

## **ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) PELO EMPREGO DE 2,4-D E DE SACAROSE<sup>1</sup>**

Antonio Pasqualetto<sup>2</sup>  
Tocio Sedyama<sup>3</sup>  
Carlos Siqueyuki Sedyama<sup>3</sup>  
Paulo Roberto Mosquim<sup>4</sup>  
Valterley Soares Rocha<sup>3</sup>

### **1. INTRODUÇÃO**

A propagação vegetativa de plantas apresenta-se como uma técnica capaz de preservar determinadas características tidas como desejáveis na espécie.

Em soja, a melhoria dos cultivares esbarra na dificuldade de se proceder a cruzamentos, seja pelo pequeno tamanho das flores, seja pelo trabalho árduo e pacioso que é requerido. SPEHAR e GALWEY (13) sugeriram a propagação por estaquia como técnica viável para reduzir as dificuldades de propagação de plantas híbridas F1 e como uma alternativa a ser estudada.

O emprego de auxinas poderia auxiliar no enraizamento de estacas de certas espécies (9), bem como os carboidratos (17), a presença de folhas nas estacas (15), a juvenilidade (8), os genótipos (6) e os fatores do ambiente, dentre estes temperatura, umidade, estação do ano, substrato (9), irradiância (7) e nutrição mineral (3).

---

Aceito para publicação em 19/01/1994.

<sup>2</sup> Doutorando em Fitotecnia. Departamento de Fitotecnia da UFV, 36571-000 Viçosa, MG.

<sup>3</sup> Departamento de Fitotecnia da UFV, 36571-000 Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Departamento de Biologia Vegetal da UFV, 36571-000 Viçosa, MG.

Compostos fenólicos como o 2,4-D promovem o enraizamento de estacas em muitas espécies quando usados em baixas concentrações, sendo mais estáveis à luz do que outras auxinas e mais resistentes a decomposição microbiana (3).

Desse modo, objetivou-se avaliar a propagação vegetativa das variedades de soja IAC-8 e Garimpo por meio de estacas retiradas das partes mediana e apical da planta e submetidas a doses de 2,4-D e de sacarose.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com sistema de nebulização intermitente, no período de 19 de janeiro a 3 de fevereiro de 1993. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com tratamentos em fatorial 5x2x2, ou seja, doses de 2,4-D ou sacarose, variedades e tipos de estacas, respectivamente.

As estacas foram retiradas de plantas no estágio vegetativo aos 50 dias após a semeadura, apresentando aproximadamente 20 cm de comprimento, com três ou quatro nós, sendo mantida a última folha trifoliolada superior, conduzidas às soluções com as doses de 0, 5, 50 e 500 ppm de 2,4-D e 15% de sacarose. Após 12 horas, foram transferidas para plantio em substrato de areia, em caixas plásticas, onde permaneceram por 15 dias.

Durante esse período, empregou-se solução nutritiva de CLARK (4) à meia-força, a cada três dias, e realizou-se nebulização intermitente durante 15 minutos, em intervalos diurnos de 2 h 30 min e noturnos de 4 h 30 min. A cobertura da casa de vegetação possuía sombrite de náilon com 50% de retenção de luz.

Na colheita foram avaliados: percentagem de estacas enraizadas, comprimento de raízes basais, comprimento da região enraizada da estaca, peso de matéria seca das raízes e de folhas e peso total por estaca.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1a observa-se que estacas tratadas com 50 ppm de 2,4-D diminuíram a percentagem de enraizamento de ambas as variedades, concordando com BLAZICH (3), que relatou a ocorrência de severas injúrias ou morte das estacas se a concentração de compostos fenólicos como 2,4-D ultrapassa um máximo ideal para o enraizamento, que é dependente de cada espécie. Estes resultados foram semelhantes aos observados por ANAND e HEBERLEIN (2) em estacas de *Ficus infectoria* L., nas quais, mesmo empregando baixas concentrações de 2,4-D (10 µg/ml), houve

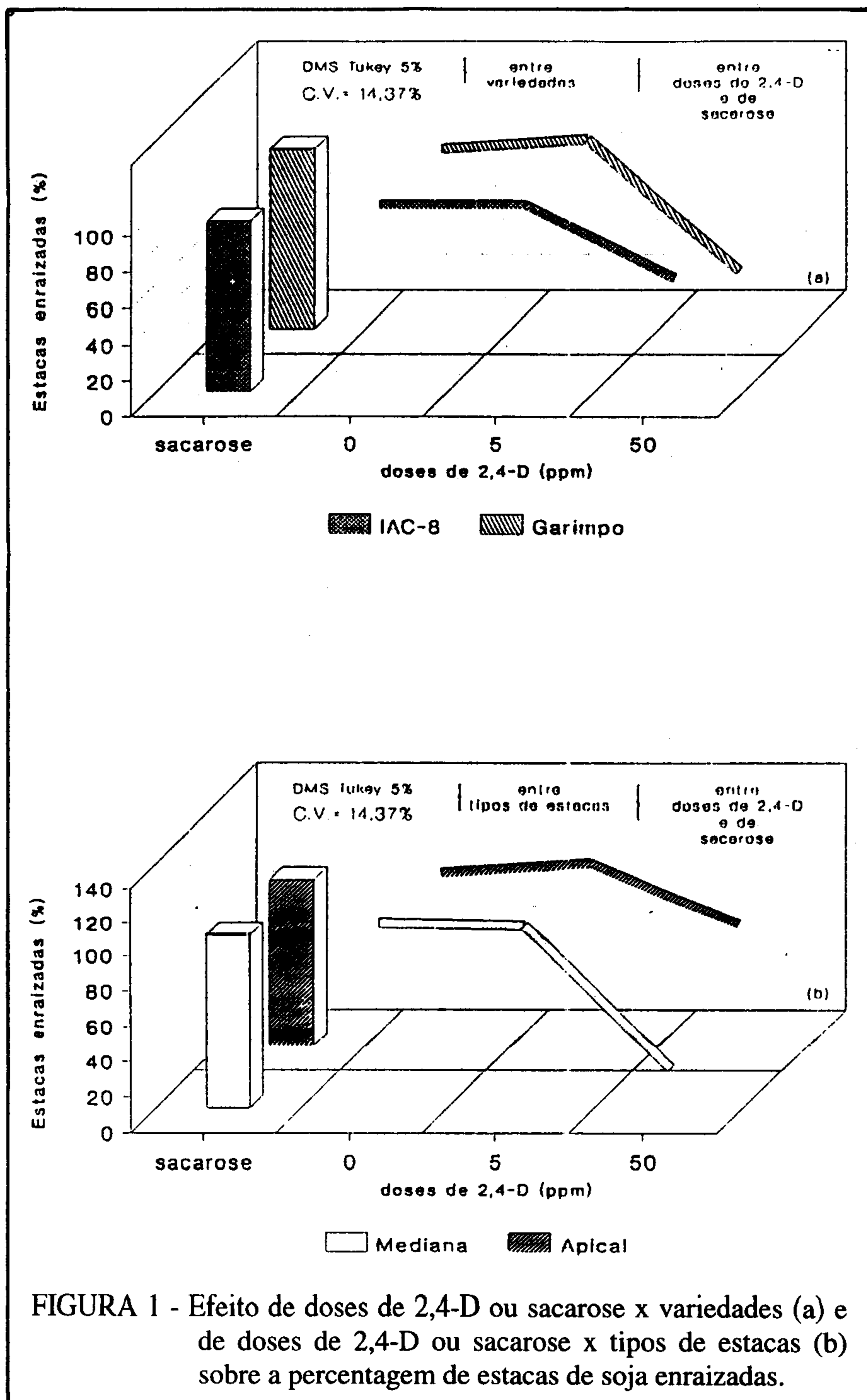


FIGURA 1 - Efeito de doses de 2,4-D ou sacarose x variedades (a) e de doses de 2,4-D ou sacarose x tipos de estacas (b) sobre a percentagem de estacas de soja enraizadas.

inibição do enraizamento. Entre variedades de soja, embora baixa, a percentagem de estacas enraizadas foi maior na IAC-8 (56,3%), o que demonstra melhor capacidade de suportar os efeitos de elevadas concentrações desse produto (50 ppm de 2,4-D).

Para alguns tipos de estacas (Figura 1b) a dose de 50 ppm de 2,4-D possibilitou que estacas apicais, embora com baixo valor (65 %), superassem as medianas (15 %), podendo isso ter ocorrido em razão da velocidade de translocação do produto, da hidratação e, ou, capacidade metabólica destes tecidos. Conforme RODRIGUES e ALMEIDA (12), ao serem absorvidas pelas folhas, as moléculas de 2,4-D difundem-se na cutícula, movimentam-se pelos espaços intercelulares e penetram no floema, seguindo o curso de nutrientes para as regiões meristemáticas apicais e as raízes. Todavia, se absorvido pelas raízes, o 2,4-D segue o curso da corrente transpiratória, pelo xilema, para a parte aérea das plantas. Esses resultados do emprego de 2,4-D também podem estar relacionados com a síntese de etileno. MULLINS (11) relata que os efeitos da auxina sobre a iniciação radicular são contrapostos por efeito inibitório da auxina induzindo etileno e que a iniciação do enraizamento seria promovida quando as taxas de produção de etileno fossem relativamente menores do que a concentração de auxina. Posteriormente, em *Vigna radiata* L., GENEVE e HEUSER (5) observaram que 2,4-D produz maiores taxas de etileno do que outras auxinas.

Na Figura 2a, verifica-se que em ambas as variedades a fitotoxicidade ocorreu mais pronunciadamente nas estacas medianas. O maior comprimento da região enraizada em estacas medianas da variedade IAC-8, na dose de 50 ppm de 2,4-D, estará associado a algumas poucas raízes emitidas acima da área completamente necrosada pelos efeitos do produto, visto que as medições dessa característica ocorreram a partir da base da estaca. Todavia, em estacas medianas, com exceção da dose de 50 ppm de 2,4-D, não se verificaram diferenças entre variedades. Houve tendência de maiores comprimentos na estaca da região enraizada à medida que foram empregadas maiores doses do produto. Conforme TAIZ e ZEIGER (14), acréscimos nas doses de auxina resultaram em maior emissão de raízes laterais. Entretanto, os efeitos fitotóxicos dificultaram ou impediram que nos primeiros centímetros da base da estaca houvesse emissão de raízes. Para BLAZICH (3), a concentração de compostos fenólicos que promovem o enraizamento freqüentemente resulta em necrose da porção basal das estacas, o que pode justificar os resultados encontrados no experimento.

O maior comprimento de raízes basais em estacas Apicais, Figura 2b, nas doses de 5 e 50 ppm de 2,4-D, pode ser decorrente da presença de mecanismos que dificultaram os possíveis efeitos fitotóxicos por

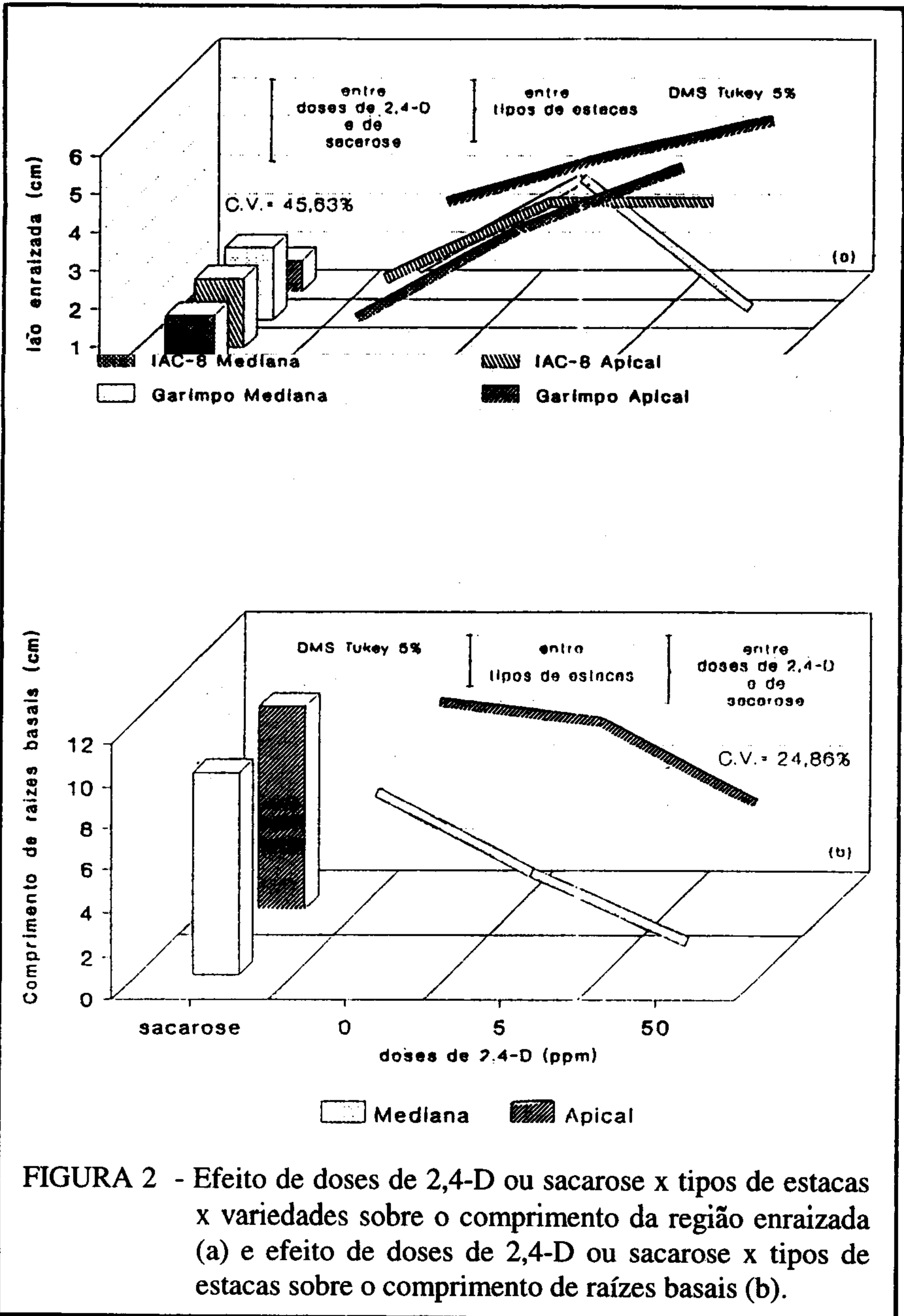


FIGURA 2 - Efeito de doses de 2,4-D ou sacarose x tipos de estacas x variedades sobre o comprimento da região enraizada (a) e efeito de doses de 2,4-D ou sacarose x tipos de estacas sobre o comprimento de raízes basais (b).

são da auxina acumulada em metabólitos fisiologicamente inativos (1); com isso, suas raízes foram mais longas e tiveram melhor desenvolvimento. Cabe ressaltar que a comparação entre a matéria fresca das estacas e a sua matéria seca, feita por ocasião da instalação do experimento (Quadro 1), demonstrou haver maiores teores de água em estacas apicais. As estacas medianas, além do baixo conteúdo de água, possuíam maior superfície foliar, o que as levaram à maior transpiração durante o período em que as suas bases foram mantidas imersas em solução. Assim, estacas medianas desenvolveram maiores tensões internas nos vasos do xilema (14), requerendo, portanto, maior absorção da solução com 2,4-D, podendo possibilitar maior concentração do produto nos tecidos. Observou-se que o 2,4-D estimulou o crescimento de calo na base das estacas, associado a numerosas raízes curtas, retorcidas, grossas e com aspecto de "toco", que, constantemente, encontravam-se fundidas. Essas formas de sistema radicular foram relatadas por BLAZICH (3), como sendo de manifestação frequente quando se utilizam compostos fenólicos objetivando enraizamento de estacas.

As estacas medianas da planta da variedade IAC-8, Figura 3a,

QUADRO 1 - Médias de matérias fresca (MFTE) e seca (MSTE) total por estaca, açúcares solúveis no caule (ASC), na folha (ASF) e amido no caule (AMC) das estacas mediana e apical de duas variedades de soja\*

Variedades	Tipos de estacas	Características				
		MFTE (g)	MSTE (g)	ASC (%)	ASF (%)	AMC (%)
IAC-8	Mediana	11,71aA	2,58aA	3,01bA	7,76aA	2,84aA
	Apical	7,44bA	1,10bA	3,77aA	4,43bA	2,65aA
Garimpo	Mediana	8,31aB	1,77aB	2,49aB	5,28aB	2,22bB
	Apical	6,51bA	0,93bB	2,25aB	3,48bA	2,64aA
C.V. (%)		7,87	8,88	7,50	12,18	9,50

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical, dentro de mesma variedade, ou maiúscula, dentro de mesmo tipo de estaca, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

permitiram maior acúmulo de matéria seca de raízes por estaca. Estas podem ter sido beneficiadas pela maior quantidade inicial de reservas (Quadro 1) e pela maior superfície foliar (Quadro 2), com conseqüente fornecimento de fotoassimilados para o desenvolvimento do sistema radicular.

Na Figura 3b, em estacas medianas, os maiores resultados ocorreram com o emprego da sacarose e da testemunha, demonstrando que, nesse caso, o 2,4-D não parece contribuir para o maior acúmulo de matéria seca de raízes por estaca.

O maior acúmulo de matéria seca de folhas por estacas ocorreu na variedade IAC-8, Figura 4a. Esta apresentou maior área foliar, determinada previamente nas características das estacas (Quadro 3), e maior peso final de matéria seca de raízes, Figura 3a, o que refletiu no desenvolvimento da parte aérea, já que são locais de intensa absorção de água e nutrientes e constituem sítio de síntese da citocinina, hormônio envolvido no desenvolvimento da parte aérea (16).

Na Figura 4b a testemunha e a sacarose possibilitaram maiores médias de acúmulo da matéria seca das folhas. Conforme Anon (1983), citado por BLAZICH (3), compostos fenólicos como o 2,4-D resultam em severas injúrias. Constatou-se inibição da formação de brotos, possivelmente em razão da translocação do produto para os locais em que se formam, além da pronunciada queda de folíolos em estacas medianas, sensivelmente maior do que nas apicais; estas últimas possivelmente por serem menos susceptíveis à fitotoxicidade do 2,4-D. O mecanismo de ação do 2,4-D é idêntico ao das auxinas, provocando intensa divisão celular no câmbio, no endoderme, no periciclo e no floema, causando tumores em meristemas intercalares, formação de raízes aéreas, multiplicação e engrossamento das raízes, rachaduras nas raízes e nos caules, formação de gemas múltiplas e hipertrofia de raízes laterais; o encurtamento do tecido internerval das folhas e a epinastia são os sintomas mais evidentes nas espécies dicotiledôneas (12). Estudos recentes demonstraram que o 2,4-D estimula a síntese de RNA e DNA em plantas tratadas com este produto (10).

Os resultados de matéria seca total por estaca encontram-se nas Figuras 5 a, b, destacando-se as estacas medianas da variedade IAC-8 com maior valor, Figura 5a. Por ocasião da coleta das estacas para a implantação do experimento foi possível observar que essas apresentavam maior peso de matéria fresca e seca total por estaca, maior conteúdo de açúcares solúveis na folha e no amido do caule (Quadro 1). Além disso, o peso da matéria seca das raízes por estaca, Figura 3b, pode ter contribuído para a absorção de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento da parte aérea e o conseqüente maior peso final de matéria seca total por estaca.

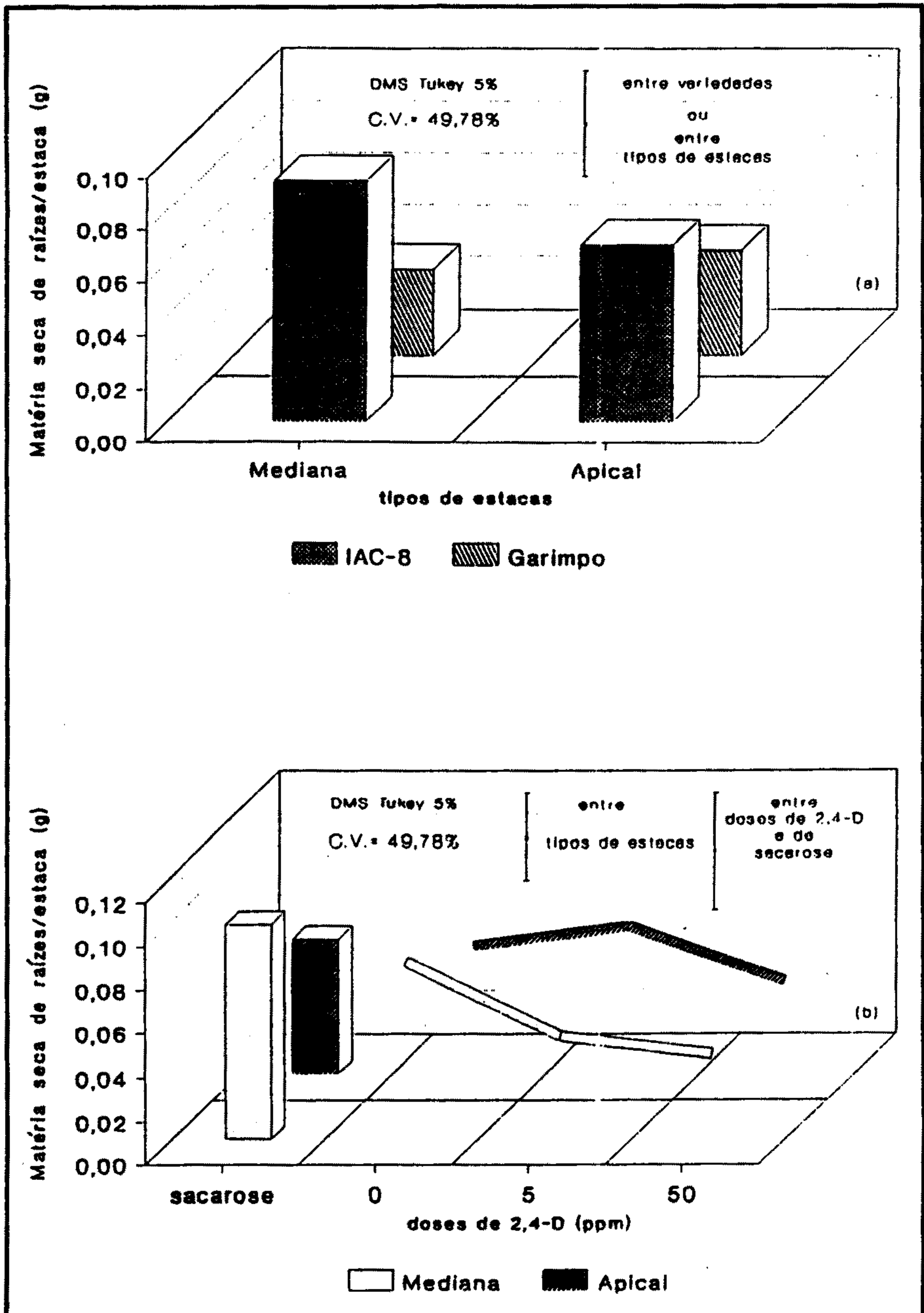


FIGURA 3 - Efeito de tipos de estacas x variedades (a) e efeito de doses de 2,4-D ou sacarose x tipos de estacas (b) sobre o peso da matéria seca de raízes por estaca de soja.



**QUADRO 2 - Médias de diâmetro das estacas (DIAE), comprimento das estacas (COME), largura (LARF) e comprimento (COMF) do folíolo central do trifólio remanescente e, amido na folha (AMF), das estacas mediana e apical da planta de soja \***

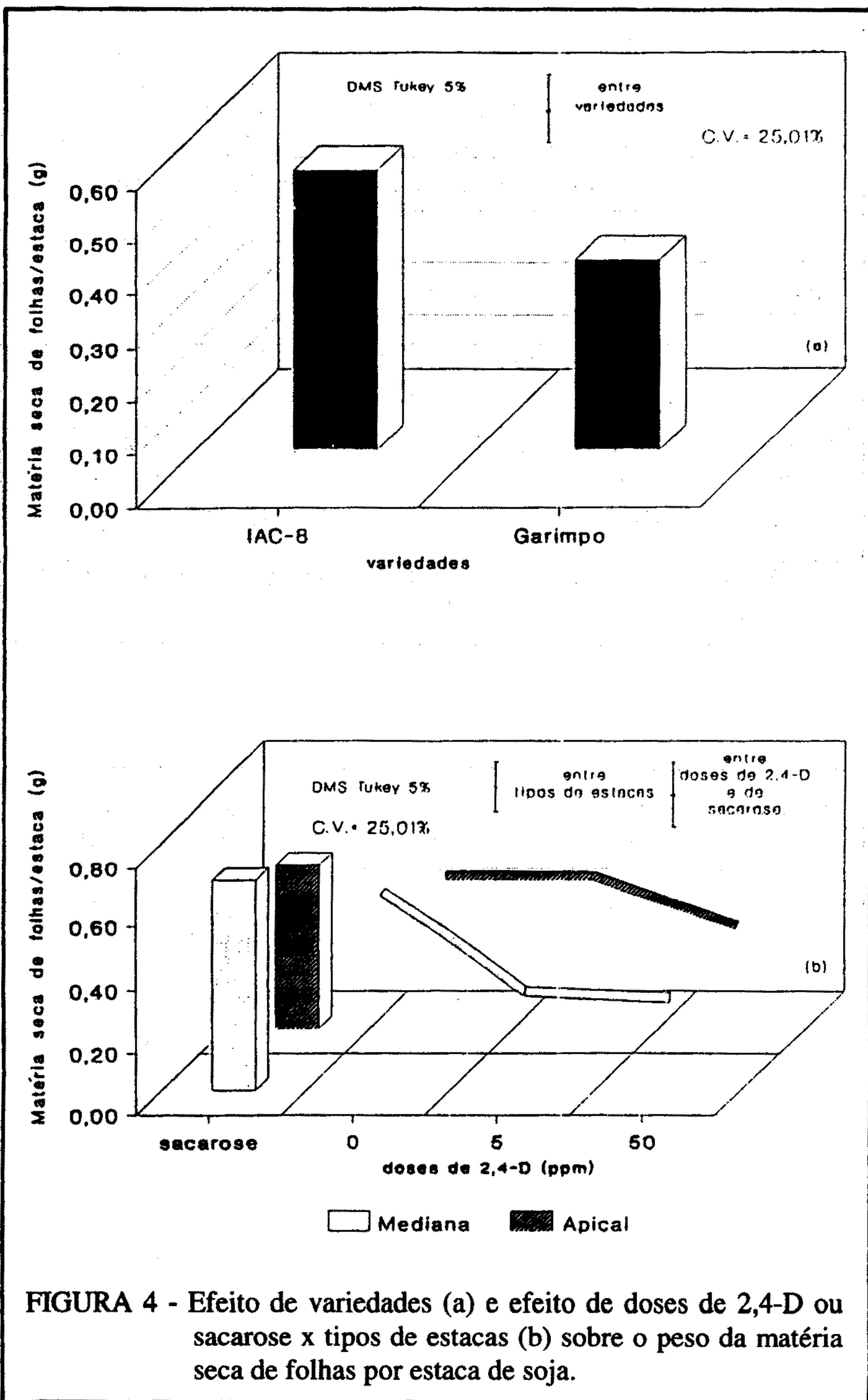
Tipos de estacas	Características				
	DIAE (mm)	COME (cm)	LARF (cm)	COMF (cm)	AMF (%)
Mediana	6,72 a	18,36 b	7,32 a	12,38 a	6,60 a
Apical	5,52 b	20,73 a	4,63 b	7,73 b	3,14 b
C.V. (%)	5,92	5,91	5,93	6,25	30,78

\* Médias na vertical, diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**QUADRO 3 - Médias de diâmetro das estacas (DIAE), comprimento de estaca (COME), largura (LARF) e comprimento (COMF) do folíolo central do trifólio remanescente das estacas de duas variedades de soja\***

Variedades	Características			
	DIAE (mm)	COME (cm)	LARF (cm)	COMF (cm)
IAC-8	6,71 a	18,49 b	6,15 a	10,58 a
Garimpo	5,54 b	20,59 a	5,80 a	9,53 b
C.V. (%)	5,92	5,91	5,93	6,25

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



**FIGURA 4 -** Efeito de variedades (a) e efeito de doses de 2,4-D ou sacarose x tipos de estacas (b) sobre o peso da matéria seca de folhas por estaca de soja.

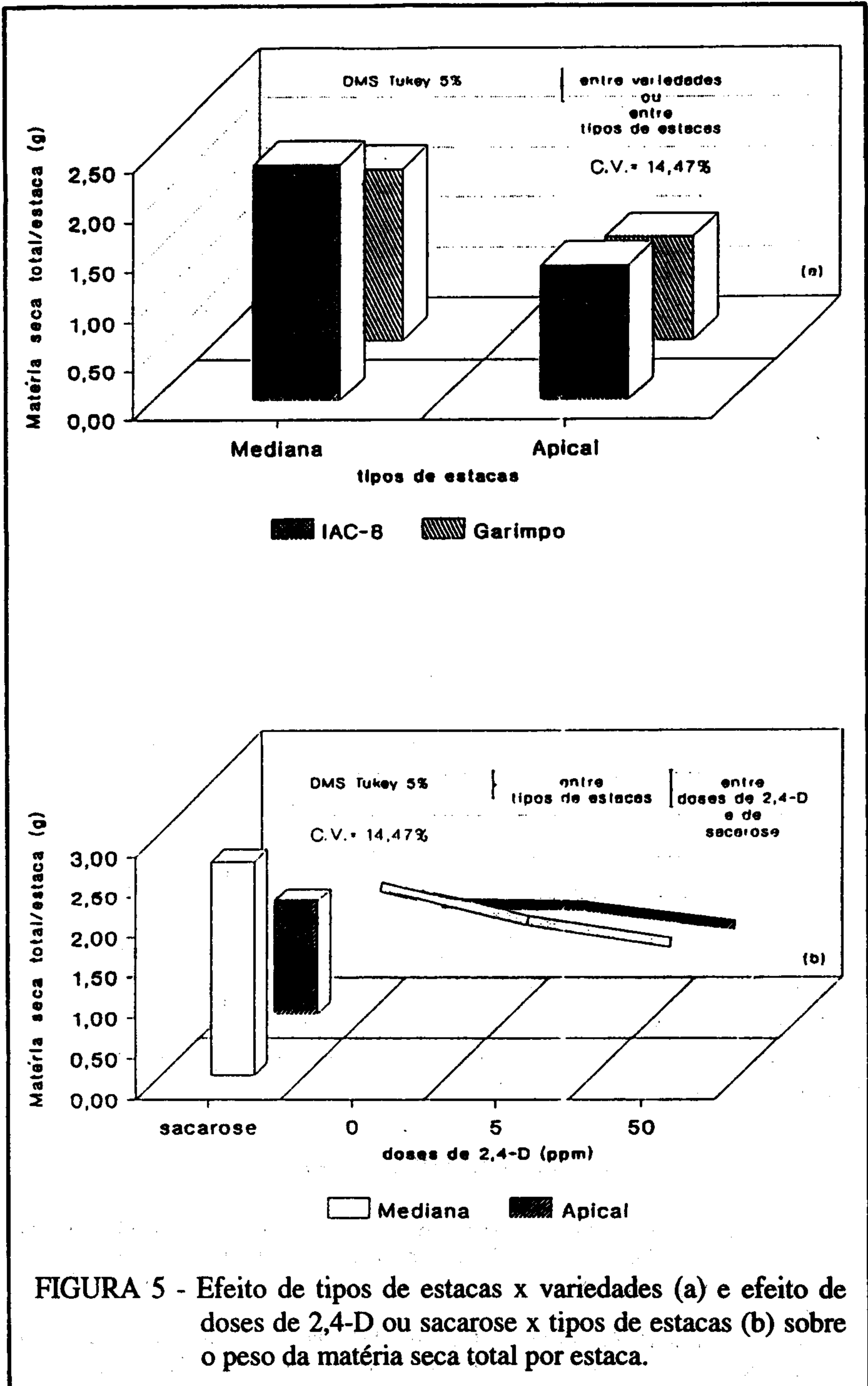


FIGURA 5 - Efeito de tipos de estacas x variedades (a) e efeito de doses de 2,4-D ou sacarose x tipos de estacas (b) sobre o peso da matéria seca total por estaca.

Na Figura 5b, 50 ppm de 2,4-D aplicados às estacas resultaram em menor peso de matéria seca total por estaca, haja vista pouca presença de raízes que se desenvolveram pouco, reduzindo globalmente o desenvolvimento da estaca, concordando com os relatos de BLAZICH (3). Quanto à sacarose, parece auxiliar para o maior acúmulo final de matéria seca total por estaca.

#### 4. RESUMO

Objetivando avaliar a propagação vegetativa das variedades de soja IAC-8 e Garimpo, por meio de estacas retiradas das partes mediana e apical da planta, submetidas às doses 0, 5, 50 e 500 ppm de 2,4-D e de 15% de sacarose, foi conduzido o experimento em casa de vegetação na Universidade Federal de Viçosa. Observou-se maior comprimento da região enraizada na estaca com acréscimos nas doses de 2,4-D até um máximo inibitório. A sacarose parece contribuir para o enraizamento. Estacas apicais demonstraram ser menos afetadas pelos efeitos fitotóxicos do 2,4-D. Concluiu-se ser possível enraizar estacas de soja de ambos os tipos ou variedades sem tratamentos adicionais.

#### 5. SUMMARY

##### (ROOTING OF SOYBEAN CUTTINGS (*Glycine max* (L.) Merrill) USING 2,4-D AND SACCHAROSE)

Aiming to evaluate vegetative propagation of cultivars IAC-8 and of Garimpo by means of median and apical cuttings submitted to 0, 5, 50, 500 ppm of 2,4-D or 15% of saccharose, this experiment was conducted in a greenhouse at the UFV. A greater root length was observed with increased quantities of 2,4-D. Saccharose seems to contribute to rooting. Apical cuttings were less affected by phytotoxic effects of 2,4-D. It was concluded that it is possible to root soybean cuttings from both cultivars without any additional treatments.

#### 6. LITERATURA CITADA

1. ANDREAE, W. A. Uptake and metabolism of indoleacetic acid, naphthaleneacetic acid, and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid by pea root segments in relation growth inhibition during and after auxin application. *Canadian J. of Botany*, 45:737-753, 1967.
2. ANAND, V. K & HEBERLEIN, G. T. Seasonal changes in effects of auxin on rooting in stem cuttings of *Ficus infectoria*. *Physiol. Plant.*, 24:330-334, 1975.

3. BLAZICH, F. A. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting *In: DUBLEY, T. R., (ed.). Adventitious root formation in cuttings.* Portland, Dioscorides Press, 1988. V.2, p. 132-149.
4. CLARK, R. B. Characterization of phosphatase of intact maize roots. *J. Agric. Food Chem., 23:458-460, 1975.*
5. GENEVE, R. L. & HEUSER, C. W. The effect of IAA, IBA, NAA and 2,4-D on root promotion and ethylene evolution in *Vigna radiata* cuttings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:202-205, 1982.*
6. GEORGIEV, Z. & VASSILEVA, B. Effect of the genotype, the stem zone and phase of development on the rooting of alfalfa cuttings. *Plant. Sci., 19:70-75, 1982.*
7. HANSEN, J. Stock plant lighting and adventitious root formation. *In: JACKSON, M. D. (ed.). New root formation in plants and cuttings.* Dordrecht, Martinus Nijhoff, 1987. p. 141-190.
8. HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. *In: DUBLEY, T. R. (ed.). Adventitious root formation in cuttings.* Portland, Dioscorides Press, 1988. V.2., p. 11-28.
9. HARTMANN, H. T. & KERSTER, D. F. *Plant propagation.* New Jersey, Prentice-Hall, 1975. 662 p.
10. LIEBL, R. Growth regulator herbicides. *In: PURDUE UNIVERSITY. Herbicide action: an intensive course on the activity, selectivity, behavior, and fate of herbicides in plants and soils.* West Lafayette, 1994, p. 217-231.
11. MULLINS, M. G. Auxin and ethylene in adventitious root formation in *Phaseolus aureus* (Roxb.) *In: CARR, R.J. (ed.). Plant growth substances,* Berlin Springer-Verlag, 1970. p. 136-141.
12. RODRIGUES, B. N. & ALMEIDA, F. L. S. de. *Guia de Herbicidas.* 3a ed. Londrina, IAPAR, 1995. 675 p.
13. SPEHAR, C. R. & GALWEY, N. W. Clonal propagation of F1 hybrids as tool in genetics studies of the soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Euphytica, 47:21-23, 1990.*
14. TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Plant Physiology.* Los Angeles, The Benjamin/Cummings, 1991. 559p.
15. Van OVERBEEK, J.; GORDON, S. A. & GREGORY, L. E. An analysis of the function of leaf in the process of root formation in cuttings. *Amer. J. Bot., 33:100-107, 1946.*
16. Van STADEN, J. & HARTY, A. R. Cytokinins and adventitious root formation *In: DUBLEY, T. R. (ed.). Adventitious root formation in cuttings.* Portland, Dioscorides Press, 1988. V. 2, p. 185-201.
17. VEIERSKOV, B. Relations between carbohydrates and adventitious root formation *In: DUBLEY, T. R., (ed.). Adventitious root formation in cuttings.* Portland, Dioscorides Press, 1988. V.2, p. 70-78.