

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA AÇÃO DE REGULADORES DO
CRESCIMENTO EM ESTACAS DE *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze.***

**MORPHOLOGICAL ASPECTS OF THE ACTION OF AUXINS ON STEM
CUTTINGS OF *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze.**

CECÍLIA IRITANI**
RONALDO VIANA SOARES***
ARACELY V. GOMES****

RECEBIDO EM: 22/04/86
APROVADO EM: 20/05/86

1 — INTRODUÇÃO

No campo florestal existe um interesse crescente no desenvolvimento de técnicas de propagação vegetativa para várias espécies de importância econômica, entre as quais a *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze, devido à dificuldade cada vez maior de se obter sementes em quantidade para programas de reflorestamento.

Um dos aspectos mais estudados no enraizamento de estacas é o emprego das auxinas para incrementar o enraizamento (HARTMANN & KESTER,¹⁰ KOMISSAROV¹¹) As auxinas atuam em conjunto com outros fatores entre os quais podemos citar: umidade relativa (BOSE & MONDAL¹, FRETZ & SMITH⁷; LOACH¹⁴); luz (HANSEN & NYMANN⁹, HARTMANN & KESTER¹⁰, LESHEM & SCHAWRZ¹³); temperatura (HARTMANN & KESTER¹⁰); aspectos nutricionais (KOMISSAROV¹¹, OKORO & GRACE¹⁶); nível endógeno de auxinas (GREGORY & VAN OVERBECK⁰⁸, LESCHEM & SCHWARZ¹³, ROBERTS & FUCHIGAMI¹⁷); época de coleta e plantio (KOMISSAROV¹¹, NANDA *et alii*¹⁵); idade dos ortets (DOSSER & HICKS⁰⁵, VIEITEZ & PEÑA¹⁸).

O objetivo desta pesquisa foi o de verificar a ação de duas

* Trabalho baseado em dados parciais da Tese de Mestrado defendida pela 1.ª autora.

** Naturalista, M.Sc., Prof.ª Assistente do Departamento de Botânica da UFPR.

*** Eng. Florestal, M.Sc., Ph.D., Pesquisador do CNPq, Prof. Titular do Curso de Eng Florestal da UFPR.

**** Naturalista, M.Sc., Prof.ª Titular do Departamento de Botânica da UFPR.

auxinas, os ácidos indol-3-acético e indol-3-butírico, respectivamente AIA e AIB, em estacas de indivíduos jovens do pinheiro do Paraná.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram feitos em laboratório na Escola de Florestas da UFPR. As estacas foram coletadas na Estação Experimental de Rio Negro, do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, altitude de 800m s.n.m., 26° de latitude sul, 49°40' de longitude oeste. Clima do tipo temperado úmido, com temperaturas médias anuais de 16° e 18°C, precipitação média anual de 1.000mm. Solo areno-argiloso, ph 4.5 a 5.

Os ortets foram indivíduos de 4 anos, utilizando-se as ramificações superiores de cerca de 25cm de comprimento. Os ramos coletados foram imediatamente acondicionados em caixas de isopor, umedecidos e cobertos com polietileno incolor para proteção contra a desidratação.

Foram feitos 2 plantios: o primeiro em 9.3 e o segundo em 01.08.1980. As estacas foram feitas com 17-20cm de comprimento, com 2-3 cortes longitudinais e sem acículas no terço basal.

Antes do plantio as estacas foram tratadas com "Benlate" (0.5%) com imersão por uma hora e antes do tratamento auxínico receberam um pré-tratamento nas bases com uma solução de NaOH com pH 10 por 20 segundos (LEE et alii¹²). Os reguladores foram aplicados via talco, às concentrações de 3.000 e 5.000 ppm.

O substrato foi areia de construção peneirada e lavada. As estacas foram plantadas à profundidade de 5cm. A manutenção da umidade das estacas e do substrato foi feita através de um sistema de nebulização, regulado para aspersões de 10 segundos a cada 8 minutos. Durante o período de observação, que foi de 90 dias para ambos os plantios, aplicou-se, uma vez por semana, o adubo foliar "Ouro Verde" juntamente com o espalhante adesivo "Agroceres" (100ml do adubo + 3.5ml do espalhante para 35 l de água do depósito do sistema de nebulização). No 2.º plantio foi mantida a temperatura de 20°C nas bases das estacas por um sistema de aquecimento. A intensidade luminosa durante os experimentos foi de 2.000 lux, 16 horas/dia. A luz natural foi complementada por 6 lâmpadas incandescentes (150 W) e 4 lâmpadas vapor mercúrio (250 W).

O delineamento estatístico foi o do completamente ao acaso, com 5 tratamentos, 3 repetições, 16 estacas por repetição no 1.º plantio:

- T¹ — controle;
- T² — pré-tratamento + AIA a 3.000 ppm;
- T³ — pré-tratamento + AIA a 5.000 ppm;
- T⁴ — pré-tratamento + AIB a 3.000 ppm;
- T⁵ — pré-tratamento + AIB a 5.000 ppm.

No 2.º plantio foram considerados 6 tratamentos, 3 repetições e 12 estacas por repetição, sendo que foi incluído um tratamento T², cujas estacas receberam somente o pré-tratamento.

Os fatores analisados foram: sobrevivência das estacas, porcentagem da formação de calo e porcentagem de enraizamento. Os resultados transformados em arco sen $\sqrt{\frac{y}{100}}$, foram analisados através da técnica dos contrastes ortogonais, a 95% de probabilidade.

Os aspectos anatômicos foram analisados através da microtomia da base de estacas tratadas com os ácidos indol-3-acético a 3.000 e 5.000 ppm, indol-3-butírico a 3.000 ppm e estacas enraizadas do controle. Pequenas secções das bases das estacas foram colocadas em FAA (formol, 5%, ácido acético, 5% e álcool 70%, 90%), em frascos devidamente identificados. A permanência nesta solução foi de 24 horas. Após lavagem dos fragmentos em água corrente por 24 horas, os mesmos passaram pelas seguintes etapas:

— Desidratação: passagem por uma bateria de soluções alcoólicas variando de 10% a 100% (permanência de 24 horas em cada uma);

— Clarificação: também com permanência de 24 horas em cada, passagens sucessivas em misturas nas proporções de 3:1, 1:1 e 1:3 de álcool e xilol e finalmente xilol puro;

— Infiltração de parafina: ao xilol puro foram acrescentadas rasas de parafina que foram deixadas a dissolver lentamente, à temperatura ambiente, até à saturação; a seguir, os frascos foram levados à estufa à 60°C fazendo-se a troca gradual da mistura xilol-parafina por parafina pura líquida. Após permanência nesta última por 2 a 3 semanas, os fragmentos foram emblocados em parafina sólida.

— Microtomia, coloração e montagem das lâminas permanentes: cada um dos blocos contendo um fragmento, teve seu tamanho reduzido ao adequado para as secções em micrótomo Spencer. As secções foram consideradas em série e com 10 micrômetros de espessura. As lâminas devidamente enumeradas receberam número variável de secções que foram fixadas mediante o adesivo de Haupt. Após a secagem do adesivo, procedeu-se à coloração das secções com o corante misto safra-blau (solução alcoólica a 1% de safranina e azul de Astra nas proporções de 8:2 e 7:3. A safranina é utilizada para coloração de paredes lignificadas e o azul de Astra para paredes celulósicas. As lâminas permanentes foram feitas mediante a fixação das secções entre lâmina e lamínula com Entellan. Os aspectos anatômicos foram estudados mediante o uso de um microscópio Zeiss.

3 — RESULTADOS

3.1 ASPECTOS MORFOLÓGICOS EXTERNOS

As umidades relativas e temperaturas médias registradas durante os experimentos foram: 20,9°C e 79,8% (1.º plantio), 17,7°C e 82,5% (2.º plantio).

Os resultados dos 2 plantios encontram-se nos quadros I a III. Os resultados da análise estatística através dos contrastes ortogonais do 1.º plantio não foram apresentados dentro ao fato das diferenças entre os tratamentos de todas as comparações feitas não terem sido significativas. Aspectos gerais das estacas enraizadas são apresentadas nas Figuras 1 e 2.

QUADRO I

Fatores	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	(%)
Sobrevivência	91,66	81,25	85,42	87,50	89,58	
Calo	83,33	72,92	81,25	81,25	87,50	
Enraizamento	10,42	8,33	2,08	2,08	8,33	

QUADRO I. Médias em porcentagem do 1.º plantio (9.3 a 9.6 1980).

QUADRO II

Fatores	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	(%)
Sobrevivência	91,66	80,55	33,33	33,33	41,66	49,99	
Calo	91,66	69,44	25,00	27,78	33,33	22,22	
Enraizamento	5,55	19,44	5,55	2,77	—	5,55	

QUADRO II. Médias em porcentagem do 2.º plantio (1.8 a 1.11. 1980).

QUADRO III

	T ₁ X T ₂ a T ₆	T ₂ X T ₃ a T ₆	T ₃ T ₄ X T ₅ T ₆	T ₃ X T ₄	T ₅ X T ₆
Sobrevivência	sig.	sig.	n.sig.	n.sig.	n.sig.
Calo	sig.	sig.	n.sig.	n.sig.	n.sig.
Enraizamento	n.sig.	sig.	n.sig.	n.sig.	n.sig.

QUADRO III. Resultados do análise através dos contrastes ortogonais das médias obtidas no 2.º plantio.

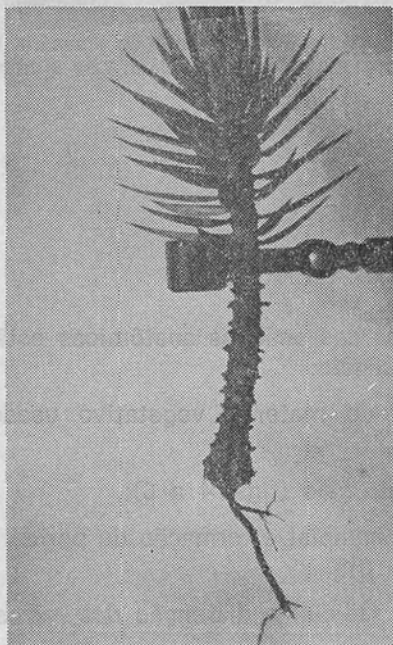


FIGURA 1. Aspecto geral de uma estaca tratada com a solução de NaOH, pH 10, t = 20 do 2.º plantio; 45 dias após o transplante.

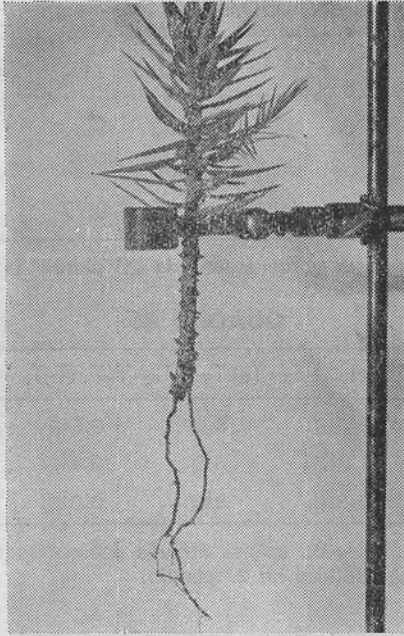


FIGURA 2. Aspecto geral de uma estaca de araucária tratada com AIA a 5.000 ppm (2.º plantio), 45 dias após o transplante.

3.2 ASPECTOS ANATÔMICOS

Os resultados das análises anatômicas estão apresentados na seguinte seqüência:

- estrutura do material vegetativo usado como estaca (fig. 3);
- aspecto do calo (figs. 4 a 6);
- atividade cambial e formação de periderme nas estacas (figs. 7 e 8);
- iniciação radicial e distensão das raízes (figs. 9 a 12);
- conexão vascular e capacidade de diferenciação das raízes formadas (figs. 13 e 14).

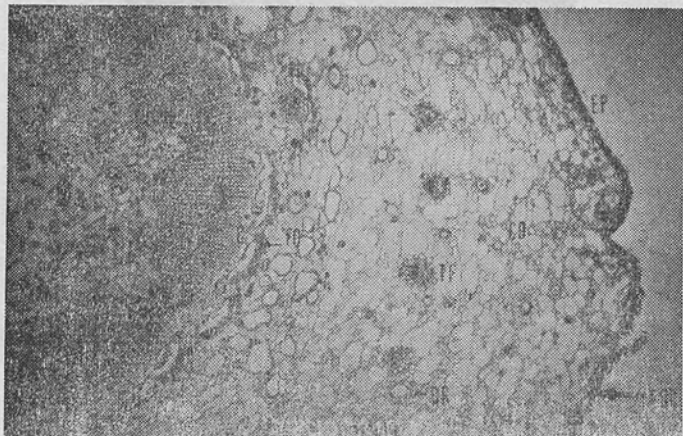


FIGURA 3. Secção transversal da base de uma estaca de araucária antes do plantio. EP — epiderme; ESC — esclerênquima; CO — cortex; A — astroesclereida; CR — canal resinífero; TF — traço foliar; FG — fibras gelatinosas; F — floema; C — cambio; X — xilema; MD — medula (40X).

FIGURA 4. Estaca de araucária tratada com AIB a 2.000 ppm com 33 dias mostrando a penetração do produto no cortex e no cambium. EP — epiderme; ESC — esclerênquima; CO — cortex; A — astroesclereida; CR — canal resinífero; TF — traço foliar; FG — fibras gelatinosas; F — floema; C — cambio; X — xilema; MD — medula (40X).



FIGURA 4. Estaca de araucária tratada com AIB a 3.000 ppm, com 55 dias, mostrando a participação do cortex e parênquima floemático na formação do calo e súber de cicatrização. CO — cortex; PC — parênquima caloso; SC — súber de cicatrização (60 X) (Secção longitudinal tangencial).



FIGURA 5. Calo de uma estaca de araucária tratada com AIB a 3.000 ppm, com 55 dias, mostrando massa vascular em continuidade com o cambio. PC — parênquima caloso; X₂ — xilema da estaca — MV — massa vascular; SC — súber de cicatrização. (60 X) (Secção longitudinal tangencial).

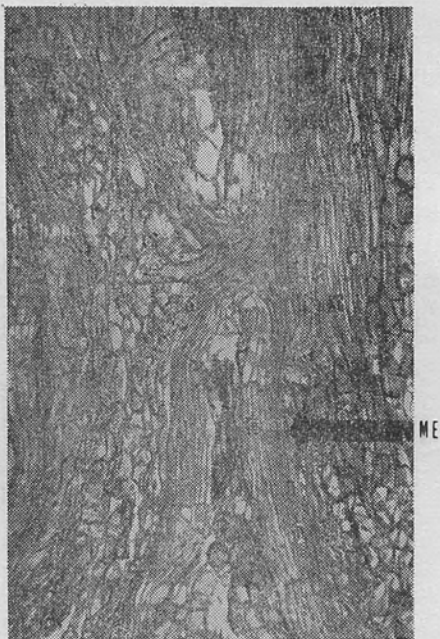


FIGURA 6. Detalhe da masa vascular no calo de uma estaca de araucária tratada com AIB a 3.000 ppm, mostrando xilema, região meristemática e tecido indiferenciado. Respectivamente XC, ME, TI (150 X) (Secção longitudinal tangencial).



FIGURA 7. Secção longitudinal tangencial da base de uma estaca de araucária tratada com AIB a 5.000 ppm, 80 dias após o plantio, mostrando a atividade cambial. X₂ — xilema da estaca; TI — tecido indiferenciado; F — floema; FG — fibras gelatinosas; CO — cortex (40 X).

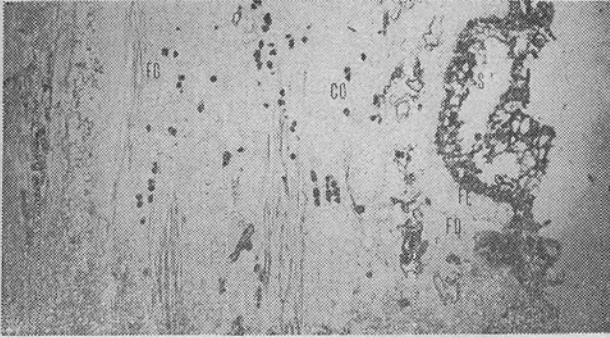


FIGURA 8. Secção longitudinal tangencial de uma estaca de araucária tratada com AIB a 5.000 ppm, 80 dias após o plantio, mostrando a formação de periderme. F — floema; FG — fibras gelatinosas; CO — cortex; FE — felogênio; S — súber; FD — feloderme (40 X).

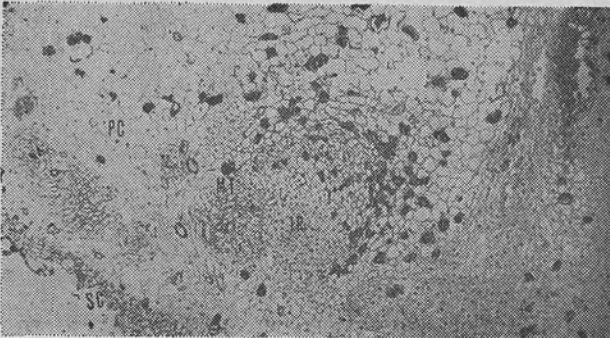


FIGURA 9. Iniciação radicial junto à massa de traqueóides numa estaca de araucária tratada com AIB a 3.000 ppm. PC — parênquima caloso, MT — massa de traqueóides; IR — iniciais de raiz; SCA — súber do calo (60 X) (Secção longitudinal tangencial).

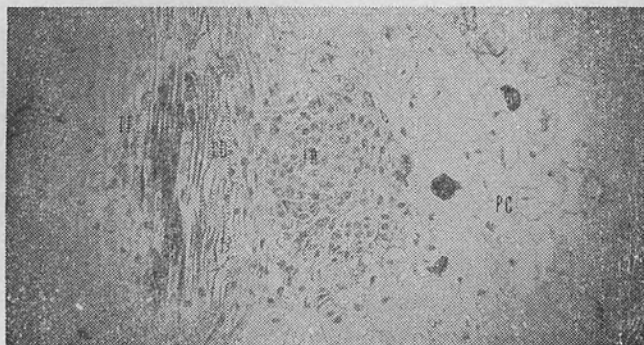


FIGURA 10. Iniciação radicial em uma estaca de araucária tratada com AIB a 3.000 ppm, junto a traqueóides derivados de um traço foliar. TF — traço foliar; TD — traqueóides; IR — iniciais de raiz; PC — parênquima caloso (150 X) (Secção longitudinal tangencial).

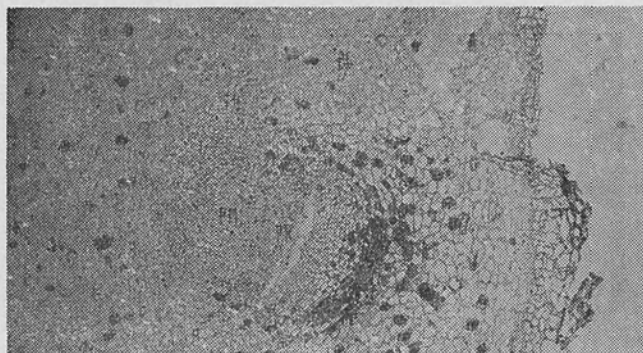


FIGURA 11. Maciço celular na formação da raiz em uma estaca de araucária tratada com AIB a 3.000 ppm. PC — parênquima caloso; TD — traqueóides; PR — primórdio radicial; PM — projeção meristemática (60 X) (Secção longitudinal tangencial).

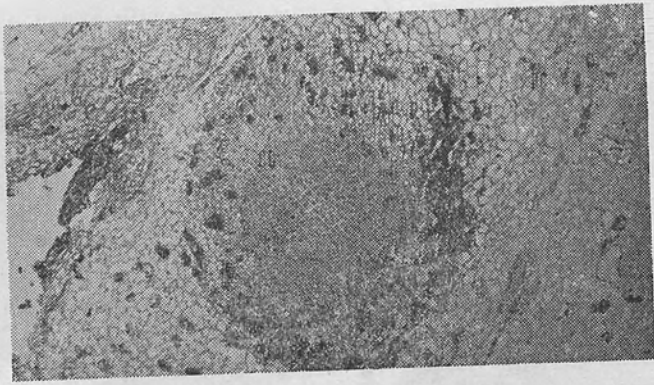


FIGURA 12. Primórdio radicial em uma estaca de araucária tratada com AIB a 3.000 ppm, em fase de alongamento e com zoneamento da casca e do cilindro central. CO — cortex; CC — cilindro central; PC — parênquima caloso (60 X) (Secção longitudinal tangencial).



FIGURA 13. Conexão de uma raiz emergida com a masa vascular do calo em uma estaca de araucária tratada com AIB a 5.000 ppm. RE — raiz emergida; CC — cilindro central; CO — cortex; MV — masa vascular do calo; PC — parênquima caloso (25 X) (Secção longitudinal tangencial).

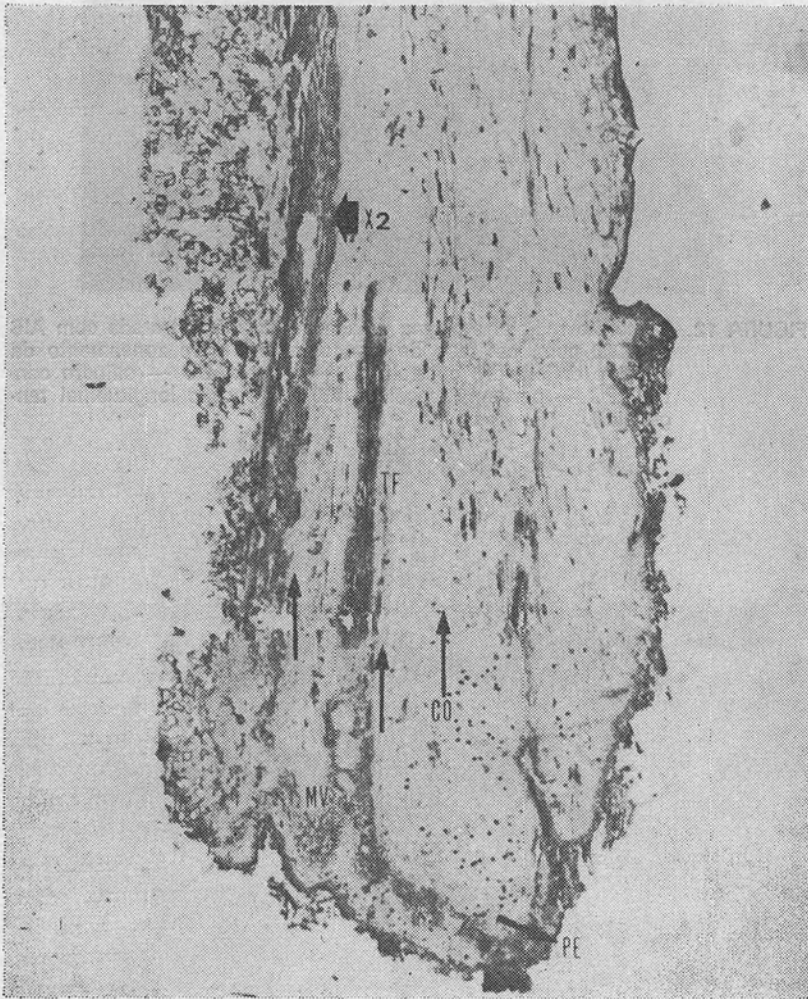


FIGURA 14. Diferenciação direcional das massas vasculares no calo, em uma estaca de araucária sem tratamento auxínico, partindo do ponto de emergência de uma raiz. PE — ponto de emergência da raiz; MV — massa vascular; PC — parênquima caloso; X₂ — xilema da estaca; TF — traço foliar; CO — cortex (25 X) (Secção longitudinal tangencial).

4 — DISCUSSÃO

A sobrevivência das estacas somente, não é garantia do seu enraizamento, mas ela é o primeiro fator a ser considerado para se alcançar este objetivo. As estacas tratadas de araucária apresentaram baixo índice de sobrevivência no segundo plantio, talvez devido aos efeitos tóxicos das auxinas nesta época, ou devido ao excesso de talco aplicado às bases das estacas. As estacas do controle e as que receberam somente o pré-tratamento do 2.º plantio e todas as estacas do 1.º plantio contudo, apresentaram alto índice de sobrevivência atestando boas condições ambientais. Da mesma maneira, apresentaram boa formação de calo, indicando também boas condições de umidade e arejamento do substrato para o enraizamento. Os resultados significantes verificados quanto ao índice de sobrevivência e formação de calo no 2.º plantio devem ter resultado dos baixos índices de sobrevivência das estacas tratadas.

O índice de enraizamento foi baixo em ambos os plantios. Este fato pode ser atribuído a vários fatores tais como: tipo de estaca, técnica inadequada de aplicação das auxinas, fator época de coleta e plantio. O fator época influi grandemente no comportamento das estacas, conforme já verificado por vários autores tais como DOSSER & HICKS⁵, KOMISSAROV¹¹, ROBERTS & FUCHIGAMI¹⁷. Estes últimos autores demonstraram que para *Pseudotsuga menziesii*, há um padrão consistente no enraizamento conforme as fases de crescimento (épocas). Com a aplicação de auxinas, o enraizamento foi menor no outono, quando a dormência das gemas era mais pronunciada; maior no inverno, quando teve início o despertar da dormência das gemas. Sem a aplicação de auxinas, o enraizamento foi maior em fevereiro e março (primavera), sendo que as gemas em crescimento, contribuíram grandemente para o enraizamento de janeiro a abril. Os autores concluíram que a capacidade de enraizamento desta espécie varia conforme a taxa de crescimento dos ramos, e que nesta espécie não há imposição endógena à atividade cambial que se manifesta mesmo na época de dormência.

A significância do índice de enraizamento das estacas do 2.º plantio que receberam somente o pré-tratamento, pode ter resultado em parte da morte das estacas tratadas com as auxinas, mas se comparada com o controle, pode realmente estar de acordo com o exposto por LEE *et alii*¹², que demonstraram o incremento do enraizamento de estacas de plantas ornamentais

de solo ácido mediante o tratamento das bases das estacas com soluções básicas.

Quanto aos aspectos anatômicos, pode-se verificar que na formação do calo há participação do câmbio (principalmente) e de vários parênquimas (cortex, medula, raios medulares). Há formação de muitos ninhos de traqueídeos dentro do parênquima do calo, pela desdiferenciação (ao acaso) de células parenquimatosas do calo, resultando na formação de um meristema que por um lado origina células que se diferenciam rapidamente em xilema e de outro, e de maneira mais lenta, deve originar floema. A atividade cambial também resulta a formação de um meristema que se estende calo adentro, formando grandes massas vasculares. Na periferia do calo forma-se uma periderme, o que seguido ESAU⁸, indica boas condições de arejamento e umidade do substrato. (Figuras 4, 5, 6, 7 e 8).

A partir dos meristemas dos ninhos vasculares é que se tem a formação das iniciais de raiz. Estas dão origem ao primórdio que se distende através do parênquima caloso, provavelmente por digestão enzimática dos tecidos, e emerge já apresentando diferenciação dos tecidos meristemáticos primários. Os aspectos descritos até agora são comuns e já foram descritos para várias espécies de Ginospermas, tais como *Picea abies* (DALGAS⁴), várias espécies de *Pinus* e outras coníferas (KOMISSAROV¹¹). (Figuras 9, 10, 11 e 12).

CAMERON & THOMSON³, encontraram em *Pinus radiata* cerca de 10 ou mais primórdios radiciais no calo, e verificaram que destes, somente 3 a 4 emergem, enquanto os outros permanecem latentes, crescendo ativamente somente quando as raízes emergidas eram eliminadas.

Este aspecto parece ser comum às estacas de araucária, pois em algumas secções foram encontrados cerca de 4-5 primórdios, mas somente 1 a 2 raízes emergidas por estaca.

Até o momento da emergência das raízes não havia ainda se estabelecido a conexão vascular entre as mesmas e o corpo da estaca. Este aspecto também já foi observado por outros pesquisadores para outras espécies de coníferas com processo de enraizamento similar. Muitos destes pesquisadores consideram este aspecto como o responsável pela mortalidade das estacas após o enraizamento. BRUTSCH *et alii*² contudo, são de opinião de que a reserva de carboidratos seja o fator mais importante para a sobrevivência das estacas com este tipo de enraizamento. Estes autores admitem ainda que a conexão vas-

culas entre a estaca e a raiz formada ocorra através da expansão bilateral das massas vasculares do calo. Enquanto isto não acontece, os produtos da fotossíntese passariam do floema da estaca para o calo e deste para as raízes através da difusão célula a célula. (Figuras 13 e 14).

Observações posteriores em estacas enraizadas de araucária transplantadas mostraram que este aspecto realmente é importante e possível, pois seis meses após, cortes manuais do calo observados em microscópio revelaram a presença de grande quantidade de amiloplastos*. Estacas sobreviventes, cerca de 4 anos após o transplante, mostraram que a raiz formada (houve somente emergência de uma) toma o aspecto de uma raiz principal com muitas raízes laterais; não ocorreu neste período de tempo a emergência de outros primórdios que podem ter se formado no calo durante o período do plantio para o enraizamento*.

A estrutura meristemática primária e a capacidade de diferenciação das raízes formadas são similares às de uma planta de origem seminal, apresentando coifa, derivada da columela; periblema que dá origem aos tecidos do cortex e pleroma, que dá origem aos tecidos do cilindro central. As raízes desenvolvidas não apresentavam pelos absorventes. A capacidade de regeneração pode ser constatada pela presença de raízes laterais quando a ponta ou parte da raiz maior são eliminadas.

5 — CONCLUSÕES

- a) O alto índice de sobrevivência e formação de calo das estacas do primeiro plantio mostraram que as condições dadas para o enraizamento das estacas que provêm de ramos superiores de indivíduos de 4 anos foram boas;
- b) Os ácidos indol-3-acético e indol-3-butírico não estimularam significativamente o enraizamento nas estacas de ramos laterais superiores de indivíduos de 4 anos, às concentrações de 3.000 e 5.000 ppm nas duas épocas consideradas;
- c) Há necessidade de estudos mais profundos quanto às exigências da espécie para a propagação através da estaca: tipos de estacas, técnicas de aplicação das auxinas, épocas de coleta e plantio, aplicação de nutrientes e condições ambientais para sobrevivência e enraizamento;

* Observações pessoais da 1.ª autora.

- d) As raízes nas estacas de araucária têm origem nos meristemas formados pela dediferenciação de células parenquimáticas do calo e que são responsáveis pela formação de ninhos vasculares encontrados no mesmo;
- e) As raízes formadas têm capacidade de diferenciação e regeneração boas e estrutura meristemática primária e primária adulta normais;
- f) O calo, devido ao tipo de enraizamento, reveste-se de particular importância nesta espécie. É formado pela atividade do câmbio e dediferenciação de células parenquimáticas. Sua estrutura é essencialmente parenquimática, suas células apresentando grande capacidade de dediferenciação.

6 — RESUMO

Estacas de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze foram tratadas com os ácidos indol-3-acético e indol-3-butírico, plantadas em areia, sob nebulização intermitente e intensidade luminosa de 2.000 lux.

As auxinas não atuaram significativamente no enraizamento das estacas. A iniciação radicial decorre da atividade do meristema resultante da dediferenciação das células parenquimáticas do calo; este resulta da atividade cambial, com a participação de outros tecidos. As raízes formadas são estruturalmente funcionais.

PALAVRAS CHAVE: estacas, auxinas, *Araucaria angustifolia*.

SUMMARY

Cuttings of *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze were treated with indole-3-acetic and indole-3-butyric acids, planted in sand, under intermittent mist, at light intensity of 2.000 lux. Auxins did not improve the rooting of cuttings. Callus resulted from cambial activity with participation of other tissues. Root initials were formed from meristems originated by dedifferentiation of parenchymatic cells of callus. Formed roots are structurally functional.

KEY WORDS: cuttings, auxins, *Araucaria angustifolia*.

RÉSUMÉ

Les boutures de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze ont été traitées par les acides indole-3-acétique et indole-3-butirique plantées en sable, maintenues sous nebulisation intermittente et à l'intensité lumineuse de 2.000 lux. Il n'y avait pas d'action significative des auxines à l'enracinement. Les callosités ont été formées par l'activité de cambium et de la différenciation de parenchymes. L'initiation racinaire a résulté du méristème qui origine les nids vasculaires de la callosité. Les racines formées sont structurellement fonctionnelles.

MOTS CLÉS: boutures, auxines, *Araucaria angustifolia*.

AGRADECIMENTOS

À Prof.^a Aracely V. Gomes pelas fotomicrografias; aos Professores Rudi A. Seitz, Guido Ferencz e Franz Wolf, pelas fotomicrografias.

7 BIBLIOGRAFIA

- 1 — BOSE, T.K. & MONDAL, D.P. Rooting of cuttings under mist. **Ind. J. Agric. Sci.**, Madras, Ind., 43(3):229-33, 1974.
- 2 — BRUTSCH, M.O. et alii. The anatomy of adventitious root formation in adult-phase pecan (*Carya illinoensis* (Wang) K. Koch) stem cuttings. **Hort. Res.**, London, 17(1):23-32, 1977.
- 3 — CAMERON, R.J. & THOMSON, G.W. The vegetative propagation of *Pinus radiata*: initiation in cuttings. **Bot. Gaz.**, Chicago, 130(4): 242-51, 1969.
- 4 — DALGAS, K.F. Anatomical studies on cuttings of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) undergoing the rooting process. **For. Tree Improvement**, Arboretet Horsholm, 5:503-20, 1973.
- 5 — DOSSER, R.C. & HICKS Jr., R. Ortet and season of collection significantly affects the rooting of river birch stem cuttings. **Tree**
- 6 — ESAU, K. **Anatomia vegetal**. 2.^a ed. Barcelona, Omega, 1972. 779 p. **Plant. Notes**, Washington, 11-12, 1972.
- 7 — FRETZ, T.A. & SMITH, S.M. **Intermittent mist propagation**. Ohio, Ohio State University Coop. Extension, 1974. 11 p.
- 8 — GREGORY, L.E. & OVERBECK, J. Analysis of the process of root formation on cuttings of difficult to root variety. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Géneva, N.Y., 27:427-33, 1975.
- 9 — HANSEN, J. & NYMANN, E. Root formation of pea cuttings in relation to irradiance of the stock plants. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, Denmark, 32(2):170-73, 1974.

- 10 — HARTMANN, H.T. & KESTER, D.E. **Propagacion de plantas: principios y practicas.** 3.ª ed. México, Continental, 1967. 693 p.
- 11 — KOMISSAROV, D.A. **Biological basis for the propagation of woody plants by cuttings.** Jerusalem, Israel Program of Scientific Translation, 1969. 250 p.
- 12 — LEE, C.I. et alii. Promotion of rooting in stem cuttings of several ornamental plants by pretreatment with acid or base. **Hortscience**, St. Joseph, Michigan, **12**(1):41-42, 1977.
- 13 — LESHEM, Y. & SCHWARZ, M. Interaction of photoperiod and auxin metabolism in rooting of **chrysanthemum morifolium** cuttings. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Gêneva, N Y , **93**:589-94, 1968.
- 14 — LOACH, K. Leaf water potential and the rooting of cuttings under mist. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, Denmark, **40**(191):191-97, 1977.
- 15 — NANDA, K.K. et alii. Seasonal rooting response of stem cuttings of some forest tree species to auxin. **Ind. For.**, Calcutra, India, **94**(2):154-62, 1968.
- 16 — OKORO, O.O. & GRACE, J. The physiology of Roorting in **Populus tremula** cuttings. I. **Carbohidrates** and photosynthesis. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, Denmark, **36**(2):133-8, 1976.
- 17 — ROBERTS, A.N. & FUCHIGAMI, L.H. Seasonal changes in auxin effects on rooting of Douglas-fir stem cuttings as related to bud activity. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, Denmark, **38**(2):215-21, 1973.
- 18 — VIEITEZ, E. & PEÑA, J. Seasonal rhytm of rooting of **Salix atrocinerea** cuttings. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, Denmark, **21**(3):344-55, 1968.