

Fitorreguladores e o acúmulo de reservas e sais na mandioca (*Manihot esculenta* Crantz cv Branca de Santa Catarina)

Selma Dzimidas Rodrigues¹

João Domingos Rodrigues²

Elizabeth Orika Ono²

José Figueiredo Pedras²

¹ Faculdades Integradas São Camilo, Av. Nazaré, 1501, Ipiranga, CEP 04263-200, São Paulo, SP

² Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, CEP 18618-000, Botucatu, SP

Aceito para publicação em 09/10/97.

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito de fitorreguladores, sobre o metabolismo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz cv Branca de Santa Catarina). As manivas foram plantadas após tratamento com fitorreguladores e sulfato de cobre 20 g/l, com espaçamento 1,0 x 0,5 m. Os tratamentos empregados foram: 1) Ácido indol-butírico (AIB) 100 mg.L⁻¹; 2) Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D) 50 mg.L⁻¹; 3) Ácido giberélico (GA₃) 50 mg.L⁻¹; 4) furfurilaminopurina 50 mg.L⁻¹; 5) Ácido succínico-2, 2-dimetilhidrazina (SADH) 50 mg.L⁻¹; 6) Ácido (2-cloroetil) fosfônico (CEPA) 50 mg.L⁻¹; 7) Cloreto de 2-cloroetil-trimetilamônio (CCC) 50 ml/l; 8) testemunha. Observaram-se os seguintes parâmetros nas raízes tuberosas formadas: % de peso seco; % de amido; teor de carboidratos

solúveis (mg/g de matéria seca - MS); teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (em % MS); teor de boro, cobre, ferro, manganês e zinco (em ppm). A aplicação de fitorreguladores, nas condições do experimento, não levou a uma melhoria na qualidade da mandioca. A aplicação de 2,4-D levou ao maior acúmulo de fósforo e magnésio nas raízes e a aplicação de CCC a maior porcentagem de peso seco e amido.

Unitermos: *Manihot esculenta*; fitorreguladores; amido; elementos minerais

Summary

The objective of the present work was to study the effect of plant growth regulators on cassava productivity (*Manihot esculenta* Crantz cv Branca de Santa Catarina). The experiment was carried out on the Fazenda Experimental São Manuel, Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, UNESP. The soil was prepared as usual, and cassava stem segments were treated with PGR and copper sulfate 20 g/l, planted with density 1.0 x 0.5. The treatments were: 1) IBA 100 mg.L⁻¹; 2) 2,4-D 50 mg.L⁻¹; 3) GA₃ 50 mg.L⁻¹; 4) kinetin 50 mg.L⁻¹; 5) SADH 50 mg.L⁻¹; 6) CEPA 50 mg.L⁻¹; 7) CCC 50 ml/l; 8) water. The dry-weight percentage, amido percentage, soluble carbohydrate content (mg/g of dry-matter - DM), nitrogen content (% DM), phosphorus content (% DM), potassium content (% DM), calcium content (% DM), magnesium content (% DM), sulfur content (% DM), boron content (ppm), copper content (ppm), iron content (ppm), Mn content (ppm) and zinc content (ppm) were measured. The plant-growth regulator application, under the conditions of the experiment, did not increase the quality of *Manihot esculenta*. Application of 2,4-D resulted in higher accumulation of

phosphorus and magnesium, and application of CCC increased dry-matter percentage and amido percentage.

Key words: *Manihot esculenta*; plant growth regulators; amido; mineral contents

Introdução

Segundo Obata-Sasamoto e Suzuki (1979), o processo da tuberização é determinado pela diferenciação celular e pelo grande acúmulo de amido, o qual pode ser considerado uma característica bioquímica que promoverá a própria diferenciação. Estudos indicam a importância dos reguladores de crescimento vegetal, no desenvolvimento das raízes tuberosas (Mingo-Castel e Smith, 1974). O depósito de amido pode estar relacionado com estímulo direto ou indireto, sobre a atividade das enzimas reguladoras da síntese de amido, através dos hormônios vegetais. O aumento final do conteúdo de amido, possivelmente, esteja relacionado à uma diminuição na concentração de sacarose no sítio de formação de tubérculos, segundo Palmer e Baker (1972) e Mingo-Castel et al. (1976).

Embora os reguladores de crescimento vegetal sejam substâncias conhecidas há bastante tempo e usadas para diversas culturas, a fim de obter vantagens econômicas, seja na produção ou na qualidade dos produtos, em mandioca, os estudos são ainda insuficientes para permitir sua recomendação (Pereira et al., 1984). Dessa forma, os autores citam Indira e Sinha (1973), que estudando a ação de diversos fitorreguladores no desenvolvimento do sistema radicular de *Manihot esculenta* e na diferenciação de tubérculos, verificaram que auxinas sintéticas, como o ácido naftaleno-acético (ANA), ou naturais, como o ácido indol-acético (AIA) levavam a aumento do número de tubérculos e diminuição do conteúdo de ácido cianídrico, exceção feita ao 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético), que inibiu a deposição de amido.

Embora grande número de trabalhos enfatizem a possibilidade das giberelinas de algum modo estarem envolvidas no processo de tuberização, não há informações suficientes para explicar o seu real papel neste processo (Van Staden e Dimalla, 1976). Assim, Hew et al. (1967), consideraram que a translocação dos produtos da fotossíntese na planta pode, provavelmente, estar sob influência dos reguladores de crescimento vegetal, modificando, desta forma, a potencialidade de dreno na planta. Vários autores como, Booth e Lovell (1972), relatam que as giberelinas aumentam a atividade da amilase e da amido fosforilase, enquanto que as citocininas inibiriam a atividade ou a síntese da amilase, durante o mecanismo da tuberização. Assim, o crescimento dos tubérculos, provavelmente, pode ser afetado pelo balanço entre o nível endógeno de giberelinas e de citocininas.

Segundo Ewing e Struik (1992) a atividade da giberelina é alta na fase de crescimento do rizoma, diminuindo durante a fase de indução e formação do tubérculo e o contínuo fornecimento de nitrogênio às plantas de batata (*Solanum tuberosum* L.) inibe a formação de tubérculos, por aumentar a atividade da giberelina na parte aérea.

Segundo Palmer e Smith (1969), as citocininas atuam atraindo assimilados para o local de formação de tubérculos; de fato, o acúmulo de amido foi acentuadamente maior, com a aplicação de citocinina, comparativamente à aplicação de giberelina. Palmer e Baker (1972) e Mingo-Castel et al. (1976) ao estudarem a tuberização em plantas de batata "in vitro", concluíram que a taxa de acúmulo de amido foi causada pela introdução de cinetina, uma citocinina sintética, no meio de cultura, como resultado da ativação da fosforilase. Aproximadamente 4 dias após a indução da tuberização, observa-se um declínio na atividade da citocinina. Essa redução parece estar relacionada com o seu transporte ao ápice do rizoma, um dreno metabólico, levando à tuberização (Ewing, 1985).

Os efeitos do etileno de acordo com Abeles (1973), são frequentemente opostos aos da auxina. Por exemplo, a auxina promove o alongamento, enquanto etileno o inibe; a auxina retarda a abscisão, já o etileno acelera. Parece razoável admitir, que o mecanismo de ação do etileno relaciona-se com o controle dos níveis de auxina nos tecidos vegetais. Segundo Vreudgenhil e Struik (1989), conforme o rizoma cresce, o ápice deste empurra as partículas do solo, levando ao aumento da produção de etileno, o qual restringe o crescimento em extensão do rizoma, favorecendo a tuberização.

Chlormequat (CCC) e mepiquat são substâncias consideradas anti-giberelinas, as quais inibem a conversão metabólica do ácido mevalônico ao caureno reduzindo, conseqüentemente, a produção de biomassa (Harada e Lang, 1965). Os mesmos autores, afirmaram que os retardantes de crescimento vegetal interferem no metabolismo ou na ação da giberelina. Efeitos benéficos sobre a produção, tem sido demonstrado pela aplicação de Cycocel (cloreto de (2-cloroetil)-trimetilamônio), em culturas que armazenam grande quantidade de amido (Humphries e Dyson, 1967). Hussey e Stacey (1984) relatam que substâncias que inibem a síntese de GA estimulam a formação de tubérculos.

A cultura de mandioca tem como objetivo primordial, o fornecimento de carboidratos como fonte de energia para a alimentação humana; por outro lado, a matéria verde da planta possui altos níveis de proteína bruta, podendo ser utilizado como fonte de alimentação animal (Albuquerque e Cardoso, 1980).

Para que o Brasil possa melhorar a produtividade da cultura de mandioca, tornaram-se necessárias pesquisas que estimulem cultivos tecnicamente conduzidos. Assim, parece conveniente a procura do conhecimento da ação de fitorreguladores, na produção de raízes de mandioca, buscando incrementar o teor de amido e sais minerais, visando melhor aproveitamento doméstico e industrial de *Manihot esculenta* Crantz.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental São Manuel, da Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, UNESP, situada no Município de São Manuel, São Paulo em solo Latossolo Vermelho-Amarelo, fase arenosa (Espíndola, 1979), preparado com aração e gradeamento, sendo que a primeira gradeação foi realizada um mês antes do plantio e a segunda uma semana antes. O solo foi sulcado a uma profundidade média de 10 cm, para o plantio horizontal das manivas.

Foram utilizados 16 segmentos de caule por repetição da variedade Branca de Santa Catarina, os quais foram retirados de plantas maduras, de acordo com a orientação do Departamento de Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, UNESP. Dessa forma, apresentavam 20 cm de comprimento, em média. As estacas foram tratadas com fitorreguladores e posteriormente com sulfato de cobre 20 g/l por 15 minutos, para evitar o ataque por fungos.

O espaçamento adotado foi 1,0 x 0,5 m. Ainda antes do plantio, aplicaram-se superfosfato simples (60 kg/ha de P_2O_5) e cloreto de potássio (60 kg/ha de KCl), sendo o nitrogênio fornecido em cobertura, aos 40 dias como sulfato de amônio (50 kg/ha).

As manivas foram tratadas durante 16 horas e, posteriormente, plantadas. Os tratamentos empregados foram os seguintes: auxinas na forma de AIB (ácido indol-butírico) a 100 mg.L⁻¹ e 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) a 50 mg.L⁻¹; giberelina na forma de ácido giberélico (GA_3) a 50 mg. L⁻¹; citocinina na forma de furfurilamino-purina (FAP) a 50 mg.L⁻¹; retardantes de crescimento na forma de SADH (ácido succínico-2,2-dimetilhidrazina) a 50 mg.L⁻¹ e CCC (cloreto de (2-cloroetil)-trimetilamônio) a 50 ml/l; etileno na forma de CEPA (ácido (2-

cloroetil)fosfônico) a 50 mg.L^{-1} e um tratamento com água, utilizado como testemunha.

Como fonte de SADH foi utilizado o produto comercial ALAR-85, com 85% de ácido succínico-2,2-dimetilhidrazina. ETHREL foi utilizado como fonte de etileno, contendo 21,6 % de ácido 2-cloroetil-fosfônico (CEPA). CCC foi utilizado na forma do produto comercial Cycocel, contendo 50% de cloreto de (2-cloroetil)-trimetilamônio.

Considerando que o escopo do trabalho era verificar o efeito de reguladores de crescimento vegetal no metabolismo de carboidratos em mandioca, realizaram-se as seguintes medidas nas raízes: porcentagem de massa seca, porcentagem de amido, segundo o método colorimétrico de Somogy, adaptado por Nelson (1944), teor de carboidratos solúveis expresso em mg/g de matéria seca, segundo Johnson et al. (1966), teor de nitrogênio, expresso em porcentagem de matéria seca, teor de fósforo expresso em porcentagem de matéria seca, teor de potássio expresso em porcentagem de matéria seca, teor de cálcio expresso em porcentagem de matéria seca, teor de magnésio expresso em porcentagem de matéria seca, teor de enxofre expresso em porcentagem de matéria seca, teor de boro expresso em ppm, teor de ferro expresso em ppm, teor de manganês expresso em ppm e teor de zinco expresso em ppm. A análise dos teores de macronutrientes e micronutrientes foi realizada segundo Malavolta et al. (1989).

O delineamento experimental empregado foi o de blocos inteiramente casualizados contendo 27 blocos de 14 parcelas cada um. As observações referentes às características estudadas, nos 8 tratamentos, foram submetidas à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey (Pimentel Gomes, 1990).

Resultados e Discussão

Observando as Tabelas 1, 2 e 3 pode-se verificar que não ocorreu efeito significativo dos tratamentos sobre a porcentagem de peso seco, porcentagem de amido, teor de carboidratos solúveis, teor de nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre, boro, ferro, manganês e zinco. No entanto, neste trabalho o tratamento das manivas com CCC (tratamento 7) mostrou tendência de aumento de % de peso seco de raízes e os demais tratamentos, com exceção de AIB e 2,4-D os quais apresentaram tendências de redução (Tabela 1).

TABELA 1: Resultados obtidos para porcentagem de peso seco, porcentagem de amido e teor de carboidratos solúveis expressos em mg/g de matéria seca.

Tratamentos	% peso seco	% amido	carboidratos solúveis
T1-AIB 100 mg/l	28,367	23,717	351,530
T2-2,4-D 50 mg/l	28,357	23,707	277,853
T3-GA 50 ml/l	32,337	27,700	359,527
T4-FAP 50 mg/l	33,490	28,840	198,503
T5-SADH 50 mg/l	32,383	27,733	225,680
T6-CEPA 50 mg/l	33,883	29,233	309,913
T7-CCC 50 mg/l	35,133	30,543	177,057
T8-testemunha	31,888	26,440	312,513

Análise de variância (teste F)

Causa da da variação	% peso seco			% amido		teor carboidratos	
	G.L.	QM	F	QM	F	QM	F
Blocos	2	1,2218	0,355	0,8068	0,21	470,9660	0,04
Tratamentos	7	6,9418	1,966	8,3998	2,15	14101,732	1,11
Resíduo	14	3,4751		3,9069		12745,096	
Total	23						

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Letras maiúsculas indicam diferenças nos tratamentos.

Quanto a porcentagem de amido os tratamentos que apresentaram tendência de aumento, foram CCC e CEPA (tratamento 6) e tendência de redução foram AIB e 2,4-D (tratamento 1 e 2, respectivamente) e os demais tratamentos apresentaram valores semelhantes. Pode-se perceber que, o que de fato interessa à indústria, ou seja, porcentagem de peso seco e teores de amido, são reduzidos quando manivas são tratadas com auxinas, sendo que tais resultados são semelhantes aos encontrados por Indira e Sinha (1973), citados por Pereira et al. (1984) e Hancock (1984).

Indira e Sinha (1970) tratando manivas de mandioca com CCC e GA_3 , por um período de 16 horas, constataram que o depósito de amido foi inibido pela giberelina. Por outro lado, o depósito de amido aumentou 60% nas raízes tuberosas das plantas tratadas com CCC, corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho.

Manivas de mandioca tratadas com GA_3 e AIB apresentaram tendência a maiores teores de carboidratos solúveis e aquelas tratadas com CCC apresentaram tendência a menores teores. No entanto, Green et al. (1986) revelaram que as aplicações de daminozide, chlormequat, GA_{4+7} e ethephon não afetaram o acúmulo de biomassa e de açúcar em beterraba açucareira. Assim, embora as giberelinas possam estar envolvidas na tuberização, Van Staden e Dimalla (1976) acreditam não haver informações suficientes para explicar o fenômeno e Hew et al. (1967) acreditam que esses reguladores modifiquem as relações fonte-dreno na planta, o que é corroborado por Abdullah e Ahmed (1980), os quais alegam que as giberelinas desviam assimilados para o desenvolvimento foliar e alongamento do caule, não havendo aporte para as raízes.

A Tabela 2 mostra que o teor de nitrogênio nas raízes de mandioca foi semelhante entre os diferentes tratamentos realizados. O tratamento das manivas com 2,4-D levou ao maior

teor de potássio nas raízes de mandioca, sendo os menores teores encontrados na testemunha (tratamento 8) e cinetina (tratamento 4). Ainda pela Tabela 2, pode-se verificar que o teor de cálcio foi maior nas raízes de manivas tratadas com AIB e 2,4-D, sendo que os demais tratamentos apresentaram valores semelhantes. Raízes de manivas tratadas com 2,4-D apresentaram maiores teores de enxofre e aquelas tratadas com GA₃ os menores resultados, sendo que os demais tratamentos apresentaram valores semelhantes. Pela Tabela 2 verifica-se que ocorreu efeito significativo dos tratamentos sobre o teor de fósforo

TABELA 2: Resultados obtidos para teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre expressos em porcentagem de matéria seca.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
T1-AIB 100 mg/l	0,3197	0,0887 AB	0,827	0,090	0,103 A	0,0107
T2-2,4-D 50 mg/l	0,3500	0,1153 A	1,077	0,090	0,077 B	0,0140
T3-GA 50 ml/l	0,3220	0,0727 B	0,657	0,076	0,087 AB	0,0083
T4-FAP 50 mg/l	0,3220	0,0927 AB	0,750	0,076	0,110 A	0,0107
T5-SADH 50 mg/l	0,3500	0,0900 AB	0,797	0,080	0,097 AB	0,0100
T6-CEPA 50 mg/l	0,3523	0,0920 AB	0,770	0,076	0,107 A	0,0093
T7-CCC 50 mg/l	0,3080	0,0987 AB	0,883	0,073	0,100 AB	0,0093
T8-testemunha	0,3220	0,0773 B	0,710	0,080	0,107 A	0,0093

Análise de variância (teste F)

Causa da variação	N			P		K		Ca		Mg		S	
	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Blocos	2	0,0062	0,46 ns	0,0014	1,06 ns	0,0107	0,08 ns	0,0011	0,58 ns	0,0042	3,57 ns	0,0001	1,29 ns
Tratamentos	7	0,0090	0,69 ns	0,0071	5,31**	0,3304	2,41 ns	0,0017	0,86 ns	0,0054	4,62**	0,0002	2,59 ns
Resíduo	14	0,0130		0,0013		0,1372		0,0020		0,0012		0,0001	
Total	23												
C.V. (%)			2,18		0,83		5,66		1,01		0,77		0,19

ns = não significativo

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Letras maiúsculas indicam diferenças nos tratamentos.

Diferenças mínimas significativas

dms 1% (P)	dms 1% (Mg)
0,105	0,0988

e magnésio. O tratamento das manivas de mandioca com 2,4-D apresentou significativamente maior teor de fósforo nas raízes que a testemunha e as tratadas com GA₃, sendo que nos demais tratamentos o teor desse mineral foi semelhante. O teor de magnésio foi maior, também nas raízes de manivas tratadas com 2,4-D e menor naquelas tratadas com AIB, cinetina, CEPA e a testemunha.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos para os teores de micronutrientes, pela qual pode-se verificar que raízes de manivas de mandioca tratadas com CCC e AIB apresentaram os maiores teores de boro, sendo aquelas tratadas com cinetina

TABELA 3: Resultados obtidos para teores de boro, ferro, manganês e zinco, expressos em ppm.

Tratamentos	B	Fe	Mn	Zn
T1-AIB 100 mg/l	6,00	11,333	7,00	4,67
T2-2,4-D 50 mg/l	5,33	10,667	7,00	5,67
T3-GA 50 ml/l	5,33	10,333	7,33	3,33
T4-FAP 50 mg/l	4,67	10,667	6,00	3,67
T5-SADH 50 mg/l	5,00	16,667	9,00	3,67
T6-CEPA 50 mg/l	5,67	12,667	5,33	4,67
T7-CCC 50 mg/l	6,33	13,000	5,00	5,67
T8-testemunha	5,67	11,667	8,33	3,67

Análise de variância (teste F)

Causa da variação	G.L.	B		Fe		Mn		Zn	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Blocos	2	0,5000	0,37 ns	2,6250	0,14 ns	20,375	5,16*	0,8750	0,90 ns
Tratamentos	7	0,8571	0,63 ns	12,851	0,70 ns	5,8036	1,47 ns	2,6131	2,69 ns
Resíduo	14	1,3571		18,244		3,9464		0,9702	
Total	23								
C.V. (%)			21,18		35,23		28,90		22,51

ns = não significativo

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Letras maiúsculas indicam diferenças nos tratamentos.

os menores teores. Quanto ao teor de ferro, manivas de mandioca tratadas com SADH apresentaram maiores teores desse micronutriente nas raízes. Manivas de mandioca que não foram tratadas ou aquelas tratadas com SADH também apresentaram os maiores teores de manganês nas raízes, sendo aquelas tratadas com CCC e CEPA os menores teores. Os tratamentos com 2,4-D e CCC foram aqueles que apresentaram os maiores teores de zinco nas raízes que os demais tratamentos.

Parece estranho, que um inibidor como o CCC, que constitui T7, tenha apresentado valores maiores que T8, em relação a porcentagem de peso seco, porcentagem de amido, teores de cálcio, boro e zinco. Ao se consultar a literatura, depara-se com o relato de Scott e Joggard (1978a, b), citados por Green et al. (1986), os quais postulam a ação desse inibidor de crescimento como anti-giberelina, inibindo a conversão metabólica do ácido mevalônico ao ácido caurenóico, especificamente na passagem de geranyl geranyl pirofosfato a copalil pirofosfato, levando os anéis do câmbio secundário a desenvolver zonas de parênquima, concomitante ao aumento de açúcares; no entanto, os autores que os citam observaram declínio no conteúdo de açúcares.

Nas condições do experimento, a aplicação de fitorreguladores, não levou à significativo aumento do conteúdo de carboidratos e sais minerais nas raízes de *Manihot esculenta* Crantz cv Branca de Santa Catarina, sendo que a aplicação de CCC foi eficiente no aumento da porcentagem de massa seca e de amido e a aplicação de 2,4-D mostrou tendência ao maior acúmulo de fósforo, potássio e enxofre nas raízes.

Referências Bibliográficas

- Abdullah, Z.N.; Ahmad, R. 1980. Effect of ABA and GA₃ on tuberization and some chemical constituents of potato. **Plant Cell Physiol.**, 21(7):1343-1346.

- Abeles, F. 1973. **Ethylene in plant biology**. Academic Press, New York, 302pp.
- Albuquerque, M.; Cardoso, M.E.R. 1980. **A mandioca no trópico úmido**. Editerra, Brasília, 851pp.
- Booth, A. ; Lovell, P.H. 1972. The effect of pre-treatment with gibberellic acid on the distribution of photosynthate in intact and disbudded plant of *Solanum tuberosum* L. **New Phytol.**, 71:795-804.
- Espíndola, C.R. 1979. **Pedogênese em áreas basálticas do reverso de "Cuesta" do médio curso do rio Tietê**. Tese Livre-Docência, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brasil, 197pp.
- Ewing, E.E. 1985. Cuttings as simplified models of the potato plant. *In: Potato Physiology*. Academic Press, Orlando, p.153-207.
- Ewing, E.E.; Struik, P.C. 1992. Tuber formation in potato: induction, initiation, and growth. **Hortic. Rev.**, 14:89-198.
- Green, C.E.; Vaidyanathan, L.Y.; Ivins, J.D. 1986. Growth of sugarbeet crops including the influence of synthetic plant growth regulators. **J. Agric. Sci.**, 107:285-297.
- Hancock, K.N. 1986. A study of growth regulators IAA oxidase and watering levels on storage roots initiation in sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam.). **Field Crops Abst.**, 39:252.
- Harada, H., Lang, A . 1965. Effect of some (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride analogs and other growth retardants on gibberellin biosynthesis in *Fusarium moniliforme*. **Plant Physiol.**, 40:176-183.
- Hew, C.S.; Nelson, C.D.; Krotkov, G. 1967. Hormonal control of translocation of photosynthetically assimilated ¹⁴C in young soybean plant. **Am. J. Bot.**, 54:252-256.
- Humphries, E.C.; Dyson, P.W. 1967. Effects of growth regulators, CCC and B₉ on some potato varieties. **Ann. Appl. Biol.**, 60:333-341.

- Hussey, g.; Stacey, N.J. 1984. Factors affecting the formation of in vitro tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Ann. Bot.**, **53**:565-578.
- Indira, P.; Sinha, S.K. 1970. Studies on the initiation and development of tubers in *Manihot esculenta* Crantz. **Indian J. Plant Physiol.**, **13**:24-39.
- Johnson, R.R.; Balwanii, T.L.; Mc Lub, K.E.; Dehority, B.A . 1966. Corn plant maturity. II. Effect on "in vitro" cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. **J. Na. Sci.**, **25**:617-623.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A . 1989. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Potafos, Piracicaba, 201pp.
- Mingo-Castel, A.M.; Smith, F.B. 1974. Effect of carbon dioxide and ethylene on tuberization of isolated potato stolons cultured in vitro. **Plant Physiol.**, **17**:557-570.
- Mingo-Castel, A.M.; Young, R.E.; Smith, O. E. 1976. Kinetin-induced tuberization of potato *in vitro*: on the mode of action of kinetin. **Plant Cell Physiol.**, **17**:557-570.
- Nelson, N.A . 1944. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **J. Biol. Chem.**, **153**: 375-380.
- Obata-Sasamoto, H.; Suzuki, H. 1979. Activities of enzymes relating to starch synthesis and endogenous levels of growth regulators in potato stolon tips during tuberization. **Physiol. Plant.**, **45**:320-324.
- Palmer, C.E.; Baker, W.G. 1972. Changes in enzyme activity during elongation and tuberization of stolons of *Solanum tuberosum* L. cultivated in vitro. **Plant Cell Physiol.**, **13**:618-688.
- Palmer, C.E.; Smith, O.E. 1969. Cytokinins and tuber initiation in the potato *Solanum tuberosum* L. **Nature**, **221**:279-280.

- Pereira, A.S.; Lorenzi, J.O.; Monteiro, D.A. 1984. Reguladores de crescimento na produção de mandioca. **Bragantia**, **43**:673-676.
- Pimentel Gomes, F. 1990. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Nobel, Piracicaba, 468pp.
- Van Staden, J.; Dimalla, G.G. 1976. Endogenous cytokinins and tuberization in the potato (*Solanum tuberosum* L.). **Ann. Bot.**, **40**:1117-1119.
- Vreudgenhil, D.; Struik, P.C. 1989. An integrated view of the hormonal regulation of tuber formation in potato (*Solanum tuberosum*). **Physiol. Plant.**, **75**:525-531.