

EFEITOS DA RADIAÇÃO GAMA SOBRE A ÂNTESE DE *GLADIOLUS X GANDAVENSIS* VAN HOUTTE

EFFECTS OF GAMMA RADIATION ON ANTHESIS OF *GLADIOLUS X GANDAVENSIS* VAN HOUTTE

K. G. Hell ⁽¹⁾ e Ingrid Y. A. Ludewigs ⁽²⁾

RESUMO

Cormos de *Gladiolus x gandavensis* van Houtte foram irradiados com doses agudas e com doses que foram fracionadas em gerações vegetativas sucessivas, de raios gama de uma fonte de ¹³⁷Cs. Tratamentos agudos com 4 Kr não apresentaram resultados consistentes, quando repetidos. Em dois tratamentos houve uma significativa ($p < 0,05$) precocidade na ântese da primeira flor, porém em dois outros tratamentos não foram constatadas diferenças significativas. Doses agudas de 8, 12 e 16 Kr também não apresentaram diferenças significativas no tempo para ântese da primeira flor. Tratamentos de 4 Kr, administrados a duas, três e quatro gerações consecutivas, resultaram em precocidade altamente significativa ($p < 0,01$) na floração. Os resultados demonstram que o fracionamento das doses pode estimular significativamente a floração destas plantas. Sugere-se que os cormos descendentes dos irradiados, apresentam uma maior sensibilidade à indução de floração precoce e que possivelmente o fenômeno na stimulação da floração de *Gladiolus x gandavensis* depende da radiosensibilidade do material tratado.

SUMMARY

Corms of *Gladiolus x gandavensis* van Houtte were treated with acute and fractionated doses of gamma rays from a ¹³⁷Cs source. Acute treatments with 4 Kr did not result in consistent effects, on repetition. In two of the treatments, there was a significant ($p < 0.05$) stimulatory effect on the anthesis of the first flower, but in two repetitions this effect could not be detected. Acute doses of 8, 12 and 16 Kr also did not present any significant differences in the time

(1) Dept. Botânica, Inst. Biociências da USP.

(2) Instituto de Botânica do Estado de S. Paulo.

for anthesis of the first flower. The dose fractionation of 4 Kr on two, three and four consecutive vegetative generations resulted in highly significant ($p < 0.01$) flowering stimulation. The results demonstrate that, while acute doses do not stimulate anthesis, the same doses when fractionated on consecutive vegetative generations, do stimulate the flowering of the irradiated material. It is suggested that the corms derived from irradiated ones are more sensitive to floral stimulation and that the flowering stimulation in *Gladiolus* x *gandavensis* might depend on the radio-sensibility of the treated material.

INTRODUÇÃO

As radiações ionizantes podem causar um aumento na resposta de alguns processos fisiológicos, como germinação, razão de crescimento, floração, etc. (Sax, 1963). A base fisiológica bem como as condições em que este fenômeno se manifesta, são pouco conhecidos. Bacq e Alexander (1961), consideram que o aumento na elongação celular, algumas vezes observado após tratamentos com radiações ionizantes, pode ser decorrente de um aumento na atividade das enzimas envolvidas no processo de crescimento. Após a descoberta de Skoog (1935), de que as radiações ionizantes reduzem o teor endógeno das auxinas, alguns autores, como Leopold e Thimann (1949) e Spencer (1955), procuraram explicar o fenômeno da estimulação da floração como decorrente da supressão do crescimento vegetativo, em função da diminuição do teor endógeno de ácido indolilacético. A inativação das auxinas seria provocada pela ação dos peróxidos rádio-induzidos sobre estes hormônios. Atualmente, em decorrência das pesquisas de Gordon (1957), acredita-se que a diminuição no teor de auxinas, constatada em plantas irradiadas, deve-se à ação dos peróxidos sobre o sistema enzimático responsável pela conversão do triptofano em ácido indolilacético, e não como resultado da ação direta destes peróxidos sobre as auxinas.

A primeira indicação de que as radiações ionizantes podem induzir uma precocidade na floração de *Gladiolus*, deve-se a Sax (1955). Este autor tratou cormos de duas variedades de *Gladiolus*, Bloemfontein e Boulogne, com 4000 r de raio X, a uma taxa de dose de 50 r por minuto, constatando uma precocidade significativa no tempo médio para a ântese da primeira flor. Spencer (1955), irradiou cormos dormentes de duas variedades de *Gladiolus*, Gene e Filigree, submetendo-as a 5200 r de raios X, a uma taxa de dose de 170 r por minuto, constatando a ocorrência de uma precocidade significativa no tempo para a ântese da primeira flor. Replantando os cormos formados pelas plantas irradiadas, este último autor verificou que o efeito estimulatório não se manifestava na geração vegetativa imediatamente subsequente, sugerindo que a estimulação da floração seria um efeito que diminui com o tempo decorrido entre a exposição à radiação e a indução da floração.

O objetivo do trabalho foi verificar os efeitos de doses agudas de radiação gama de fonte ^{137}Cs , no tempo para ântese da primeira

flor em *Gladiolus x gandavensis* van Houtte, bem como de doses fracionadas acumuladas em gerações vegetativas consecutivas.

MATERIAL E MÉTODOS

Cormos de *Gladiolus x gandavensis* van Houtte, no início do crescimento vegetativo, foram irradiados com raios gama de uma fonte de ^{137}Cs , a uma taxa de dose de 1000 r por hora. Os tratamentos realizaram-se no escuro, a temperatura ambiente. Os cormos irradiados foram plantados em fileiras alternadas com cormos controle, seguindo-se todas as técnicas de preparo de solo e de cultura recomendadas para o cultivo de *Gladiolus*. Para a análise da ântese floral de cada grupo tratado e respectivo controle, foi registrado o dia da abertura da primeira flor de cada inflorescência. A partir destes dados, calculamos a mediana do tempo necessário para a ântese da primeira flor de cada grupo, com a qual efetuamos as análises estatísticas. A significância das diferenças entre os resultados obtidos para as plantas tratadas e os respectivos controles, foi estimada por meio do teste não-paramétrico das medianas de duas amostras pareadas, de acordo com Dixon e Massey (1969).

Os tratamentos com doses agudas de radiação foram os seguintes: 4, 8, 12 e 16 Kr, sendo que para a dose de 4 Kr foram realizadas 4 repetições, em diferentes anos. Para o estudo dos efeitos das radiações ionizantes sobre gerações vegetativas consecutivas, aguardou-se a senescência da parte aérea, sendo em seguida colhidos os novos cormos formados. Estes cormos foram secados e colocados em caixas, onde permaneceram durante todo período de dormência. No início do brotamento, foram submetidos a um novo tratamento de 4 Kr e plantados em seguida. Este procedimento foi realizado de maneira a obter os seguintes tratamentos: a) em duas gerações vegetativas consecutivas (4 + 4 Kr), b) em três gerações vegetativas consecutivas (4 + 4 + 4 Kr) e c) em quatro gerações consecutivas (4 + 4 + 4 + 4 Kr).

RESULTADOS

Os efeitos das radiações ionizantes sobre o número mediano de dias para a ântese da primeira flor de cada inflorescência, estão representados na Tabela 1. Os resultados demonstram que doses agudas de 4 Kr não apresentam respostas consistentes, quando os tratamentos são repetidos em anos diferentes. Assim, o primeiro e o quarto tratamento realizados em 1970 e em 1973, respectivamente, não apresentaram efeitos estimulatórios sobre o tempo para ântese da primeira flor. Contudo, o segundo e o terceiro tratamento, ambos realizados em 1972, mostraram uma precocidade significativa ao nível de 5 por cento.

Verificamos que o tempo para a ântese da primeira flor, não foi afetado, de modo significativo, após tratamentos agudos com 8, 12 e

Dose de radiação gama (Kr)	Dose acumulada (Kr)	Número de inflorescências analisadas	Dias para ântese da primeira flor	Teste não-paramétrico para duas medianas (X^2)
Controle 4	0 4	66 62	103 103	0,43 ($p > 0,05$)
Controle 4	0 4	63 62	89 87	4,90 ($p < 0,05$)
Controle 4	0 4	45 38	89 85	4,82 ($p < 0,05$)
Controle 4	0 4	33 44	91 89	0,39 ($p > 0,05$)
Controle 8	0 8	33 44	91 90	0,02 ($p > 0,05$)
Controle 12	0 12	33 35	91 89	0,45 ($p > 0,05$)
Controle 16	0 16	33 27	91 90	0,01 ($p > 0,05$)
Controle 4 + 4	0 8	34 30	85 83	6,93 ($p < 0,01$)
Controle 4 + 4 + 4	0 12	44 36	88 76	36,44 ($p < 0,01$)
Controle 4 + 4 + 4 + 4	0 16	37 38	88 84	8,94 ($p < 0,01$)

TABELA 1 — Efeitos de doses agudas e fracionadas sobre a floração de *Gladiolus x Gandavensis* van Houtte.

16 Kr. A ausência de estimulação nesta faixa de doses, constitui-se em resultado esperado, tendo em vista que os fenômenos de estimulação, de crescimento e de floração ocorrem sempre em doses consideradas baixas, dentro da curva global de radiosensibilidade do material tratado (Sax, 1963).

Por outro lado, em todas as experiências de irradiação de cormos de gerações vegetativas consecutivas, isto é, 4 + 4 Kr, 4 + 4 + 4 Kr e 4 + 4 + 4 + 4 Kr, constatamos uma precocidade altamente significativa ($p < 0,01$) no tempo para a ântese da primeira flor. Estes resultados mostram a ocorrência de efeitos que diferem conforme o

material seja submetido a doses agudas ou a doses fracionadas em gerações vegetativas consecutivas. Assim, enquanto que na dose aguda 8 Kr não houve efeito significativo sobre a ântese, a mesma dose, fracionada em duas gerações vegetativas consecutivas (4 + 4 Kr), induziu uma precocidade altamente significativa na floração da última geração irradiada. O mesmo é válido para as doses agudas de 12 e 16 Kr e seus respectivos fracionamentos.

DISCUSSÃO

A inconsistência das respostas do tipo estimulatório, após tratamentos com radiações ionizantes, é fato bem documentado na literatura. Em virtude desta falta de constância na manifestação do fenômeno, inúmeros resultados contraditórios tem sido publicados, levando a considerável polêmica entre os autores (Johnson, 1931). Contudo, as evidências demonstram que o fenômeno da estimulação pode ocorrer em certos estágios do desenvolvimento vegetal (Sax, 1963).

Deve-se assinalar que a estimulação observada em dois de nossos experimentos, ocorreu após um tratamento agudo com 4 Kr, dose idêntica à empregada por Sax (1955), porém menor que a empregada por Spencer (1955), que usou 5,2 Kr. No entanto, devemos ressaltar que aqueles autores trabalharam com raios X e com taxas de dose muito maiores que as nossas. Este fato parece bastante interessante, considerando que, de um modo geral, a energia da radiação ionizante, bem como sua taxa de dose, constituem importantes fatores na expressão do efeito biológico das radiações (Bacq e Alexander, 1961).

O fato de termos obtido precocidade de floração em gerações vegetativas consecutivas, tratadas com doses fracionadas, nos leva a supor que os cormos descendentes irradiados são mais sensíveis à indução de floração precoce. O material, por ter sido submetido a tratamentos repetidos, poderia estar com sua radio-sensibilidade alterada. Caso esta suposição venha a ser corroborada, ela poderia indicar um dos possíveis fatores responsáveis pela inconstância da manifestação dos fenômenos do tipo estimulatório. Assim, a manifestação da precocidade da floração, dependeria, entre outros fatores, da maior ou menor resistência do material à radiação.

Sabe-se, atualmente, que não apenas as auxinas são afetadas pelas radiações ionizantes, mas também outros reguladores vegetais, como as giberelinas (Sideris et al., 1971). Por outro lado, a correlação entre a queda no teor hormonal e a estimulação da floração, não pode ser direta, pois de outra forma, quanto maior a dose de radiação, tanto maior seria a estimulação. Parece-nos mais razoável considerar que, nas condições apropriadas de sensibilidade, e sob efeito de determinadas doses de radiação ionizante, pode romper-se o delicado equilíbrio hormonal e metabólico que regula o processo do desenvolvimento vegetal, levando a respostas do tipo estimulatório. A precocidade na floração, observada em *Gladiolus x gandavensis*, deve ser enca-

rada como uma manifestação peculiar dos danos radio-induzidos no sistema que controla o crescimento normal da planta.

AGRADECIMENTOS

Os autores manifestam sua gratidão à Fundação Rockefeller, pela doação da fonte ^{137}Cs , bem como ao Departamento de Biociências da U.S.P., pelas facilidades dispensadas na utilização da mesma.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BACQ, Z. M. e ALEXANDER, P. — 1961 — *Fundamentals of Radiobiology*. 2nd ed. Pergamon Press, London, 555 p.
- DIXON, W. J. e MASSEY Jr., F. J. — 1969 — *Introduction to statistical analysis*. 3rd ed. McGraw-Hill, Tokyo, 638 p.
- GORDON, S. A. — 1957 — The effects of ionizing radiations on plants: Biochemical and physiological aspects. *Quart. Rev. Biol.* 32:3-14.
- JOHNSON, E. L. — 1931 — On the alleged stimulating action of X-rays upon plants. *Amer. J. Bot.* 18:603-614.
- LEOPOLD, A. C. e THIMANN, K. V. — 1949 — The effect of auxin on flower initiation. *Amer. J. Bot.* 36:342-347.
- SAX, K. — 1955 — The effect of ionizing radiation on plant growth. *Amer. J. Bot.* 42:360-364.
- SAX, K. — 1963 — The stimulation of plant growth by ionizing radiation. *Rad. Bot.* 3:179-186.
- SIDERIS, E. G., NAWAR, M. M. e NILAN, F. A. — 1971 — Effect of gamma radiation on gibberellic acid solutions and gibberellin-like substances in barley seedlings. *Rad. Bot.* 11:209-214.
- SKOOG, F. — 1935 — The effect of X-irradiation on auxin and plant growth. *J. Cell. Comp. Physiol.* 7:227-270.
- SPENCER, J. L. — 1955 — The effect of X-radiation on the flowering of certain cultivated bulbs and corms. *Amer. J. Bot.* 49:917-920.