,1	72,2	0,2	0,2	10,0	38,4	39,0	94,4
20 – 40	4,2	25,3	3,7	2,1	37,7	0,1	0,1	8,9	33,9	34,2	96,3
Cambissolo Húmico - 5 Anos											
0 – 20	4,0	24,2	6,2	5,0	65,1	0,3	0,3	10,9	41,8	42,5	93,4
20 – 40	4,2	37,2	4,3	2,5	47,7	0,2	0,2	10,7	37,8	38,4	94,6
Cambissolo Húmico - 9 Anos											
0 – 20	4,1	19,2	5,6	4,3	29,6	0,2	0,1	6,9	33,9	34,2	94,9
20 – 40	4,2	29,2	4,1	1,9	16,8	0,2	0,1	6,0	31,0	31,3	95,0

<sup>(1)</sup> Análises de solo realizadas segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). <sup>(2)</sup> Saturação por alumínio na CTC<sub>efetiva</sub>.

Em cada uma das idades foram aplicados os tratamentos que consistiram da aplicação de doses de nitrogênio: N0=0, N1=70 e N2=140 kg ha<sup>-1</sup> de N; de fósforo: P0=0, P1=75 e P2=150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; de potássio: K0=0, K1=60 e K2=120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; nas seguintes combinações: N0P0K0, N0P1K0, N1P1K1, N1P2K1, N1P2K2, N2P2K1. Como fontes dos nutrientes foram empregados a ureia (45 % de N), o superfosfato triplo (41 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e o cloreto de potássio (58 % de K<sub>2</sub>O).

Assim foram aplicadas as seguintes quantidades de adubo em cada tratamento: 0 N0P0K0=sem aplicação de adubos; N0P1K0=9 kg parcela<sup>-1</sup> de SFT; N1P1K1=7,8 kg parcela<sup>-1</sup> de ureia, 9 kg parcela<sup>-1</sup> de SFT, e 5,2 kg parcela<sup>-1</sup> de KCl; N1P2K1=7,8 kg parcela<sup>-1</sup> de ureia, 18 kg parcela<sup>-1</sup> de SFT, e 5,2 kg parcela<sup>-1</sup> de KCl; N1P2K2=7,8 kg parcela<sup>-1</sup> de ureia, 18 kg parcela<sup>-1</sup> de SFT, e 10,3 kg parcela<sup>-1</sup> de KCl; N2P2K1=15,4 kg parcela<sup>-1</sup> de ureia, 18 kg parcela<sup>-1</sup> de SFT, e 5,2 kg parcela<sup>-1</sup> de KCl.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições, sendo as unidades experimentais constituídas por parcelas contendo 80 plantas (8 linhas x 10 plantas), das quais somente as 24 plantas centrais (4 linhas x 6 plantas) para coletas de acículas.

A aplicação dos tratamentos foi realizada com a adição dos fertilizantes manualmente a lanço e em área total nos três povoamentos em dezembro de 2010.

Para a avaliação dos teores de N, P, K, Ca e Mg da parte aérea das árvores, em dezembro de 2014 foi realizada a coleta de acículas, retirando-se três fascículos de cada ponto cardeal no terço superior da copa, no antepenúltimo lançamento de folhas dos galhos. As amostras, após serem secas em estufa de circulação de ar forçada a 60 °C, por 48 h, foram moídas e submetidas à análise química de acordo com metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ). Havendo significância, para avaliação de efeitos individuais entre tratamentos, o Teste de Scott-Knott a 5 % de significância, com o programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2002).

De posse dos teores dos nutrientes nas acículas foi feita separação das subpopulações de baixa e de alta produtividade com base nos dados de incremento médio anual (IMA) em volume (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) das parcelas do próprio experimento. A separação entre os dois grupos foi definida pelo valor referente a 80 % da produtividade máxima, assim, as parcelas com produtividade menor que esse valor foram consideradas como população de baixa produtividade, e as restantes a população de alta produtividade. Salienta-se que o método DRIS considera que os indivíduos de maior rendimento têm menos fatores limitantes, possibilitando nutrição mais equilibrada que maximiza o crescimento (SYPERT, 2006).

Os dados foram submetidos ao teste de Normalidade de Shapiro-Wilk (W); cálculo do número de casos possíveis para as relações entre os nutrientes; cálculo das estatísticas: média, variância e coeficiente de variação das relações de para cada uma das subpopulações; e, cálculo dos índices DRIS utilizando a fórmula de Jones (1981) a seguir:

$$f\left(\frac{X}{Y}\right) = \frac{R-r}{s}$$

Em que:  $R$  = valor da relação  $\frac{X}{Y}$  entre as concentrações dos nutrientes X e Y, nas acículas;  $r$  = valor médio das relações  $\frac{X}{Y}$  da população de referência (norma média);  $s$  = desvio-padrão das relações  $\frac{X}{Y}$  da população de referência (norma desvio-padrão) e  $f\left(\frac{X}{Y}\right)$  = função da relação  $\frac{X}{Y}$ . X e Y = concentração dos macronutrientes, sendo “X” e “Y” a concentração de dois quaisquer nutrientes, desde que os nutrientes “X” e “Y” sejam distintos entre si.

A interpretação dos resultados de análise foi realizada comparando relações entre dois nutrientes com uma referência-padrão e reunindo os desvios encontrados para cada nutriente nas suas relações com os demais. Quando um nutriente está deficiente, sua relação com os demais exibe um desvio negativo, e quando em excesso, o desvio é positivo, e os valores de todos os desvios para cada nutriente, ao serem somados, formaram o Índice DRIS de cada nutriente. Um nutriente menos deficiente exibe valores menos negativos, e assim consecutivamente, havendo, para contrabalançar, valores positivos para outros nutrientes.

Somando todos os Índices dos nutrientes, sem considerar se o seu sinal foi negativo ou positivo, obteve-se o Índice de Balanço Nutricional (IBN). Quanto menor o IBN, mais equilibrada ou ajustada a planta e, deste modo, com maior potencial de produção. Quanto maior o IBN, maior o desequilíbrio e, conseqüentemente, maior a probabilidade de estarem acontecendo deficiências ou excessos de nutrientes. Os nutrientes puderam ser ordenados em escala progressiva desde o mais deficiente (mais negativo) até o mais excessivo, em termos relativos, que apresenta maior valor positivo.

Após a obtenção da ordem de limitação, os índices DRIS foram interpretados pelo método do Potencial de Resposta à Adubação (PRA) proposto por Wadt (1996). Por esse método compara-se o módulo do índice DRIS de cada nutriente ( $I_{Nut}$ ) com o valor do índice de equilíbrio nutricional médio (IBNm), para verificar se o desequilíbrio atribuído a determinado nutriente é maior ou menor que o desequilíbrio atribuído à média de todos os nutrientes (Tabela 2).

Tabela 2. Critérios para a interpretação dos valores dos índices DRIS com base no método do potencial de resposta à adubação (Wadt, 1996)

Estado nutricional	Potencial de resposta à adubação	Critério
Deficiente e limitante	Positiva, com alta probabilidade	1. $I_{Nut} < 0^{(1)}$ 2. $ I_{Nut}  > IBNm$ 3. $I_{Nut}$ é o índice DRIS de menor valor
Provavelmente deficiente	Positiva, com baixa probabilidade	1. $I_{Nut} < 0$ 2. $ I_{Nut}  > IBNm$
Equilibrado	Nula	1. $ I_{Nut}  \leq IBNm$
Provavelmente em excesso	Negativa, com baixa probabilidade	1. $I_{Nut} > 0$ 2. $ I_{Nut}  > IBNm$
Em excesso	Negativa, com alta probabilidade	1. $I_{Nut} > 0$ 2. $ I_{Nut}  > IBNm$ 3. $I_{Nut}$ é o índice DRIS de maior valor

<sup>(1)</sup>  $I_{Nut}$  = índice DRIS do nutriente e  $IBNm$  = índice de balanço nutricional médio.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Teores foliares de N, P, K, Ca e Mg

Em geral, não houve efeito significativo da aplicação dos tratamentos nos teores de N, P, K, Ca e Mg das acículas dos povoamentos adubados aos um, cinco e nove anos que se encontravam com cinco, nove e treze anos de idade quando avaliados, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Teores médios de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas acículas em florestas de Pinus taeda com cinco, nove e treze anos de idade, adubados com um, cinco e nove anos respectivamente, localizadas em Otacílio Costa/SC.

Tratamento <sup>(2)</sup>	N	P	K	Ca	Mg
	%				
5 Anos <sup>(1)</sup>					
N0P0K0	1,47 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,37 b	0,13 c	0,06 <sup>ns</sup>
N0P1K0	1,64	0,38	0,34 b	0,17 b	0,07
N1P1K1	1,70	0,36	0,35 b	0,16 b	0,06
N1P2K1	1,57	0,36	0,39 b	0,21 a	0,09
N1P2K2	1,61	0,35	0,44 a	0,20 a	0,08
N2P2K1	1,49	0,39	0,34 b	0,22 a	0,06
CV (%)	15,7	12,35	6,99	5,01	17,03
9 Anos					
N0P0K0	1,94 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	0,11 b	0,06 <sup>ns</sup>

N0P1K0	1,86	0,43	0,57	0,12 b	0,06
N1P1K1	1,84	0,36	0,50	0,12 b	0,06
N1P2K1	1,91	0,37	0,49	0,21 a	0,07
N1P2K2	1,92	0,39	0,47	0,20 a	0,07
N2P2K1	1,71	0,40	0,45	0,15 a	0,07
CV (%)	5,23	15,76	13,46	27,18	25,5

## 13 Anos

N0P0K0	1,76 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
N0P1K0	1,63	0,41	0,50	0,04	0,07
N1P1K1	1,88	0,44	0,62	0,06	0,06
N1P2K1	1,78	0,35	0,51	0,10	0,07
N1P2K2	1,78	0,41	0,55	0,07	0,05
N2P2K1	1,81	0,40	0,50	0,03	0,07
CV (%)	6,59	11,70	12,39	43,93	12,54

<sup>(1)</sup> Período de adubação. <sup>(2)</sup> N0P0K0 = 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O; N0P1K0 = 0, 75 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N1P1K1 = 70, 75 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N1P2K1 = 70, 150 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N1P2K2 = 70, 150 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N2P2K1 = 140, 150 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem pelo teste Scott-Knott a 5 % de significância. <sup>ns</sup> Os tratamentos não foram significativos pelo teste F.

As faixas de suficiência para N, P, K, Ca e Mg nas acículas de *Pinus taeda* sugeridas pela CQFSRS/SC (2016), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), e por Gonçalves (1995) são apresentadas na Tabela 4. Os teores de N e P observados em todos os povoamentos avaliados situaram-se acima destas faixas de suficiência, porém, os teores de K, Ca e Mg situaram-se abaixo.

Tabela 4. Faixas de suficiência para teores de N, P, K, Ca e Mg em acículas de *Pinus taeda*, segundo Gonçalves (1995), Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e CQFSRS/SC (2016).

Macronutriente	Faixa de Suficiência		
	%		
	Gonçalves (1995)	Malavolta, Vitti e Oliveira (1997)	CQFSRS/SC (2016)
N	1,10 - 1,60	1,20 - 1,30	1,10 - 1,30
P	0,08 - 0,14	0,14 - 0,16	0,10 - 0,12
K	0,60 - 1,00	1,00 - 1,10	0,60 - 1,00
Ca	0,30 - 0,50	0,30 - 0,50	0,20 - 0,50
Mg	0,13 - 0,20	0,15 - 0,20	0,10 - 0,20

A ausência de diferença estatística entre os tratamentos observada para a maioria dos nutrientes e idades avaliadas, pode ser explicada principalmente porque os elementos os seus teores foliares são afetados por efeitos de diluição e translocação e, desta maneira podem levar à interpretações errôneas.

O efeito de diluição é caracterizado quando a taxa de crescimento relativo de matéria seca é superior à taxa de absorção relativa do nutriente (CARMO et al.2011). Fato que pode estar ocorrendo neste estudo, uma vez que as acículas foram coletadas no período de maior crescimento no ano (dezembro de 2014). Já o efeito da translocação é a retranslocação do nutriente das folhas mais velhas para as partes mais novas das plantas, que passa a se comportar como dreno (MENDES et al, 2012), o que contribui para a diminuição dos teores de alguns nutrientes móveis na planta, como o nitrogênio e o potássio.

A ausência de alteração no teor foliar de N e P em povoamento de *Pinus taeda* com um ano e oito meses, cultivado num Argissolo Vermelho em Montecarlo, Misiones/Argentina, fertilizado com 46 e 96 g planta<sup>-1</sup> de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente, também foi constatada por Faustino et al. (2013).

### 3.2.Avaliação nutricional pelo sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS)

A partir das relações entre os teores dos nutrientes nas acículas foram determinados os índices DRIS para N, P, K, Ca e Mg em *Pinus taeda*, obtendo-se a respectiva ordem de limitação em todos os tratamentos e idades avaliadas (Tabela 5).

A ordem de limitação foi definida de forma que, quanto mais negativo for o índice DRIS, mais limitante é o nutriente. Deste modo, observou-se que o N ocorreu como mais limitante em todos os tratamentos e idades.

Contudo, Motta et al. (2014) relatam que o *Pinus* não tem apresentado sintomas de carência de N desde que ocorra a manutenção das acículas que caem formando a serapilheira na superfície do solo. Quando isso ocorre, é provável que possa estar ocorrendo ciclagem e manutenção de N no sistema.

No povoamento de cinco anos (adubado com um ano), o segundo nutriente mais limitante, na maioria dos tratamentos foi o P, seguido do Ca, depois K e o menos limitante foi o Mg. No povoamento de nove anos (adubado com cinco anos), o segundo nutriente mais limitante em todos os tratamentos foi o K, seguido do Ca, depois Mg e o menos limitante foi o P. Já no povoamento de treze anos (adubado com nove anos), o segundo nutriente mais limitante, na maioria dos tratamentos também foi o P, seguido do K, depois Mg e o menos limitante foi o Ca.

Vogel (2018) avaliando diferentes doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O em povoamentos de *Pinus taeda* sob um Cambissolo Húmico alumínico típico em Cambará do Sul/RS, 19 meses após a aplicação dos tratamentos, em geral, encontrou a seguinte ordem de limitação: N=Ca>Mg>K>P.

Tabela 5. Valores calculados de índices DRIS, com a ordem de limitação dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg nas acículas de *Pinus taeda*, com idades de cinco, nove e treze anos, adubados com diferentes combinações de doses de N, P e K aos um, cinco e nove anos respectivamente, em Otacílio Costa/SC

Tratamento	IN	IP	IK	ICa	IMg	IBN	Limitação
5 Anos							
N0P0K0 <sup>(1)</sup>	-33,9	-1,1	3,1	-0,6	32,5	71	N>P>Ca>K>Mg
N0P1K0	-37,7	1,1	-1,4	-0,2	38,3	79	N>K>Ca>P>Mg
N1P1K1	-36,6	-0,1	0,5	-0,4	36,6	74	N>Ca>P>K>Mg
N1P2K1	-52,2	-0,3	-0,1	0,4	52,2	105	N>P>K>Ca>Mg
N1P2K2	-51,0	-1,7	3,2	0,2	49,3	105	N>P>Ca>K>Mg
N2P2K1	-51,1	2,1	0,0	0,7	48,4	102	N>K>Ca>P>Mg
	Deficiente	Equilibrado	Equilibrado	Equilibrado	Equilibrado		
9 Anos							
N0P0K0	-276,8	177,4	18,7	37,8	43,0	554	N>K>Ca>Mg>P
N0P1K0	-254,4	152,8	20,1	40,0	41,6	501	N>K>Ca>Mg>P
N1P1K1	-295,3	181,4	19,8	42,0	52,0	591	N>K>Ca>Mg>P
N1P2K1	-337,0	183,8	18,5	39,9	94,8	674	N>K>Ca>Mg>P
N1P2K2	-314,5	175,9	17,3	36,1	85,2	629	N>K>Ca>Mg>P
N2P2K1	-263,3	152,7	16,3	33,6	60,8	527	N>K>Ca>Mg>P
	Deficiente	Excesso	Equilibrado	Equilibrado	Equilibrado		
13 Anos							
N0P0K0	-79,1	-6,1	1,6	76,2	7,4	170	N>P>K>Mg>Ca
N0P1K0	-71,3	0,7	-1,1	67,3	4,4	145	N>K>P>Mg>Ca
N1P1K1	-79,1	-1,6	3,0	77,9	-0,1	162	N>P>Mg>K>Ca
N1P2K1	-81,4	-7,2	3,0	80,6	5,1	177	N>P>K>Mg>Ca



N1P2K2	-73,7	0,4	1,3	74,1	-2,1	152	N>Mg>P>K>Ca
N2P2K1	-70,3	-1,1	-1,1	69,0	3,6	145	N>P=K>Mg>Ca
	Deficiente	Equilibrado	Equilibrado	Equilibrado	Equilibrado		

<sup>(1)</sup> N0P0K0 = 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O; N0P1K0 = 0, 75 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N1P1K1 = 70, 75 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N1P2K1 = 70, 150 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N1P2K2 = 70, 150 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N2P2K1 = 140, 150 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Com a finalidade de identificar os nutrientes que são os geradores do desequilíbrio, os índices DRIS foram interpretados pelo método do Potencial de Resposta à Adubação (PRA), conforme critérios descritos por Wadt (1996). Assim, observa-se na Tabela 6 os resultados do PRA, para os índices IN, IP, IK, ICa e IMg em relação a todos os tratamentos.

A análise, pelo potencial de resposta à adubação (PRA), apontou como mais positiva a adubação de N em todas as idades avaliadas. Para os demais nutrientes o comportamento variou conforme a idade avaliada, mas de maneira geral, nenhum outro apresenta potencial positivo de resposta à adubação, sendo que o Mg, P, e Ca respectivamente aos cinco, nove e treze anos de idade apresentam potencial negativo.

Tabela 6. Potencial de Resposta à Adubação (PRA) em relação aos tratamentos de adubação com diferentes combinações de doses de N, P e K em povoamentos de *Pinus taeda* com diferentes idades em Otacílio Costa/SC.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
5 Anos					
N0P0K0 <sup>(1)</sup>	Positiva, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula	Negativa, com alta probabilidade
N0P1K0	Positiva, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula	Negativa, com alta probabilidade
N1P1K1	Positiva, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula	Negativa, com alta probabilidade
N1P2K1	Positiva, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula	Negativa, com alta probabilidade
N1P2K2	Positiva, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula	Negativa, com alta probabilidade
N2P2K1	Positiva, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula	Negativa, com alta probabilidade
9 Anos					
N0P0K0	Positiva, com alta probabilidade	Negativa, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula
N0P1K0	Positiva, com alta probabilidade	Negativa, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula
N1P1K1	Positiva, com alta probabilidade	Negativa, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula
N1P2K1	Positiva, com alta probabilidade	Negativa, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula
N1P2K2	Positiva, com alta probabilidade	Negativa, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula
N2P2K1	Positiva, com alta probabilidade	Negativa, com alta probabilidade	Nula	Nula	Nula
13 Anos					
N0P0K0	Positiva,	Nula	Nula	Negativa,	Nula

	com alta probabilidade			com alta probabilidade	
N0P1K0	Positiva, com alta probabilidade	Nula	Nula	Negativa, com alta probabilidade	Nula
N1P1K1	Positiva, com alta probabilidade	Nula	Nula	Negativa, com alta probabilidade	Nula
N1P2K1	Positiva, com alta probabilidade	Nula	Nula	Negativa, com alta probabilidade	Nula
N1P2K2	Positiva, com alta probabilidade	Nula	Nula	Negativa, com alta probabilidade	Nula
N2P2K1	Positiva, com alta probabilidade	Nula	Nula	Negativa, com alta probabilidade	Nula

<sup>(1)</sup> N0P0K0 = 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O; N0P1K0 = 0, 75 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N1P1K1 = 70, 75 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N1P2K1 = 70, 150 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N1P2K2 = 70, 150 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente; N2P2K1 = 140, 150 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Vogel (2018) encontrou resultado semelhante para o N avaliando *Pinus taeda* com 19 meses. Já Wadt et al. (1998), com híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, cultivados no Espírito Santo e Sul da Bahia, verificou o N como equilibrado e com nenhum potencial de resposta à adubação.

Levando em consideração que os teores de N nos três povoamentos estão dentro ou acima da faixa de suficiência para a espécie, no DRIS ele pode estar como deficiente, pelo fato de que a dependência entre os índices permite que o teor de um nutriente, quando muito elevado, influencie negativamente o valor dos índices de outros nutrientes (FACHIN, 2007). Ainda é importante salientar que uma simples relação de equilíbrio entre nutrientes pode não ter uma relação direta com a produtividade das culturas, tendo-se em vista que outros fatores limitantes de natureza não nutricional podem estar afetando o desenvolvimento das plantas.

Além disso, os teores de nutrientes das folhas nem sempre refletem o estado nutricional das plantas, pois o teor de nutrientes no tecido vegetal é resultante da combinação de vários fatores, como a disponibilidade de nutrientes no solo, a absorção pela planta, a redistribuição e o crescimento. Em razão disto, se o crescimento aumenta mais que a absorção, o resultado será teores mais baixos, que é conhecido como efeito de diluição.

Deste modo, é interessante a utilização conjunta de diversos métodos de diagnóstico, apesar de sua complexidade, talvez seja a melhor maneira de prever os elementos químicos que necessitam serem corrigidos, pois com os níveis críticos, ou faixas de suficiência, é possível apenas observar se os níveis estão dentro dos considerados normais para a cultura, já a utilização de métodos diagnósticos, como o DRIS, revela com mais detalhes como está se comportando cada nutriente.

Ainda é aconselhável a utilização de outros métodos, e compará-los, pois o método DRIS (BEAUFILS, 1973) é um método de diagnóstico bivariado, é baseado na comparação de relações duplas (N/P, N/K, N/Ca, etc.), em amostras com valores padrão ou normativos. Já o método M-DRIS (HALLMARK et al., 1987), apesar de também ser um método de diagnóstico bivariado, ele considera o conteúdo de nutrientes, e não apenas suas relações duais. O método CND (PARENT; DAFIR, 1992) se destaca como método multivariável, baseia-se em estudos desenvolvidos por Aitchison (1982), que envolvem análise estatística de dados de composição, com base no estabelecimento de variáveis multinutrientes, pesadas pela média geométrica da composição nutricional. Podendo estes outros métodos fornecerem interpretações mais precisas do estado nutricional das plantas.

## 4. Conclusões

A adubação de povoamentos de *Pinus taeda* aos um, cinco e nove anos de idade, sobre Cambissolo na região do Planalto Sul Catarinense, com doses de até 140 kg ha<sup>-1</sup> de N; 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; e, 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, em diferentes combinações, em geral não afeta os teores de macronutrientes nas acículas após quatro anos da sua aplicação.

O N foi o nutriente mais limitante ao crescimento em todas as idades, pela avaliação nutricional pelo DRIS, as ordens de limitação nos povoamentos de cinco, nove e treze anos foram, respectivamente: N>P>Ca>K>Mg, N>K>Ca>Mg>P e N>P>K>Mg>Ca.

As nosmas DRIS não são eficazes para realizar o diagnóstico nutricional de povoamentos estabelecidos de *Pinus taeda*, pois, os índices obtidos não refletem adequadamente o status nutricional das acículas. Logo, o potencial de resposta à adubação não deve ser utilizado como critério.

## Referências

- AITCHISON, J. The statistical analysis of compositional data. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*, v.44, n. 2, p.139-177, 1982.
- ALBAUGH, T. J., ALLEN, H. L.; FOX, T. R. Nutrient use and uptake in *Pinus taeda*. *Tree Physiology*, v. 28, p. 1083-1098, 2008.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration based on principles develop from research in plant nutrition.** Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132 p. (Soil Science Bulletin, n. 1).
- BEVERLY, R. B. **A practical guide to the diagnosis and recommendation integrated system.** Athens: Micro-Macro Publishing, 1991. 385 p.
- BHARGAVA, B. S.; CHADHA, K. L. Leaf nutrient guide for fruit and plantation crops. *Fertiliser News*, v.33, n.7, p. 21-29, 1988.
- CARMO, G. A. et al. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p. 512-518, 2011.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: SBCS/Núcleo Regional Sul, UFRGS, 2016. 376 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa Solos, 2018. 356 p.
- FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 77 p.
- FAUSTINO, L. I. et al. Dry weight partitioning and hydraulic traits in young *Pinus taeda* trees fertilized with nitrogen and phosphorus in a subtropical area. *Tree Physiology*, v. 33, n. 3, p. 241-251, 2013.
- FERNÁNDEZ, R. et al. Efectos de diferentes prácticas de preparación del terreno y fertilización sobre el crecimiento inicial del *Pinus* spp en el NE argentino. *Bosque*, v. 20, n. 1, p. 47-52, 1999.

- FERREIRA, C. A. et al. Pesquisas sobre nutrição de Pinus no sul do Brasil. **Revista da Madeira**, n. 63, ano 14, p. 72-78, 2004. Edição Especial.
- GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, v. 15, p. 1-23, 1995.
- HALLMARK, W. B. et al. Separating limiting and non-limiting nutrients. **Journal of Plant Nutrition**, v. 10, p. 1381-1390, 1987.
- JONES, C. A. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses **Communications in Soil Science & Plant Analysis**, v. 12, n. 8, p. 785-794, 1981.
- KYLE, K. H. et al. Long-term effects of drainage, bedding, and fertilization on growth of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) in the coastal plain of Virginia. **Southern Journal of Applied Forestry**, v. 29, n. 4, p. 205-214, 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MENDES, A. D. R. et al. Concentração e redistribuição de nutrientes minerais nos diferentes estádios foliares de seringueira. **Acta Amazonica**, v. 42, p. 525-532, 2012.
- MOTTA, A. C. V. et al. Nutrição e adubação da cultura de Pinus. In: PRADO, R. M. et al. (Org.). **Nutrição e adubação de espécies florestais e palmeiras**. Jaboticabal: FUNEP, 2014, v. 15, p. 383-426.
- MURPHY, J.; RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, v. 27, p. 31-36, 1962.
- NEEDHAM, T. D.; BURGER, J. A.; ODERWALD, R. G. Relationship between Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) optima and foliar nutrient critical levels. **Soil Science Society of America Journal**, v. 54, n. 3, p. 883-886, 1990.
- PARENT, L. E.; DAFIR, M. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.117, n. 2, p. 239-242, 1992.
- PERUCIO, F. M. **Análise econômica da adubação e calagem do *Pinus taeda* na região de Arapoti – Paraná – Brasil**. 2015. Monografia (Pós Graduação em Gestão Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de *Pinus*. In: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. 2. ed. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 135-166.
- ROMANYA, J.; VALLEJO, V. R. Nutritional status and deficiency diagnosis of *Pinus radiata* plantations in Spain. **Forest science**, v. 42, n. 2, p.192-197, 1996.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assisat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.
- SILVA, H. D. **Modelos matemáticos para a estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill (ex-Maiden) em diferentes idades**. Curitiba, 1996. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.

SIMONETE, M. A. et al. Efeito da adubação de plantio em *Pinus taeda* L. aos cinco anos de idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33, 2011, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2011.

SYPERT, R. H. **Diagnosis of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) nutrient deficiencies by foliar methods.** 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência da Silvicultura) - Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, 2006.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5)

VOGEL, H. L. M. et al. Crescimento inicial de *Pinus taeda* L. relacionado a doses de N, P e K. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 2, p. 199-206, 2005.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; NEVES, J. C. L. 2018. Avaliação nutricional e índices DRIS em um povoamento de *Pinus taeda* L. submetido à adubação NPK. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 6, n.3, p. 59-70, 2018.

WADT, P. G. S. et al. Três métodos de cálculo do DRIS para avaliar o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 661-666, 1998.

WADT, P. G. S. **Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucaliptos.** 1996. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 1996.

WILL, R. E. et al. Nitrogen and phosphorus dynamics for 13-year-old loblolly pine stands receiving complete competition control and annual N fertilizer. **Forest Ecology and Management**, v. 227, n. 1, p. 155-168, 2006.

WISNIEWISKI, C; REISSMANN, C. B. Deposição de serapilheira e nutrientes em plantios de *Pinus taeda* L. na região de Ponta Grossa, PR. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.39, n.2, p. 435-442, 1996.

Recebido em: 02/04/2023

Aceito em: 11/05/2023

Endereço para correspondência:

Nome: Letícia Moro

E-mail: leticia.moro@insa.gov.br



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)