

# EFEITO DO SOMBREAMENTO E DA DENSIDADE DE SEMENTES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE "Pinus insularis" Endlicher E SEU CRESCIMENTO INICIAL NO CAMPO

Maria das Graças M. Ferreira  
José Flávio Candido  
Dimas Agostinho da Silva  
Jorge Luiz Colodette\*

## SUMMARY

*This experiment was set up in the Department of Forestry of the Universidade Federal de Viçosa in order to detect the influence of shading, seed weight and plant density on the production of Pinus insularis Endlicher seedlings.*

*The following results were obtained: (a) with regard to 0, 25, 50 and 70% shading, seedling height and chlorophyll content were lower without shading. Germinative energy, diameter at base of the seedling and dry matter production of leaves, roots and total weight were higher without shading, and diminished significantly with 25% shading. Germination percentage, root length, root/aerial part relationship, foliar weight ratio based on weight and stem dry matter production did not differ significantly with the levels of shading; (b) germination percentage and the ratio root/aerial part, based on weight, were lower for seedlings originating from light seeds, but the ratio of foliar weight was higher for light seeds. Seeds were classified into light, medium and heavy weights. For the other parameters analyzed, no significant differences were found. In the field, at one year of age, seedlings produced under 25% shading were the tallest. No influence was observed from seed density. At 18 months of age, seedlings originating from light seeds, submitted to 70% shading, were the tallest.*

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da demanda de madeira no mercado mundial e a necessidade de uso de material lenhoso homogêneo, impulsionaram o reflorestamento com espécies exóticas. No Brasil, em consequência do alto rendimento nos plantios já implantados e da necessidade de madeiras moles de fibras longas, vem sendo dada ênfase à utilização de espécies do gênero *Pinus*.

*Pinus insularis* Endlicher é uma das espécies que vêm sendo utilizadas em São Paulo. Embora apresente grande percentagem de árvores bifurcadas e tortuosas, a produção de madeira, com base no volume, é considerada ótima (7, 10).

Apesar da grande possibilidade de uso dessa espécie no reflorestamento, pouca atenção tem sido dada ao conhecimento de suas necessidades ecológicas, uma das razões, talvez, do insucesso de certos plantios. As condições do meio-ambiente, sobretudo a luz são importantes para a germinação e desenvolvimento das espécies florestais na fase de viveiro e no período de estabelecimento no campo. Também as características in-

rentes à própria semente, como peso e tamanho, têm influência na qualidade da muda.

Instalou-se este trabalho com o objetivo de verificar o melhor nível de sombreamento e a necessidade de classificação das sementes, segundo sua densidade, para a produção de mudas de *P. insularis*, dada a insuficiência de informações, no Brasil, sobre essa espécie.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado no viveiro, em área pertencente ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

A espécie utilizada foi o *P. insularis*, cujas sementes foram obtidas de árvores da U.F.V.. Visando separar essas sementes em três classes de densidade, quais sejam, leves, intermediárias e pesadas, utilizou-se uma máquina pneumática que funciona à semelhança de um soprador de semente.

Foram utilizados quatro diferentes níveis de sombreamento. Os níveis de 25, 50 e 70% foram obtidos por meio de telas de poliolefinas de cor preta e o nível de 0% por semeadura ao aberto. As

\* Respectivamente, Professor Assistente e Professor Titular da U.F.V., Engº Florestal do I.B.F.F. e Auxiliar de Ensino da U.F.V.

telas, com 1,50 m de comprimento, 1,00 m de largura e 0,50 m de altura, recobriram as armações lateralmente e na parte superior.

Foi empregado o delineamento em parcelas subdivididas, com as parcelas dispostas em blocos ao acaso: os diferentes níveis de sombreamento constituíram as parcelas e as diferentes densidades as subparcelas, em quatro repetições.

Foram empregados sacos de polietileno, com dimensões de 7,0 cm de diâmetro e 15,0 cm de altura; para seu enchimento, utilizou-se terra de subsolo, adubada com a fórmula N-P-K (4-15-3), na dosagem correspondente a duas gramas/recipiente.

Encanteirados os recipientes em 05/08/78, foi feita a semeadura direta, colocando-se três sementes em cada recipiente. A cobertura dos recipientes foi feita com fina camada de acículas de *Pinus spp.*

Os tratamentos foram aplicados nas subparcelas de quarenta e cinco recipientes, com bordadura simples.

Diariamente, durante o período de germinação, foram feitas duas irrigações; depois desse período, passou-se a fazer uma só.

Foi feita a contagem diária do número de sementes germinadas, para análise da energia germinativa, com base na fórmula usada por YACUBSON e LUGEA (17), e para análise de percentagem de germinação.

Cinco meses depois do semeio, procedeu-se à avaliação dos seguintes parâmetros, com base em três plantas, tomadas ao acaso, por subparcelas: altura, diâmetro do coletor, comprimento da raiz, peso da raiz, do caule e das folhas secas. Para determinação do peso, as plantas foram mantidas em estufa a 75°C, durante 24 horas. O teor de clorofila total, em percentagem, em relação ao peso, foi analisado apenas numa planta de cada subparcela. Os dados de teor de clorofila e percentagem de germinação foram transformados em arc sen  $\sqrt{\%}$ .

Nessa mesma época, quatro mudas por subparcela foram plantadas no campo, em uma única linha, sendo que entre plantas da mesma parcela e de parcelas diferentes foi mantido o espaçamento de 1,00 m e entre blocos o espaçamento

de 2,00 m. O plantio foi feito em covas de 20 cm de profundidade e 10 cm de diâmetro, com adubação na dosagem de 60 g por cova. Fez-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A altura das quatro plantas foi medida de seis em seis meses, durante 18 meses.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Germinação

De acordo com o Quadro 1, verifica-se que a porcentagem de germinação não foi influenciada significativamente pelo sombreamento, ao passo que a energia germinativa foi maior sob 0% de sombreamento, em relação a 25, 50 e 70% de sombreamento. Com relação à densidade de sementes, observa-se que as pertencentes à classe leve tiveram percentagem de germinação bastante reduzida, ao passo que a energia germinativa não foi influenciada significativamente.

As espécies florestais apresentam comportamento variado em relação à luz, quando se analisa a germinação. Tanto pode haver benefício como inibição da emergência. E essa influência pode resultar exclusivamente da luz, como também, indiretamente, de modificações em outros fatores do meio, como temperatura e umidade (8, 12).

Neste trabalho, a influência da luz deu-se apenas na velocidade de germinação, havendo um decréscimo com o sombreamento, o que mostra, de certa forma, o efeito benéfico da luz para a germinação de *Pinus insularis*. A rapidez na germinação das sementes é considerada importante para a produção de mudas, porque, segundo Rohmedes, citado por POLLOCK e ROOS (13), implica a produção de mudas maiores e menor índice de mortalidade.

Com relação à densidade de sementes, as da classe leve apresentaram percentagem de germinação mais baixa, o que pode ser explicado pelo fato de que as sementes pesadas apresentam maior teor de reservas, culminando com um maior potencial de emergência. As sementes leves, muitas vezes, em razão do baixo teor de reservas, não conseguem atingir a superfície do solo, uma vez que, antes de atingirem a auto-suficiência, já tiveram suas reservas esgotadas (3).

**Quadro 1:** Médias dos dados de percentagem da germinação, transformados em arc sen  $\sqrt{\%}$ , e energia germinativa, para *Pinus insularis*, em relação a diferentes níveis de sombreamento e densidade de sementes.

Níveis de sombreamento (%)	Percentagem de germinação	Energia germinativa
0	59,50 a	19,76 a
25	59,99 a	21,61 b
50	53,70 a	21,81 b
70	56,87 a	22,76 b
<b>Densidade de sementes</b>		
Leve	34,53 a	21,06 a
Intermediária	71,24 b	21,35 a
Pesada	69,45 b	22,03 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Outra possível explicação pode estar relacionada com a proporção entre o tamanho do cotilédone e a quantidade de reservas. O grande tamanho dos cotilédones pode servir como barreira mecânica em sementes de germinação epígea (16).

SIVASUBRAMANIAN e RAMAKRISHNAN (14) apontam o teor de proteína total e o conteúdo de aminoácido, maiores em sementes grandes, como sendo a causa provável da germinação de maior número de sementes.

DONI FILHO e SUITER FILHO (4) associam as melhores respostas dadas por sementes grandes, quanto à percentagem de germinação, às prováveis mudanças que ocorrem nas sementes durante a maturação e armazenamento.

### 3.2. Teor de Clorofila

No Quadro 2 encontram-se os dados médios do teor de clorofila. Verifica-se que houve influência significativa somente em relação ao sombreamento. Nos níveis de 50 e 70%, as plantas produziram teores de clorofila mais elevados que sob 0 e 25% de sombreamento. Constitui-se a existência de diferença não significativa entre os teores de clorofila das mudas provenientes de sementes de densidades diferentes. Essa característica, provavelmente, é mais controlada por fatores extrínsecos que pelos ligados diretamente às sementes.

Com relação ao sombreamento, o comportamento, é padrão, permitindo que a planta mantenha o crescimento ou impedindo seu decréscimo acentuado, graças ao aumento da capacidade de absorção da luz (2, 11). Segundo LOGAN e KROTKOV (1), a taxa de fotossíntese por unidade de área é maior em plantas sombreadas quando o seu mecanismo é adaptado para essa condição. Como a taxa de aumento de clorofila, em consequência do sombreamento, varia de acordo com a espécie, esse parâmetro pode auxiliar na avaliação da capacidade de adaptação da planta à baixa intensidade de luz.

### 3.3. Produção de Matéria Seca e Distribuição

De acordo com o Quadro 3, a produção de matéria seca do caule, a relação raiz/parte aérea e a razão de peso foliar não foram influenciadas significativamente pelo sombreamento. Para a produção de matéria seca da raiz, das folhas e total, foram observados valores maiores quando as plantas não foram submetidas ao sombreamento. Para a raiz e folhas, as plantas submetidas a 25, 50 e 70% de sombreamento tiveram o mesmo comportamento. Para a produção de matéria seca total, foi observada maior discriminação entre os tratamentos, havendo um decréscimo constante nos valores.

**Quadro 2:** Médias dos dados de teor de clorofila, transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{\%}$ , para *Pinus insularis*, em relação a diferentes níveis de sombreamento e

Níveis de sombreamento	Teor de clorofila
0	1,311 a
25	1,294 a
50	1,723 b
70	1,812 b

  

Densidade de sementes	
Leve	1,516 a
Intermediária	1,501 a
Pesada	1,588 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As relações que envolvem folhas e raízes não foram influenciadas significa-

tivamente porque, de acordo com as médias, o comportamento desses dois parâmetros foi similar.

A produção de matéria seca total, de modo geral, decresce com o sombreamento, conforme se verificou no presente trabalho, principalmente em consequência de variações na produção de matéria seca da raiz e das folhas. Para o caule, normalmente não se verifica variação significativa (18). A relação raiz/parte aérea e a razão de peso foliar são parâmetros que podem indicar a capacidade fotossintética da planta, porque evidenciam as relações existentes entre a produção foliar e a das demais partes da planta.

Considerando que o crescimento das raízes depende da disponibilidade de hidratos de carbono e que a luz influí na sua disponibilidade e translocação, é comum a obtenção de resultados que mostram a influência negativa e significativa do sombreamento no desenvolvimento do sistema radicular (11). No presente trabalho verificou-se, com base na produção de matéria seca que o sistema radicular foi mais influenciado pelo sombreamento que o sistema fotossintetizante.

O aumento no teor de clorofila pode ter sido uma das razões de não ter havido redução muito marcante no crescimento das plantas em consequência do sombreamento.

Não foi constatada diferença significante quanto à interação de níveis de sombreamento e densidade das sementes. Da mesma forma, não foi verificada diferença entre as densidades quando foi feita a análise da produção de matéria seca de caule, raiz, folhas e total. Entretanto, as diferenças entre a relação raiz/parte aérea e a razão de peso foliar foram significativas (Quadro 3).

KRAMER e KOZLOWSKI (9) dão importância à relação raiz/parte aérea, considerando-a como sendo fator explicativo de sobrevivência de mudas no campo. Relações maiores implicam maior quantidade de raiz que de parte aérea. Consequentemente, indicam maior possi-

bilidade de mais rápido estabelecimento das mudas quando plantadas no local definitivo. Também se conclui que, sendo maior a relação raiz/parte aérea, há menor porção do vegetal transpirando e, como resultado, maior sobrevivência. Assim, as mudas que provêm de sementes mais densas parecem ter sido, neste experimento, melhores que as medianamente densas, e estas melhores que as leves.

A razão de peso foliar também foi significante. Quanto maior for o peso da planta seca, maior será a quantidade de carboidratos armazenados e, consequentemente, maior o vigor e a facilidade para sobreviver em condições de campo (15). Assim, mudas secas com maior peso total são mais vigorosas, e as provenientes de sementes mais densas apresentam maior quantidade de matéria seca. Maior razão de peso foliar implica maior peso de folhas secas, o que pode ser indicativo de maior taxa de transpiração, sendo a superfície mais elevada. Assim, mudas que provêm de sementes de maior densidade, por apresentarem maior relação, poderão ser melhores que as de origem de sementes menos densas.

#### 3.4. Altura, Diâmetro do Coleto e Comprimento da Raiz

O comprimento da raiz não foi alterado significativamente pelo sombreamento, mas para a altura e o diâmetro do coleto foram observadas variações acentuadas. A altura aumentou acentuadamente, verificando-se diferença significativa entre os quatro níveis de sombreamento. O diâmetro do coleto foi reduzido em consequência do sombreamento, sendo que, para os níveis de 50 a 70% de sombreamento, não houve diferença significativa (Quadro 4).

Em razão da facilidade de medição, a altura e o diâmetro do coleto são muito utilizados na avaliação da capacidade de desenvolvimento da planta no campo. Segundo BELANGER e MCALPINE (1), maior diâmetro do coleto das mudas corresponde a maior crescimento em altura no campo. Segundo FAIRBAIRN e

NEUSTEIN (5), o aumento na relação diâmetro do coleto/altura é também considerado como fator de maior resistência da planta, garantindo maior crescimento e sobrevivência no campo.

No tocante à densidade de sementes, não foi verificada diferença estatisticamente significante entre altura da muda, diâmetro do coleto e comprimento da raiz. (Quadro 4).

Caso tenha havido diferença inicial, em consequência da densidade das sementes, esta desapareceu, o que indica que essa característica não é, possivelmente, controlada somente pelo meio ambiente ou pelas condições não genéticas das sementes, uma vez que a interação de níveis de sombreamento e densidade das sementes, e esta última isoladamente, não foram estatisticamente significantes.

#### 3.5. Altura no Campo

As médias dos dados de altura no campo, em relação à densidade de sementes e ao sombreamento, aos 6, 12 e 18 meses, encontram-se nos Quadros 5 e 6. Somente aos 12 meses depois do plantio começaram a aparecer diferenças significativas, para o sombreamento. As plantas provenientes de parcelas com 25% de sombreamento atingiram altura mais elevada. Em condições de viveiro, as mudas que atingiram altura mais elevada foram as produzidas sob 70% de sombreamento. Para diâmetro do coleto e produção de matéria seca total das mudas no viveiro, foi observado decréscimo com o sombreamento. Essas duas características são consideradas os melhores indicadores da capacidade de resistência das mudas no campo que a altura, sobretudo quando se têm condições do meio mais drásticas (1, 5). Assim que as mudas, no presente experimento, foram levadas para o campo, ocorreu um período com precipitação deficiente. Sendo assim, a mudança observada no seu comportamento no campo, em relação à altura, pode ser explicado pela diferença de resistência entre elas.

**Quadro 3:** Médias dos dados de produção de matéria seca de caule, raiz, folhas e total: relação raiz/parte aérea, com base na produção de matéria seca, e razão de peso foliar, para *Pinus insularis*, em relação a diferentes níveis de sombreamento e densidade de sementes.

Níveis de sombreamento (%)	Produção de matéria seca				raiz/parte aérea	Razão de peso foliar
	Caule	Raiz	Folhas	Total		
0	0,120 a	0,245 a	0,638 a	1,003 a	0,332 a	0,634 a
25	0,109 a	0,179 b	0,449 b	0,737 b	0,324 a	0,608 a
50	0,097 a	0,113 b	0,371 b	0,599 bc	0,289 a	0,617 a
70	0,089 a	0,113 c	0,320 b	0,521 b	0,272 a	0,613 a

  

Densidade de sementes						
	Leve	Intermediária	Pesada	0,101 a	0,157 a	0,452 a
Leve	0,101 a	0,171 a	0,106 a	0,157 a	0,452 a	0,710 a
Intermediária	0,104 a	0,171 a	0,106 a	0,171 a	0,436 a	0,711 a
Pesada	0,106 a	0,174 a		0,174 a	0,446 a	0,725 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Quadro 4:** Médias dos dados de altura, diâmetro do coleto e comprimento da raiz, para *Pinus insularis*, em relação a diferentes níveis de sombreamento e densidade de sementes.

Níveis de sombreamento (%)	Altura (cm)	Diâmetro do coleto (mm)	Comprimento da raiz (cm)
0	9,6 a	2,1 a	21,0 a
25	11,7 b	1,9 b	22,2 a
50	12,9 c	1,7 c	21,7 a
70	14,0 d	1,6 c	22,8 a

  

Densidade de sementes			
	Leve	Intermediária	Pesada
Leve	12,0 a	11,7 a	12,6 a
Intermediária	12,0 a	11,7 a	12,6 a
Pesada	12,0 a	11,7 a	12,6 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Quadro 5:** Médias dos dados de altura no campo, aos 6 e 12 meses, para *Pinus insularis*, em relação a diferentes níveis de sombreamento e densidade de sementes.

Níveis de sombreamento (%)	Altura (cm)	
	6 meses	12 meses
0	28,8 a	60,0 a
25	31,1 a	69,6 a
50	28,6 a	56,0 b
70	29,8 a	61,9 ab
<b>Densidade de sementes</b>		
Leve	30,2 a	63,7 a
Intermediária	29,9 a	63,7 a
Pesada	28,5 a	62,0 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Dezoito meses depois do plantio, conforme se observa no Quadro 6, a interação de níveis de sombreamento e densidade de sementes foi significativa. Sob 70% de sombreamento, as sementes de densidade leve atingiram maior altura. Esse comportamento interativo foi observado para a relação raiz/parte aérea de *Eucalyptus grandis*, em condições de viveiro (6).

Quando se analisa o sombreamento para cada classe de densidade de sementes, verifica-se que o sombreamento não exerce influência significativa sobre plantas provenientes de sementes pesadas. Para a classe de sementes intermediárias, as mudas produzidas sob 25% de sombreamento foram superiores, mas não diferiram significativamente das produzidas sem sombreamento. Diferenças mais significativas foram observadas para as sementes leves, sendo que, sem sombreamento, as plantas atingiram o menor crescimento em altura.

**Quadro 6:** Médias dos dados de altura no campo, 18 meses depois do plantio, para *Pinus insularis*, em relação a diferentes níveis de sombreamento e densidade de sementes.

Densidade	Níveis de sombreamento (%)			
	0	25	50	70
Leve	1,08 a B	1,38 a A	1,14 a AB	1,33 a AB
Intermediária	1,27 a AB	1,43 a A	1,11 a B	1,18 abAB
Pesada	1,02 a A	1,25 a A	1,13 a A	1,08 bA

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical, e pela mesma letra maiúscula, na horizontal, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

De acordo com os resultados obtidos aos 18 meses depois do plantio, verifica-se que: a) o sombreamento é necessário quando as mudas são produzidas a partir de sementes leves; b) em condições extremas de sombreamento, a separação das sementes por classe de densidade pode ser viável para produção de mudas com vigor similar; c) se as mudas são produzidas com ligeiro sombreamento, a classificação por densidade torna-se desnecessária.

#### 4. RESUMO

Este experimento foi instalado em áreas do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de verificar a influência do sombreamento e da densidade de sementes sobre a produção de mudas de *Pinus insularis* Endlicher.

Foram obtidos os seguintes resultados: a) com relação aos níveis de 0, 25, 50 e 70% de sombreamento, verificou-se que a altura e o teor da clorofila foram menores quando não se fez o sombreamento; a energia germinativa, o diâme-

tro do coletor e a produção de matéria seca de folhas, de raiz e total foram maiores quando as mudas não foram sombreadas, havendo decréscimo significativo com 25% de sombreamento. A percentagem de germinação, o comprimento de raiz, a relação raiz/parte aérea, a razão de peso foliar, com base no peso, e a produção de matéria seca do caule não diferiram significativamente, em relação aos diferentes níveis de sombreamento; b) em relação às 3 classes de densidades de sementes (leves, intermediárias e pesadas), a percentagem de germinação e a relação raiz/parte aérea, com base no peso, foram menores para sementes leves, ao passo que a razão de peso foliar foi maior para sementes leves. Para os demais parâmetros analisados, não se verificou influência significativa. No campo, aos 12 meses, foi observado que mudas produzidas sob 25% de sombreamento atingiram maior altura. Para a densidade de sementes, não houve influência significativa. Com 18 meses, as mudas oriundas de sementes leves, submetidas a 70% de sombreamento, atingiram maior altura.

## 5. LITERATURA CITADA

1. BELANGER, R.P. & McALPINE, R.G. Survival and early growth of planted sweetgum related to rot collar diameter. *Tree Planters Notes*, 26 (4) : 1,21, 1975.
2. BORDEAU, P.F. & LAVERICK, M.L. Tolerance and photosynthetic adaptability to light intensity in white pine, red pine, hemlock and ailanthus seedlings. *Forest Science*, 4 (3) : 196-207, 1958.
3. CANDIDO, J.F. Efeito do peso das sementes do pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze) sobre a porcentagem de germinação, energia germinativa e desenvolvimento das mudas. *Brasil Florestal*, 5 (18) : 33-9, 1974.
4. DONI FILHO, L. & SUITER FILHO, W. Influência do beneficiamento em algumas características de um lote de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, baseado na separação pelo peso específico e tamanho. *A Semente*, (2) : 1-7, 1975.
5. FAIRBAIAN, W. A. & NEUSTEIN, S. A. Study of response of certain coniferous species to light intensity. *Forestry*, 43 (1) : 57-71, 1970.
6. FONSECA, A. G. Efeito de sombreamento, tamanho e peso de sementes na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e no seu crescimento inicial no campo. Viçosa, 1979. 63 p.
7. GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Belo Horizonte, PRODEPEF, 1975. 65 p. (Série Técnica, 3).
8. GROSE, R.J. & ZIMMER, W.J. Preliminary laboratory studies on light requirements for the germination of some eucalypt seeds. *Australian Forestry*, 21 (2) : 76-80, 1957.
9. KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. *Physiology of trees*. New York, McGraw Hill, 1960. 642 p.
10. KRUG, H.P. O plantio dos *Pinus* em São Paulo. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, (16): 3-39, 1964.
11. LOGAN, K.T. & KROTKOV, G. Adaptations of the photosynthetic mechanism of sugar maple (*Acer saccharum*) seedlings grown in various light intensities. *Physiologia Plantarum*, 22 (1) : 104-16, 1969.
12. PIUSSI, P. Indagini sull'ecologi dei semenziali di *Picea*. *Giorn. Bot. Ital.*, 104 (3) : 193-214, 1970.
13. POLLOCK, B.M. & ROOS, E.E. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKI, T.T. Ed. *Seed biology*. New York, Academic, 1972. V. 1, p. 313-87.
14. SIVASUBRAMANIAN, S. & RAMAKRISHNAN, V. Effect of seed size on seedling vigour in ground nut. *Seed Science and Thecnology*, 2: 435-441, 1974.
15. SMITH, D.M. *The practic of silviculture*. 7 ed. New York, John Wiley, 1962. 578 p.
16. VELA, L.G. & HERNANDEZ, R.S. Influencia da luz solar sobre el crecimiento de plantas de vivero de *Pinus patula* Schl. et Cham. y *Pinus montezumae* Lamb. Mexico, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1968. 15 p. (Boletim Técnico, 22).
17. YACUBSON, D. & LUGEÀ, M.J. Ensayos analíticos de semillas de especies forestales argentinas. *Revista de Investigaciones Forestales*, 1 : 31-9, 1960.
18. ZELAWSKI, W. & ZELAWSKA, B. Some aspects of the effect of shade on growth of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings of various provenances. *Ekol. Polska*, 15 A (5): 10-14, 1679.