**EFEITOS DO BIURETO NO SORGO SACARINO (*Sorghum
bicolor* L.) (MOENCH) AVALIADOS PELO DESENVOLVIMENTO
DAS PLANTAS, CONTEÚDOS DE ALGUNS COMPOSTOS
NITROGENADOS E DE AÇÚCARES**

JORGE HAMILTON FERREIRA

Orientador : Prof. Dr. FRANCISCO DE ASSIS FERRAZ DE MELLO

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Julho - 1984

Ao meu pai

CHIADI FERREIRA

(*"in memoriam"*)

As coisas que criamos
são partes de nós mesmos
e ao mesmo tempo representam
a inquietude de continuamente
desejar repartí-las com os outros

Para minha mãe

OLGA AIUB FERREIRA

Ofereço este trabalho que é
um pouco de mim
e que também é muito seu.

*Existem pessoas cujo apoio decidido
e encorajamento incondicional são fatores
determinantes do nosso sucesso.*

Aos meus irmãos

*MARIA MIRTES, SAID, FÁDUA, ASSAD e
MARIA CLAUDETE,*

*o meu público reconhecimento e a minha
eloquente gratidão.*

Nunca poderei ser bastante grato a toda orientação que meu grande Mestre Prof. Dr. FRANCISCO DE ASSIS FERRAZ DE MELLO me ofereceu através da Ciência.

A sua orientação, cujo trabalho persistente devo a inspiração de toda esta minha tese, desdobrou-se nas metas que nortearam a minha vida de ora em diante.

É prazeroso para mim dirigir palavras a um cientista que é poeta, que alia a ciência à divina arte, aquela que emana da alma e toca profundamente os corações.

Para aquele que a uma compreensiva e larga perspectiva científica soube ampliar a visão poética e poderosa das minúcias da vida.

Toca-me de perto ser testemunha do seu sabere, sensibilizado, poder sentir que não mediu esforços para auxiliar-me nessa travessia e então dizer-lhe simplesmente obrigado.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Otto Jesu Crocomo pela orientação na parte de Bioquímica.
- Aos Técnicos Carlos Alberto Dorelli e Cláudio Sergio Dorelli do CENA pela colaboração nos trabalhos desenvolvidos em laboratório.
- A Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, pela possibilidade oferecida.
- Ao CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade de São Paulo, pelas facilidades do uso dos laboratórios de Bioquímica de Plantas.
- A Petrofertil/Nitrofertil-NE/Ultrafertil S.A., pelo auxílio financeiro.

A todos que direta ou indiretamente participaram e colaboraram para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Página
AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1. Planta e terra utilizadas	13
3.2. Calagem e adubações básicas	15
3.3. Delineamento experimental e tratamentos ...	15
3.4. Condução do ensaio e análises das plantas .	16
3.4.1. Compostos nitrogenados	17
3.4.1.1. Proteína total	17
3.4.1.2. Aminoácidos totais	17
3.4.2. Açúcares redutores e redutores totais.	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Altura das plantas e produções de massa de folhas e de caules	21
4.1.1. Altura das plantas	21
4.1.2. Produção de matéria seca de folhas .	25
4.1.3. Produção de matéria seca de caules .	29
4.2. Teores de alguns constituintes orgânicos ..	34
4.2.1. Carboidratos	34
4.2.2. Proteína total	
4.2.3. Aminoácidos	38

	Página
5. CONCLUSÕES	43
6. LITERATURA CITADA	44
APÊNDICE	48

**EFEITOS DO BIURETO NO SORGO SACARINO (*Sorghum bicolor* L.)
(MOENCH) AVALIADOS PELO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS,
CONTEÚDOS DE ALGUNS COMPOSTOS NITROGENADOS E DE AÇÚCARES**

Autor: JORGE HAMILTON FERREIRA

Orientador: Prof. Dr. FRANCISCO DE ASSIS FERRAZ DE MELLO

RESUMO

O presente trabalho consta de uma série de experimentos desenvolvidos em casa de vegetação e laboratórios no Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da USP e no Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP, verificando os efeitos fitotóxicos de uréia acrescida de diferentes doses de biureto, tanto no solo como em pulverização foliar, em sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*, L.).

Para tanto, dois tipos de solos foram utilizados: solo Arenoso - Areia Quartzosa e solo Argiloso - Terra Roxa.

Os tratamentos foram os seguintes:

- 1 - 1,15 g N/vaso no solo
- 2 - 1,15 g N/vaso + dose 1% de biureto no solo
- 3 - 1,15 g N/vaso + dose 2% de biureto no solo
- 4 - 1,15 g N/vaso + dose 3% de biureto no solo
- 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

A dose de uréia p.a. foi de 2,5%.

Os resultados obtidos indicaram que o biureto aplicado no solo ou nas folhas não afetou o desenvolvimento das plantas avaliado pela altura, massa de matéria seca de folhas e de caule. Em relação aos compostos nitrogenados (proteínas e aminoácidos) as plantas de sorgo sacarino apresentaram metabolismo aparentemente não alterado em presença de biureto enquanto que ocorreram variações nos teores dos açúcares redutores e açúcares redutores totais.

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

Author: JORGE HAMILTON FERREIRA

Adviser: Prof. Dr. FRANCISCO DE ASSIS FERRAZ DE MELLO

SUMMARY

The present paper discusses greenhouse and laboratory experiments carried out at the Soils Department of Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ)/USP and Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)/USP, to observe the phytotoxic effects on sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) 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 2.5%.

The results showed that both soil and foliar biuret applications did not affect plant development, which was evaluated by plant height and leaves and stem dry matter. The metabolism of the nitrogenous compounds (proteins and aminoacids) was not altered although there was variation in sugar content.

1. INTRODUÇÃO

Muitos trabalhos como será visto adiante, indicam que o biureto é uma substância fitotóxica. Tal substância não é utilizada como adubo mas pode alcançar as plantas como impureza contida na uréia fertilizante, sobretudo na que se apresenta sob forma granulada. É que o biureto se forma devido ao aquecimento da uréia durante o processo de grnulação:

É muito importante para a agricultura brasileira, o estudo da referida fitotoxicidade de vez que a uréia é um fertilizante de elevado valor agrônômico, quando bem utilizado.

Acresce-se a isso o fato de que o parque indus

trial brasileiro de fertilizantes nitrogenados expandiu-se muito nos últimos anos (Tabela 1) devido, principalmente ao incremento na produção de uréia. Os dados da Tabela 2 são ilustrativos a este respeito.

Tabela 1. Consumo aparente de fertilizantes nitrogenados no Brasil em 1.000 t (ROCHA, 1983).

ANO	NITROGÊNIO
1972	412
1973	346
1974	389
1975	406
1976	498
1977	200
1978	702
1979	779
1980	906
1981	668
1982	644

Considere-se ainda, mais, que, de acordo com MA LAVOLTA & NEPTUNE (1983), as estimativas das necessidades de N na lavoura brasileira em 1985 estão entre 1.920.000 a 3.237.000 toneladas.

Tabela 2. Produção nacional de fertilizantes nitrogenados no ano de 1982, em 1.000 t de N (ROCHA, 1983).

FERTILIZANTES	TOTAL
Sulfato de amônio	37,7
Uréia	157,9
Nitrocálcio	22,6
Nitrato de amônio	60,4
Fosfato de amônio	35,0
Fosfato monoamônio	48,1
Fertilizantes complexos	34,9

Esses fatos conduziram à execução do presente trabalho, cujo objetivo foi o de estudar os efeitos fitotóxicos de diferentes níveis de biureto presentes, na solução de uréia quando aplicada no solo e em pulverização foliar sobre o desenvolvimento de sorgo sacarino e teores de proteína total, aminoácidos totais, açúcares redutores e redutores totais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

MENDES e FRANCO (1961) verificaram o efeito prejudicial das soluções de uréia comercial nas folhas do cafeeiro, mas quando aplicaram soluções de uréia p.a. por via foliar, verificaram a não ocorrência das manchas nas folhas, típicas da intoxicação pelo biureto.

MANNIKAR et alii (1972) conduziram experimentos com culturas forrageiras, como sorgo forrageiro, teosinte e aveia, para estudar a eficiência relativa de duas fontes de uréia, uma contendo 0,3% de biureto e outra 0,7% de biureto. Fornecida às folhas, a uréia com baixo teor de biureto foi significativamente superior à uréia contendo 0,7% de biureto, com relação à produção de matéria verde e seca em todas as três culturas. Com respeito à teosinte e aveia, o baixo teor de biureto na uréia foi superior ao último citado anteriormente, quando aplicado 75-77 dias de idade. Essa pesquisa também mostrou que a aplicação foliar de N foi superior à aplicação no solo com relação à produção de matéria verde e seca da cultura

forrageiras estudadas. A produção de proteína destas culturas não foi afetada seja pelos métodos de aplicação (no solo ou foliar) ou pelos tipos de uréia usada.

BARGHAVA et alii (1975) observaram em um experimento de campo de dois anos, que a aplicação foliar de uréia tendo 2 a 4% de concentração de biureto diminuiu significativamente a produção de grãos de arroz. Aplicação de solução de uréia contendo 0,84% de biureto não teve efeitos nocivos. Uma significativa redução na concentração de N no grão e palha foi relacionada com as concentrações de 2 a 0,5% de biureto respectivamente, não afetando a concentração de P no grão e palha. Houve aumento na concentração de K no grão e palha, quando as concentrações de biureto foram 0,5 e 2%.

Vários pesquisadores verificaram que o biureto quando aplicado ao solo ou utilizado na pulverização foliar causava danos a certas plantas, dependendo da dose e espécie vegetal considerada, danos estes evidenciados principalmente pelo murchamento, queda de folhas imaturas, inibição do crescimento, etc. (HASS e BRUSCA, 1954; SANFORD et alii, 1954).

PAN e LEE (1963) observaram o comportamento de abacaxizeiros quando influenciados por diferentes níveis de biureto na uréia aplicada às folhas em comparação com a fertilização no solo.

Concluíram que quanto menor era o teor de biureto na uréia usada na pulverização foliar, melhores eram os resultados. Por medida de segurança, os autores recomendam

que pulverização foliar de uréia não deve ser feita em plantas de abacaxi de um ano de idade.

WILKINSON e OHLROGGE (1960) estudando a influência do biureto no crescimento e desenvolvimento de plantas de milho verificaram que o biureto causou vários danos ao crescimento. A síndrome da toxicidade do biureto foi:

a. clorose internerval (geralmente sendo mais cloróticas as folhas imaturas) ou nas regiões das folhas em crescimento mais ativo;

b. crescimento de folhas anormais e, em certos casos, diminuição das áreas ao longo da margem das folhas e morte;

c. impedimento no crescimento da planta do milho, resultando na morte em alguns casos.

Neste mesmo experimento, os pesquisadores verificaram que a toxicidade do biureto contido na uréia foi influenciada pela taxa de aplicação do biureto e por fatores que influenciam a absorção do mesmo pela planta do milho. A colocação do biureto longe da semente minimizou o dano à germinação.

LOW e PIPER (1961) verificaram que o biureto não teve efeito na taxa de amonificação e nitrificação da uréia. O biureto, em si, nitrificou em todos os solos, em ambas temperaturas, com as quais trabalharam, 50°C e 25°C, sendo mais lenta a 50°C em solo ácido e mais rápida no calcário a 25°C.

RAI et alii (1956) ao pesquisarem o efeito do biureto no crescimento de plantas de feijão em diferentes tipos de solos, verificaram que:

1. Aplicações no solo deprimem o crescimento e a produção é seriamente prejudicada em solo argiloso, enquanto o crescimento é menos afetado em solos arenosos e orgânicos.

2. A severidade do dano parece estar relacionada à quantidade de biureto aplicada.

3. Aplicações de biureto no solo afetam os mecanismos metabólicos das plantas de maneira que a porcentagem de nitrogênio e fósforo apresentam-se consistentemente aumentados na matéria seca das mesmas.

4. Aplicações de biureto resultam em um leve aumento nas porcentagens de ferro e boro nas plantas.

5. O tratamento com biureto afeta a absorção do potássio e de certos cátions pelas raízes do feijão.

SHARMA et alii (1975) ao pesquisarem os efeitos do biureto contido na uréia na produção e composição dos tubérculos de batata verificaram que a aplicação no solo de uréia contendo biureto em concentração acima de 1%, não afetou a produção, ao passo que na aplicação foliar de uréia o efeito deletério do biureto foi verificado mesmo a 0,5%.

OGATA (1962) verificou que o biureto é tóxico ao crescimento das culturas quando em aproximadamente 30 ppm na solução nutritiva, e 20-40 ppm em cultura no solo. As plan

tas danificadas apresentaram menor teor de clorofila e carboidratos e maior de compostos solúveis de nitrogênio, sugerindo a inibição da síntese de proteínas. Devido ao retardamento do desenvolvimento da raiz, o teor de minerais especialmente P e K, diminuíram.

TANEV (1971) observou que biureto sozinho (100% de N suprido à planta) ou em combinação com uréia (1,5-5%) durante 24 horas, não teve efeito adverso na absorção e acumulação de ^{32}P por tomateiros no estágio de florescimento. Aumentando-se a concentração de biureto, observou-se aumento na absorção de P. Um efeito na acumulação de P foi notado após remoção do biureto da solução. Possivelmente ele ativa processos envolvidos na absorção, transporte e acumulação de P. Quando o biureto foi fornecido às plantas, como única fonte de N, durante 30 horas, sinais de toxicidade apareceram nas folhas, mas isto não ocorreu quando se forneceu uréia + biureto.

HAQUE et alii (1970) cultivaram milho em vasos contendo solo argiloso. Os fertilizantes foram 200 lb de uréia/acre e uréia contendo 0,5-5% de biureto colocada em contato com as sementes ou a uma polegada delas, ou, ainda, incorporada em duas polegadas de solo. Uréia foi também aplicada na água de irrigação quando as plantas tinham 6-18 polegadas de altura. A emergência das plantas foi reduzida significativamente pela uréia contendo mais do que 1,5% de biureto e, colocada em contato com a semente, reduziu a emergência em ambos os tratamentos: uréia e uréia + biureto. Uréia contendo

biureto também diminuiu a emergência e aumentou a mortalidade das plantas após emergência. Nenhuma planta sobreviveu após a aplicação de uréia contendo 5% de biureto em contato direto. Biureto aplicado na água de irrigação após as plantas atingirem uma altura de seis polegadas não teve efeito no crescimento. As produções de matéria seca foram reduzidas de 18, 40 e 63% quando foi aplicado 1,5; 2,5 e 3,5% de biureto, respectivamente, em contato direto com a semente. Uréia com 1,5% de biureto não reduziu significativamente as produções quando foi colocada a uma polegada da semente ou quando incorporada a uma profundidade de duas polegadas da superfície do solo.

TANEV (1971) observou que após a floração to mateiros cresceram em solução nutritiva com o N na forma de uréia contendo de 0-100% de biureto. O acúmulo foliar de P (marcado com ^{32}P) foi aumentado cerca de 20% na presença de biureto; menor acumulação ocorreu em outras partes da planta: acumulação de fósforo devido ao efeito residual do biureto foi cerca de metade do acúmulo devido ao efeito direto. Sintomas de injúria por biureto apareceram após 30 horas na presença de 100% de biureto.

HADI et alii (1980) com um solo argiloso (pH 8,3) e arenoso calcário (pH 7,9) observaram o efeito do biureto sobre a degradação da uréia. Amonificação e nitrificação ocorreram muito rapidamente, no caso do solo arenoso calcário, no início, mas NH_4^+ foi desdobrado. Biureto em concentra

ção máxima de 0,4 a 8% não influenciou a hidrólise da uréia, contudo resultou em mais altos teores de NO_2^- no início dos experimentos, demonstrando uma inibição inicial marcante no processo $\text{NO}_2^- - \text{NO}_3^-$, especialmente em solo arenoso calcário. A nitrificação total inicial foi um pouco retardada, porém não diferiu muito no final.

WALKER e FISHER (1955) verificaram que utilizando pulverização com uréia houve uma tendência para aumentar o crescimento, aumentar o tamanho do fruto e diminuir a percentagem de sólidos solúveis do fruto. Verificaram, também, que no pomar de Montmorency deixado para o estudo do biureto contido na uréia, houve um severo dano às folhas e desfoliação. Em 1954, os mesmos pesquisadores fizeram pulverizações foliares com uréia contendo diversas concentrações de biureto e verificaram que o mesmo, como impureza na uréia, estava associado ao dano da pulverização. Os danos nas folhas aumentaram com os sucessivos aumentos de concentrações do biureto. Os principais danos relatados foram clorose em folhas imaturas, clorose marginal, necrose e desfoliação. Nenhum efeito foi observado com pulverização de soluções de cristais de uréia.

WEBSTER et alii (1957) verificaram que o biureto na planta *Xanthium pensylvanicum* produz uma diminuição de proteína total das folhas e, portanto, diretamente ou indiretamente, inibe a síntese de proteínas.

IMPEY e JONES (1960) fizeram comparações entre

o estado do nitrogênio em folhas sadias e danificadas de laranjeiras Washington, Navel e Valência e verificaram que, 6 meses após a pulverização, o biureto livre estava presente na porção apical de todas as amostras de folhas danificadas. As diferenças máximas do estado do nitrogênio estavam presentes na porção apical da folha. As extremidades das folhas danificadas diferiram das sadias por possuírem menos nitrogênio total, nitrogênio proteico, clorofila, nitrogênio lipídico e mais nitrogênio solúvel em água. Os valores de proteínas nas extremidades das folhas danificadas não foram tão baixas quanto previam. Vários aminoácidos acumularam-se no tecido.

SHARMA et alii (1975) verificaram que a aplicação foliar de uréia, reduziu a remoção de N, P e K pelos tubérculos de batata com o aumento dos níveis de biureto, embora não afetasse os teores de N, P e K dos tubérculos.

É importante salientar que a toxicidade do biureto, não tem sido relatada para macieiras (REUTHER et alii, 1958). O motivo pelo qual o biureto é tóxico para algumas plantas e para outras o fato ainda é desconhecido.

Atualmente, os produtores de uréia têm sido advertidos sobre o problema da toxicidade do biureto e esforços tem sido feitos no sentido de mantê-lo em baixas concentrações. Se a uréia não for colocada em contato direto com a semente e raízes, e cuidados forem tomados ao utilizar a uréia com pouco biureto (menos do que 0,25%) para pulverização fo

liar, dificilmente serão encontrados efeitos tóxicos desta substância.

KRISPER et alii (1972) observaram que a adição de biureto à uréia aplicada em tomateiros mantidos em soluções nutritivas determinou aumento significativo nas atividades de várias enzimas. Nas raízes, algumas das atividades das peroxidases, esterases e fosfatases ácidas foram aumentadas pela adição de biureto. Nas brotações, outras frações destas enzimas mostraram diminuição na intensidade das bandas na eletroforese, mas a atividade da leucina aminopeptidase foi aumentada. Os resultados parecem indicar uma influência do biureto na proteólise e biossíntese da proteína. A atividade da urease, a qual pode formar parte do sistema enzimático destruidor do biureto, foi aumentada marcadamente nas raízes e nas brotações.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Planta e terra utilizadas

A planta utilizada foi o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L.) cv. **continbrandes**.

As amostras provenientes de um solo arenoso - Areias Quartzosas e de um argiloso - Terra Roxa, ambas do município de Piracicaba, Estado de São Paulo.

Os resultados das análises de amostras dessas terras se acham na tabela 3.

O pH foi determinado em água na relação 1:2,5.

O cálcio, o magnésio e o alumínio foram extraídos com solução de KCl .1N. Os dois primeiros foram determinados por quelatometria e o terceiro por titulação com solução 0,02 N de NaOH.

Fósforo e potássio foram extraídos com H_2SO_4 0,05 N. O fósforo foi dosado colorimetricamente pelo método do vanadomolibdato de amônio, usando o ácido ascórbico como redutor, e o potássio por fotometria de chama.

Tabela 3. Resultados das análises dos solos utilizados.

Solos	pH valor	Carbono %	Teor trocável em miliequivalentes/ 100 g de terra					Hidrogênio total 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 0,05 N

O H total foi extraído com solução de acetato de cálcio 1N e determinado volumetricamente por titulação com solução de NaOH 0,02 N.

O teor de carbono foi obtido por oxidação com bicromato de potássio e titulação do excesso deste com solução de sulfato ferroso normal 1N.

3.2. Calagem e adubações básicas

As terras receberam calagem para elevar o pH a 6,5, segundo CATANI & GALLO (1955).

As doses de P e K adicionadas por vaso foram baseadas nas indicações de Van RAIJ & SILVA (1977).

O P foi aplicado na forma de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ p.a. e o K na forma de KCl p.a. nas quantidades de 594 mg de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ e 282 mg de KCl por vaso na terra arenosa e a 696 mg de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ e 516 mg de KCl por vaso na terra argilosa.

O N foi empregado sempre como uréia p.a. na dose de 2,5 g/vaso (1,15 g N/vaso), contendo 0%, 1%, 2% e 3% de biureto.

3.3. Delineamento experimental e tratamentos

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

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

A uréia e 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: vinte dias, quarenta dias e sessenta dias após o plantio.

3.4. Condução do ensaio e análises das plantas

Sementes de sorgo sacarino foram postas a germinar em vermiculita contida em bandejas de plástico.

Quinze dias após a germinação as plantas foram transplantadas para as terras do ensaio contidas em vasos de barro de 20 cm de diâmetro superior, 16 cm de diâmetro inferior e 21,5 cm de altura, com capacidade para receber 7 a 8 kg de terra, aproximadamente, com a quantidade de 5 kg de terra em cada vaso.

Diariamente procedeu-se à irrigação dos vasos procurando-se manter um teor de umidade das terras considera-

do adequado para as plantas, evitando-se perdas por percolação.

Quando as plantas estavam no final do ciclo biológico foram efetuadas medições das alturas e colhidas. As folhas e os caules foram separados, secos em estufa a 60-70°C e pesados até peso constante.

Em seguida esse material foi liofilizado em Liofilizador Virtis e utilizado para as determinações de proteína total, aminoácidos totais, açúcares redutores totais e açúcares redutores. Os métodos utilizados para essa finalidade foram:

3.4.1. Compostos nitrogenados

3.4.1.1. Proteína total

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

3.4.1.2. Aminoácidos totais

O material liofilizado foi hidrolizado com HCl 6N durante 22 horas a 110°C sendo o hidrolizado 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.

3.4.2. 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 3ml de etanol, juntando-se, no final, 3 extratos e completando ao volume de 10 ml de 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 hidrolizou os oligossacarídeos nele contidos à temperatura de 65°C, durante 30 minutos. A seguir, esse hidrolizado foi neutralizado com 4 ml de NaOH 0,75 N e levado ao volume de 10 ml com água destilada conforme modificações ao método de AMORIN e 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 colocadas em tubo de ensaio completando-se 1 ml com água destilada. Foram adicionados 1 ml do reagente cupro-alcalino de SOMOGYI (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 absorbância foi interpolado em uma curva padrão de glucose.

Durante o período experimental foram realizados tratamentos fitossanitários de combate a pragas e moléstias do sorgo sacarino com defensivos fosforado e carbamato.

Deve-se esclarecer que a cada solo correspondeu um ensaio cuja análise de variância, no que concerne ao desenvolvimento das plantas (altura e produção de matéria seca) foi:

- ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Causa de variação	Graus de liberdade
Modo de aplicação - A	1
Doses - B	3
A x B	3
A dentro de B	1
A dentro de B ₂	1
A dentro de B ₃	1
A dentro de B ₄	1
B dentro de A ₁	3
B dentro de A ₂	3
Resíduo	24
TOTAL	31

A comparação de médias foi feita pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Altura das plantas e produções de massa de folhas e de caules

4.1.1. Altura das plantas

Os resultados obtidos de alturas de plantas se encontram na Tabela 21 do Apêndice.

Os efeitos de modos de aplicação, considerados de um modo geral, se acham na Tabela 4.

Tabela 4. Comparação entre médias gerais de modos de aplicação de biureto

Modo de aplicação	Médias, m	d.m.s. a 5%
Areias Quartzosas		
No solo	1,30	0,08
Foliar	1,30	
Terra Roxa		
No solo	1,11	0,10
Foliar	1,09	

Os resultados expostos na Tabela 4 revelam que em nenhum dos solos houve diferenças significativas entre médias gerais de modos de aplicação, isto é, os efeitos dos modos de aplicação do biureto, no solo ou nas folhas foram semelhantes em cada solo.

Os efeitos gerais de doses estão na Tabela 5.

Tabela 5. Comparação entre médias gerais de doses de biureto.

Doses	Médias, m	d.m.s. a 5%
Areias Quartzosas		
2	1,31 A	0,18
0	1,30 A	
1	1,30 A	
3	1,30 A	
Terra Roxa		
1	1,11 A	0,15
2	1,11 A	
3	1,10 A	
0	1,09 A	

O exame dos dados da Tabela 5 mostra a inexistência de diferenças estatisticamente significativas entre as médias gerais de doses, isto é, os efeitos das doses de biureto empregadas foram semelhantes tanto nas Areias Quartzosas quanto na Terra Roxa.

Os resultados de comparação de médias de modos de aplicação de biureto dentro de doses estão na Tabela 6.

Tabela 6. Comparação de médias em m, de modos de aplicação dentro de doses.

Doses	Modo de aplicação		d.m.s. a 5%
	No solo	Foliar	
Areias Quartzosas			
0	1,30 A	1,29 A	0,19
1	1,29 A	1,31 A	
2	1,31 A	1,30 A	
3	1,31 A	1,28 A	
Terra Roxa			
0	1,07 A	1,11 A	0,15
1	1,15 A	1,06 A	
2	1,10 A	1,11 A	
3	1,10 A	1,09 A	

Os números da Tabela 6 indicam que não há diferença estatística entre as alturas das plantas devido ao modo de aplicação dentro de uma mesma dose de biureto. Tal observação se refere tanto às Areias Quartzosas como à Terra Roxa.

A comparação das alturas médias das plantas in

fluenciadas pelas doses de biureto empregadas dentro de cada modo de aplicação se acha na Tabela 7.

Tabela 7. Comparação de médias, em m, de doses dentro de modos de aplicação.

Aplicação no solo		Aplicação foliar		d.m.s. a 5%
Doses	Altura	Doses	Altura	
Areias Quartzosas				
3	1,31 A	1	1,31 A	0,26
2	1,31 A	2	1,30 A	
0	1,30 A	0	1,29 A	
1	1,29 A	3	1,28 A	
Terra Roxa				
1	1,15 A	0	1,11 A	0,21
2	1,10 A	2	1,11 A	
3	1,10 A	3	1,09 A	
0	1,07 A	1	1,06 A	

Verifica-se (Tabela 7) que não há diferenças de doses dentro de cada modo de aplicação o que significa que, aplicado no solo ou nas folhas, o biureto não afetou a altura das plantas.

4.1.2. Produção de matéria seca de folhas

Os dados originais de matéria seca de folhas produzidas por vaso acham-se apresentados na Tabela 22 do Apêndice.

Os efeitos gerais de modos de aplicação do biureto estão representados na Tabela 8.

Tabela 8. Comparação entre médias gerais de modos de aplicação de biureto, g de matéria seca/vaso.

Modo de aplicação	Médias	d.m.s. a 5%
Areias Quartzosas		
Foliar	15,81 A	2,36
No solo	14,28 A	
Terra Roxa		
Foliar	21,79 A	2,10
No solo	21,02 A	

Os dados apresentados na Tabela 8 revelam que em nenhum dos solos houve efeito significativo de modos de aplicação de biureto. Isso quer dizer que as aplicações do biureto no solo e nas folhas induziram a resultados não diferentes entre si no que tange à produção de massa de

matéria seca de folhas tanto nas Areias Quartzosas como na Terra Roxa.

Os efeitos gerais de doses são mostrados na Tabela 9.

Conforme se observa na Tabela 9 não houve diferenças estatisticamente significativas entre médias gerais de doses, o que significa que as diferentes doses utilizadas de biureto produziram efeitos semelhantes na produção de matéria seca de folhas ou que tais doses não afetaram a referida produção.

Tabela 9. Comparação entre médias gerais de doses de biureto, g de matéria seca/vaso.

Doses	Médias	d.m.s. a 5%
Areias Quartzosas		
3	15,76 A	4,46
2	15,73 A	
1	14,79 A	
0	13,91 A	
Terra Roxa		
0	23,09 A	3,96
3	21,96 A	
1	21,02 A	
2	19,55 A	

As comparações de médias de modos de aplicação de biureto dentro de doses dos mesmos pode ser vista na Tabela 10.

Tabela 10. Comparação de médias de modos de aplicação dentro de doses, g de matéria seca/vaso.

Doses	Modo de aplicação		d.m.s. a 5%
	No solo	Foliar	
Areias Quartzosas			
0	12,16 A	15,66 A	4,72
1	13,45 A	16,13 A	
2	16,58 A	14,88 A	
3	14,93 A	16,58 A	
Terra Roxa			
0	21,89 A	24,28 A	4,19
1	21,09 A	20,95 A	
2	20,13 A	18,97 A	
3	20,97 A	22,94 A	

Os resultados apresentados na Tabela 10 indicam a inexistência de diferenças significativas devidas ao modo de aplicação do biureto dentro de cada dose do mesmo. Dito de outra forma, em nenhuma dose de aplicação de biureto a produção de matéria seca de folhas foi influenciada pelo

modo de aplicação. E é válido para as duas terras utilizadas.

A comparação das médias de massa de matéria seca de folhas por efeito das doses de biureto utilizadas dentro de cada modo de aplicação está contida na Tabela 11.

Tabela 11. Comparação de médias de doses dentro de modos de aplicação, g de matéria seca/vaso.

Aplicação no solo		Aplicação foliar		d.m.s. a 5%
Doses	Mat. seca	Doses	Mat. seca	
Areias Quartzosas				
2	16,58 A	3	16,58 A	6,30
3	14,93 A	1	16,13 A	
1	13,45 A	0	15,66 A	
0	12,16 A	2	14,88 A	
Terra Roxa				
0	21,89 A	0	24,28 A	5,60
1	21,09 A	3	22,94 A	
3	20,97 A	1	20,95 A	
2	20,13 A	2	18,97 A	

Os resultados da Tabela 11 indicam que não há diferenças significativas entre as médias de doses dentro de modos de aplicação, entendendo-se, por isso, que as diferen-

tes doses utilizadas de biureto resultaram em produções semelhantes de matéria seca de folhas, considerando-se cada solo separadamente.

4.1.3. Produção de matéria seca de caules

Os dados originais relativos à produção de matéria seca de caules se encontram na Tabela 23 do Apêndice.

O efeito geral de modos de aplicação estão contidos na Tabela 12.

Tabela 12. Comparação entre médias gerais de modos de aplicação de biureto, g de matéria seca/vaso.

Modo de aplicação	Médias	d.m.s. a 5%
Areias Quartzosas		
Foliar	17,32 A	3,85
No solo	16,08 A	
Terra Roxa		
No solo	25,23 A	4,06
Foliar	22,37 A	

Os resultados expostos na Tabela 12 revelam que, tanto nas Areias Quartzosas como na Terra Roxa, não hou-

ve diferença estatisticamente significativa de modos de aplicação, ou seja, os modos de aplicação do biureto empregados apresentaram resultados semelhantes, dentro de cada terra.

Os efeitos de modos de aplicação dentro de doses se acham na Tabela 13.

Tabela 13. Comparação entre médias gerais de doses de biureto, g de matéria seca/vaso.

Doses	Médias	d.m.s. a 5%
Areias Quartzosas		
3	17,59 A	7,27
0	16,65 A	
2	16,28 A	
1	16,27 A	
Terra Roxa		
0	25,27 A	7,67
1	25,11 A	
2	24,26 A	
3	20,54 A	

Pode-se constatar, pelos dados da Tabela 13, que não há diferenças significativas entre as médias gerais de doses, no que tange à produção de matéria seca de caules. Isso indica que as doses empregadas de biureto afetaram igualmente a produção ou que eles não afetaram a produção de matéria seca de caules.

A Tabela 14 contém as médias de produção de caules relativas aos modos de aplicação do biureto dentro de cada dose.

Tabela 14. Comparação de médias de modos de aplicação dentro de doses, g de matéria seca/vaso.

Doses	Modo de aplicação		d.m.s. a 5%
	No solo	Foliar	
Areias Quartzosas			
0	13,22 A	20,08 A	7,70
1	15,15 A	17,39 A	
2	17,70 A	14,86 A	
3	18,23 A	16,94 A	
Terra Roxa			
0	29,26 A	21,28 A	8,12
1	30,07 A	20,14 A	
2	18,94 A	22,14 A	
3	22,62 A	25,90 A	

Constata-se pela Tabela 14, a inexistência de diferenças estatísticas entre as médias de modos de aplicação dentro de doses. Isso equivale a dizer que, tanto nas Areias Quartzosas como na Terra Roxa, as médias de produções em cada nível de biureto foram equivalentes, ou, ainda, que

nenhuma dose, separadamente, recebeu influência do modo de aplicação.

A comparação entre as médias das quantidades de massa de caules dos tratamentos, dentro das doses empregadas de biureto pode ser feita através dos dados da Tabela 15.

Tabela 15. Comparação de médias de doses, dentro de modos de aplicação, g de matéria seca/vaso.

Aplicação no solo		Aplicação foliar		d.m.s. a 5%
Doses	Mat. seca	Doses	Mat.seca	
Areias Quartzosas				
3	18,27 A	0	20,08 A	10,29
2	17,70 A	1	17,39 A	
1	15,15 A	3	14,86 A	
0	13,22 A	2	16,94 A	
Terra Roxa				
0	30,07 A	3	25,90 A	10,85
1	29,26 AB	2	22,14 A	
3	22,62 AB	0	21,28 A	
2	18,94 B	1	20,14 A	

Os resultados expostos na Tabela 15 esclarecem o que segue.

No solo Areias Quartzosas não ocorreram dife-

renças significativas de produções devidas ao emprego das diferentes doses de biureto dentro de cada modo de aplicação ou seja, considerando separadamente cada modo de aplicação as produções foram semelhantes entre os níveis de biureto.

No solo Terra Roxa, também não se observa efeito diferencial de doses de biureto sobre as produções quando se considera a aplicação foliar.

Contudo, em se tratando de aplicação no solo, a produção correspondente à dose 2 de biureto foi estatisticamente inferior à dose 0. As doses 0, 1 e 3 não apresentaram diferenças entre si, o mesmo ocorrendo com as doses 1, 2 e 3.

Considerando-se que as diferenças entre as médias das doses 0 e 2 (11,13) está muito próxima do limite de significância (10,85) e que a dose 2 é uma dose intermediária pode-se entender como não existente a diferença entre as médias de produção dentro de aplicação do biureto no solo.

É assim raciocinando, pode-se considerar que as doses de biureto em cada solo e modo de aplicação exerceram efeitos semelhantes na produção de matéria seca de caules.

Os resultados apresentados conduzem à constatação de que, de um modo geral, o biureto não prejudicou o desenvolvimento das plantas. Entretanto, a literatura científica o aponta como substância fitotóxica (conforme já foi tratado na revisão da literatura), sobretudo quando aplicado via foliar (PAN & LEE, 1963; SHARMA et alii, 1975). Pode-se supor que o sorgo sacarino seja tolerante a ele, conforme foi

observado por REÜTHER et alii (1958), em relação à macieira.

Como não foi verificado efeito do biureto nas plantas dos tratamentos que o receberam através do solo parece lícito pensar que ele não afetou ou, pelo menos, não exerceu ação apreciável em prejuízo da nitrificação, conforme já foi observado por LOW & PIPER (1961) e HADI et alii (1980).

4.2. Teores de alguns constituintes orgânicos

4.2.1. 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 16 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 foram obtidos quando o biureto foi aplicado às folhas do sorgo sacarino crescendo no mesmo tipo de solo. Este decrés-

Tabela 16. Níveis de açúcares redutores nas folhas de plantas de sorgo sacarino mantidas em solo Arenoso e solo Argiloso.

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

cimo 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 do ses mais elevadas (2% e 3%) ẽ que determinaram decréscimos maio res nos nı́veis de açúcares redutores.

A Tabela 17 apresenta os açúcares redutores to tais (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 nı́veis de ART:

Plantas mantidas em solo Argiloso, recebendo biureto via raı́zes ou via foliar, apresentaram decréscimos se melhantes em ART.

Os resultados referentes a açúcares redutores e açúcares redutores totais estãõ refletindo um desequilı́brio no metabolismo de carboidratos, como decorrência da aplicação de biureto seja via raı́zes, seja via foliar. Essa resposta corrobora uma vez mais o fato conhecido de que as folhas das plantas em geral, e nas de sorgo sacarino em particular, sãõ o local onde o metabolismo celular se dá mais intensamente. O biureto aplicado às folhas vai atuar quase de imediato nas reações bioquı́micas cruciais que aı́ estãõ se processando, prin cipalmente os relacionados com a fotossı́ntese. Esta ũltima ẽ a responsável pela sı́ntese de açúcares.

Tabela 17. Níveis de açúcares redutores totais nas folhas de plantas de sorgo sacarino mantidas em solo Arenoso e solo Argiloso.

Solo Arenoso	Açúcares redutores totais mg glicose/100 ml extrato
A. Aplicação no solo (Tratam.)	
- Testemunha	7,85
1% biureto	5,99
2% biureto	6,92
3% biureto	4,62
B. Aplicação via foliar (Tratam.)	
- Testemunha	6,92
1% biureto	5,54
2% biureto	6,46
3% biureto	4,62
Solo Argiloso	
A. Aplicação no solo (Tratam.)	
- Testemunha	8,55
1% biureto	7,38
2% biureto	4,62
3% biureto	5,08
B. Aplicação via foliar	
- Testemunha	8,31
1% biureto	5,54
2% biureto	5,08
3% biureto	4,62

4.2.2. 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 18). 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 18. Porcentagem de proteína total nas folhas de plantas de sorgo sacarino tratadas com várias doses de biureto via foliar.

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

4.2.3. Aminoácidos

As Tabelas 19 e 20 mostram os valores de amino

ácidos nas folhas de sorgo sacarino crescendo em solo Arenoso ou Argiloso e que receberam uréia nas folhas.

Tabela 19. Níveis de aminoácidos nas folhas de plantas de sorgo sacarino que receberam doses crescentes de biuretito via foliar.

Tratamentos	5	6	7	8
Aminoácidos	(g/100 g proteína)			
<u>Solo Argiloso</u>				
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

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 contraposição ao que ocorreu nas folhas das plantas em solo Argiloso. Uma vez mais, tem-se aqui uma resposta mais positiva do sorgo sacarina quando o mesmo é cultivado em solo arenoso.

Tabela. 20. Níveis de aminoácidos nas folhas de plantas de sorgo sacarina que receberam doses crescentes de biuretoto via foliar.

Tratamentos	5	6	7	8
Aminoácidos	(g/100 g proteína)			
<u>Solo Arenoso</u>				
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

Em quaisquer dos casos, os aminoácidos que apresentaram teores mais elevados foram o ácido aspártico e o ácido glutâmico, ambos aminoácidos ácidos. Observe-se que 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, aspártico e glutâmico, 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 efeito fitotóxico, 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 inter-relacionam 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 das plantas crescendo em solo Arenoso.

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

5. CONCLUSÕES

O biureto não afetou o desenvolvimento das plantas, avaliado pelo crescimento em altura e produção de matéria seca de folhas e de caules. Sugere-se mais estudos a esse respeito bem como para se observar a possível resistência do sorgo sacarino à referida substância.

Em relação aos compostos nitrogenados, as plantas de sorgo sacarino apresentaram metabolismo aparentemente não alterado em presença de biureto, enquanto que ocorreram variações nos teores dos açúcares redutores e açúcares redutores totais.

6. 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. & J.R. GALLO, 1955. Avaliações da exigência de calcário de 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.
- HADI, A.H. Abdel; HAMISSA, M.R. e KHADR, M.S., 1980. Effect of biuret on the transformation of urea in two Egyptian soils. Z. Pflanzenernaehr Bodenk, Leipzig, 143(3): 257-261. Apud: Fertilizer Abstracts, Muscle Shoals Ala., 13(12): 377, 1980.

- HAQUE, I.; BHATTI, H.M. e BASHIR, M., 1970. Effect of biuret content of urea on the germination and growth of maize. Park J. Soil Sci., London, 6(1): 21-30. Apud: Fertilizer Abstracts, 5(11): 293, 1972.
- HASS, A.R.C. e BRUSCA, J.N., 1954. Biuret, toxic form of nitrogen. Calif. Agric., Berkeley, 8: 7-11.
- IMPEY, R.L. e JONES, W.W., 1960. Effects of biuret on nitrogen status of Washington Navel and Valencia Orange leaves. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., Midland, 76: 186-192.
- KRISPER, J.; TANEV, S. e MICHL, H., 1972. Effects of biuret on some enzymes of the tomato plant in water culture. Z. Pflanzenernaehr Bodenk., Leipzig, 133(1-2): 54-63. Apud: Fertilizer Abstracts, London, 6(12): 301, 1973.
- LOW, A.J. e PIPER, F.J., 1961. Urea as a fertilizer. J. of Agric. Sci., Cambridge, 57: 249-255.
- MALAVOLTA, E. & A.M.L. NEPTUNE, 1983. Características e eficiências dos adubos nitrogenados. Centro de Pesquisas e Promoção de Sulfato de Amônio, Boletim Técnico nº 2, São Paulo,
- 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.
- MENDES, H.C. e FRANCO, C.M., 1961. Absorção de uréia pelas folhas de cafeeiro. Bragantia, 20(14): 513-529.

- OCHOA-ALEJO, N., 1980. Efeito do nitrogênio níttrico, 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 effect of biuret on plant growth. Men. Ehime Univ. Sect., 6(8): 449-514. Apud: Soils and Fertilizers, Harpenden, 26: 438. 1963.
- PAN, K.Y. e LEE, C.C., 1963. Experiment on the toxic effect of biuret content in urea on pineapple plants. Soil and fertilizers in Taiwan. Soc. Soil Sci. Fertil. Tech., Taiwan, 14: 86-87.
- 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.
- REUTHER, W.; EMBLETON, T.W. e JONES, W.W., 1958. Mineral nutrition of tree crops. Ann. Rev. Plant Physiol., Califórnia, 9: 175-206.
- ROCHA, M., 1983. Produção e consumo de fertilizantes. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato (EUA). (Informações Agronômicas, 22).
- SANFORD, W.G.; GOWING, D.P.; YOUNG, H.Y. e LEEPER, R.S., 1954. Toxicity to pineapple plants of biuret found in urea fertilizers from different sources. Science, Jerusalém, 120: 349-350.
- SHARMA, R.S.; GREWAL, J.S.; SUD, K.C. e SAINI, S.S., 1975. Effects of biuret content in urea and nitrogen source on the yield and composition of potatoes tubers. Plant and Soil, Holanda, 43: 701-705.

SOMOGYI, N.A., 1945. A new reagent for the determination of sugars. Journal of Biological Chemistry, Baltimore, New York, 160: 61-68.

TANEV, Z., 1971. Effect and residual effect of biuret in synthetic urea on phosphorus accumulation in tomato plants. C.R.Acad. Sci. Agr. Biol., 4(1): 21-5 (1971), Soils Fert., 35, 1824. Apud: Fertilizer Abstracts, London, 5(10): 266, 1972.

VAN RAIJ, B. & N.M. SILVA (coordenadores), 1977. Tabelas de adubação e de calagem. Campinas, Instituto Agrônômico, (Boletim, 209).

WALKER, D.R. e FISHER, E.G., 1955. Foliar sprays of urea on sour cherry trees. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., Midland, 66: 21-27.

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.

WILKINSON, S.R. e OHLROGGE, A.J., 1960. Influence of biuret and urea fertilizers containing biuret on corn plant growth and development. Agronomy Journal, Washington, 52: 560-562.

A P E N D I C E

Tabela 21. Alturas das plantas, m.

Tratamentos	Repetições		
	Areias Quartzosas		
1	1,4000	1,3000	1,2000
2	1,4000	1,3000	1,4500
3	1,2900	1,4500	1,3000
4	1,3500	1,4000	1,3000
5	1,2000	1,2500	1,4000
6	1,3000	1,3500	1,2000
7	1,3500	1,4000	1,0000
8	1,3000	1,3000	1,4000
Terra Roxa			
1	0,9800	1,2000	1,0000
2	1,0000	1,3500	1,2000
3	1,1000	1,2500	1,0500
4	1,0500	1,1500	1,1000
5	1,2000	1,2000	1,0500
6	1,1500	1,1500	1,0000
7	1,0000	1,2500	1,1500
8	1,2000	1,1000	1,0000