ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CRISANTEMO
Dendranthema morifolium (RAMAT.) TZVELEV
TRATADAS COM ACIDO INDOLBUTIRICO

FRANCINE LORENA CUQUEL

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. KEIGO MINAMI

Dissertação apresentada à
Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Mestre em
Agronomia. Área de
concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA

ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

DEZEMBRO - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Cuquel, Francine Lorena

C974e Enraizament● de estacas de crisântemo (Dendranthema
morifolium (RAMAT.) TZVELEV) tratadas com ácido indolbu
tírico. Piracicaba, 1992.

66p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Ácido indolbutírico em crisântemo● 2. Crisântemo -
Estaca - Enraizamento 3. Regulador de crescimento I. Esco
la Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 635.93355

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CRISÂNTEMO
Dendranthema morifolium (RAMAT.) TZVELEV
TRATADAS COM ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

FRANCINE LORENA CUQUEL

Aprovada em : 10-12-1992

Comissão julgadora :

Prof. Dr. Keigo Minami

ESALQ / USP

Prof. Dr. Luiz Antonio Rochelle

ESALQ / USP

Prof. Dra. Maria Alice de L. B. Souza

UNESP / Botucatu

Prof. Dr. KEIGO MINAMI
Orientador

*Só aqueles que se arriscam a ir
mais longe descobrirão até onde
podem chegar.*

Santo Agostinho

A Deus

A meus Pais

A Ivana pela compreensão

A Nelson pelo incentivo

A Gian pelo carinho

A Sandra e Gilberto pela amizade

A Maria Carolina pela inspiração

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Keigo Minami, pela orientação, amizade e colaboração durante o curso.

À Universidade de São Paulo, pela oportunidade de aperfeiçoamento.

Aos colegas de Pós-Graduação, pela amizade, carinho e incentivo, em especial a Maria Laene Moreira de Carvalho, Newton do Prado Granja, Marcelo Afonso Vallim, Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias, Denise Augusta Camargo Bília, Maria Consolação de Oliveira, Gisele Herbst Vazquez, Helena Pescarim Chamma e Márcio Gomide.

Ao Departamento de Horticultura, Professores e Funcionários, que não mediram esforços, sempre dispostos e prestativos, em especial ao Professor Salim Simão e ao Técnico Agrícola Gaudencio Stenico.

Ao Instituto Ambiental do Paraná, pela oportunidade concedida, em especial ao Dr. Vitório Sorotiuk.

Ao CNPq, que prestou suporte financeiro para a realização deste trabalho.

À Schöenmaker - Van Zanten, que forneceu a infra-estrutura necessária.

A todos aqueles que de alguma forma prestaram sua colaboração.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
SUMMARY.....	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Considerações.....	3
2.2. Reguladores de crescimento.....	5
2.2.1. Indução de enraizamento.....	6
2.2.2. Ambiente para o enraizamento.....	10
2.2.3. Dosagem e tempo de exposição.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. Enraizamento de estacas.....	20
3.2. Desenvolvimento de plantas.....	24

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Enraizamento de estacas.....	29
4.1.1. Análise conjunta dos veículos...	29
4.1.2. Análise do veículo sólido.....	29
4.1.3. Análise do veículo líquido.....	32
4.2. Desenvolvimento de plantas.....	42
4.2.1. Análise conjunta dos veículos...	42
4.2.2. Análise do veículo sólido.....	43
4.2.3. Análise do veículo líquido.....	46
4.3. Análise da percentagem de pegamento....	51
4.4. Considerações gerais.....	54
5. CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 - Tipos de inflorescências de crisântemo: (A) simples, (B) anêmonas, (C) pompom, (D) decorativas e (E e F) de flores grandes.....	4
Figura 2 - Esquema de avaliação do aspecto visual das plantas através de uma escala de notas de zero a cinco.....	23
Figura 3 - Efeito das idades de transplante sobre os veículos utilizados para IBA nas notas.....	31
Figura 4 - Efeito das idades de transplante sobre os veículos utilizados para IBA no peso de matéria seca de estacas	31
Figura 5 - Efeito das doses de IBA sobre os veículos utilizados nas notas.....	34
Figura 6 - Efeito das doses de IBA sobre o veículo líquido no peso de matéria seca de estacas.....	34
Figura 7 - Efeito dos tempos de imersão sobre o veículo líquido nas notas.....	36
Figura 8 - Efeito das idades de transplante dentro das doses de IBA nas notas, veículo líquido.....	38
Figura 9 - Efeito das doses de IBA dentro das idades de transplante nas notas, veículo líquido.....	38
Figura 10 - Efeito das idades de transplante dentro dos tempos de imersão nas notas, veículo líquido.....	40
Figura 11 - Efeito dos tempos de imersão dentro das idades de transplante nas notas, veículo líquido.....	40

Figura 12 - Efeito das idades de transplante dentro dos tempos de imersão no peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.....	42
Figura 13 - Efeito dos tempos imersão dentro das idades de transplante no peso de matéria de estacas, veículo líquido.....	42
Figura 14 - Efeito das idades de transplante sobre os veículos utilizados para IBA no comprimento de plantas.....	45
Figura 15 - Efeito das doses de IBA sobre os veículos utilizados no peso de matéria seca de plantas.....	45
Figura 16 - Efeito das idades de transplante sobre os veículos utilizados no peso de matéria seca de plantas.....	49
Figura 17 - Efeito das doses de IBA sobre o veículo líquido no comprimento das plantas.....	49
Figura 18 - Efeito dos tempos de imersão sobre o veículo líquido no comprimento de plantas.....	51
Figura 19 - Efeito dos tempos de imersão sobre o veículo líquido no peso de matéria seca de plantas.....	51
Figura 20 - Efeito das doses de IBA na percentagem de pegamento das plantas, veículo sólido....	52
Figura 21 - Efeito das doses de IBA na percentagem de pegamento das plantas, veículo líquido...	53
Figura 22 - Efeito dos tempos de imersão na percentagem de pegamento das plantas, veículo líquido.....	53

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Critérios adotados para atribuir notas às estacas enraizadas.....	23
Tabela 2 - Esquema da análise estatística realizada individualmente para cada idade de transplante para o veículo líquido.....	25
Tabela 3 - Esquema da análise estatística realizada individualmente para cada idade de transplante para o veículo sólido.....	26
Tabela 4 - Esquema da análise estatística realizada em conjunto nas três idades de transplante para o veículo líquido.....	26
Tabela 5 - Esquema da análise estatística realizada em conjunto nas três idades de transplante para o veículo sólido.....	26
Tabela 6 - Teste F para contrastes do veículo líquido x sólido, para notas e peso de matéria seca de estacas.....	29
Tabela 7 - Análise de variância realizada em conjunto nas três idades de transplante, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo sólido.....	30
Tabela 8 - Análise de regressão polinomial, efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idade de transplante, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo sólido.....	30
Tabela 9 - Análise de variância realizada em conjunto nas três idades de transplante, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.....	32
Tabela 10 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idades de transplante, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.....	33

Tabela 11 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de doses de IBA, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.....	34
Tabela 12 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de tempos de imersão em IBA, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.	35
Tabela 13 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idades de transplante dentro das doses de IBA, para notas, veículo líquido.....	37
Tabela 14 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de doses de IBA dentro de idades de transplante, para notas, veículo líquido.....	37
Tabela 15 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idades de transplante dentro de tempos de imersão em IBA, para notas, veículo líquido.....	39
Tabela 16 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de tempo de imersão dentro de idades de transplante, para notas, veículo líquido.....	39
Tabela 17 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idades de transplante dentro de tempos de imersão em IBA, para peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.....	41
Tabela 18 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de tempo de imersão dentro de idades de transplante, para peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.....	41

Tabela 19 - Teste F para contrastes do veículo líquido x sólido para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas.....	43
Tabela 20 - Análise de variância realizada em conjunto nas três idades de transplante, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo sólido..	44
Tabela 21 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idade de transplante, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo sólido.....	44
Tabela 22 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de doses de IBA, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo sólido.....	45
Tabela 23 - Análise de variância realizada em conjunto nas três idades de transplante, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo líquido.	46
Tabela 24 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idades de transplante, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo líquido.....	47
Tabela 25 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de doses de IBA, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo líquido.....	48
Tabela 26 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de tempos de imersão em IBA, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo líquido.....	50

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BALANC.	Balanceada
C. VARIAÇÃO	Causa de variação
C.V.	Coeficiente de variação
COMP.	Comprimento médio de 6 plantas
IAA	Ácido indolacético
IBA	Ácido indolbutírico
LÍQ.	Líquido
MIN	Minutos
NAA	Ácido alfa-naftalenoacético
NOTAS	Soma de notas de 6 estacas
PSESTACA	Peso de matéria seca de 6 estacas
PSPLANTA	Peso de matéria seca de 6 plantas
REG. LINEAR	Regressão linear
REG. QUAD.	Regressão quadrática
SEG	Segundos
SÓL.	Sólido

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CRISÂNTEMO
(*Dendranthema morifolium* (RAMAT.) TZVELEV)
TRATADAS COM ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

Autora: FRANCINE LORENA CUQUEL

Orientador: PROF. DR. KEIGO MINAMI

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o propósito de avaliar a qualidade do enraizamento de estacas de crisântemo tratadas com ácido indolbutírico (IBA) em diversas dosagens e tempos de imersão, sob dois veículos distintos e transplantadas em três idades diferentes e seus efeitos posteriores no desenvolvimento de plantas.

Estacas de crisântemo do cultivar Yellow Reagan 622 foram tratadas com IBA nas dosagens de 0, 500, 1000 e 2000 ppm. Foram utilizados dois veículos para o regulador de crescimento, sólido (talco) e líquido (água destilada). Para o veículo líquido foram testados os tempos de imersão de 5 segundos (tratamento rápido), 30 minutos, 60 minutos e 90 minutos.

As estacas foram submetidas ao enraizamento em estufa de polietileno equipada com sistema de nebulização e iluminação artificial.

Foram efetuadas avaliações do aspecto visual e do peso de matéria seca das estacas enraizadas com 10, 12 e

14 dias de enraizamento.

Adicionalmente, foram transplantadas mudas, que receberam os mesmos tratamentos com IBA, após 10, 12 e 14 dias de enraizamento, para o local de desenvolvimento de plantas, onde permaneceram até o momento de colheita das flores. Nestas condições foram feitas avaliações do comprimento e do peso de matéria seca das plantas.

A análise dos dados e a interpretação dos resultados do presente trabalho permitem concluir que:

- O enraizamento de estacas de crisântemo é dependente da dosagem de IBA, do tempo de imersão, do veículo utilizado e das idades de transplante.
- Resultados superiores são verificados nas combinações que envolvem dosagens entre 0 e 500 ppm de IBA e imersões rápidas, de 5 segundos até um máximo de 30 minutos.
- O veículo sólido é mais eficiente que o veículo líquido.
- Para o veículo líquido melhores resultados são obtidos na ausência de IBA.
- Respostas diferentes aos tratamentos são verificadas durante as fases de enraizamento de estacas e desenvolvimento de plantas. Na primeira fase o transplante aos 14 dias é mais eficiente, porém, com o desenvolvimento das plantas, o transplante aos 12 dias é aquele que apresenta melhores resultados.

CHRYSANTHEMUM (*Dendranthema morifolium* (RAMAT.) TZVELEV)
CUTTING ROOTING TREATED WITH INDOLEBUTYRIC ACID

Author: FRANCINE LORENA CUQUEL

Adviser: PROF. DR. KEIGO MINAMI

SUMMARY

The present study was carried out in order to evaluate chrysanthemum cutting rooting quality treated with indolebutyric acid (IBA) at several doses and immersing times, on two methods and transplanted at three different ages and its further effects on plant development.

Yellow Reagan 622 chrysanthemum cuttings were treated with IBA at doses of 0, 500, 1000 e 2000 ppm. Two methods were employed with the growth regulator: powder (talc) and dip (purified water). For the dip method immersing times of 5 seconds (quick treatment), 30, 60 and 90 minutes were tested.

Cuttings were submitted to rooting in an polyethylene greenhouse equipped with mist system and artificial lighting.

Evaluations on the visual aspect and dry matter weight were carried out on the 10th, 12th e 14th rooting days.

In addition, plants which received the same IBA treatments were transplanted after 10, 12 and 14 days of rooting, to the plant development site, where they remained until flowers harvest. Under such conditions evaluations were made on the plant lenght and dry matter weight.

Data and results analysis of this work allows one to conclude that:

- Chrysanthemum cutting rooting is dependent on the doses of IBA, on immersion time, on methods and on transplanting ages.
- The best results are obtained at the combinations between 0-500 ppm doses and IBA immersion within quick treatments from 5 seconds up to the maximum of 30 minutes.
- The powder method is more efficient than the dip one.
- For the dip method the best results are obtained in the absence of IBA.
- Different responses to treatment are observed during cutting rooting and plant development stages. On the first stage, transplanting with 14 days is the most effective; however, the best plant development is obtained with the 12th day transplanting.

1. INTRODUÇÃO

O crisântemo, *Dendranthema morifolium* (Ramat.) Tzvelev, é uma planta cultivada principalmente como ornamental, devido às suas belas inflorescências, com uma infinidade de formas e cores, fazendo com que seja uma das principais flores no mercado.

Originário do Extremo Oriente, é cultivado na China e no Japão há mais de 1200 anos, destacando-se mundialmente entre as plantas ornamentais comercializadas como flores de corte.

O seu cultivo encontra-se estabelecido no Brasil há cerca de 50 anos, tendo particular expressão nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Constitui uma importante fonte de renda para parte da população rural da Grande São Paulo e de outros município próximos à capital, como Atibaia, Campinas, Ibiúna e Jaguariúna, entre outros.

O retorno econômico obtido com a produção e o comércio de crisântemos tem contribuído para o seu desenvolvimento. A tecnologia utilizada pelos maiores produtores é aquela importada da Europa, para onde se destinam parte da produção de material de propagação e de flores produzidas.

Os mercados interno e externo têm se mostrado receptivos às plantas ornamentais produzidas no Brasil, requerendo dos produtores um grau de conhecimento cada vez maior, em especial no que diz respeito a padronização, em virtude das exigências impostas pelos consumidores.

Apesar da existência deste quadro favorável, a pesquisa ainda dispõe de poucas informações para a otimização da produção de crisântemo a nível nacional, com tecnologia adaptada às nossas condições. Um destes pontos refere-se ao processo de propagação, onde o enraizamento de estacas é fundamental para o estabelecimento de culturas mais precoces e uniformes.

Precocidade é uma das características mais desejáveis durante o processo de enraizamento de estacas herbáceas. Isto se deve aos elevados custos de implantação e manutenção das estruturas de propagação, onde o enraizamento se processa.

Visando obter maiores precocidade e homogeneidade no enraizamento de estacas, aplicações de reguladores vegetais, principalmente ácido indolbutírico (IBA), têm sido efetuadas pelos produtores de mudas.

Este trabalho visa avaliar a qualidade do enraizamento de estacas de crisântemo, tratadas com IBA sob diversas dosagens e tempos de imersão, utilizando-se dois veículos e transplantadas em três idades distintas e seus efeitos posteriores no desenvolvimento de plantas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações

O crisântemo é uma planta que possui mais de 7000 cultivares destinados a ornamentação, os quais são comercializados em dúzias, maços, flor única ou envasados.

ANDERSON (1987), discutindo a reclassificação do gênero *Chrysanthemum* L., sugere a adoção da nomenclatura proposta por diversos autores como *Dendranthema morifolium* (Ramat.) Tzvelev, o que já se verifica nos trabalhos mais recentes.

Segundo o sistema de classificação de Cronquist de 1981, o crisântemo pertence a divisão *Magnoliophyta*, classe *Magnoliopsida*, subclasse *Asteridae*, ordem *Asterales*, família *Asteraceae*. Esta família foi anteriormente classificada por Engler, em 1964, como *Compositae* (ROCHELLE et al., 1990).

O que é conhecido popularmente como "flor de crisântemo", nada mais é do que uma inflorescência do tipo capítulo, a qual, segundo KOFRANEK (1980), é classificada em: simples, anêmonas, pompom, decorativas e de flores grandes (Figura 1).

Figura 1 - Tipos de inflorescências de crisântemo: (A) simples, (B) anêmonas, (C) pompom, (D) decorativas e (E e F) de flores grandes.

O crisântemo, por ser um complexo híbrido, segrega facilmente quando propagado por sementes (KOFRANEK, 1980), sendo propagado comercialmente por estaquia de folha. Para que a propagação por estaquia se processe é essencial o enraizamento do material, sem o que é impossível obter-se uma nova planta.

O desenvolvimento e diferenciação de raízes na propagação de plantas por estaquia dependem de diversos fatores, tais como características intrínsecas da espécie, tipo de estaca, ambiente de enraizamento e presença de indutores (HARTMAN & KESTER, 1983).

2.2. Reguladores de crescimento

LAURIE & RIES (1942) citam que a ação de indutores de enraizamento foi sugerida pela primeira vez por Sachs em 1880, o qual propôs que substâncias produzidas nas folhas e brotos são translocadas para a base da estaca, estimulando a formação de raízes nesta área. Estes mesmos autores citam que em 1934 Thimann & Went identificaram a substância relatada por Sachs como uma auxina, o ácido indolacético (IAA). Segundo AVERY & JOHNSON (1947), muitas substâncias atuam induzindo formação de raízes adventícias, a maioria do grupo das auxinas, como o ácido indolbutírico (IBA), o ácido alfa-naftalenoacético (NAA) e o ácido indolacético (IAA). Em 1951 Thimann propôs a uniformização da nomenclatura usada na área ficando estas substâncias

exógenas denominadas de reguladores de crescimento (MAHLSTEDE & HABER, 1957).

O IBA é a substância que geralmente produz melhores resultados (LAURIE & RIES, 1942; JANICK, 1966 e WEAVER, 1972), seguida pelo NAA e depois pelo IAA (WEAVER, 1972; BLEASDALE, 1984; SALISBURY & ROSS, 1985 e JARVIS, 1986). Segundo AUDUS (1963), os melhores resultados são devidos a menor mobilidade e maior estabilidade química do IBA no corpo da estaca. O autor faz certas restrições ao uso de IAA por sua alta mobilidade, que pode levá-lo às porções superiores da estaca, resultando em inibição do desenvolvimento das gemas laterais, além da sua baixa estabilidade química. O NAA, apesar de ter propriedades similares ao IBA, tem o inconveniente de ter a concentração ideal para a indução do enraizamento das estacas muito próxima daquela que lhe é tóxica.

2.2.1. Indução de enraizamento

A formação de raízes adventícias em estacas se inicia a partir de certo grupo de células, chamadas de células iniciadoras de raízes, um meristema secundário que por divisões mitóticas forma pequenos conjuntos celulares que continuam a se dividir, diferenciando-se e formando os primórdios radiculares que ligam seus vasos vasculares aos vasos vasculares adjacentes. Em seguida, por crescimento, o primórdio atravessa o córtex e emerge na epiderme, constituindo a nova raiz (HARTMANN & KESTER, 1983).

Segundo BLEASDALE (1984), as auxinas exercem sua função na diferenciação celular, para a formação do calo na extremidade basal da estaca. A diferenciação de um meristema em um primórdio de raiz é o primeiro passo para a formação de raízes adventícias (WEAVER, 1972). O tipo de diferenciação que se produz num meristema dependerá da proporção entre auxina e citocinina, entre outras substâncias, como a adenina, que estimulam a divisão celular. Quando a quantidade de auxina é alta em relação a citocinina ou a adenina, são formados primórdios radiculares; quando é intermediária, só há formação de calo e quando é baixa, não existe nem formação de calo nem enraizamento, apenas gemas foliares (SKOOG & TSUI, 1951).

Segundo HARTMANN & KESTER (1983), aplicações exógenas de auxina proporcionam maior percentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento. O uso de reguladores de crescimento para induzir o enraizamento difere em sua ação de acordo com a espécie e com o cultivar. Enquanto que algumas espécies enraizam muito melhor com a sua aplicação, outras respondem fracamente ou ainda adversamente (CHRISTOPHER, 1958).

Diversos autores citam que o crisântemo responde a reguladores de crescimento para indução do enraizamento, como CHADWICK & KIPLINGER (1938); MITCHEL & MARTH (1950); KAUKOVIRTA (1962); SAMANANDA *et al.* (1972); WEAVER (1972); KOFRANEK (1980); SHIN & LEE (1980); HARTMANN & KESTER (1983); CHMIEL (1985) e SANDERSON *et al.* (1988),

embora outros, como STOUTEMYER (1938) e LAURIE & RIES (1942), considerem que o crisântemo não responde bem ao tratamento com reguladores de crescimento. As diferenças nas respostas a aplicação de reguladores de crescimento em crisântemo podem ser explicadas segundo SAMANANDA *et al.* (1972) pelas diferenças entre cultivares. HARE (1981) e JERZY & STEP CZYNSKA (1982), trabalhando com diversos cultivares de crisântemo relatam diferenças significativas de enraizamento de estacas em função do cultivar.

JANICK (1966) observa que algumas espécies podem ter o seu enraizamento dificultado, não por apresentarem baixos níveis de auxina endógena, mas por apresentarem inibidores de enraizamento; trabalhos com estacas de videira de difícil enraizamento mostram que a lavagem em água remove estes inibidores.

Hess ¹, citado por WEAVER (1972), estudando diferenças na capacidade de enraizamento de formas juvenis de hera (*Hedera helix*) e crisântemo, afirma que as estacas juvenis são fáceis de enraizar, enquanto que as estacas maduras de alguns cultivares são mais difíceis, embora as diferenças não se devam a falta de auxina, nem a presença de inibidores.

¹HESS, C. E. [Naturally occurring substances wich stimulate root initiation]. In: NITSCH, J. P. REGULATEURS NATURELS DE LA CROISSANCE VÉGÉTALE. Paris, C.N.R.S., 1964. p.517-27.

STOLTZ (1968), em trabalhos com dois cultivares de crisântemo com diferenças na capacidade de enraizamento, pôde observar que o nível de auxina endógena não apresenta boa correlação com a iniciação de raízes. Entretanto, ao analisar o teor de açúcar total e amido, constatou correlação positiva com a capacidade de enraizamento dos dois cultivares. Diversos autores (WEAVER, 1972; HARTMANN & KESTER, 1983 e JARVIS, 1986) citam que alguns cofatores, como carboidratos, compostos nitrogenados, vitaminas e compostos inorgânicos, são essenciais ao enraizamento, atuando em conjunto com as auxinas.

A presença de folhas nas estacas exerce influência estimuladora na formação de raízes. Os carboidratos que resultam da atividade fotossintética nas folhas contribuem para a formação dessas raízes. O efeito estimulante das folhas e gemas se deve, contudo principalmente a produção de auxina. Estes órgãos são poderosos produtores de auxina e os efeitos são observados diretamente abaixo da folha ou gema, indicando que existe um transporte polar do ápice para a base (HARTMANN & KESTER, 1983). Alta relação entre carbono e nitrogênio (C/N) também favorece a indução do enraizamento (HAISSIG, 1986).

Com a evolução da pesquisa foram descobertas novas substâncias que incrementam o crescimento de raízes, como o etileno. SAMANANDA et al. (1972) observaram que estacas de crisântemo têm o enraizamento aumentado quando tratadas com etileno. KAWASE (1973, 1976) obteve resultados

semelhantes, observando melhor enraizamento para estacas de crisântemo quando imersas em água por 20 horas. Com este processo ocorre um bloqueio à difusão do etileno para fora dos tecidos, resultando maiores concentrações internas de etileno, estimulando assim a formação de raízes.

2.2.2. Ambiente para o enraizamento

O sucesso na aplicação de reguladores de crescimento, para enraizamento de estacas, depende de uma complexa interação entre fatores endógenos e ambientais (LAURIE & RIES, 1942; RIEHL, 1957; ODOM & CARPENTER, 1965 e WEIGEL *et al.*, 1984). O uso de reguladores de crescimento não dispensa a necessidade de outras práticas, tais como seleção de material de propagação, seleção de um bom substrato, manutenção de suficientes níveis de umidade, escolha de luz, aeração e temperatura, todas as quais pré-requisitos para uma ótima iniciação de raízes (WEAVER, 1972).

Segundo BAUTISTA (1983), na propagação de plantas por estaquia, é fundamental a manutenção das estacas sem que ocorra o apodrecimento ou murchamento das mesmas, até que haja a regeneração de um novo indivíduo. Condições essenciais de temperatura (não maiores que 27°C), alta umidade relativa do ar (85 a 100%), luminosidade, aeração e drenagem do meio de enraizamento devem ser mantidas. Ainda que as estacas possam absorver pequena quantidade de água

através da extremidade cortada, esta não é suficiente para repor a quantidade normalmente perdida através da transpiração.

Temperaturas excessivamente elevadas durante o enraizamento tendem a estimular o desenvolvimento das gemas antecipadamente ao desenvolvimento das raízes (HARTMANN & KESTER, 1983).

A umidade relativa do ar pode ser mantida alta pela nebulização, onde uma névoa fina é aspergida sobre as estacas várias vezes durante o dia. Por este processo também se reduz a temperatura do ar e da folha, fatores que induzem a diminuição da transpiração, o que impede a desidratação dos tecidos (HARTMANN & KESTER, 1983).

A percentagem de enraizamento pode ser aumentada pela melhoria das relações hídricas. Assim, estacas herbáceas tratadas com reguladores de crescimento, sob certas condições ambientais, permanecem túrgidas, enraizando mais intensamente, enquanto que as não tratadas murcham (LAURIE & KIPLINGER, 1948 e HARTMANN & KESTER, 1983).

RIEHL (1957), tratando estacas de crisântemo com reguladores de crescimento, relata que as diferenças entre estacas tratadas e não tratadas são maiores quando o conteúdo de umidade relativa do ar é reduzido e a temperatura do ar e intensidade luminosa são aumentadas.

Segundo Loach ², citado por LOACH (1988), durante o verão, déficits hídricos ocorrem diariamente em muitos sistemas de propagação e podem ser de tal magnitude que afetem a iniciação de raízes. Nas condições de inverno a situação reversa freqüentemente ocorre, uma excessiva turgescência, particularmente na base da estaca, pode reduzir o enraizamento. Assim, existe uma faixa ótima de condições ambientais para permitir uma adequada turgescência. Na prática, o meio de propagação é controlado através da cobertura da estrutura, variação da umidade e regulação da temperatura através de aquecimento ou resfriamento.

MOVCHAN (1979) verificou que estacas de crisântemo tratadas com IBA a 100 ppm por 6 horas tiveram melhor enraizamento que a testemunha não tratada, pela redução da taxa de transpiração pós-transplante, aumento da capacidade de retenção de água e diminuição da permeabilidade dos tecidos.

A escolha do substrato adequado exerce influência no enraizamento de estacas de crisântemo,

²LOACH, K. Water relation and rooting. In: DAVIES, T. D. ; SANKHLA, N. ; HAISSIG, B. E, ed. Adventitious root formation on cuttings. Portland, Dioscorides Press, 1987.

alterando a eficiência dos reguladores de crescimento utilizados (KAUKOVIRTA, 1962), seja por apresentar estrutura física mais propícia, seja por influenciar a capacidade de retenção de água. RIEHL (1958), trabalhando com estacas de crisântemo tratadas com reguladores de crescimento em concentrações idênticas, verificou efeitos benéficos, neutros ou prejudiciais de acordo com o teor de umidade no substrato. Tratamentos com reguladores de crescimento sob baixos níveis de umidade no substrato ocasionaram piores resultados quando comparados com estacas não tratadas que permaneceram sob altos níveis de umidade. O autor considera, em virtude disto, que alguns resultados observados por muitos pesquisadores no passado, aparentemente contraditórios, podem ser explicados pelas condições de cultivo.

Segundo KOFRANEK (1980), plantas matrizes de crisântemo devem ser mantidas sob dias longos (maior que 14.5 horas de luz), através da iluminação suplementar com lâmpadas incandescentes ou fluorescentes. Há evidências que o fotoperíodo em que se desenvolve a planta-mãe exerce influência no enraizamento de estacas, obtendo-se melhor enraizamento em fotoperíodos que favoreçam o acúmulo de carboidratos (HARTMANN & KESTER, 1983).

POL (1988) verificou que estacas de crisântemo têm seu enraizamento favorecido quando armazenadas antes do plantio no escuro e sob baixas temperaturas (7-21 °C), por um período de 7 dias. WEIGEL (1984) cita que Sachs em fins

do século passado, observou que a formação de raízes pode ser estimulada através de estiolamento, relatando um efeito inibitório da luz na indução do enraizamento. Em crisântemo, a iniciação de raízes ocorre com maior intensidade com o aumento natural do comprimento do dia (STOLTZ, 1968). Segundo KOFRANEK (1980), durante o período de enraizamento as estacas devem permanecer sob condições de dias longos, isto é, mais que 14,5 horas. Para tanto, devem sofrer iluminação artificial através de lâmpadas incandescentes ou fluorescentes, visando suplementar a duração do dia.

JERZY et al. (1979) observaram, em estacas de crisântemo, que a luz influencia diretamente a atividade dos reguladores de crescimento exógenos (IBA, NAA e IAA). Enraizadas sob dias longos e alta intensidade luminosa, o efeito dos reguladores de crescimento foi acentuado. Enquanto que sob dias curtos e baixa intensidade luminosa, o efeito dos reguladores de crescimento foi retardado.

CHMIEL (1985), em experimento aplicando NAA, IBA e IAA para enraizamento de estacas de crisântemo, observou que durante a primavera o enraizamento ocorreu em 12 dias e durante as demais estações em 14 dias.

KOFRANEK (1980) recomenda que após o transplante as plantas permaneçam por cerca de três semanas sob dias longos, quando então deve cessar a iluminação artificial. Quando as plantas atingirem aproximadamente 35-50 cm devem ser submetidas a dias curtos de, no máximo, 12 horas, por um período de 21 a 28 dias consecutivos,

através da cobertura da estrutura de propagação com polietileno preto. A permanência nesta fase de dias curtos ocasiona um efeito indutor de florescimento (VÁLIO, 1979). Em condições de fotoperíodo acima do crítico, ou em condições de iluminação contínua, as plantas não florescem, permanecendo indefinidamente no estágio vegetativo (MEYER *et al.*, 1973).

2.2.3. Dosagem, tempo de exposição e veículo

A dosagem e o tempo de exposição influenciam a eficiência do tratamento com regulador de crescimento. Segundo ADRIANCE & BRISON (1939), a duração do tratamento deve ser inversamente proporcional à concentração, podendo variar de 6 a 96 horas. HARTMANN & KESTER (1983) consideram que soluções mais concentradas devem ser submetidas a tratamentos rápidos, em torno de 5 segundos. Dentro de certos limites, altas concentrações podem ser usadas por um curto período e baixas concentrações por um período mais prolongado (MAHLSTEDE & HABER, 1957). A definição de alta ou baixa concentração varia com os autores, mas, em geral, baixas concentrações estão em torno de 1000 ppm, já quanto às altas concentrações, MAHLSTEDE & HABER (1957) consideram-nas entre 10000 e 20000 ppm. MENHENETT (1982) considera aquelas acima de 3000 ppm como altas.

Algumas auxinas apresentam uma faixa muito estreita de concentração eficiente. As concentrações abaixo

do nível crítico não são eficazes na formação de raízes, enquanto que acima deste nível não só impedem o crescimento da raiz, como podem causar danos morfológicos generalizados (JANICK, 1966). Segundo MAHLSTEDE & HABER (1957) reguladores em altas concentrações podem causar excessiva proliferação de células, calos demasiados ou até mesmo matar os tecidos da base da estaca. HARTMANN & KESTER (1983) lembram que os sintomas de fitotoxicidade retardada dificilmente são considerados, isto é, quando as plantas enraizam bem com reguladores de crescimento, mas meses depois morrem, como foi constatado em *Ficus*.

Em geral, a concentração ótima pode ser variada dependendo da natureza da estaca, se é herbácea ou lenhosa. Segundo MAHLSTEDE & HABER (1957), são indicados de 500 a 2000 ppm de IBA para estacas mais fáceis de enraizar, particularmente as herbáceas. Concentrações de 10000 a 20000 ppm são indicadas para estacas difíceis de enraizar e as lenhosas. HARTMANN & KESTER (1983) consideram que para determinar a ótima concentração para o enraizamento de uma dada espécie são necessárias pesquisas preliminares.

MOVCHAN (1979) encontrou para estacas de crisântemo enraizamento superior com IBA na concentração de 100 ppm, tratadas por 6 horas. KOFRANEK (1980) recomenda para induzir o enraizamento de crisântemo, IBA veiculado em talco nas concentrações de 1000 a 2000 ppm. CHMIEL (1985) relata respostas decrescentes com o aumento das concentrações de 500 para 3000 ppm e de 3000 para 18000 ppm

de IBA, veiculados em talco, porém todas as dosagens foram mais eficientes que o controle. WODECKI & HOLCOMB (1989) obtiveram aumento da velocidade de enraizamento de estacas de crisântemo quando tratadas com IBA por 5 segundos na dosagem de 1000 ppm, quando comparadas com 2000 e 4000 ppm. A empresa Schöenmaker - Van Zanten ³ utiliza a dosagem de 1000 ppm de IBA, veiculado em talco. CUQUEL et al. (1992) encontraram interações altamente significativas entre doses e tempos de imersão em IBA. Os autores observaram que o aspecto visual das estacas enraizadas foi superior na ausência de IBA, sob imersão em água por 1 hora e 20 minutos; o peso seco das plantas foi superior nas dosagens entre 500 e 700 ppm por 1 hora e tratamentos rápidos mais eficientes para dosagens acima de 1500 ppm.

Para ser atingida a concentração desejada de IBA são utilizados veículos que podem ser sólidos ou líquidos. A forma de tratamento varia com o veículo utilizado, assim, para veículos sólidos, onde o produto fica aderido à base da estaca, o período de exposição é muito mais prolongado que para veículos líquidos, onde a base da estaca é imersa na solução por um determinado período. Como veículo sólido, o mais utilizado é o talco, embora, segundo AVERY & JOHNSON (1947), também possam ser utilizados farinha de soja ou pó de carvão, aos quais é adicionado o regulador

³ GREEF, F. de. (Schöenmaker - Van Zanten Agri - Floricultura Ltda.). Informação pessoal, 1990.

de crescimento. Como veículo líquido é utilizada a água destilada, porém como o ácido indolbutírico é pouco solúvel em água, necessita ser previamente diluído em álcool ou hidróxido (HARTMANN & KESTER, 1983), após o que adiciona-se a água para atingir-se a concentração adequada.

A escolha do veículo é feita com base nas vantagens e desvantagens que ambos apresentam, embora segundo MAHLSTEDE & HABER (1957) algumas plantas respondam melhor a tratamentos líquidos que sólidos e vice-versa.

STOUTEMYER (1938), trabalhando com reguladores de crescimento em crisântemo, observa que os tratamentos veiculados em talco são tão eficientes quanto aqueles em líquidos, com maior economia de tempo e praticidade para os primeiros. Já RAPPAROT (1942) observou melhores resultados para os veículos líquidos.

Segundo LAURIE & RIES (1942), a vantagem do método de imersão é a possibilidade de controle da dosagem, pela alteração da concentração da solução e/ou do tempo de imersão, mas salientam a dificuldade de se adequar o ideal para as duas variáveis. Os mesmos autores consideram que misturas com talco são tão eficientes, ou quase tão eficientes quanto soluções, com menor probabilidade de injúria por fitotoxicidade.

HARTMANN & KESTER (1983) consideram que as preparações em talco têm a vantagem de apresentar praticidade de uso e serem obtidas comercialmente com facilidade. Podem, porém, apresentar resultados desuniformes

devido a quantidade variável de material que se adere à estaca. Segundo eles, isto se deve em parte à quantidade de umidade existente na base da estaca e a granulometria do talco. LAURIE & KIPLINGER (1948) lembram que um fator importante para a aderência é a pilosidade da estaca, recomendando que para estacas que não apresentem pilosidade, antes da aplicação do talco, sejam previamente imersas em água, o que não é necessário para o crisântemo. MENHENETT (1982) lembra a possibilidade de transferência de vírus e fungos de estacas infectadas para sadias, quando o regulador é veiculado em água.

SANDERSON *et al.* (1988) e NAKAYAMA & YUI (1990) verificaram que aplicações de reguladores de crescimento em estacas de crisântemo afetam o desenvolvimento posterior da planta, alterando o número de flores por planta, o comprimento e o peso seco das plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na empresa SCHÖENMAKER - VAN ZANTEN, Fazenda Terra Viva (Santo Antônio de Posse-SP) e no Departamento de Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP (Piracicaba/SP), no período de março a junho de 1991. Foram utilizados os procedimentos próprios do sistema de produção de mudas da empresa onde o trabalho foi desenvolvido.

3.1. Enraizamento de estacas

Foram utilizadas estacas herbáceas de crisântemo do cultivar Yellow Reagan 622, o qual possui inflorescências amarelas do tipo simples e é destinado para o comércio em maços. As estacas possuíam aproximadamente 5 cm de comprimento, foram retiradas de plantas matrizes e todas sofreram padronização, sendo selecionadas para o trabalho exclusivamente aquelas de peso de 0.6 g. Posteriormente foram acondicionadas em sacos de polietileno contendo 50 estacas e submetidas a refrigeração a $3 \pm 2^{\circ} \text{C}$ por 24 horas.

As estacas foram tratadas com ácido indolbutírico (IBA) após refrigeração. O regulador de

crescimento foi testado para dois veículos distintos: sólido e líquido.

Como veículo sólido foi utilizado o talco, ao qual foi adicionado IBA nas concentrações de 0 (controle), 500, 1000 e 2000 ppm. O tratamento foi efetuado encostando-se a base da estaca no talco.

Como veículo líquido foi utilizada a água destilada, à qual foram adicionadas as quantidades necessárias de IBA, previamente diluídas em hidróxido de potássio 5 N (4 ml/mg de IBA) para serem atingidas as concentrações de 0 (controle), 500, 1000 e 2000 ppm. As estacas, quando submetidas ao tratamento líquido, tiveram suas bases imersas nas referidas soluções durante 5 segundos (tratamento rápido), 30 minutos, 60 minutos e 90 minutos.

Foram efetuados 4 tratamentos sólidos e 16 tratamentos líquidos, oriundos das combinações das concentrações com os tempos de imersão, totalizando 20 tratamentos. Cada tratamento era composto de 12 estacas com 4 repetições. Com a finalidade de avaliar três diferentes idades de transplante foram implantados três experimentos, compostos dos tratamentos já descritos anteriormente.

Após os tratamentos as estacas foram plantadas em palha de arroz carbonizada colocada em bandejas plásticas, próprias para o enraizamento. As bandejas foram colocadas em estufa de polietileno anti-UV de 150 micra de espessura, equipada com sistema automático de nebulização ligado diariamente das 7:00 às 16:00 h, acionados a

intervalos de 15 minutos, com duração de 10 segundos.

Durante todo o período de enraizamento foi fornecida iluminação artificial para adequação do fotoperíodo. A iluminação ocorreu das 20:45 às 5:00 h, com lâmpadas incandescentes de 100 W, fornecendo uma intensidade 1000 lx . As lâmpadas atuavam por dez minutos a cada 30 minutos, com o objetivo de proporcionar a condição de dias longos, necessária durante este período.

A avaliação do enraizamento foi efetuada para as três idades de transplante: 10, 12 e 14 dias após a estaquia, em 50% das estacas plantadas, os outros 50 % foram reservados para serem transplantados e sofrerem avaliações durante o período de desenvolvimento das plantas. Foram adotados dois critérios: aspecto visual, através de uma escala de notas e peso de matéria seca das estacas enraizadas.

Na avaliação do aspecto visual foi considerada uma escala de notas de zero a cinco, atribuídas individualmente por quatro pessoas, de acordo com a Tabela 1 e Figura 2.

Tabela 1 - Critérios adotados para atribuir notas às estacas enraizadas.

Nota 0	- sem raízes ou primórdios radiculares evidentes.
Nota 1	- sem raízes mas com primórdios radiculares.
Nota 2	- raízes com até 2 cm de comprimento.
Nota 3	- raízes com até 3 cm de comprimento.
Nota 4	- raízes com até 4 cm de comprimento.
Nota 5	- raízes com mais de 4 cm de comprimento.

Figura 2 - Esquema de avaliação do aspecto visual das estacas através de uma escala de notas de zero a cinco.

As mesmas seis estacas enraizadas, já avaliadas por notas, foram submetidas à pesagem de matéria seca em estufa a 60 °C até peso constante.

3.2. Desenvolvimento das plantas

As estacas enraizadas remanescentes, que não foram submetidas à avaliação de peso de matéria seca, foram transplantadas, respectivamente 10, 12 e 14 dias após a estaquia, para canteiros de 1.20 x 50.00 m, no espaçamento de 0.15 x 0.15m.

O percentual de pegamento das plantas foi avaliado para as três idades de transplante 10 dias após o transplante, através de contagem do estande.

Estas remanescentes receberam iluminação artificial idêntica àquela da estufa por mais 21 dias, após o que foi julgado desnecessário o controle do fotoperíodo até a colheita.

A adubação foi feita em pré-plantio com nitrogênio, fósforo e potássio (1 kg/100 m² de Yorin e 3.3 kg/100 m² de sulfato de potássio) e em cobertura, junto com a água de irrigação, na dosagem de 0.7 kg/100 m² de sulfato de potássio + 0.7 kg/100 m² de nitrato de amônio.

O controle de doenças ocorreu preventivamente com Mancozeb, Triforine e Iprodione, em rotação e o controle de pragas com Permetrina e Fenthion, também em rotação. A irrigação por gotejamento foi mantida durante todo o ciclo.

Quando as flores estavam em momento de colheita, aos 112 dias da data de plantio, foi procedido o corte da parte aérea das plantas rente ao solo, determinando posteriormente o comprimento médio das plantas e o peso de matéria seca em estufa a 60 °C até peso constante.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com 20 tratamentos e 4 repetições, dentro dos esquemas de análise da variância apresentados nas Tabelas 2, 3, 4 e 5. Cada parcela era composta por 12 estacas, somando 960 em cada idade de transplante. Considerando-se que foram estudadas três idades de transplante, 10, 12 e 14 dias, foram testadas 2880 estacas.

Tabela 2 - Esquema da análise estatística realizada individualmente para cada idade de transplante para o veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
DOSE	3
IMERSÃO	3
DOSExIMERSÃO	9
BLOCOS	3
RESÍDUO	45
TOTAL	63

Tabela 3 - Esquema da análise estatística realizada individualmente para cada idade de transplante para o veículo sólido.

C. VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
DOSE	3
BLOCOS	3
RESÍDUO	9
TOTAL	15

Tabela 4 - Esquema da análise estatística realizada em conjunto nas três idades de transplante para o veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
IDADE	2
DOSE	3
IMERSÃO	3
IDADExDOSE	6
IDADExIMERSÃO	6
DOSExIMERSÃO	9
IDADExDOSExIMERSÃO	18
BLOCOS (IDADE)	9
RESÍDUO MÉDIO	135
TOTAL	191

Tabela 5 - Esquema da análise estatística realizada em conjunto nas três idades de transplante para o veículo sólido.

C. VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
IDADE	2
DOSE	3
IDADExDOSE	6
BLOCOS (IDADE)	9
RESÍDUO MÉDIO	27
TOTAL	47

A análise estatística dos dados foi efetuada pelo Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores - SANEST V.3.0. (ZONTA *et al.*, 1984). Os gráficos foram construídos com auxílio do Programa Harvard Graphics V. 2.3.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na interpretação dos resultados foram efetuadas apenas comparações consideradas relevantes para a elucidação do trabalho, omitindo-se aquelas de ocorrência esporádica.

Cada idade de transplante foi analisada individualmente e, posteriormente, as três idades em conjunto, o que foi possível em virtude da estreita relação entre quadrados médios do resíduo (BANZATTO & KRONKA, 1989). A avaliação da homocedasticidade foi efetuada com aplicação do Teste de Hartley (BANZATTO & KRONKA, 1989), sendo verificado que transformações de dados seriam desnecessárias.

Os veículos foram analisados em conjunto, utilizando-se como teste adicional o F para contrastes e posteriormente individualmente, através da análise da regressão polinomial para todos os fatores nas fases de enraizamento de estacas e desenvolvimento de plantas.

4.1. Enraizamento de estacas

4.1.1. Análise conjunta dos veículos

O Teste F para contrastes, aplicado para os veículos em conjunto, identificou superioridade do veículo sólido para notas, não havendo diferença significativa entre os veículos, para peso de matéria seca de estacas (Tabela 6).

Tabela 6 - Teste F para contrastes do veículo líquido x sólido, para notas e peso de matéria seca de estacas.

	NOTAS	PSESTACA
VALOR DE F	92.31**	1.91ns
MÉDIA BALANC. LÍQ.	219.67	9.35
MÉDIA BALANC. SÓL.	285.68	9.60

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

4.1.2. Análise do veículo sólido

O Teste F, para o veículo sólido (Tabela 7) mostrou que existem diferenças significativas entre idades de transplante, para notas e peso de matéria seca de estacas, o que não se verifica para doses de IBA. Não foram observadas interações significativas entre idades de transplante e as doses do regulador utilizadas.

Tabela 7 - Análise de variância realizada em conjunto nas três idades de transplante, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo sólido.

C. VARIAÇÃO	NOTAS	F	PSESTACA
IDADE	25.92**		25.45**
DOSE	1.90ns		0.64ns
IDADExDOSE	0.40ns		1.09ns
C. V. (%)	16.0		30.0

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

A análise da regressão polinomial para os níveis de idades de transplante mostrou um efeito linear crescente para notas e um efeito quadrático para peso de matéria seca de estacas (Tabela 8), com um mínimo observado para transplante aos 10,6 dias (Figuras 3 e 4).

Tabela 8 - Análise de regressão polinomial, efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idade de transplante, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo sólido.

C. VARIAÇÃO	NOTAS	F	PSESTACA
REG. LINEAR	51.80**		43.33**
REG. QUAD.	0.02ns		7.57*

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

$$\begin{aligned} \text{NOTAS} &: \hat{Y}_X = -3.90 + 1.81x & R^2 &= 1.00 \\ \text{PSESTACA} &: Y = 2.38 - 0.35x + 0.016406x^2 & R^2 &= 1.00 \end{aligned}$$

Na literatura consultada não foi verificada qualquer citação ao período ótimo de permanência das estacas no ambiente de enraizamento, tampouco as conseqüências desse período sobre o desenvolvimento das plantas. Os primeiros resultados parecem sugerir que a permanência mais prolongada no ambiente de enraizamento seja mais recomendável. Isto pode ser justificado pelas condições ambientais fornecidas durante este período que eram bastante favoráveis ao enraizamento.

Figura 3

Figura 4

Figura 3 - Efeito das idades de transplante sobre os veículos utilizados para IBA nas notas.

Figura 4 - Efeito das idades de transplante sobre os veículos utilizados para IBA no peso de matéria seca de estacas.

4.1.3 Análise do veículo líquido

O Teste F, para o veículo líquido (Tabela 9) mostrou que existe diferença significativa entre idades de transplante e entre as doses de IBA para notas e peso de matéria seca de estacas, enquanto que para os tempos de imersão em IBA só foi observada diferença significativa para notas. Interações significativas duplas foram verificadas para notas entre idades de transplante e doses e entre idades de transplante e tempos de imersão; para a variável peso de matéria seca de estacas entre idades de transplante e tempos de imersão em IBA. Interações significativas triplas foram verificadas para peso de matéria seca de estacas.

Tabela 9 - Análise de variância realizada em conjunto nas três idades de transplante, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	F	
	NOTAS	PSESTACA
IDADE	90.17**	79.12**
DOSE	103.29**	16.91**
IMERSÃO	25.08**	0.25ns
IDADExDOSE	2.54*	1.51ns
IDADExIMERSÃO	2.17*	3.75**
DOSExIMERSÃO	1.35ns	1.08ns
IDADExDOSExIMERSÃO	1.09ns	13.16**
C. V. (%)	18.3	11.7

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

ns - Indica ausência de significância.

A análise da regressão polinomial para os níveis de idades de transplante mostrou efeito linear crescente para a variável notas e quadrático para a variável peso de matéria seca de estacas (Tabela 10), com um mínimo observado para transplante aos 9,75 dias (Figuras 3 e 4). A mesma tendência já verificada para o veículo sólido.

Tabela 10 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idades de transplante, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	NOTAS	F	PSESTACA
REG. LINEAR	177.90**		148.37**
REG. QUAD.	2.45ns		9.87**

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

$$\begin{array}{lcl} \text{NOTAS} & : \hat{Y}_x = - 4.04 + & 1.48x \quad ; R^2 = 0.99 \\ \text{PSESTACA} & : Y = 1.30 - & 0.16x + 0.008203x^2 \quad ; R^2 = 1.00 \end{array}$$

A análise da regressão polinomial para os níveis de doses de IBA mostrou efeito quadrático para notas, com um mínimo observado para 1769 ppm, e linear decrescente para peso de matéria seca de estacas (Tabela 11 e Figuras 5 e 6).

Tabela 11 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de doses de IBA, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	NOTAS	F	PSESTACA
REG. LINEAR	258.77**		50.66**
REG. QUAD.	49.55**		0.01ns

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

NOTAS : $\hat{Y} = 18.62 - 0.01x + 0.000003x^2$; $R^2 = 1.00$
PSESTACA : $Y = 0.63 - 0.01x$; $R^2 = 0.99$

Figura 5

Figura 6

Figura 5 - Efeito das doses de IBA sobre os veículos utilizados nas notas.

Figura 6 - Efeito das doses de IBA sobre o veículo líquido no peso de matéria seca de estacas.

Estes resultados estão de acordo com afirmações de MAHLSTEDE & HABER (1957), que consideram que estacas herbáceas são mais fáceis de enraizar, necessitando de menores concentrações de reguladores de crescimento para induzir o enraizamento. Resultados semelhantes foram encontrados por WODECKI & HOLCOMB (1989), que obtiveram melhores resultados em tratamentos rápidos nas menores concentrações testadas. CUQUEL *et al.* (1992) obtiveram melhores resultados na ausência de IBA, discordando de KOFRANEK (1980), que recomenda concentrações de 1000 a 2000 ppm e de CHMIEL (1985), que indicou concentrações de 500 a 18000 ppm de IBA veiculadas em talco.

A análise da regressão polinomial para os níveis de tempos de imersão em IBA mostrou efeito linear decrescente para notas (Tabela 12 e Figura 7). Acredita-se que isto possa ser devido a um efeito fitotóxico que tenha ocorrido pela união de dois fatores, que aliados poderiam estar acima do ótimo, concentração e tempo de imersão.

Tabela 12 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de tempos de imersão em IBA, para notas e peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	F	
	NOTAS	PSESTACA
REG. LINEAR	68.06**	0.04ns
REG. QUAD.	2.08ns	0.40ns

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

NOTAS : $\hat{Y} = 15.74 - 0.05 x$; $R^2 = 0.90$

Figura 7

Figura 7 - Efeito dos tempos de imersão sobre o veículo líquido nas notas.

Os efeitos de idades de transplante, dentro de doses de IBA e de doses de IBA dentro de idades de transplante, para notas, mostram que os resultados superiores foram obtidos nas combinações que envolveram as menores concentrações e os transplantes mais tardios (Tabelas 13 e 14 e Figuras 8 e 9).

Tabela 13 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idades de transplante dentro das doses de IBA, para notas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	F			
	0	500	1000	2000
REG. LINEAR	49.54**	59.94**	53.58**	20.93**
REG. QUAD.	0.66ns	3.20ns	0.32ns	7.41ns

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
 ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

$$\begin{array}{llll}
 0 \text{ ppm} : \hat{Y} = & 0.02 + 1.56 x & ; R^2 = 0.99 \\
 500 \text{ ppm} : \hat{Y} = & - 6.65 + 1.72 x & ; R^2 = 0.95 \\
 1000 \text{ ppm} : \hat{Y} = & - 7.60 + 1.62 x & ; R^2 = 0.99 \\
 2000 \text{ ppm} : \hat{Y} = & - 1.92 + 1.02 x & ; R^2 = 0.74
 \end{array}$$

Tabela 14 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de doses de IBA dentro de idades de transplante, para notas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	F		
	10	12	14
REG. LINEAR	49.22**	120.16**	97.71**
REG. QUAD.	27.35**	13.79**	10.55**

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
 ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

$$\begin{array}{llll}
 10 \text{ DIAS} : \hat{Y} = & 15.43 - 0.01 x + 0.0000037 x^2; R^2 = 1.00 \\
 12 \text{ DIAS} : \hat{Y} = & 18.72 - 0.01 x + 0.0000026 x^2; R^2 = 0.95 \\
 14 \text{ DIAS} : \hat{Y} = & 21.71 - 0.009 x + 0.0000023 x^2; R^2 = 1.00
 \end{array}$$

Figura 8

Figura 9

Figura 8 - Efeito das idades de transplante dentro das doses de IBA nas notas, veículo líquido.

Figura 9 - Efeito das doses de IBA dentro das idades de transplante nas notas, veículo líquido.

Os efeitos de idades de transplante, dentro de tempos de imersão em IBA e de tempos de imersão em IBA dentro de idades de transplante, para notas, mostram que os resultados superiores foram obtidos nas concentrações que envolviam tratamentos rápidos e transplantes mais tardios (Tabelas 15 e 16 e Figuras 10 e 11).

Tabela 15 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idades de transplante dentro de tempos de imersão em IBA, para notas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	F			
	5 SEG	30 MIN	60 MIN	90 MIN
REG. LINEAR	48.55**	76.17**	44.71**	18.43**
REG. QUAD.	3.34ns	2.14ns	0.01ns	0.00ns

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
 ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

$$\begin{array}{llll}
 5 \text{ SEG} & : \hat{Y} = - 2.75 + 1.55x & ; R^2 = 0.94 \\
 30 \text{ MIN} & : \hat{Y} = - 8.56 + 1.94x & ; R^2 = 0.97 \\
 60 \text{ MIN} & : \hat{Y} = - 5.56 + 1.48x & ; R^2 = 1.00 \\
 90 \text{ MIN} & : Y = 0.73 + 0.95x & ; R^2 = 1.00
 \end{array}$$

Tabela 16 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de tempo de imersão dentro de idades de transplante, para notas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	F		
	10	12	14
REG. LINEAR	14.65**	11.90**	49.17**
REG. QUAD.	5.73*	0.43ns	0.29ns

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
 ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

$$\begin{array}{llll}
 10 \text{ DIAS} & : \hat{Y} = 13.34 - 0.11 x + 0.00083 x^2 & ; R^2 = 0.95 \\
 12 \text{ DIAS} & : \hat{Y} = 14.78 - 0.03 x & ; R^2 = 0.92 \\
 14 \text{ DIAS} & : Y = 19.84 - 0.06 x & ; R^2 = 0.91
 \end{array}$$

Figura 10

Figura 11

Figura 10 - Efeito das idades de transplante dentro dos tempos de imersão nas notas, veículo líquido.

Figura 11 - Efeito dos tempos de imersão dentro das idades de transplante nas notas, veículo líquido.

Os efeitos de idades de transplante, dentro de tempos de imersão em IBA e de tempos de imersão em IBA dentro de idades de transplante, para a variável peso de matéria seca de estacas, mostram comportamento semelhante ao verificado para notas (Tabelas 17 e 18 e Figuras 12 e 13).

Tabela 17 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idades de transplante dentro de tempos de imersão em IBA, para peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	F			
	5 SEG	30 MIN	60 MIN	90 MIN
REG. LINEAR	73.14**	56.49**	8.13**	29.62**
REG. QUAD.	5.04*	6.47*	0.02ns	1.81ns

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

$$\begin{array}{llll}
 5 \text{ SEG} & : \hat{Y} = & 1.63 - 0.23x + & 0.01 x^2; R^2 = 1.00 \\
 30 \text{ MIN} & : \hat{Y} = & 1.92 - 0.27x + & 0.01 x^2; R^2 = 1.00 \\
 60 \text{ MIN} & : \hat{Y} = & 0.37 + 0.02x & ; R^2 = 1.00 \\
 90 \text{ MIN} & : \hat{Y} = & 0.19 + 0.03x & ; R^2 = 0.94
 \end{array}$$

Tabela 18 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de tempo de imersão dentro de idades de transplante, para peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	F		
	10	12	14
REG. LINEAR	2.69ns	0.67ns	7.76*
REG. QUAD.	0.54ns	0.00ns	3.37ns

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

$$14 \text{ DIAS} : \hat{Y} = 0.70 - 0.0007x ; R^2 = 0.43$$

Figura 12

Figura 13

Figura 12 - Efeito das idades de transplante dentro dos tempos de imersão no peso de matéria seca de estacas, veículo líquido.

Figura 13 - Efeito dos tempos imersão dentro das idades de transplante no peso de matéria de estacas, veículo líquido.

4.2. Desenvolvimento de plantas

4.2.1. Análise conjunta dos veículos

O Teste F para contrastes, aplicado para os dois veículos em conjunto, identificou superioridade do

veículo sólido para as variáveis comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas (Tabela 19). O mesmo comportamento que já havia sido verificado para enraizamento de estacas. Os melhores resultados observados para o veículo sólido podem ser devidos a dificuldade em se adequar a concentração e o tempo de imersão quando se utiliza veículo líquido, como já foi sugerido por LAURIE & RIES (1942).

Tabela 19 - Teste F para contrastes do veículo líquido x sólido para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas.

	COMP.	PSPLANTA
VALOR DE F	6.81**	4.24*
MÉDIA BALANC. LÍQ.	1432.01	1693.75
MÉDIA BALANC. SÓL.	1458.76	1819.12

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

4.2.2. Análise do veículo sólido

O Teste F, para o veículo sólido (Tabela 20), mostrou que existe diferença significativa entre idades de transplante, para comprimento de plantas e entre doses de IBA para peso de matéria seca de plantas. Não foi observada interação significativa entre idades de transplante e doses de IBA para as variáveis.

Tabela 20 - Análise de variância realizada em conjunto nas três idades de transplante, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo sólido

C. VARIAÇÃO	COMP.	F PSPLANTA
IDADE	4.71*	2.53ns
DOSE	0.91ns	2.92*
IDADExDOSE	1.27ns	1.60ns
C. V. (%)	4.1	20.6

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

A análise da regressão polinomial para os níveis de idades de transplante mostrou um efeito quadrático para comprimento de plantas (Tabela 21), com um máximo observado para transplante aos 12,0 dias (Figura 14).

Tabela 21 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idade de transplante, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo sólido.

C. VARIAÇÃO	F COMP.
REG. LINEAR	0.01ns
REG. QUAD.	9.42**

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

COMP. : $\hat{Y} = -34.77 + 21.35x - 0.888203x^2$; $R^2 = 1.00$

A análise da regressão polinomial para os níveis de doses de IBA mostrou efeito quadrático para a variável peso de matéria seca de plantas, com um máximo para 995 ppm de IBA (Figura 15 e Tabela 22).

Tabela 22 - Análise de regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de doses de IBA, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo sólido.

C. VARIAÇÃO	F PSPLANTA
REG. LINEAR	0.12ns
REG. QUAD.	6.58*

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

$$\text{PSPLANTA: } \hat{Y} = 105.28 + 0.04x - 0.000019x^2 ; R^2 = 0.76$$

Figura 14

Figura 15

Figura 14 - Efeito das idades de transplante sobre os veículos utilizados para IBA no comprimento de plantas.

Figura 15 - Efeito das doses de IBA sobre os veículos utilizados no peso de matéria seca de plantas.

4.2.3. Análise do veículo líquido

O Teste F, para o veículo líquido (Tabela 23), mostrou que existe diferença significativa entre idades de transplante, doses de IBA e tempos de imersão, para as variáveis analisadas, não havendo interações significativas.

Tabela 23 - Análise de variância realizada em conjunto nas três idades de transplante, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	COMP.	F	PSPLANTA
IDADE	19.47**		7.09**
DOSE	6.45**		4.89**
IMERSÃO	3.60*		2.87**
IDADExDOSE	0.90ns		0.43ns
IDADExIMERSÃO	0.64ns		0.44ns
DOSExIMERSÃO	1.45ns		1.75ns
IDADExDOSExIMERSÃO	1.15ns		0.85ns
C. V. (%)	4.5		21.3

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

A análise da regressão polinomial, para os níveis de idades de transplante, mostrou um efeito quadrático para as variáveis. Foram verificados máximos aos 12,1 dias, para comprimento de plantas e 12,4 dias, para peso de matéria seca de plantas (Tabela 24 e Figuras 14 e 16).

Tabela 24 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de idades de transplante, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	COMP.	F	PSPLANTA
REG. LINEAR	1.93ns		5.29**
REG. QUAD.	37.02**		8.89**

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

COMP. : $\hat{Y} = - 47.06 + 22.93 x - 0.945039x^2$; $R^2 = 1.00$
PSPLANTA : $\hat{Y} = - 284.56 + 63.92 x - 2.568066x^2$; $R^2 = 1.00$

Quando é comparado o enraizamento de estacas com o desenvolvimento de plantas, pode ser observado que para o primeiro, transplantes mais tardios seriam mais convenientes, contudo, com o desenvolvimento das plantas, isto deixa de ser verificado, pois valores máximos foram obtidos com transplantes com aproximadamente 12 dias, decrescendo daí para frente. Isto indica que a permanência mais prolongada no ambiente de enraizamento mostrou-se mais eficiente nas primeiras fases de iniciação de raízes, porém com o transplante para outro ambiente, o enraizamento continua ocorrendo. Se o transplante é efetuado mais precocemente, até os 12 dias, a planta responde melhor às fases subseqüentes. Isto foi verificado tanto para o veículo sólido, quanto para o líquido.

A análise da regressão polinomial, para os níveis de doses de IBA, mostrou efeito linear decrescente para comprimento de plantas e quadrático, com um máximo para 860 ppm de IBA, para peso de matéria seca de plantas (Tabela 25 e Figuras 15 e 17).

Tabela 25 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de doses de IBA, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	COMP.	F	PSPLANTA
REG. LINEAR	11.44**		2.88ns
REG. QUAD.	2.31ns		8.24**

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

$$\begin{aligned} \text{COMP.} \quad & \hat{Y} = 90.67 - 0.001x \\ \text{PSPLANTA} \quad & \hat{Y} = 103.86 + 0.02x - 0.000011x^2 \end{aligned} \quad ; \quad R^2 = 0.59 \quad ; \quad R^2 = 1.00$$

Comparando o enraizamento de estacas com o desenvolvimento de plantas, observa-se que genericamente para o veículo líquido, o controle (0 ppm) foi mais eficiente, que os demais tratamentos envolvendo IBA. Estes melhores resultados na ausência de IBA, sob imersão em água, podem ser atribuídos à maior translocação de auxinas endógenas, associado à redistribuição de elaborados. A maior translocação de auxinas sob tratamentos líquidos pode justificar o fato de terem sido observadas com maior frequência diferenças significativas entre doses, quando este veículo foi utilizado.

Figura 16

Figura 17

Figura 16 - Efeito das idades de transplante sobre os veículos utilizados no peso de matéria seca de plantas.

Figura 17 - Efeito das doses de IBA sobre o veículo líquido no comprimento das plantas.

Resultados inferiores nas maiores concentrações, quando se utiliza o veículo líquido, podem ser atribuídos ao excesso de auxina, devido a excessiva dosagem de IBA disponível (endógena + exógena), concordando com os resultados obtidos por MOVCHAN (1979), WODECKI & HOLCOMB (1989) e CUQUEL *et al.* (1992) que, tratando estacas de crisântemo com IBA sob veículo líquido, obtiveram resultados superiores nas menores concentrações.

A análise da regressão polinomial para os níveis de tempos de imersão em IBA, mostrou efeito quadrático para as variáveis, com um mínimo para 61,2 minutos para comprimento de plantas e 46,1 para peso de matéria seca das plantas (Tabela 26 e Figuras 18 e 19).

A análise dos resultados para enraizamento de estacas e desenvolvimento de plantas mostra que resultados superiores são obtidos sob imersões rápidas.

Tabela 26 - Análise da regressão polinomial efetuada em conjunto nas três idades de transplante, para os níveis de tempos de imersão em IBA, para comprimento de plantas e peso de matéria seca de plantas, veículo líquido.

C. VARIAÇÃO	COMP.	F	PSPLANTA
REG. LINEAR	6.45*		0.06ns
REG. QUAD.	4.22*		8.20**

*, ** - Indica significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
ns - Indica ausência de significância.

EQUAÇÕES AJUSTADAS:

$$\begin{aligned} \text{COMP.} \quad & \hat{Y} = 91.11 - 0.08x + 0.000669x^2 ; R^2 = 0.99 \\ \text{PSPLANTA} \quad & \hat{Y} = 111.09 - 0.48x + 0.005177x^2 ; R^2 = 0.96 \end{aligned}$$

Figura 18

Figura 19

Figura 18 - Efeito dos tempos de imersão sobre o veículo líquido no comprimento de plantas.

Figura 19 - Efeito dos tempos de imersão sobre o veículo líquido no peso de matéria seca de plantas.

4.3. Análise da percentagem de pegamento

A observação das percentagens de pegamento das estacas enraizadas (Figuras 20, 21 e 22), deixa nítido que para ambos os veículos, transplante aos 12 dias supera aquele aos 10 dias. Isto não se verifica quando se prolonga a permanência das estacas no ambiente de enraizamento para 14 dias, ocorrendo redução do pegamento das plantas para a maioria dos tratamentos, concordando com os resultados observados no desenvolvimento de plantas. O transplante até

os 12 dias é mais eficiente que aqueles mais tardios. Segundo DURYEA (1984), as falhas no transplante de plantas podem ser devidas ao excessivo diâmetro ou massa de raízes, o que pode ter ocorrido com a permanência por 14 dias no ambiente de enraizamento.

Nas diversas doses de IBA utilizadas pode-se concluir, que para o veículo líquido, a percentagem de pegamento das estacas enraizadas na ausência de IBA foi bastante próxima dos demais tratamentos, em todas as idades testadas. Já para o veículo sólido, transplantes mais precoces, aos 10 dias, foram possíveis quando as estacas foram tratadas com 500 ppm de IBA, atingindo 100 % de pegamento.

Figura 20 - Efeito das doses de IBA na percentagem de pegamento das plantas, veículo sólido.

Figura 21 - Efeito das doses de IBA na percentagem de pegamento das plantas, veículo líquido.

Figura 22 - Efeito dos tempos de imersão na percentagem de pegamento das plantas, veículo líquido.

Quanto aos tempos de imersão, tratamentos rápidos apresentaram taxas de pegamento semelhantes aos demais.

4.4. Considerações gerais

As condições de cultivo, fornecidas no ambiente de enraizamento foram bastante próximas daquelas recomendadas por RIEHL (1957), KAUKOVIRTA (1962), KOFRANEK (1980), HARTMANN & KESTER (1983), BAUTISTA (1983), LOACH (1988) e o controle (ausência de IBA) apresentou resultados satisfatórios, permitindo algumas considerações, visando justificar estes resultados:

- As auxinas exercem sua função na diferenciação de um meristema para que ocorra a formação de raízes adventícias (HARTMANN & KESTER, 1983) e outros fatores ambientais também contribuem para este efeito (SINNOT, 1960), permitindo supor que quando os fatores ambientais aliados aos reguladores de crescimento endógenos falham em induzir a diferenciação, ou induzam em taxas restritas, os reguladores exógenos atuam complementando a diferenciação. Alguns autores, como GRACE (1941), RIEHL (1957), KAUKOVIRTA (1962), LESHEM & SCHWARZ (1968), MOVCHAN (1979) e ORTOM (1979) relatam efeitos benéficos dos reguladores de crescimento, para condições ambientais desfavoráveis.

- Outra suposição é a de que as auxinas endógenas, mesmo em taxas suficientes para induzir o enraizamento, têm seu

transporte reduzido em função das condições ambientais desfavoráveis, como cita VARDAR (1968).

- Para os cultivares de difícil enraizamento, pode-se supor que a auxina endógena e/ou cofatores de enraizamento estão abaixo do limite mínimo para induzir a diferenciação, assim, mesmo sob condições ambientais favoráveis o nível de auxina endógena é insuficiente, necessitando ser complementado.

- A recuperação mais rápida da turgescência, quando utilizado o veículo líquido, pode também ter contribuído para que a taxa de auxina endógena tenha sido suficiente para induzir o enraizamento, mesmo nos tratamentos na ausência de IBA. Isto pôde ser verificado pelo efeito benéfico da imersão prévia em água.

5. CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados do presente trabalho permitem as seguintes conclusões:

- O enraizamento de estacas de crisântemo é dependente da dosagem de IBA, do tempo de imersão, do veículo utilizado e das idades de transplante.

- Resultados superiores são verificados nas combinações que envolvem dosagens entre 0 e 500 ppm de IBA e imersões rápidas, de 5 segundos até um máximo de 30 minutos.

- O veículo sólido é mais eficiente que o veículo líquido.

- Para o veículo líquido melhores resultados são obtidos na ausência de IBA.

- Respostas diferentes aos tratamentos são verificadas durante as fases de enraizamento de estacas e desenvolvimento de plantas. Na primeira transplante aos 14 dias é mais eficiente, porém com o desenvolvimento das plantas, transplante aos 12 dias é aquele que apresenta melhores resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIANCE, G. W. & BRISON, F. R. Cuttage. In: _____., ed. *Propagation of horticultural plants*. 5.ed. New York, McGraw-Hill, 1939. cap.9, p.126-48.
- ANDERSON, N. O. Reclassification of genus *Chrysanthemum* L.. *HortScience*, St. Joseph, 22 (2): 313, 1987.
- AUDUS, L. J. The synthetic auxins. In _____., ed. *Plant growth substances*. 2.ed. New York, Intersciences, 1963. cap.3, p.66-103.
- AVERY JR., G. S. & JOHNSON, E. B. Hormones and the rooting of cuttings. In: _____., ed. *Hormones and horticulture; the use of special chemicals in the control of plant growth*. New York, McGraw-Hill, 1947. cap.2, p.13-121. (McGraw-Hill Publications in the Botanical Sciences).
- BANZATTO, D. A. & KRONKA, S. N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal, FUNEP, 1989. 247p.
- BAUTISTA, O. K.; VALMAYOR, H. V.; TABORA JR., P.C.; ESPINO, R. R. Vegetative propagation. In: _____., ed. *Introduction to tropical horticulture*. Laguna, College of Agriculture of Phillipines, 1983. cap.9, p. 127- 59.

- BLEASDALE, J. K. Vegetative propagation. In: _____., ed. Plant physiology in relation to horticulture. 2.ed. Houndmills, MacMillan Education, 1984. cap.4, p.88-104. (Science in Horticulture Series).
- CHADWICK, L. C. & KIPLINGER, D. C. The effect of synthetic growth substances on the rooting and subsequent growth of ornamental plants. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, New York, 36: 809-16, 1938.
- CHMIEL, H. The influence of NAA, IBA e IAA auxins and their mixtures on rooting of chrysanthemum cuttings cv. Super Yellow. In: SYMPOSIUM OF GROWTH REGULATORS IN FLORICULTURE, 2., Skierniewice, 1985. Acta Horticulturae, Wageningen, (167): 369-79, 1985.
- CHRISTOPHER, E. P. Plant propagation. In: _____., ed. Introductory horticulture. New York, McGraw-Hill, 1958. cap.5, p.107-40. (McGraw-Hill Publications in the Agricultural Sciences).
- CUQUEL, F. L.; GRANJA, N. P.; MINAMI, K. Avaliação do enraizamento de estacas de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* L.) cv. White Reagan 606 tratadas com ácido indolbutírico (IBA). Scientia Agricola, Piracicaba, 49(1): 15-22, 1992.

DURYEA, M. L. Nursery cultural practices: impacts on seedlings quality. In: DURYEA, M. L. & LANDIS, T. D. **Forest nursery manual**. Dordrecht, Martinus Nijhoff, 1984. cap.15, 143-64. (Development in Plant and Soil Sciences).

GRACE, N. H. Effects of talc dusts containing phyto-hormone, nutrient salts and an organic mercurial disinfectant on the rooting of herbaceous cuttings. **Canadian Journal Research. Sect. C - Botany Sciences**, Ottawa, 19: 177-82, 1941.

HAISSIG, B. E. Metabolic processes in adventitious rooting of cuttings. In: JACKSON, M. B. **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht, Martinus Nijhoff, 1986. cap.5, 141-89. (Development in Plant and Soil Sciences).

HARE, R. C. Improved rootigs powder for Chrysanthemums. **HortScience**, St. Joseph, 16 (1): 90-1, 1981.

HARTMANN, H. T. & KESTER, D. E. **Plant propagation; principles and practices**. 4.ed. New Jersey, Prentice-Hall, 1983. 727p.

JANICK, J. Orientação do crescimento da planta. In: _____., ed. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro, USAID, 1966. cap.7. p.202-37.

JARVIS, B. C. Endogenous control of adventitious rotting in non-woody cuttings. In: JACKSON, M. B. New root formation in plants and cuttings. Dordrecht, Martinus Nijhoff, 1986. cap.6, p.191-222. (Development in Plant and Soil Sciences).

JERZY, M. & STEPCZYNSKA, K. [Formation of adventitious roots and shoots on isolated leaves of chrysanthemum in vivo]. Prace instytutu sadownictwa i kwiaciarstwa w skierniewicach, 5: 7-16, 1980. Apud Horticultural Abstracts, Farnham Royal, 52(6): 381, 1982. (Resumo).

JERZY, M.; NOWACZYK, P.; PISZCZEK, P. Light as a factor in promoting the efficiency of growth substances applied for rooting of chrysanthemum leaf cuttings. Acta Horticulturae, Wageningen, (91): 383-6, 1979.

KAUKOVIRTA, E. [Trials with rooting and propagation treatments of short day chrysanthemums]. Maataloustieteellinen Aikakauskirja, Helsinki, 34: 197-209, 1962.

KAWASE, M. Rooting and ethylene metabolism in cuttings. Research Summary, Wooster, 71: 5-8, 1973.

KAWASE, M. Centrifugation and rooting of cuttings. Rivista della Ortoflorofrutticoltura Italiana, Firenze, 60: 73-91, 1976.

- KOFRANEK, A. M. Cut chrysanthemums. In: LARSON, R. A. *Introductory floriculture*. New York, Acad. Press, 1980. p.5-45.
- LAURIE, A. & KIPLINGER, D. C. Reproduction. In: _____, ed. *Commercial flower forcing*. 5.ed. Philadelphia, Blakinston, 1948. cap.7, p.185-229.
- LAURIE, A. & RIES, V. H. Propagation of plants. In: _____, ed. *Floriculture*. New York, McGraw-Hill, 1942. cap.8, p.164-96. (McGraw-Hill Publications in the Agricultural Sciences).
- LESHEM, Y. & SCHWARZ, M. Interaction of photoperiod and auxin metabolism in rooting of *Chrysanthemum morifolium* cuttings. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, New York, 93: 589-94, 1968.
- LOACH, K. Characterization of optimal environments for rooting leafy cuttings. *Acta Horticulturae*, Wageningen, (226): 403-12, 1988.
- MAHLSTEDE, J. P. & HABER, E. S. Growth substances and propagation. In: _____, ed. *Plant propagation*. New York, John Wiley, 1957. cap.14, p.229-38.
- MENHENETT, R. Ornamentals and hardy nursery stock. In: THOMAS, T. H. *Plant growth regulator potential and practice*. London, BCPC, 1982. p.155-76.

MEYER, B; ANDERSON, D.; BÖHNING, R.; FRATIANNE, D. Fatores ambientais que influenciam o crescimento de órgãos de reprodução. In:_____. , ed. Introdução à fisiologia vegetal. 2.ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1973. cap.2, p.593-624.

MITCHEL, J. W. & MARTH, P. C. Fitohormonas y otros reguladores de crecimiento para huertas, campos, jardines y cosechas. Madrid, Aguilar, 1950. 151p.

MOVCHAN, L. T. [Water exchange in isolated leaves and growth regulators]. Fisiologiya i biokhmiya kul'turnykh rastenii, Makhachkala, 11(3): 258-61, 1979. Apud Horticultural Abstract, Farnham Royal, 49(12): 811, 1979. (Resumo).

NAKAYAMA, M. & YUI, H. Delay of flowering in summer chrysanthemums by Ethrel treatment. Journal of the Faculty of Agriculture, Shinshu, 25(1): 1-13, 1988. Apud Horticultural Abstracts, Farnham Royal, 60(5): 409, 1990. (Resumo).

ODOM, R. E. & CARPENTER, W. J. The relationship between endogenous indole auxins and the rooting of herbaceous cuttings. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, New York, 84: 494-501, 1965.

- ORTOM, P. J. The influence of water stress and abscisic acid on the root development of *Chrysanthemum morifolium* cuttings during propagation. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, 54(3): 171-80, 1979.
- POL, P. A. Partial replacement of the rooting procedure of *Chrysanthemum morifolium* cuttings by pre-rooting storage in the dark. *Acta Horticulturae*, Wageningen, (226): 519-24, 1988.
- RAPPAROT, J. Comparative efficacy of growth substances in powder and solution form as regards the rooting of cuttings of different plants. *International Review of Agriculture of Rome*, Rome, 32: 385-96, 1941. Apud *Horticultural Abstracts*, Farnham Royal, 12(2): 75, 1942. (Resumo).
- RIEHL, G. [The beneficial, negligible or injurious effects of growth substances applications in relation to environmental conditions]. *Deutsche Gartenbau*, Berlin, 3: 387-91, 1956. Apud *Horticultural Abstracts*, Farnham Royal, 27(2): 269, 1957. (Resumo).
- RIEHL, G. [The application of growth substances to cuttings propagated in media of different moisture contents]. *Deutsche Gartenbau*, Berlin, 5: 265-83, 1957. Apud *Horticultural Abstracts*, Farnham Royal, 28(4): 625, 1958. (Resumo).

- ROCHELLE, L. A.; RODRIGUES, R. R.; CAPELLARI, L. C. Famílias de plantas fanerogâmicas de interesse econômico. Piracicaba, ESALQ/Depto. Botânica. 1990. 51p.
- SALISBURY, F. B. & ROSS, C. W. Hormones and growth regulators: auxins and gibberilins. In: _____., ed. Plant physiology. 3.ed. Belmont, Wadsworth, 1985. cap.16, p.315.
- SAMANANDA, N.; ORMROD, D. P.; ADEDIPE, N. O. Rooting of chrysanthemum stem cuttings as affected by (2-cloroethyl) phosphonic acid and indolebutyric acid. Annals of Botany, London, 36: 961-5, 1972.
- SANDERSON, K. C.; YKOYAMA, H.; HEARN, W. C. Effect of pre-propagation immersion of cuttings in DCPTA on growth and flowering of chrysanthemum. Plant Growth Regulator Bulletin, St. Paul, 16(2): 8-9, 1988.
- SHIN, H. J. & LEE, J. M. [Effect of propagation method and growth regulators on the rooting of chrysanthemum cuttings]. Journal of the Korean Society for Horticultural Science, Seoul, 20(1): 111-6, 1979. Apud Horticultural Abstracts, Farnham Royal, 50(6): 369, 1980. (Resumo).
- SINNOT, E. W. Differentiation In: _____.,ed. Plant morphogenesis. New York, McGraw-Hill, 1960. cap.8, p.181-229.

- SKOOG, F. & TSUI, C. Growth substances and the formation of buds in plant tissues. In: SKOOG, F. Plant growth substances. Madison, Univ. Wisconsin Press, 1951. p.263-85.
- STOLTZ, L. P. Factors influencing root initiation in an easy- and difficult-to-root chrysanthemum. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, New York, 92: 622-6, 1968.
- STOUTEMYER, V. T. Talc as carrier of substances inducing root formation in softwood cuttings. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, New York, 36: 817-22, 1938.
- VÁLIO, I. F. M. Reprodução em plantas superiores. In: FERRI, M. G. , coord. Fisiologia vegetal. v.2. São Paulo, EDUSP, 1979. v.2., p.281-312.
- VARDAR, V. Agents modifying the longitudinal transport of auxins. In:_____. , ed. The transport of plant hormones. Amsterdam, North-Holland Publishing, 1968. p. 156-91.
- WEAVER, R. J. Rooting and propagation. In: _____. , ed. Plant growth substances in agriculture. San Francisco, Freeman, 1972. cap.5, p.118-45.
- WEIGEL, U.; HORN, W.; HOCK, B. Endogenous auxin levels in terminal stem cuttings of *Chrysanthemum morifolium* during adventitious rooting. Physiologia Plantarum, Copenhagen, 61: 422-8, 1984.

WODECKI, M. J. & HOLCOMB, J. Varying concentrations of IBA affects rooting of chrysanthemum cuttings cv, Bright Golden Anne. Pennsylvania Flower Growers, Philadelphia, 391(5): 1-3, 1989. Apud Horticultural Abstracts, Farnham Royal, 59(11): 1055, 1989. (Resumo).

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA Jr., P. Sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas, UFPel, 1984. (Disquete).