

## **Desenvolvimento de mudas de *Pinus oocarpa* Schiede em vasos na presença de adubação N-P-K e diferentes condições hídricas.**

**Silva , José Mauro Santana da**

Universidade Estadual Paulista – Unesp – Botucatu

**Klar , Antonio Evaldo**

Universidade Estadual Paulista – Unesp – Botucatu

**Guerra , Saulo Philipe Sebastião**

Universidade Estadual Paulista – Unesp – Botucatu

**Gomes, Jozébio Esteves**

Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça

### **RESUMO**

Este trabalho teve por objetivo comparar o desenvolvimento final de mudas de *Pinus oocarpa* Schiede nos tratamentos: 1. sem déficit hídrico e sem adubação; 2. com déficit hídrico e sem adubação; 3. sem déficit hídrico e com adubação; 4. com déficit hídrico e com adubação, com o objetivo de avaliar além do desenvolvimento em altura e diâmetro de colo, o potencial hídrico e teor de relativo de água das plantas. Não houve efeito da irrigação sobre o desenvolvimento em altura das mudas entre os tratamentos, mas na avaliação conjunta, os tratamentos adubados tiveram desenvolvimento superior aos não adubados. O teor relativo de água não variou significativamente entre os tratamentos. O potencial hídrico e o teor relativo de água demonstraram que as mudas de *Pinus oocarpa* responderam significativamente à adubação N-P-K e ao controle de irrigação.

Palavras-chave: *Pinus oocarpa*, Nutrição, irrigação.

### **ABSTRACT**

The aim of this work was to compare the final development of *Pinus oocarpa* Schiede seedlings used to evaluate the height and diameter growth and

hydraulic potential and relative plant water content, was: 1- without water deficit and without coverage fertilization; 2- with water deficit and without coverage fertilization; 3- without water deficit and with coverage fertilization; 4- with water deficit and coverage fertilization.

All the others treatment didn't have statistical differences. It didn't happen the irrigation effect on the plant high development; however the fertilized treatment had superior development compared to unfertilized samples. The relative water content didn't change among treatments. The water hydraulic potential reviewed that as sensible to the N-P-K fertilization and water control.

Keywords: *Pinus oocarpa*, Fertilization, Irrigation.

## 1. INTRODUÇÃO

O *Pinus oocarpa* Schiede é uma espécie tropical que ocorre naturalmente, no México, Belize, Guatemala, Honduras e Nicarágua, com sua densidade variando de 0,45 a 0,60 g.cm<sup>-3</sup>, podendo ser utilizada para chapas de fibras, laminados e celulose de fibra longa. (EMBRAPA, 1986).

O condicionamento das mudas ao estresse hídrico do campo é realizado na fase final de produção e sua base fisiológica é representada pela diferença de sensibilidade no processo de crescimento e a fotossíntese. Em maiores valores de estresse hídrico o processo de crescimento se interrompe completamente (Peñuelas e Ocaña Bueno, 1993).

Com o aumento dos défices hídricos, as camadas superiores do solo secam-se primeiro. Assim, as plantas perdem parte das suas raízes superficiais aprofundando essas raízes em direção ao solo mais úmido; sendo assim, o crescimento de raízes durante o estresse exige alocação de assimilados para as extremidades das raízes em crescimento (Taiz e Zeiger, 2004).

O efeito de manejo e tratos culturais e a identificação da capacidade produtiva de genótipos além da análise de crescimento são utilizados para monitorar a adaptação de culturas a competição entre espécies e variedades. A avaliação da eficiência fotossintética, absorção e utilização de nutrientes, análise de componentes da

produção em modelos de previsão do crescimento vegetal, obtidos através de coletas sequenciais, servem para descrever mudanças na produção vegetal em função do tempo, por meio de cálculo das taxas de crescimento (Reichardt e Timm, 2004).

O objetivo do trabalho foi avaliar a adubação N-P-K e a disponibilidade hídrica no desenvolvimento de mudas de *Pinus oocarpa* Schiede.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi desenvolvido na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, campus de Botucatu, com 22°52'55'' de latitude sul, 48°26'22'' de longitude oeste e 775 metros de altitude. O ensaio, em casa de vegetação, ocorreu durante os meses de novembro de 2005 a fevereiro de 2006.

O clima da região foi definido como Clima Temperado (Mesotérmico), segundo critérios adotados por Köppen. A temperatura média anual é de 20,6 graus Celsius com temperaturas médias máximas e mínimas, de 23,5 e 17,4 graus Celsius, respectivamente.

O experimento foi montado em uma casa de vegetação de 24 metros quadrados, e altura total de três metros com todas as suas paredes e teto em vidro com janela zenital, com faixas brancas pintadas com 10 cm de largura para redução da energia interna do ambiente.

Foram instalados dentro da casa de vegetação, um tanque classe A para medição diária da evapotranspiração e um termômetro de máxima e mínima para medição das temperaturas internas.

No dia 03/11/2005, foi instalado um experimentos avaliando o comportamento do desenvolvimento das mudas de *Pinus oocarpa* Schiede em vasos com e sem déficit hídrico na presença e ausência de adubação de cobertura N-P-K.

O solo utilizado para preencher as diferentes colunas foi coletado em camada de 0 a 40 cm, e foi classificado como um latossolo vermelho amarelo.

Em cada vaso foram plantadas três mudas de *P. oocarpa* Schiede devidamente numeradas, com 90 dias de idade, com objetivo de obter plantas para os testes de parâmetros hídricos e simulação de condições de crescimento das mudas com e

sem irrigação e adubação totalizando 84 mudas. A adubação de cobertura N-P-K de formulação 4-14-08 foi realizada a cada 20 dias a partir do início do experimento.

Distribuição dos tratamentos:

Água + adubo: nove vasos sem déficit hídrico, com adubação N-P-K

Água – adubo: nove vasos com déficit hídrico e sem adubação

Déficit + adubo: cinco vasos sem déficit hídrico, com adubação N-P-K

Déficit – adubo: cinco vasos com déficit hídrico e sem adubação

O sistema de irrigação utilizado foi subirrigação. Para evitar o ressecamento do solo nas condições sem déficit hídrico mantiveram-se pratos com cinco centímetros de altura abaixo dos vasos, completados em sua altura sempre que a água era absorvida e o nível atingia ao valor zero. Nos vasos com déficit hídrico, a irrigação só foi realizada quando as mudas apresentavam sintomas visíveis de falta de água (murchamento do ponteiro).

Foram coletados altura e diâmetro a altura do coleto, das mudas em seis datas ao longo do experimento (03/11/05, 16/11/05, 07/12/05, 21/12/05, 15/01/06 e 09/02/06).

## ***2.1 Medição de parâmetros hídricos das plantas***

### **2.1.1 Potencial hídrico**

Para a avaliação de potencial hídrico das plantas, foi utilizada uma bomba de pressão (Scholander et al., 1965) em medições feitas às 10:00 horas nos diferentes tratamentos ao longo do experimento (23/11/05, 30/11/05, 07/12/05, 14/12/05, 21/12/05, 28/12/05 e 09/02/06). Foram avaliados os ponteiros das mudas pela impossibilidade de utilização apenas de acículas cujas dimensões eram diminutas.

### 2.1.2 Teor relativo de água (TRA %)

Para as determinações do teor relativo de água (TRA) foi seguida a técnica descrita por Catsky (1960), modificada por Perez et al. (1982) e calculado pela equação:

$$\text{TRA} = \frac{(\text{PF} - \text{PS})}{(\text{PSA} - \text{PS})} \times 100 \quad \dots\dots\dots(\text{Equação 1})$$

Em que:

PF = Massa da matéria Fresca

PS = Massa Seca

PSA = Massa Saturada

Foram coletadas dez acículas de mudas nos vasos em todos os quatro tratamentos, e em sete diferentes datas ao longo do ensaio (23/11/05, 30/11, 07/12, 14/12, 21/12, 28/12 e 09/02/2006).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Altura das mudas

Para a variável altura das mudas sem déficit hídrico foi ajustada uma equação quadrática do desenvolvimento ao longo do ensaio:  $y = b_0 + b_1 \cdot \text{diâmetro} + b_2 \cdot \text{diâmetro}^2$ , cujos índices foram:  $b_0 = 23,018499$ ,  $b_1 = 0,26041$  e  $b_2 = -0,001337$  (Figura 1).

Isso demonstrou o crescimento ao longo do experimento até 190 dias do ciclo das mudas. Assim as mudas de *Pinus oocarpa* Schiede quando formadas em ciclos maiores que 180 dias no viveiro, já apresentam uma redução do desenvolvimento máximo da parte aérea.

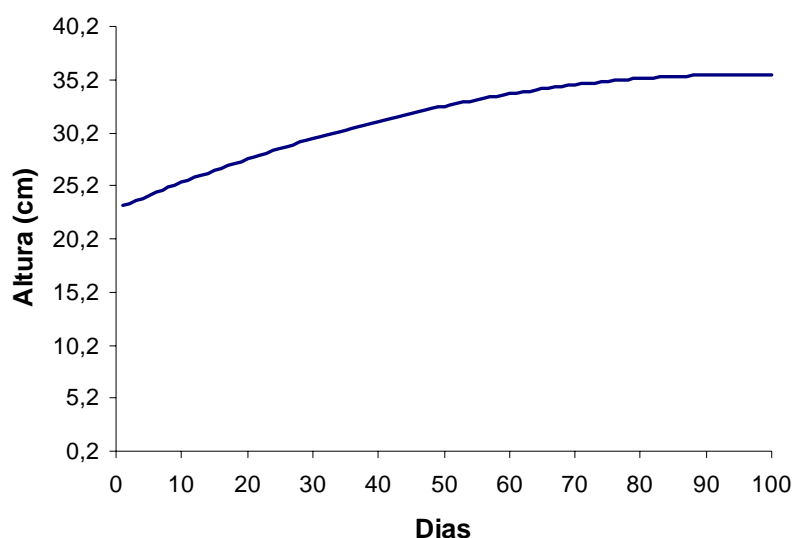


Figura 1. Ajuste quadrático da evolução das alturas das mudas (cm) de *Pinus oocarpa* Schiede ao longo do experimento sem restrição hídrica

A irrigação não influenciou significativamente no crescimento das mudas de *P. oocarpa* Schiede (Figura 2). Como essa espécie normalmente consome valores de água não muito altos, com valores finais próximos de 3 mm diários, não houve restrição do crescimento quando avaliado somente a irrigação independente da adubação.

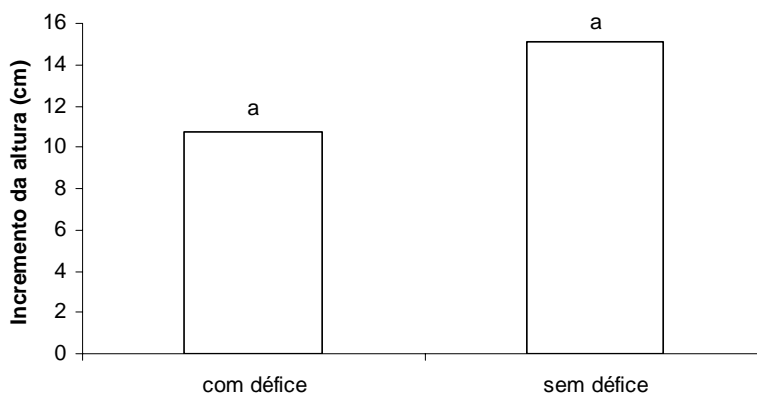


Figura 2. Incremento em altura (cm) das mudas de *Pinus oocarpa* Schiede ao longo do ensaio nos tratamentos com e sem déficit hídrico, analisados pelo teste de Tukey a 5% de significância

A adubação das mudas aumenta o consumo de água já que as plantas tem uma eficiência maior no desenvolvimento e controle estomático. Nesse ensaio a adubação N-P-K influenciou positivamente o crescimento em altura, sendo assim um

bom indicador para novos ensaios de adubação de crescimento de mudas de *P. oocarpa* (Figura 3).

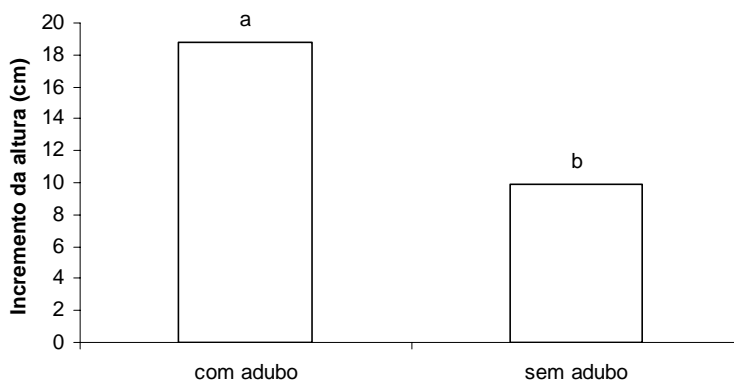


Figura 3. Incremento em altura (cm) de mudas de *Pinus oocarpa* Schiede na presença e ausência de adubação de cobertura ao longo do ensaio, avaliado pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância

O binômio adubação e irrigação se mostrou eficiente no desenvolvimento em altura das mudas (Figura 4). Esse efeito esteve ligado à adubação como visto anteriormente.

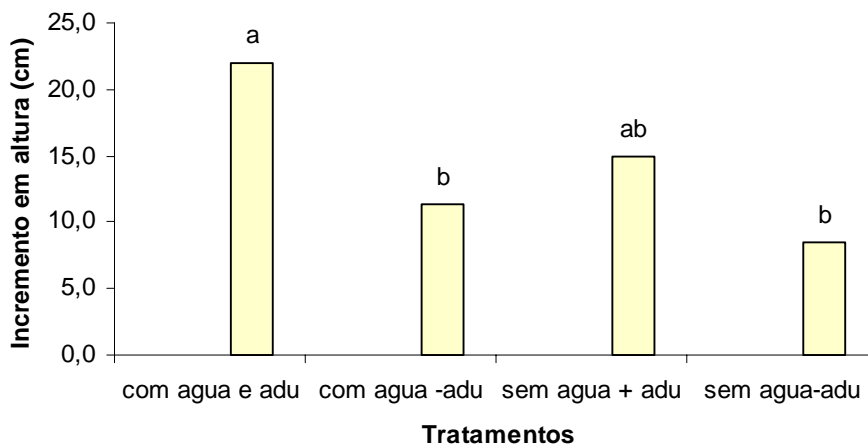


Figura 4. Incremento em altura (cm) das mudas de *Pinus oocarpa* Schiede nos diferentes tratamentos ao longo do ensaio, avaliado pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância

### 3.2 Diâmetro das mudas

As mudas de pinus para serem expedidas a campo requerem um diâmetro de colo mínimo de 3 mm. Quanto maior o diâmetro das mudas mais facilmente as mesmas resistirão a déficit hídrico sem problemas de tombamento onde mudas de diâmetro menores podem dobrar no campo encostando o seu ponteiro no solo causando a queima do mesmo.

Os melhores tratamentos para esse fator foram os tratamentos com adubação sendo que o diâmetro médio foi superior aos tratamentos sem adubação (Figura 5).

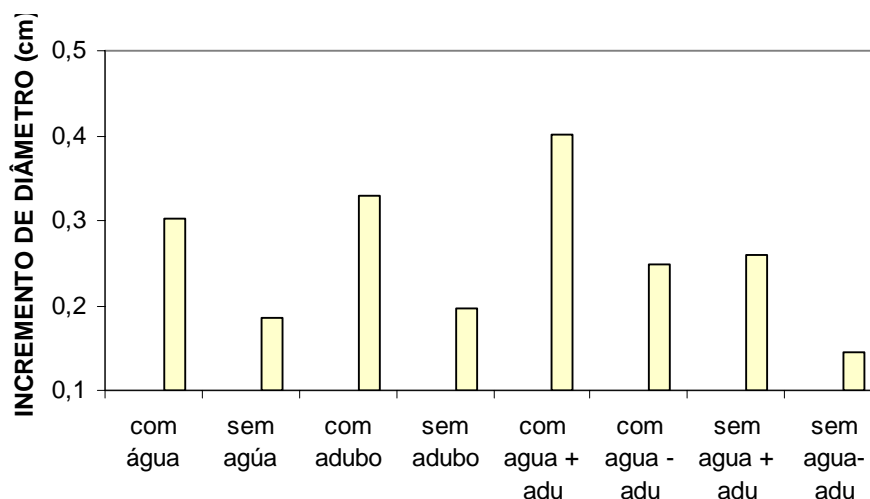


Figura 5. Incremento em diâmetro a altura do colo (cm) nas mudas de *Pinus oocarpa* Schiede nos diferentes tratamentos em vasos

Esse resultado de diâmetro acompanhou os dados apresentados anteriormente para o parâmetro altura.

Para a variável diâmetro à altura do coleto foi ajustada uma equação quadrática do desenvolvimento ao longo do ensaio:  $y = b_0 + b_1 \cdot \text{dias} + b_2 \cdot \text{dias}^2$ , cujos índices foram:  $b_0 = 0,312082$ ,  $b_1 = 0,005391$  e  $b_2 = -0,000030020$  (Figura 6).



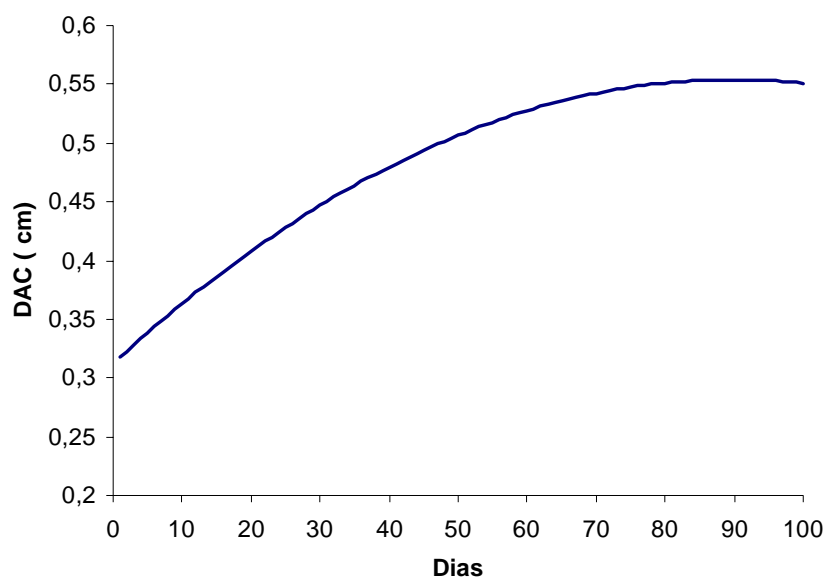


Figura 6. Ajuste quadrático do incremento do diâmetro das mudas de *Pinus oocarpa* Schiede a partir do início do experimento sem restrição hídrica

Assim como na avaliação de altura, percebeu-se que as mudas de *P. oocarpa* Schiede após 180 dias de ciclo total apresentaram uma redução do seu desenvolvimento máximo.

Na avaliação conjunta dos dados de irrigação e adubação percebeu-se que houve diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% no desenvolvimento sem restrição hídrica. Isso se deveu, provavelmente, ao fechamento dos estômatos reduzindo a transpiração foliar e conseqüentemente a absorção de água, resultando em menor desenvolvimento das mudas (Figura 7).

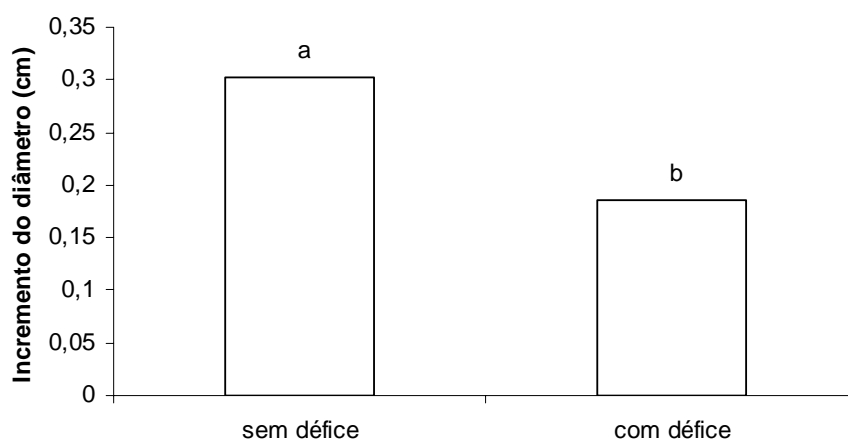


Figura 7. Incremento médio do diâmetro (cm) das mudas de *Pinus oocarpa* Schiede nos tratamentos com e sem déficit hídrico ao longo do ensaio. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância

### 3.3 Teor relativo de água

A avaliação do teor relativo de água nas plantas demonstra a eficiência da absorção de água pelas mudas condicionadas ao longo do seu desenvolvimento.

Onde houve restrição hídrica as plantas tiveram menores valores de teor relativo de água, demonstrando o fechamento dos estômatos.

Nos dias 30/11 e 28/12, os tratamentos sob déficit hídrico tiveram o nível de água nos pratos completados até o seu valor máximo. Nesses dias foram coletadas acículas das plantas para análise e os valores de teor relativo de água são muito similares em todos os tratamentos. Nas outras datas os teores de água nas plantas foi sempre inferior nos tratamentos onde havia água sempre a disposição (Figura 9).

Sob baixa disponibilidade de água no solo, vários processos metabólicos nas plantas podem ser influenciados, promovendo o fechamento parcial ou total dos estômatos, limitando a perda de água e, como consequência, a fixação de CO<sub>2</sub> (Nobel, 1974).

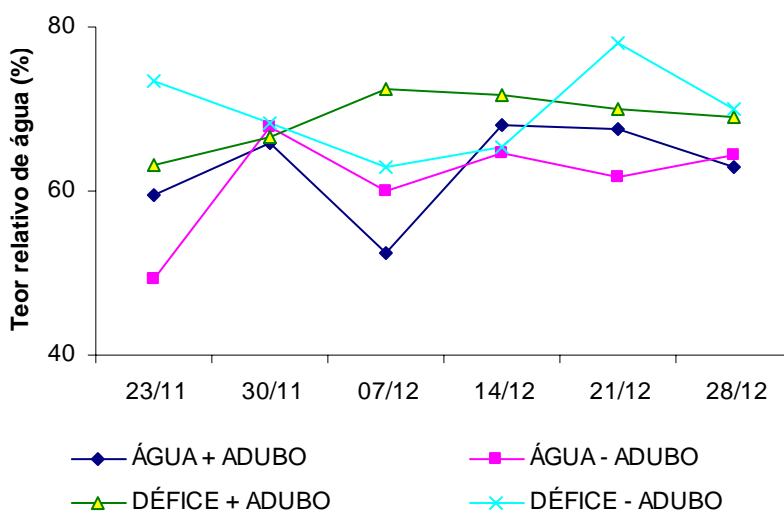


Figura 8. Teor relativo de água (%) nas acículas de mudas de *Pinus oocarpa* Schiede nos diversos tratamentos ao longo do experimento

Quando se avalia o comportamento do teor relativo de água nas mudas ao longo do experimento percebe-se que os maiores índices se encontram nas mudas que foram mantidas sob estresse e sem adubação suplementar. Concomitante a essa condição as mudas que tiveram água mesmo sem adubação apresentaram os menores valores. Isso demonstra a adaptação das mudas às condições de potencial hídrico próximo à zero ao não fechamento estomático mantendo sua transpiração em níveis altos ao longo do experimento.

Embora não haja diferença significativa pelo teste de Tukey entre os tratamentos, provavelmente, isso foi influenciado pela irrigação em duas datas do experimento (Figura 9). Assim com a não restrição hídrica as plantas sobre estresse abriram os estômatos.

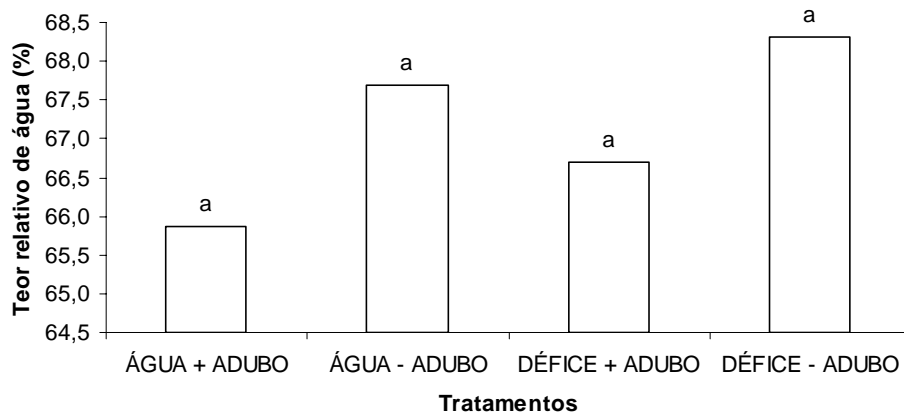


Figura 9. Teor relativo de água médio (%) nas acículas de mudas de *Pinus oocarpa* Schiede nos diversos tratamentos ao longo do experimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância

Com o déficit hídrico a atividade fotossintética declina paralelamente com a diminuição de volume celular e, portanto, conjuntamente com o declínio da turgescência e do teor relativo de água e transpiração (LARCHER, 2000).

### 3.4 Potencial hídrico

O potencial hídrico foliar reflete as condições da dinâmica do processo do transporte no sistema solo-água-plantas-atmosfera, constituindo o principal componente responsável pelo fluxo de água na planta.

Nos períodos de seca, ocorre redução gradual no potencial hídrico das plantas, cuja magnitude vai depender dos mecanismos de prevenção à desidratação, podendo decrescer até valores críticos, resultando em prejuízo ou morte de células, de órgãos ou de plantas inteira. Nos valores médios percebeu-se diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de significância, sendo o tratamento déficit hídrico sem adubação o de valor de potencial hídrico mais negativo (Figura 10).

A absorção de água pelas raízes ocorre em resposta à demanda da transpiração foliar provocando um gradiente, que ocasiona um fluxo da água do solo em direção ao sistema radicular e a disponibilidade de água do solo na proximidade de radículas individuais e da rizosfera em geral se reduz, diminuindo o potencial da água no solo, (Winter & Vipond, 1977).

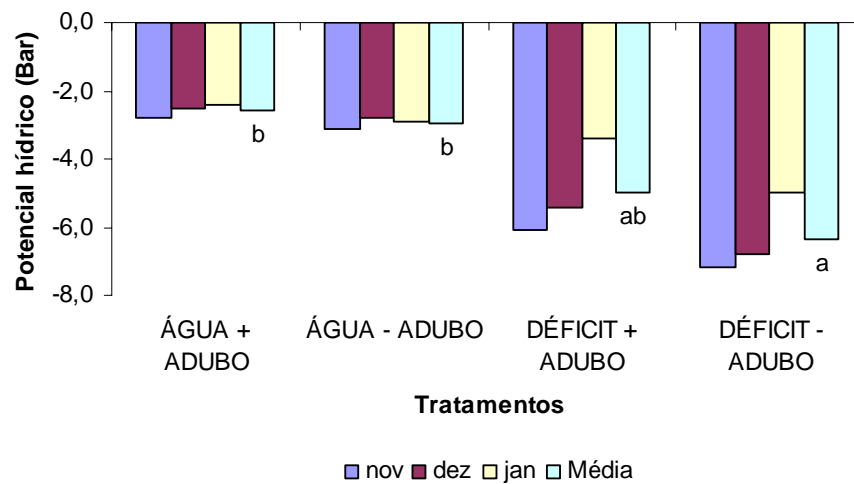


Figura 1. Potencial hídrico (Bar) de mudas de *Pinus oocarpa* Schiede ao longo do experimento em condições de ausência e presença de déficit hídrico e adubação N-P-K, avaliadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância

Dentro da planta com a diferença entre o potencial de vapor d'água na atmosfera em torno das folhas e o potencial da água do solo a água se movimenta. Portanto existe na planta um complexo sistema hidráulico, com as partes funcionais interligadas por uma fase líquida permitindo o movimento da água nas folhas, no xilema, e nas raízes, sendo esse movimento causado pela redução do potencial da água nas folhas, resultante da transpiração (Award & Castro, 1983).

As plantas que possuem altas taxas de absorção de CO<sub>2</sub> apresentam grandes perdas por transpiração e, provavelmente, grandes consumos de água implicam no incremento positivo da produtividade (Klar, 1984).

#### **4. CONCLUSÕES**

Avaliando-se os resultados dos experimentos pode-se concluir que:

As mudas de *Pinus oocarpa* Schiede quando submetidas a tratamentos de adubação sem restrição hídrica desenvolveram melhor nos parâmetros diâmetro a altura do colo e altura total.

Quando houve água em excesso o desenvolvimento das mudas de *Pinus oocarpa* Schiede foi reduzido em conseqüência à falta de oxigênio e a morte de raízes.

O teor relativo de água nas acículas não variou entre os tratamentos ao longo do ensaio.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AWARD, M.; CASTRO, P.R.C. A água na planta. In: **Introdução à fisiologia vegetal: movimento da água na planta**. São Paulo: Nobel, 1983. p.30-6.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Brasília, 1986. 89 p. (Documentos, 17).

KLAR, A E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. 2ª Ed. São Paulo: Nobel, 1984. 408p.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin: Spring-Verlag, 1995. 252p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. In: O balance de carbono das plantas. São Carlos: RIMA, 2000. 531 p.

NOBEL, P.S. **Introduction to biophysical plant physiology**. San Francisco, W.H. Freeman, 1974. 488p.

PEÑUELAS, J. L.; OCAÑA BUENO, L. **La planta forestal para repoblaciones en medio mediterráneo: hacia una nueva concepción de cultivo en vivero**. Congreso forestal español. Lourizan, 1993.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri, SP: Manole, 2004.

SCHOLANDER, P. F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. **Science**, v.148, p.339-346, 1965.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004, p. 75-93/ 143-197 / 614-623.

WINTER, B., VIPOND, S. **Irrigação projeto e prática**. Trad. F.C. Verdade. São Paulo: EPU, 1977.