

APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E 2,4-D COMO REGULADOR DE CRESCIMENTO EM MILHO

I. ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E RENDIMENTO DE GRÃOS¹

LAURO AKIO OKUYAMA² e PAULO REGIS FERREIRA DA SILVA³

RESUMO - Foi conduzido um experimento de campo, na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRS, para avaliar os efeitos da aplicação de nitrogênio e 2,4-D no padrão de acúmulo de matéria seca nos órgãos da planta de milho, duração do período do espigamento até a maturação fisiológica dos grãos e rendimento de grãos. Os tratamentos constaram de duas doses de nitrogênio (40 e 120 kg de N/ha) e quatro doses de 2,4-D (0,80, 160 e 240 g e.a./ha). As determinações de matéria seca nos órgãos da planta foram realizadas a cada seis dias, desde o espigamento até 72 dias após. Observou-se que a aplicação de 2,4-D não afetou os parâmetros avaliados. A dose maior de nitrogênio aumentou o peso da matéria seca da folha + palha da espiga, sabugo, grãos, rendimento de grãos, número de grãos por espiga e peso de 1.000 grãos. A duração do período do espigamento à maturação fisiológica dos grãos não foi afetada pelas doses de 2,4-D e nitrogênio.

Termos para indexação: duração do período de enchimento de grãos.

APPLICATION OF NITROGEN AND 2,4-D AS GROWTH REGULATOR IN CORN. I. DRY MATTER ACCUMULATION AND GRAIN YIELD

ABSTRACT - A field trial was conducted with corn at the Estação Experimental Agrônômica da UFRS, Guaíba-RS, Brazil, to verify the effects of nitrogen and 2,4-D applications on the dry matter accumulation in the different organs of the plant, length of period from silking to physiological maturity of the grains and grain yield. The treatments were two levels of nitrogen (40 and 120 kg N/ha) and four levels of 2,4-D (0,80, 160 and 240 g a.e./ha). Dry matter in the different organs of the plant was determined each six days from silking to 72 days after. The application of 2,4-D did not affect significantly the determinations evaluated. The high level of nitrogen increased dry matter of leaves and husks, cob, grain, grain yield, number of grains per ear and weight of 1,000 grains. The length of period from silking to grain physiological maturity were not affected by 2,4-D and nitrogen applications.

Index terms: dry matter accumulation, grain filling period.

INTRODUÇÃO

A possibilidade de utilizar substâncias que atuam como reguladores de crescimento para elevar o rendimento das culturas tem sido estudada por diversos pesquisadores. Entre essas substâncias encontra-se o 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético), que é uma auxina sintética que possui estrutura química diferente do AIA (ácido indolil acético), mas com propriedades semelhantes. A aplicação de baixas concentrações de 2,4-D tem

aumentado o rendimento de diversas culturas, como feijão (Wedding et al. 1956, Miller et al. 1962, Wort 1966), beterraba (Wort 1966), tomate (Abo El-Saod et al. 1976, Joseph & Peter 1980), pimenta e batatinha (Hemphill & Montgomery 1981). Esses acréscimos nos rendimentos são devidos ao aumento do tamanho do fruto (tomate), aumento do número de frutos ocasionado pela maior ramificação e florescimento (pimenta) e aumento do número de grãos por legume e peso de semente (feijão).

Quanto ao nitrogênio, diversos trabalhos relatam acréscimos no rendimento de grãos em função da sua aplicação. Esses incrementos têm sido atribuídos ao aumento do teor deste nutriente na folha (Krantz & Chandler 1951, Bennett et al. 1953, Viets Junior et al. 1954), ao melhor desenvolvimento das plantas, expresso pelo incremento da área foliar (Medeiros & Silva 1975, Pereira et al. 1981) e à prevenção da senescência prematura

¹ Aceito para publicação em 7 de junho de 1983.

Parte do trabalho de dissertação do primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Dep. de Fitot. Fac. de Agron. da UFRS.

² Eng^o - Agr^o, M.Sc., Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Caixa Postal 1331, CEP 86100 - Londrina, PR.

³ Eng^o - Agr^o, Ph.D., Professor-Adjunto do Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRS, bolsista do CNPq, Caixa Postal 776, CEP 90000 - Porto Alegre, RS.

das folhas (Sinclair & Witt 1975, Egli et al. 1978). Os componentes do rendimento que têm sido mais afetados em função da aplicação deste nutriente são o número de grãos por espiga e/ou peso de grãos (Carlson et al. 1959, Medeiros & Silva 1975, Mundstock 1979).

Em função da importância do nitrogênio para as plantas e uma possível interação do 2,4-D com este nutriente, conduziu-se um experimento com a cultura do milho, com o objetivo de estudar os efeitos da aplicação de 2,4-D e de nitrogênio no padrão de acúmulo de matéria seca nos órgãos da planta, duração do período do espigamento à maturação fisiológica e rendimento de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Guaíba, RS, em solo classificado como Laterítico Bruno avermelhado Distrófico, com 32% de areia grossa, 19% de areia fina, 15% de silte e 34% de argila. A análise química do solo da área experimental, ao início do estudo, revelou: pH em água 5,6; teor de matéria orgânica 2,1%; fósforo 18 ppm; e potássio 150 ppm.

O experimento foi conduzido, sob condições de suplementação hídrica, em delineamento de parcela subdividida, com cinco repetições, alocando-se as doses de nitrogênio (40 e 120 kg de N/ha) nas parcelas principais e as doses de 2,4-D (0, 80, 160 e 240 g e.a./ha) nas subparcelas. A subparcela foi constituída de doze linhas de 6 m de comprimento, espaçadas por 1 m.

A semeadura do milho híbrido precoce Pioneer 6872 foi realizada no dia 28 de setembro de 1981. A emergência das plantas ocorreu no dia 7 de outubro, e efetuou-se o desbaste das plantas 16 dias após, mantendo-se seis plantas por metro linear e obtendo-se, assim, uma densidade equivalente de 60 mil plantas/ha.

Realizou-se adubação de manutenção com a aplicação de 20, 80 e 50 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Na adubação nitrogenada em cobertura utilizou-se o sulfato de amônio. Nos tratamentos com 40 kg de N/ha aplicaram-se 20 kg de N/ha, aos 28 dias após a emergência das plantas. Nos tratamentos com 120 kg de N/ha, realizaram-se duas adubações nitrogenadas em cobertura, uma aos 28 e a outra aos 54 dias após a emergência das plantas, aplicando-se 50 kg de N/ha em cada ocasião.

A aplicação dos tratamentos de 2,4-D (sal dimetilamina do ácido 2,4-diclorofenoxiacético, com 720 g/l de equivalente em ácido) foi realizada, quando as plantas encontravam-se no início da diferenciação do primórdio floral. Para isto, utilizou-se um pulverizador costal impelido por

gás carbônico, com vazão aproximada de 200 litros de solução por hectare.

Por ocasião do espigamento, cartões coloridos foram fixados em plantas que apresentavam estigma ao redor de um centímetro de comprimento. Cada cor correspondeu a um determinado dia de espigamento. Nas plantas marcadas, efetuaram-se amostragens para determinações do peso da matéria seca de colmo + pendão + pedúnculo, folha + palha da espiga, sabugo e grãos, a cada seis dias, desde o espigamento até 72 dias após, amostrando-se cinco plantas por subparcela.

A maturação fisiológica dos grãos foi determinada segundo método descrito por Daynard & Duncan (1969).

O ponto de máximo acúmulo de matéria seca após o espigamento foi determinado a partir da equação de regressão da matéria seca nos órgãos das plantas, através do máximo de função.

Avaliou-se o rendimento de grãos, colhendo-se uma área útil de 10 m² de cada subparcela, e calculou-se o rendimento por hectare, corrigindo-se a umidade dos grãos para 13%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as avaliações efetuadas não se evidenciaram respostas significativas da aplicação foliar de 2,4-D. Isto pode ter ocorrido pelo fato de que a resposta das plantas à aplicação de substâncias químicas como reguladores de crescimento é limitada por muitos fatores. Nesse sentido, pode-se destacar a dificuldade em predizer a concentração ideal, época de aplicação (Huffaker et al. 1967), variedades e condições ambientais (Johnson & Anderson 1974).

Quanto à acumulação de matéria seca no colmo durante o período reprodutivo, não se evidenciou efeito das doses de nitrogênio. Esta matéria seca manteve-se praticamente estável, na média das doses de 2,4-D. Segundo Duncan (1976), ocorre diminuição na matéria seca de colmo após o espigamento quando a fotossíntese torna-se limitante, não podendo, assim, atender à demanda dos grãos. Em vista disso, pode-se deduzir que o resultado obtido no presente trabalho deveu-se às condições experimentais favoráveis.

A matéria seca de folha + palha da espiga foi maior nos tratamentos com 120 kg de N/ha em relação aos tratamentos com 40 kg de N/ha, na média das doses de 2,4-D. Esse aumento pode ser devido à maior área foliar e maior peso específico das folhas, alcançados pelos tratamentos que receberam maior quantidade de nitrogênio. Em am-

bas as doses de nitrogênio, o acúmulo máximo dessa matéria seca foi atingido aos 26 dias após o espigamento, decrescendo a partir desse ponto (Fig. 1).

A aplicação de 120 kg de N/ha aumentou a matéria seca de sabugo em relação à aplicação de 40 kg de N/ha, na média das doses de 2,4-D. Esse incremento foi mais marcante nas amostragens intermediárias (Fig. 2). O ponto de máximo acúmulo de matéria seca nesse órgão da planta foi atingido aos 54 e 52 dias após o espigamento, para as doses de 40 e 120 kg de N/ha, respectivamente. Esses valores são superiores aos determinados por Shaw & Thom 1951, Hanway & Russel 1969, Koller 1972, nos quais o máximo foi encontrado aos 25, 18 e 30 dias após o espigamento, respectivamente. A diferença entre esses valores pode ter ocorrido em função dos híbridos utilizados e condições experimentais.

Apesar de evidenciar diferença estatística entre as doses de nitrogênio no padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos entre 12 e 72 dias após o espigamento (Fig. 3), essa diferença não foi tão acentuada; isto deve-se provavelmente ao fato de

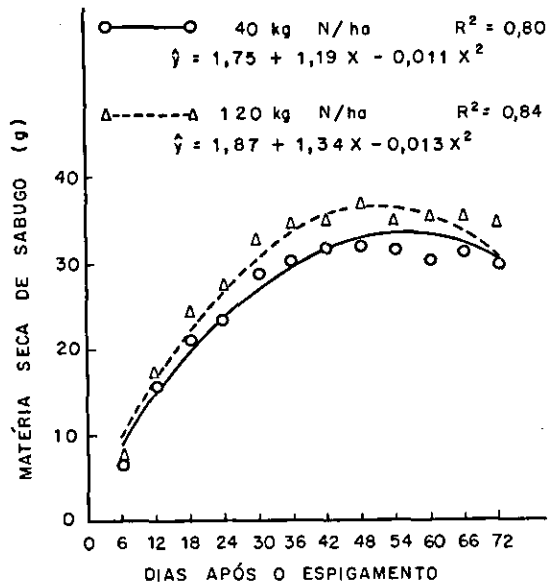


FIG. 2. Peso da matéria seca de sabugo por planta de milho, entre 6 a 72 dias após o espigamento, em duas doses de nitrogênio, na média dos tratamentos de 2,4-D. EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

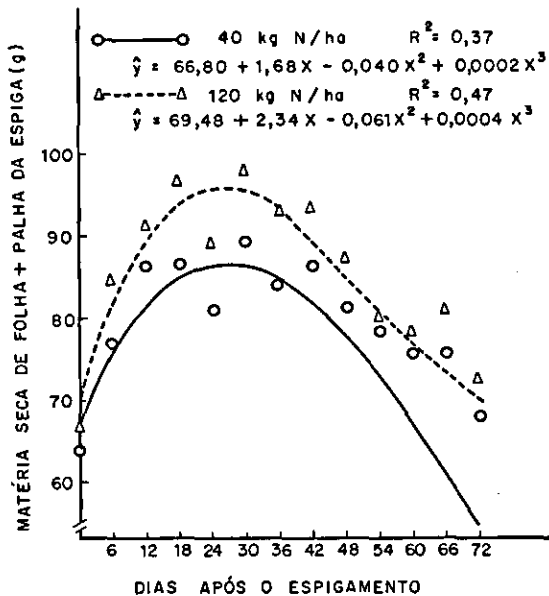


FIG. 1. Peso da matéria seca de folha + palha da espiga por planta de milho, durante o período do espigamento a 72 dias após, em duas doses de nitrogênio, na média dos tratamentos de 2,4-D. EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

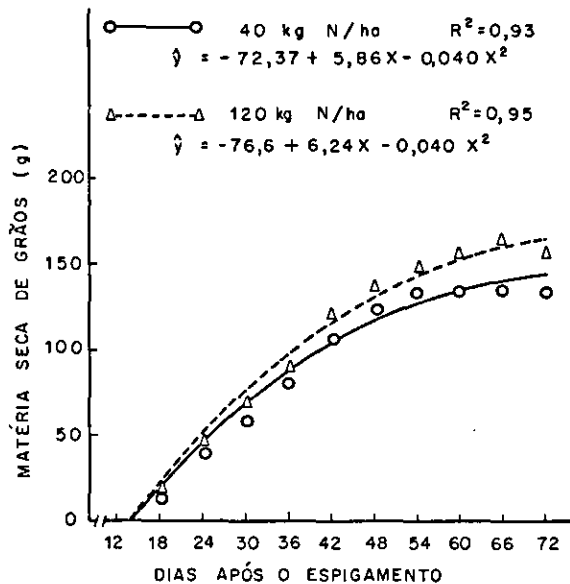


FIG. 3. Peso da matéria seca de grãos por planta de milho, entre 12 a 72 dias após o espigamento, em duas doses de nitrogênio, na média dos tratamentos de 2,4-D. EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

as folhas acima da espiga nos tratamentos com 40 kg de N/ha mostraram-se pouco afetadas pela deficiência de nitrogênio. Segundo Tanaka & Yamaguchi (1972), mais de 90% do peso dos grãos é devido aos produtos da fotossíntese que são translocados diretamente para os grãos, sendo que as cinco folhas acima da espiga são as mais importantes durante o período de enchimento.

Nos tratamentos com 120 kg de N/ha verificaram-se incrementos significativos da matéria seca total da parte aérea, em relação aos tratamentos com 40 kg de N/ha (Fig. 4). Esse aumento foi principalmente devido ao aumento da matéria seca de grãos, sabugo e folha + palha de espiga. A matéria seca de colmo + pedúnculo + pendão pouco contribuiu para o aumento da matéria seca total. Isto, em parte, ocorreu devido à segunda aplicação nitrogenada em cobertura (50 kg de N/ha) dos tratamentos com 120 kg de N/ha ter sido realizada treze dias antes de 75% do espigamento. Esta resposta da aplicação do nitrogênio somente foi manifestada após o espigamento, pois, nessa ocasião, plantas em ambos os tratamentos

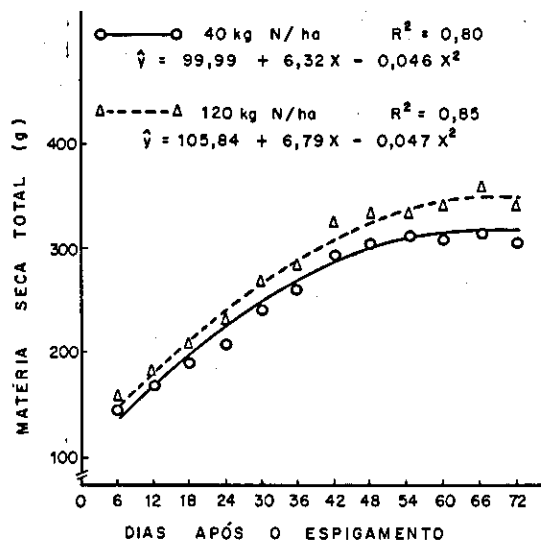


FIG. 4. Peso da matéria seca total da parte aérea por planta de milho, entre 6 a 72 dias após o espigamento, em duas doses de nitrogênio, na média dos tratamentos de 2,4-D. EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

TABELA 1. Rendimento de grãos e seus componentes em função da aplicação foliar de 2,4-D na diferenciação do primórdio floral da planta de milho, em duas doses de nitrogênio. EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

N (kg/ha)	2,4-D ¹ (e.a./ha)	Rendimento de grãos (kg/ha)	Peso de 1.000 grãos (g)	N.º de espigas por planta	N.º de grãos por espiga
40	0	8.153	327,9	0,98	426
	80	8.650	327,8	0,99	452
	160	8.469	323,9	0,99	445
	240	8.882	333,6	0,99	445
	Média	8.538 b *	328,3 b	0,99 a	442 b
120	0	9.798	349,4	0,98	474
	80	9.692	343,7	0,99	473
	160	9.543	343,6	1,00	463
	240	9.846	350,1	1,00	473
	Média	9.720 a	346,7 a	0,99 a	471 a
	C.V. (a)	8,4	2,6	3,0	3,2
	C.V. (b)	6,8	2,8	1,8	3,9

¹ Para todas as determinações não se evidenciaram diferenças significativas entre as doses de 2,4-D ($P > 0,05$).

* As letras colocadas à direita do número implicam uma comparação vertical entre as doses de nitrogênio, na média dos tratamentos de 2,4-D. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente. ($P > 0,05$).

com nitrogênio não apresentavam diferenças na matéria seca total da parte aérea da planta que era constituída de colmo + pendão e folha + palha da espiga.

A duração do período do espigamento à maturação fisiológica dos grãos não foi afetada pelas doses de nitrogênio. Esta duração foi de 66 dias em ambos os tratamentos de nitrogênio, na média das doses de 2,4-D. Esses dados indicam que não houve efeito das doses de nitrogênio na senescência, ao contrário do que foi observado por Egli et al. (1978) em soja. Isto, provavelmente, ocorreu devido à fertilidade média a alta da área experimental e suplementação hídrica.

Com a aplicação de 120 kg de N/ha verificou-se aumento significativo no rendimento de grãos em relação à aplicação de 40 kg de N/ha, na média das doses de 2,4-D. Esses valores foram de 8.538 e 9.720 kg de N/ha para as doses de 40 e 120 kg de N/ha, respectivamente. Os componentes do rendimento que estiveram associados a esse aumento foram o número de grãos por espiga e peso de 1.000 grãos (Tabela 1).

CONCLUSÕES

1. A aplicação de 2,4-D como regulador de crescimento não influenciou no acúmulo de matéria seca dos órgãos da planta de milho, duração do período de enchimento de grãos e rendimento de grãos.

2. A dose mais alta de nitrogênio aumentou o peso da matéria seca de folha + palha da espiga, sabugo, grãos, matéria seca total e rendimento de grãos.

3. As doses de 2,4-D e nitrogênio não afetaram a duração do período do espigamento à maturação fisiológica dos grãos.

REFERÊNCIAS

- ABO EL-SAAD, I.A.; OMRAN, A.F. & ASHOUR, N.I. Stimulatory effects of 2,4-D on growth and yield of tomato. *Egypt. J. Hortic.*, Cairo, 3(2):149-55, 1976.
- BENNETT, W.F.; STANFORD, G. & DUMENIL, L. Nitrogen, phosphorus, and potassium content of the corn leaf and grain as related to nitrogen fertilization and yield. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, 17(3): 252-8, 1953.
- CARLSON, C.W.; ALESSI, J. & MICKELSON, R.H. Evapotranspiration and yield of corn as influenced by moisture level, nitrogen fertilization, and plant density. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, 23:242-5, 1959.
- DAYNARD, T.B. & DUNCAN, W.G. The black layer and grain maturity in corn. *Crop. Sci.*, Madison, 9(4): 473-6, 1969.
- DUNCAN, W.G. Maize. In: EVANS, L.T. *Crop physiology*; some case histories. London, Cambridge University Press, 1976. p.23-50.
- EGLI, D.B.; LEGGETT, J.E. & DUNCAN, W.G. Influence of N stress on leaf senescence and N redistribution in soybean. *Agron. J.*, Madison, 70(1):43-7, 1978.
- HANWAY, J.J. & RUSSELL, W.A. Dry matter accumulation in corn (*Zea mays* L.) plants: comparison among single-cross hybrids. *Agron. J.*, Madison, 61(6): 947-51, 1969.
- HEMPHILL, D.D. & MONTGOMERY, M.L. Response of vegetable crops to sublethal application of 2,4-D. *Weed Sci.*, Champaign, 29(6):632-5, 1981.
- HUFFAKER, R.C.; MILLER, M.D.; BAGHOTT, K.G.; SMITH, F.L. & SCHALLER, C.W. Effects of field application of 2,4-D and iron supplements on yield and protein content of wheat and barley and yield of beans. *Crop Sci.*, Madison, 7(1):17-9, 1967.
- JOHNSON, D.R. & ANDERSON, I.C. Interaction of 2,3,5-Triiodobenzoic acid and 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid on growth and yield of soybean. *Crop Sci.*, Madison, 14(3):381-4, 1974.
- JOSEPH, C.B. & PETER, K.V. Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on fruit yield, leaf area and flower characters in tomato. *J. Hortic. Sci.*, 55(1):41-3, 1980.
- KOLLER, O.L. Maturação fisiológica e variações de matéria seca e umidade, durante o período de formação dos grãos, em seis cultivares de milho. Porto Alegre, UFRS, 1972. 138p. Tese Mestrado.
- KRANTZ, B.A. & CHANDLER, W.V. Lodging, leaf composition, and yield of corn as influenced by heavy applications of nitrogen and potash. *Agron. J.*, Madison, 43(11):547-52, 1951.
- MEDEIROS, J.B. & SILVA, P.R.F. da. Efeitos de níveis de nitrogênio e densidade de plantas sobre o rendimento de grãos e outras características agrônomicas de duas cultivares de milho (*Zea mays* L.). *Agron. sulriogr.*, Porto Alegre, 11(2):227-49, 1975.
- MILLER, M.D.; MIKKELSEN, D.S. & HUFFAKER, R.C. Effects of stimulatory and inhibitory levels of 2,4-D and iron on growth and yield of field beans. *Crop Sci.*, Madison, 2(2):114-6, 1962.
- MUNDSTOCK, C.M. A interação entre o número de plantas e o nível de adubação nitrogenada em cobertura em milho (*Zea mays* L.). *Agron. sulriogr.*, Porto Alegre, 15(1):111-8, 1979.
- PEREIRA, P.A.A.; BALDANI, J.I.; BLANA, R.A.G. & NEYRA, C.A. Assimilação e translocação de nitro-

- gênio em relação à produção de grãos e proteínas em milho (*Zea mays* L.). R. bras. Ci. Solo, Campinas, 5:28-31, 1981.
- SHAW, R.H. & THOM, H.C.S. On the phenology of field corn, silking to maturity. Agron. J., Madison, 43(11):541-6, 1951.
- SINCLAIR, T.R. & WITT, C.T. de. Photosynthate and nitrogen requirements for seed production by various crops. Science, Washington, 189:565-7, 1975.
- TANAKA, A. & YAMAGUCHI, J. Dry matter production, yield components and grain yield of the maize plant. J. Fac. Agric., Sapporo, 57:69-132, 1972.
- VIETS JUNIOR, F.G.; NELSON, C.E. & CRAWFORD, C.L. The relationships among corn yields, leaf composition and fertilizers applied. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 18:297-301, 1954.
- WEDDING, R.T.; KENDRICK JUNIOR, J.B.; STEWARD, W.S. & HALL, B.J. Growth regulators on beans studies in southern California indicate properly applied sprays may increase yields of dry limas under some conditions. Calif. Agric., Berkeley, 10(4):4, 12, 1956.
- WORT, D.J. Effects of 2,4-D nutrient dusts on the growth and yield of beans and sugar beets. Agron. J., Madison, 58(1):27-9, 1966.