

EFEITOS DO BIURETO NO SORGO SACARINO (*Sorghum bicolor* L.) (MOENCH) AVALIADOS PELOS CONTEÚDOS DE ALGUNS COMPOSTOS NITROGENADOS E DE AÇÚCARES*

Jorge H. Ferreira**

Otto J. Crocomo**

Francisco de A.F. de Mello***

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, com a finalidade de estudar os efeitos fitotóxicos do biureto, adicionado à uréia, ao sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L.) (Moench), tanto aplicado no solo como em pulverização foliar.

Trata-se de um ensaio em vaso, conduzido em casa de vegetação e em dois tipos de solo: um arenoso-Areia Quartzo-

*Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba. Entregue para publicação em 11/11/86.

**Prof. do Deptº de Química, ESALQ/USP.

***Prof. do Deptº de Solos, Geologia e Fertilizantes - ESALQ/USP.

sa e outro argilo-Terra Roxa.

Os tratamentos foram:

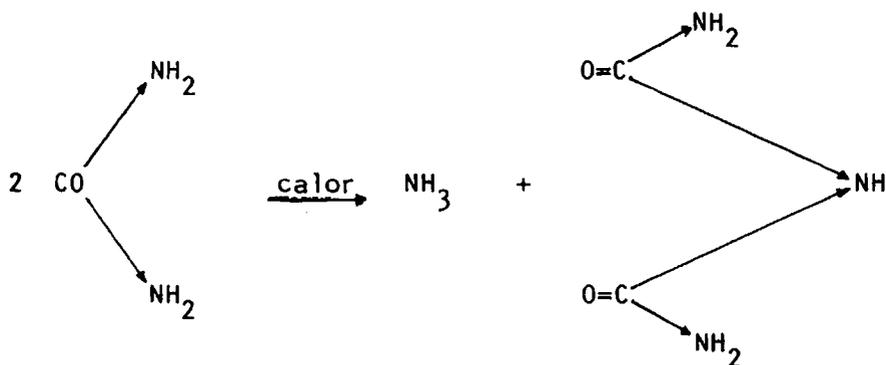
- 1- 1,15 g N/vaso no solo
- 2- 1,15 g N/vaso + 1% de biureto no so
lo
- 3- 1,15 g N/vaso + 2% de biureto no so
lo
- 4- 1,15 g N/vaso + 3% de biureto no so
lo
- 5- 1,15 g N/vaso via foliar
- 6- 1,15 g N/vaso + 1% de biureto via
foliar
- 7- 1,15 g N/vaso + 2% de biureto via
foliar
- 8- 1,15 g N/vaso + 3% de biureto via
foliar

Os resultados mostraram que os compos -
tos nitrogenados (proteínas e aminoáci -
dos) do sorgo apresentaram metabolismo
aparentemente não alterado em presença
de biureto, em qualquer dos dois tipos
de aplicação enquanto que ocorreram va
riações nos teores de açúcares redu
res e açúcares totais.

INTRODUÇÃO

Apesar da uréia ser, presentemen -
te, o fertilizante nitrogenado mais im
portante no Brasil, o produto granulado
apresenta um composto que tem se mostra

do tóxico às plantas: é o biureto. Essa substância se forma devido ao aquecimento de uréia cristalina no processo de obtenção da uréia granulada:



Neste trabalho a fitotoxicidade do biureto ao sorgo sacarino foi avaliada através da concentração de alguns compostos nitrogenados e de açúcares nas folhas das plantas.

REVISÃO DE LITERATURA

MANNIKAR et alii (1972) estudaram os efeitos da aplicação de uréia com 0,3% e 0,7% de biureto em sorgo forrageiro, teosinte e aveia. Os teores de proteína das plantas não foi afetado pelos métodos de aplicação (no solo e foliar) nem pelos teores de biureto na uréia, embora tenham encontrado efeitos na produção de matéria verde e seca das plantas.

BARGHAVA et alii (1957) constataram que aplicações de uréia em pulverização foliar, com 0,5% e 2% de biureto, causavam sensível redução nos teores de nitrogênio em grãos e palha de arroz.

RAI *et alii* (1956) estudando o efeito do biureto no crescimento do feijoeiro verificaram que aplicações desse composto no solo afetaram os mecanismos metabólicos da planta ocasionando aumentos dos teores de nitrogênio nas mesmas.

OGATA (1962) notou que plantas tratadas com biureto apresentaram menor teor de clorofila e de carboidratos e maior de compostos solúveis de nitrogênio, sugerindo a inibição da síntese de proteínas.

WEBSTER *et alii* (1957) constataram que o biureto reduzia o teor de proteína total das folhas de *Xanthium pensylvanicum* e, portanto, direta ou indiretamente, reduzia a síntese de proteínas.

Através de resultados obtidos com tomateiros cultivados em solução nutritiva KRISPER *et alii* (1972) obtiveram evidências de que o biureto influencia a proteólise e biossíntese da proteína.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em vasos, com duas terras uma arenosa-Areia Quartzosa e outra argilosa-Terra Roxa, cuja análise revelou os resultados da Tabela 1.

O pH foi medido em água na relação 1:2,5 entre terra e água.

O cálcio, o magnésio e o alumínio foram extraídos com solução normal de KCl. Fósforo e potássio foram extraídos com H₂SO₄ 0,05N e o H potencial com acetato de cálcio normal. As análises foram feitas por

TABELA 1. Resultados das Análises dos Solos Utilizados

Solos	pH Valor	Carbono %	Teor Trocável em miliequivalentes/100 g de terra						Hidrogênio potencial: H ⁺
			Fósforo PO ₄ ⁻³	Potássio K ⁺	Cálcio Ca ⁺⁺	Magnésio Mg ⁺⁺	Alumínio Al ⁺⁺⁺		
Solo Argiloso Terra Roxa	5,2	1,26	0,03	0,07	3,48	1,12	0,14	3,63	
Solo Arenoso Areia Quartzosa	4,2	0,27	0,06	0,11	0,68	0,42	1,04	2,56	

* Solúvel em H₂SO₄ 0,05N

métodos convencionais.

O teor de C foi obtido por oxidação com bicarbonato de potássio e titulação do excesso deste com solução de sulfato ferroso normal.

A calagem foi feita para elevar o pH a 6,5, segundo CATANI & GALLO (1965), e as adubações com P e K de acordo com Van RAIJ & SILVA (1977).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com os seguintes tratamentos:

- 1- 2,5 g uréia/vaso no solo
- 2- 2,5 g uréia/vaso com 1% de biureto/vaso no solo
- 3- 2,5 g uréia/vaso com 2% de biureto/vaso no solo
- 4- 2,5 g uréia/vaso com 3% de biureto/vaso no solo
- 5- 2,5 g uréia/vaso foliar
- 6- 2,5 g uréia/vaso com 1% de biureto/vaso, foliar
- 7- 2,5 g uréia/vaso com 2% de biureto/vaso, foliar
- 8- 2,5 g uréia/vaso com 3% de biureto/vaso, foliar

A uréia com biureto foram empregados em solução em todos os tratamentos, sendo as aplicações no solo feitas na ocasião do transplante e as foliares em três ocasiões, a saber: 20, 40 e 60 dias após o plantio.

Mais detalhes de Materiais e Métodos, ver no trabalho "Efeitos do Biureto no Sorgo Sacarino (*Sorghum bicolor* L.) (Moench) Avaliados pelo Desenvolvimento das Plantas", neste volume.

As análises químicas foram efetuadas como explicado a seguir:

PROTEÍNA TOTAL

A proteína total foi calculada a partir da dosagem de N total pelo método de Kjeldahl.

AMINOÁCIDOS TOTAIS

O material liofilizado foi hidrolisado com HCl 6N durante 22 horas e 110°C sendo o hidrolisado evaporado em evaporador rotatório, o resíduo sendo retomado em solução pH 2,2. A análise de aminoácidos totais foi realizada no Analisador Automático de Aminoácidos da Beckman, modelo 120C.

AÇÚCARES REDUTORES E REDUTORES TOTAIS

Os açúcares redutores foram extraídos pelo método descrito por OCHOA-ALEJO (1980). Amostras de 100 mg de material seco e pulverizado, aquecido em banho-maria a 85°C por 15 minutos com 4 ml de etanol a 80% e logo após o resfriamento, foram centrifugados a 6.000 rpm durante 10 minutos. O sobrenadante foi coletado e reextraído por mais duas vezes com 3 ml de etanol, juntando-se, no final, 3 extratos e completando ao volume de 10 ml com etanol a 80%.

Os açúcares redutores totais (ART) foram extraídos submetendo-se o extrato alcoólico (2 ml) à ação de 4 ml de HCl 0,75 N que hidrolisou os oligossacarídeos nele contidos à temperatura de 65°C, durante 30 minutos. A seguir, esse hidrolisado foi neutralizado com 4 ml de NaOH 0,75 N e levado ao volume de 10ml com água destilada conforme modificações ao método de AMORIN & ZAGO (1978).

O conteúdo de açúcares redutores (AR) e açúcares redutores totais (ART) foi determinado pelo método de NELSON (1944). Aliquotas de respectivamente 0,1 e 0,2 ml foram colocados em tubo de ensaio completando-se 1 ml com água destilada. Foram adicionados 1 ml do reagente cupro-alcálico de SOMOGY (1945) agitando as misturas e aquecendo em banho-maria a 100°C durante 10 minutos. Após o resfriamento foi adicionado em cada tubo 1 ml do reagente de Nelson, agitando-se bem e juntando, com agitação, 4 ml de água destilada.

A leitura foi feita a 530 nm em espectrofotômetro contra um branco preparado com água destilada em lugar da amostra.

O valor de absorvância foi interpolado em uma curva padrão de glucose.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARBOIDRATOS

O biureto presente nas soluções de uréia aplicadas seja ao solo seja às folhas, causou um decréscimo nos teores de carboidratos na parte aérea das plantas.

Como pode ser observado na Tabela 2 quando o biureto foi aplicado no solo Arenoso-Areias Quartzosas o seu mais baixo nível (1%) determinou um decréscimo de 20% no teor de açúcares redutores. Um decréscimo pouco superior cerca de 23% foi observado quando o nível de biureto foi de 2%, decréscimo este que praticamente repetiu-se como efeito da dose mais elevada (3%).

Por outro lado, decréscimos bem menos inferiores

TABELA 2. Níveis de açúcares redutores nas folhas de plantas de sorgo sacarino mantidas em solo Arenoso e solo Argiloso

Solo Arenoso	Açúcares Redutores mg glicose/100 ml extrato
<i>A. Aplicação no solo (Trat.)</i>	
.Testemunha	3,28
1% biureto	2,62
2% biureto	2,54
3% biureto	2,79
<i>B. Aplicação via foliar (Trat.)</i>	
.Testemunha	3,44
1% biureto	3,20
2% biureto	3,20
3% biureto	2,62
<hr/>	
Solo Argiloso	
<i>A. Aplicação no solo (Trat.)</i>	
.Testemunha	3,61
1% biureto	3,64
2% biureto	2,71
3% biureto	2,78
<i>B. Aplicação via foliar (Trat.)</i>	
.Testemunha	3,77
1% biureto	1,64
2% biureto	1,64
3% biureto	1,97

foram obtidos quando o biureto foi aplicado às folhas do sorgo sacarino crescendo no mesmo tipo de solo. Este decréscimo foi da ordem de somente 3% se bem que um decréscimo bem maior que 20% ocorreu na dose mais elevada (3%). Nas plantas desenvolvendo-se em solo Argiloso-Terra Roxa, somente as doses mais elevadas (2% e 3%) é que determinaram decréscimos maiores nos níveis de açúcares redutores.

A Tabela 3 apresenta os açúcares redutores totais (ART). Como pode ser observado, as plantas de sorgo sacarino que se desenvolveram em solo Arenoso tiveram seus teores de açúcares redutores totais diminuídos.

Por sua vez, no mesmo solo, biureto aplicado às folhas causou reduções bastante variáveis nos níveis de ART.

Plantas mantidas em solo Argiloso, recebendo biureto via raízes ou via foliar, apresentaram decréscimos semelhantes em ART.

Os resultados referentes a açúcares redutores e açúcares redutores totais estão refletindo um desequilíbrio no metabolismo de carboidratos, como decorrência da aplicação de biureto seja via raízes, seja via foliar. Essa resposta corrobora uma vez mais o fato de que as folhas das plantas em geral, e nas de sorgo sacarino em particular, são o local onde o metabolismo celular se dá mais intensamente. O biureto aplicado às folhas vai atuar quase de imediato nas reações bioquímicas cruciais que aí estão se processando principalmente os relacionados com a fotossíntese. Esta última é a responsável pela síntese de açúcares.

TABELA 3. Níveis de açúcares redutores totais nas folhas de plantas de sorgo sacarino mantidas, em solo Arenoso e Argiloso.

Solo Arenoso	Açúcares Redutores Totais mg glicose/100ml extrato
<i>A. Aplicação no solo (Trat.)</i>	
. Testemunha	7,85
1% biureto	5,99
2% biureto	6,92
3% biureto	4,62
<i>B. Aplicação via foliar (Trat.)</i>	
. Testemunha	6,92
1% biureto	5,54
2% biureto	6,46
3% biureto	4,62
<hr/>	
Solo Argiloso	
<i>A. Aplicação no solo (Trat.)</i>	
. Testemunha	8,55
1% biureto	7,38
2% biureto	4,62
3% biureto	5,08
<i>B. Aplicação via foliar (Trat.)</i>	
. Testemunha	8,31
1% biureto	5,54
2% biureto	5,08
3% biureto	4,62

PROTEÍNA TOTAL

Em relação aos níveis de proteína total nas folhas de sorgo sacarino, os mesmos apresentaram variações, algumas delas acentuadas, como consequência da decorrência da aplicação do biureto em quaisquer das doses utilizadas.

As plantas mantidas em solo Argiloso, apresentaram decréscimos no teor de proteína total (Tabela 4). Já no solo Arenoso onde as plantas de sorgo sacarino apresentam melhor desenvolvimento, a uréia deve ter determinado um aumento no metabolismo de compostos nitrogenados, o que se refletiu em teor mais elevado de proteína total.

TABELA 4. Porcentagem de proteína total nas folhas de plantas de sorgo sacarino tratadas com várias doses de biureto via foliar.

% Proteína	Testemunha	1%	2%	3%
Tratamentos	5	6	7	8
Solo Argiloso	14,31	12,69	11,31	9,94
Solo Arenoso	11,31	16,31	12,75	13,00

AMINOÁCIDOS

As Tabelas 5 e 6 mostram os valores de aminoácidos nas folhas de sorgo sacarino em solo Arenoso ou Argiloso e que receberam uréia nas folhas.

TABELA 5. Níveis de aminoácidos nas folhas de plantas de sorgo sacarino que receberam doses crescentes de biureto via foliar

Aminoácidos	Tratamentos			
	5	6	7	8
	(g/100g proteína)			
<i>Solo Argiloso</i>				
Lisina	1,75	3,04	2,63	2,67
Histidina	0,75	1,33	1,06	1,24
Arginina	1,14	1,59	1,74	1,39
Ácido Aspártico	24,01	32,81	10,16	10,66
Treonina	2,55	4,72	2,66	3,95
Serina	2,93	5,67	2,73	4,29
Ácido Glutâmico	7,80	10,96	6,65	10,33
Prolina	2,85	2,99	3,03	2,93
Glicina	2,97	4,37	3,09	4,78
Alanina	3,96	6,07	4,20	6,74
Valina	2,90	3,17	2,98	4,78
Isoleucina	1,87	3,07	2,10	3,33
Leucina	4,15	5,84	4,54	6,78
Tirosina	0,74	0,98	0,57	1,97
Fenilalanina	2,40	3,39	2,36	2,92

TABELA 6. Níveis de aminoácidos nas folhas de plantas de sorgo sacarino que receberam doses crescentes de biureto via foliar.

Tratamentos	5	6	7	8
Aminoácidos	(g/100 g proteína)			
<i>Solo Arenoso</i>				
Lisina	2,97	2,16	3,16	3,42
Histidina	1,20	0,88	1,19	1,29
Arginina	1,49	1,44	1,69	1,69
Ácido Aspártico	25,04	46,95	26,63	21,11
Treonina	3,95	2,99	4,41	4,15
Serina	4,30	3,20	4,25	4,20
Ácido Glutâmico	10,39	9,43	10,06	10,26
Prolina	2,96	2,00	2,69	2,99
Glicina	4,64	3,68	4,77	5,28
Alanina	7,10	4,67	6,37	4,00
Valina	4,25	3,34	4,54	4,58
Isoleucina	3,11	2,32	3,03	3,49
Leucina	6,48	4,71	5,57	7,12
Tirosina	1,24	0,41	0,57	1,09
Fenilalanina	2,97	2,68	3,44	3,68

Pode-se observar que as folhas das plantas em solo Arenoso apresentaram, de uma maneira geral, um teor mais elevado em todos os aminoácidos em comparação ao que ocorreu nas folhas das plantas em solo Argiloso. Uma vez mais, tem-se aqui uma resposta mais positiva do sorgo sacarino quando o mesmo é cultivado em solo Arenoso.

Em quaisquer dos casos, os aminoácidos que apresentaram teores mais elevados foram o ácido aspártico e o ácido glutâmico, ambos aminoácidos ácidos. Observa-se que o ácido glutâmico é uma das portas de entrada de NH_3 no metabolismo celular, amônia esta fornecida pela uréia aplicada às folhas. Sabe-se que o ácido glutâmico, na realidade, pode-se formar via desidrogenase glutâmica quando então o ácido α -ceto glutárico é aminado. Por outro lado, ácido glutâmico também se forma via sintetase de glutamato, quando então esta enzima atua sobre a glutamina (ver CROCOMO, 1979).

Por sua vez, o ácido aspártico se forma através da ação de aminotransferases que tem no ácido glutâmico um dos seus substratos.

Quanto aos aminoácidos básicos como lisina e arginina, o primeiro apresentou teores bem mais elevados do que o último. Sabe-se que a arginina pertence a família do ácido glutâmico, enquanto que a lisina, pertence a família do ácido aspártico. Ambos os aminoácidos, aspárticos e glutâmicos, são ligados a substratos do Ciclo de Krebs e, portanto, diretamente relacionados com o metabolismo respiratório da célula vegetal. Neste contexto, apesar do biureto apresentar efeitos fitotóxicos, pode-se especular que as condições de solo arenoso podem ter contrabalançado este efeito no sentido de que as plantas mais bem desenvolvidas, e portanto com metabolismo respiratório adequado, são capazes de reagir sintetizando aminoácidos que servirão para a síntese de suas proteínas.

Prolina, aminoácido também ligado ao metabolismo do ácido glutâmico apresentou teores mais elevados nas folhas das plantas mantidas em Solo Arenoso.

Leucina, ligada mais diretamente ao metabolismo de piruvato, o qual é um precursor de intermediários do Ciclo de Krebs, apresentou teores praticamente maiores em ambos os tratamentos. Treonina e isoleucina, ligadas de certo modo ao metabolismo de aspartato, apresentaram teores mais baixos.

Treonina e fenilalanina, aminoácidos aromáticos ligados a intermediários do ciclo oxidativo das fosfopentoses apresentaram teores equivalentes em ambos os tratamentos sendo que os teores de tirosina foram os mais baixos de todos os aminoácidos, comparados inclusive aos valores de histidina.

Os aminoácidos serina e glicina, que se interrelacionam e estão ligados ao metabolismo fotossintético do glioxilato e ao metabolismo de intermediários da glicólise, apresentaram teores equivalentes entre si, sendo que foram maiores nas folhas crescendo em solo Arenoso.

Dessas considerações pode-se aduzir que, em termos de metabolismo de compostos nitrogenados, as plantas de sorgo sacarino apresentaram um metabolismo aparentemente não alterado em presença de biureto, o qual pode constituir um parâmetro bioquímico que leva a um melhor comportamento agrônômico dessas plantas quando cultivadas em solo Arenoso.

SUMMARYEFFECTS OF BIURET ON SWEET SORGHUM (*Sorghum bicolor* L. MOENCH) EVALUATED BY THE CONTENTS OF NITROGEN COMPOUNDS AND SUGARS

The present paper discusses a greenhouse experiment carried out at the Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Brazil, to observe the phytotoxic affects on sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. (Moench) of different doses of biuret added to urea and applied both to soil and leaves.

Two types of soils were used - Sandy Quartz and Clayish - Terra Roxa, and the following treatments applied:

- 1- 1.15 g N/pot in soil
- 2- 1.15 g N/pot + 1% biuret in soil
- 3- 1.15 g N/pot + 2% biuret in soil
- 4- 1.15 g N/pot + 3% biuret in soil
- 5- 1.15 g N/pot foliar application
- 6- 1.15 g N/pot + 1% biuret foliar application
- 7- 1.15 g N/pot + 2% biuret foliar application
- 8- 1.15 g N/pot + 3% biuret foliar application

The amount of urea applied was 2.5g/pot.

The results showed that both soil and foliar biuret applications did not affect the metabolism of

the nitrogenous compounds (proteins and aminoacids) although there was variation in sugar content.

LITERATURA CITADA

- AMORIM, H.V. e E.A. ZAGO, 1978. Análises para o controle da fermentação. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Química, 26p.
- BHARGAVA, B.S.; GHROSH, A.B. e De RAJAT, 1975. Effect of biuret concentration in foliar sprayed urea on yield and composition of rice. Indian J. Agron., New Delhi, 20(1):11-13. Apud: Fertilizer Abstracts. Muscle Shoals Ala., 9(6):154.
- CATANI, R.A. e J.R. GALLO, 1955. Avaliações da exigência de calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre pH e porcentagem de saturações em bases. Rev. Agric., Piracicaba, 30:49-60.
- CROCOMO, O.J., 1979. Assimilação de nitrogênio. In: FERRI, M.G., ed. Fisiologia Vegetal, São Paulo, EDUSP, p.177-207.
- KRISPER, J.; TANEV, S. e MICHL, H., 1972. Effects of biuret on some enzymes on the tomato plant in water culture. Z. Pflanzenernaehr Bodenkd, Leipzig, 133(1-2):54-63. Apud: Fertilizer Abstracts, London, 6(12):301, 1973.

- MANNIKAR, N.D.; GILL, A.S. e ALICHANDANI, C.I., 1972. Foliar application of urea on fodder crops. Fert. News, London, 17(16):61-4, Apud: Fertilizer Abstracts, London, 6(1):18. 1972.
- NELSON, N., 1944. Aphotometric adaptation of the somogyi method for determination of glucose. Journal of Biological Chemistry. Baltimore, New York, 153:375-380.
- OCHOA-ALEJO, N., 1980. Efeito do nitrogênio nítrico, amoniacal e de uréia sobre o crescimento, carboidratos e compostos nitrogenados em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.cv. NA 56-79) cultivada em solução nutritiva. Piracicaba, ESALQ/USP. 100p. (Dissertação de Mestrado).
- OGATA, T., 1962. The injurious effects of biuret on plant growth. Mem. Ehime Univ. Sect., 6(8):449-514. Apud: Soils and Fertilizers, Harpenden, 26:438. 1963.
- RAI, G.S.; HAMMER, C.L. e COOK, R.L., 1956. Effect of biuret on bean plants grown in different soil types. The Quarterly Bulletin, East Lansing, 39(1):88-96.
- VAN RAIJ, B. & N.M. SILVA (Coordenadores), 1977. Tabelas de adubação e de calagem. Campinas, Instituto Agrônômico (Boletim 209).
- WEBSTER, G.C.; BERNER, R.A. e GANSA, A.N., 1957. The effect of biuret on protein synthesis on plants. Plant Physiol., Lancaster, 32:60-61.