

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Uso de condicionador de solo a base de ácido húmico na cultura de
cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**

Marcelo José Mortati Gullo

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia**

**Piracicaba
2007**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Marcelo José Mortati Gullo
Engenheiro Agrônomo

Uso de condicionador de solo a base de ácido húmico na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)

Orientador:
Prof. Dr. EDGAR GOMES FERREIRA DE BEAUCLAIR

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2007

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Gullo, Marcelo José Mortati

Uso de condicionador de solo a base de ácido húmico na cultura de cana-de-açúcar
(*Saccharum spp*) / Marcelo José Mortati Gullo. - - Piracicaba, 2007.
59 p.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Adubação 2. Cana-de-açúcar 3. Condicionador do solo 4. Húmus I. Título

CDD 633.61

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

AGRADECIMENTOS

Aos meus Pais, que sempre me apoiaram e deram suporte para estar onde estou.

Ao meu orientador Prof. Dr. Edgar Gomes Ferreira de Beauclair, pelos ensinamentos e acompanhamento.

Aos amigos Uira Camilo Belmonte, pela intensa ajuda e amizade e Paulo Eduardo Argenton, pelo grande companheirismo, apoio e amizade.

Ao amigo Claudimir Pedro Penatti, por todo apoio dado durante realização desse trabalho e até hoje.

Ao colega Guto, aos funcionários da Usina Santa Cândida e demais responsáveis pelo apoio na realização do trabalho.

Aos colegas do Centro de Tecnologia Canavieira, que sempre me apoiaram para realização dessa.

Aos amigos Fernando Martins e Juliano Bortoleto Schmidt, pela amizade.

À companheira Luciana Aparecida Lopes, pela colaboração, dedicação e amizade.

Ao Prof. Dr. Gil Miguel de Souza Câmara, pelos ensinamentos e ingresso no curso de mestrado.

À Prof. Dra. Sônia Maria Stefano Piedade, pelo suporte e ajuda nas análises estatísticas.

À todo corpo docente da ESALQ/USP, pelos ensinamentos nesta minha formação.

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 DESENVOLVIMENTO.....	9
2.1 Revisão Bibliográfica	9
2.1.1 Classificação Botânica e Origem da Cana-de-açúcar.....	9
2.1.2 O Complexo Agroindustrial Sucroalcooleiro	10
2.1.3 Reestruturação e Investimento no Setor	10
2.1.4 A cana-de-açúcar no estado de São Paulo	11
2.1.5 A cana-de-açúcar no Brasil.....	13
2.1.6 Evolução das exportações brasileiras de açúcar	13
2.1.7 Produção mundial de álcool	14
2.1.8 Nitrogênio, fósforo e potássio do solo.....	15
2.1.9 Química do solo.....	20
2.1.10 Condicionadores orgânicos do Solo	22
2.1.11 Acido húmico versus absorção de nutrientes	26
2.1.12 Interação entre ácido húmico e nutrientes	28
2.1.13 Uso de condicionadores orgânicos na cultura da cana-de-açúcar	29
2.2 Materiais e Métodos	30
2.2.1 Local	30
2.2.2 Delineamento Experimental	31
2.2.3 Tratamentos	31
2.2.4 Avaliações	32
2.3 Resultados.....	33
2.3.1 Produção	33
2.3.2 Análise Estatística	36
2.4 Discussão	38
3 CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICES	47

RESUMO

Uso de condicionador de solo a base de ácido húmico na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)

Busca-se, no campo da fitotecnia, métodos que possam aumentar a produtividade dos canaviais atentando-se ao menor uso de adubos minerais, visando redução de custos e sustentabilidade da produção no setor sucroalcooleiro. Sob esse princípio, tem sido muito discutido o uso de condicionadores organominerais no solo, para promoção de alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas, visando aumentar o teor de matéria orgânica, aumentar a diversidade e atividade da microbiota, incrementar a capacidade de troca catiônica e aniônica, desfavorecer a manutenção de íons metálicos na solução, ocasionando assim a diminuição da toxidez desses elementos. Assim, foi avaliado o uso do produto organomineral comercial a base de ácido húmico Agrolmin® na cultura da cana-de-açúcar, objetivando-se analisar sua influência na produtividade da cultura, a interação com a adubação mineral, adequar metodologia de aplicação, fixar diretriz quanto a doses de aplicação e resgatar a credibilidade dos condicionadores orgânicos como um fator de melhoria do ambiente de produção. Os experimentos foram instalados em área da Usina Santa Cândida, município Bocaina – SP, na variedade PO88-62, como cana-planta, e RB867515, como cana-soca. O delineamento experimental foi parcelas subdivididas, analisando-se as doses 0, 800, 1.600 e 2.400 kg/ha do adubo de formulação 2,5-10-10 (parcelas) com as doses 0 e 350 L/ha do produto comercial (sub-parcelas) para cana-planta, e as doses 0, 800, 1.600 e 2.400 kg/ha do adubo de formulação 09-00-09 (parcelas) com as doses 0, 300 e 600 L/ha do produto comercial (sub-parcelas) para cana-soca. Os resultados indicaram que o uso do produto comercial tem efeito significativo na produção da cultura, tanto para cana-planta como para cana-soca, equivalendo ao uso de aproximadamente 1.200 e 1.100 kg/ha de adubo mineral respectivamente, sendo que em cana-soca, a dose de 300 L/ha e 600 L/ha não mostraram diferença significativa. Em ambos os casos, nota-se que a resposta de produtividade da cultura ao uso do produto comercial é maior quanto menor a dose de adubo utilizada. Porém, tanto em cana-planta como em cana-soca, não foi observada estatisticamente interação significativa do produto comercial com a adubação mineral. Isso mostra que o uso de condicionadores de solo organominerais pode ser viável em se tratando de incremento de produção aliado a redução de adubação mineral.

Palavras-chave: Condicionador de solo; Ácido húmico; Cana-de-açúcar; Adubação

ABSTRACT

The use of a humic acid based soil conditioner in sugar cane crop (*Saccharum spp*)

Aims have been made to find ways to increase de productivity of sugar-cane crops using less mineral fertilizers, attending to a cost reduction and sustainability. Based on these principles, the use of organic-minerals products to promote physical, chemical and biological alterations in the soil system, seeking to increase the organic matter content, the biological diversity and activity, the cationic/anionic exchange capacity, disfavor the amount of metallic ions in the solution resulting in a decrease of the toxicity, caused when these metallic elements are present. The use of a commercial humic acid based soil conditioner product, named Agrolmin®, in a sugar cane crop was evaluated, in order to measure its influence in crop production, to check its interaction with the mineral fertilization, to adjust the application methodology, to define proportions procedures and to ransom the credibility of the organic conditioners as an environmental production improvement factor. The experiment was carried out on Santa Candida Sugarmill, located in Bocaina, São Paulo state, using the sugar cane varieties PO88-62 (plant cane), and RB867515 (ratoon). The experiment was laid out in split-plot, using 0, 800, 1.600 e 2.400 kg/ha of the mineral fertilizer 2,5-10-10 (plot) with 0 and 350 liters/ha of the commercial product (sub-plot) at the crop planting, and 0, 800, 1.600 e 2.400 kg/ha of the mineral fertilizer 09-00-09 (plot) with 0, 300 e 600 liters/ha of the commercial product (sub-plot), at first ratoon. Results shown that the use of the commercial product causes an significative increasing in the crop production, either in plant-cane and first ratoon, equivalent the use of 1.200 e 1.100 kg/ha of the mineral fertilizer. In both plant and ratoon, the response to productivity related to the use of the commercial product is greater as the mineral fertilizer's dose is smaller. However, either at planting or first ratoon, a significative interaction between Agrolmin® and the mineral fertilization was not observed. This shows that organic-mineral soil conditioners may be a good choice on a productivity improvement allied to a reducing mineral fertilization.

Keywords: Soil conditioner; Humic acid; Sugar cane; Fertilization

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, atualmente, é o maior produtor mundial de cana de açúcar, com aproximadamente 386,5 milhões de toneladas colhidas na safra 2005/06 e tem sua produção dividida em duas regiões: Norte/Nordeste, compreendendo principalmente os estados de Alagoas e Pernambuco; e Centro-Sul, compreendendo principalmente os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo e Rio de Janeiro. O estado de São Paulo, que na última safra produziu uma quantia de aproximadamente 243 milhões de toneladas dessa cultura, foi o maior produtor, correspondendo à aproximadamente 62% da produção do país. Busca-se, no campo de fitotecnia, métodos que possam aumentar a produtividade dos canaviais, dentre outras alternativas, atentando-se ao aumento da eficiência no uso de adubos minerais, visando redução de custos e sustentabilidade da produção do setor sucroalcooleiro. Sob esse princípio, tem sido muito discutido o uso de condicionadores organominerais (contribuindo para aumentar os teores de matéria orgânica do solo, e auxiliar alterações positivas das propriedades físicas, químicas e biológicas desse), incrementando a capacidade de troca catiônica e aniônica, desfavorecendo a manutenção de íons metálicos na solução, ocasionando assim a diminuição da toxidez desses elementos, além de aumentar a diversidade e atividade da microbiota. Este aspecto na cultura canavieira reveste-se de grande importância, pois existem interações extremamente complexas envolvidas no ciclo do nitrogênio, onde atuam as bactérias de vida livre fixadoras do N atmosférico, os microorganismos responsáveis pela decomposição e mineralização do sistema radicular do corte anterior, as micorrizas e demais organismos da rizosfera em muitos ciclos biológicos diferentes atuando de forma ainda não esclarecida.

O balanço do nitrogênio na cultura ainda apresenta grandes lacunas de conhecimento, já que é exportada uma quantidade muito superior àquela aplicada nas adubações de plantio e soqueira (DEMATTE, 2004). As respostas à adubação nitrogenada ainda são inconstantes e difíceis de serem previstas, e o principal efeito esperado dos condicionadores orgânicos é justamente sobre o aumento da eficiência desta adubação, e de forma geral da aplicação de fertilizantes.

De todas as melhorias nas propriedades do solo, as mais difíceis de serem mensuradas são sem dúvida os efeitos sobre a microbiota do solo, e isto permitiu que muitos produtos sem qualidade e efeito verdadeiro proliferassem no mercado em décadas passadas, causando uma imagem bastante negativa genericamente atribuída a todos condicionadores orgânicos. Aliado a isso, uma militância dogmática de alguns segmentos da sociedade em defesa do meio ambiente, tornou marginal o uso deste tipo de produto, sem o necessário estudo e averiguação de resultados e relações de causa e efeito.

Este trabalho envolveu o uso de um condicionador orgânico de solo, produto organomineral comercial a base de ácido húmico Agrolmin®, durante tratamentos culturais em cana-planta e cana-soca, visando avaliar sua interação com a adubação mineral da cultura na produtividade da cultura, adequar metodologia de aplicação, fixar diretriz quanto a método e doses de aplicação, além de resgatar a credibilidade dos condicionadores orgânicos, não mais como um “produto milagroso” e sim como mais um fator de melhoria do ambiente de produção, sujeito às mesmas análises de custo/benefício como qualquer insumo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Classificação Botânica e Origem da Cana-de-açúcar

Segundo Castro et al. (2001), a cana de açúcar pertence a divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, sub classe Commelinidae, ordem *Cyperales*, família *Poaceae*, tribo *Andropogonae*, sub tribo *Saccharinae*, gênero *Saccharum* que conta com 30 espécies, sendo a mais conhecida a *Saccharum officinarum*.

Admite-se recentemente que a cana-de-açúcar seja originária da Nova Guiné (DOOREMBOS; KASSAM¹, 1979 apud SCARPARI, 2002), onde a sua existência era tida como em estado de planta silvestre e ornamental. Da Nova Guiné, a cana-de-açúcar foi se disseminando em várias linhas do sul do Oceano Pacífico, na Indochina, no Arquipélago da Malásia e em Bengala, sendo certo o seu aparecimento como planta produtora de açúcar na Índia tropical (AÇÚCAR GUARANI, 2006).

No século 12, o açúcar chegou à Europa e importantes regiões produtoras surgiram nos séculos seguintes, especialmente no Extremo Oriente. O interesse pela especiaria foi crescente depois do século 15, quando novas bebidas, como o café, o chá e o chocolate eram adoçados com açúcar. Em 1493, Cristóvão Colombo iniciou o cultivo da cana-de-açúcar nas Antilhas. A partir daí, a história do açúcar no mundo ganhou novas dimensões (COPERSUCAR, 2005).

Apesar de se ter notícia sobre culturas de cana-de-açúcar no Brasil desde 1521 ou mesmo sobre a presença de espécies nativas, a implantação na Colônia de uma empresa açucareira voltada à exportação só ocorreu em 1533, por obra de Martim Afonso de Souza. O donatário da Capitania de São Vicente trouxe sementes da Ilha da Madeira - uma das maiores produtoras de então - e criou em suas terras o Engenho do Governador. Anos depois, a propriedade foi adquirida pelo belga Jorge Erasmo Schetz, que a chamou de Engenho São Jorge dos Erasmos, sendo este considerado o primeiro do engenho do Brasil. Em 1550, Pernambuco tornou-se o maior produtor mundial de açúcar e, em 1570, dos cerca de 60 engenhos existentes na costa brasileira, 41 estavam entre os Estados de Pernambuco e da Bahia. O açúcar foi a base da economia colonial e entre os séculos 16 e 19. Sua produção e comércio renderam duas

vezes mais que o do ouro e cinco vezes mais do que todos os outros produtos agrícolas juntos (Copersucar, 2005)

2.1.2 O Complexo Agroindustrial Sucroalcooleiro

Segundo UNICA (2007), a cana-de-açúcar é matéria-prima de grande flexibilidade. Com ela é possível produzir açúcar e álcool de vários tipos, fabricar bebidas como cachaça, rum e vodka e gerar eletricidade a partir do bagaço via alcoolquímica. Da cana se aproveita absolutamente tudo: bagaço, méis, torta e resíduos de colheita. Com 3 kg de açúcar e 17,1 kg de bagaço pode-se obter, por exemplo, 1 kg de plástico biodegradável derivado da cana, utilizando-se como solventes outros subprodutos da usina. Do bagaço, obtêm-se bagaço hidrolisado para alimentação animal, diversos tipos de papéis, fármacos e produtos como o furfural, de alta reatividade, para a síntese de compostos orgânicos, com grande número de aplicações na indústria química e farmacêutica. Do melaço, além do álcool usado como combustível, bebida, e na indústria química, farmacêutica e de cosméticos, extraem-se levedura, mel, ácido cítrico, ácido láctico, glutamato monossódico e desenvolve-se a chamada alcoolquímica – as várias alternativas de transformação oferecidas pelo álcool etílico ou etanol. Do etanol podem ser fabricados polietileno, estireno, cetona, acetaldeído, poliestireno, ácido acético, éter, acetona e toda a gama de produtos que se extraem do petróleo. Seu variado uso inclui a fabricação de fibras sintéticas, pinturas, vernizes, vasilhames, tubos, solventes, plastificantes, etc. Dos resíduos, utilizam-se a vinhaça como fertilizantes. Existem ainda outros derivados: dextrana, xantan, sorbitol, glicerol, cera refinada de torta, antifúngicos, etc. A cana-de-açúcar gera, assim como o petróleo, incontável número de produtos, de fermento a herbicidas e inseticidas, com importante diferencial: são biodegradáveis e não ofensivos ao meio ambiente.

2.1.3 Reestruturação e Investimento no Setor

Na década de 80, no auge da arrancada do Pró-álcool, os empresários investiram pesado na construção de destilarias autônomas. Na época, o governo garantia a compra de toda produção, e a comercialização não dependia da iniciativa privada. A tendência empresarial mais recente aponta para a definição de uma posição,

tendo em vista que o agronegócio não conta mais com suporte e regulamentação estatal. No campo administrativo, a construção de usinas de açúcar nas instalações onde funcionavam apenas destilarias de álcool representa uma postura estratégica de diversificação para encontrar alternativas capazes de proporcionar melhores margens e receitas (PINAZZA, 2003).

O mesmo autor aponta que em 2002, após a crise que abalou o setor em 98/99, os investimentos nos negócios sucroalcooleiros estavam em ritmo forte, enquanto processos de fusões e aquisições se reduziam, mesmo no cenário de incertezas políticas e econômicas. A queda dos preços internacionais do açúcar não trouxe a crise anunciada para o setor, porque seu impacto foi anulado em parte com a desvalorização do real.

Esse autor cita ainda que um importante diferencial do agronegócio sucroalcooleiro poderá se tornar um novo subproduto da cadeia produtiva: O crédito de carbono. Essa perspectiva ganhou ares de realidade após o protocolo de Kioto, de 1997, quando foi manifestada uma preocupação com necessidade de redução do efeito estufa. Dada às peculiaridades agrícolas dos canaviais brasileiros, cada tonelada do produto destinada à produção de álcool combustível absorve 0,17 toneladas de dióxido de carbono da atmosfera, e produz cerca de 5 t de matéria seca/ha por ano de sistema radicular (BEAUCLAIR, 1984)

Porém, o alavancamento atual do setor está relacionado com o aumento da exportação de álcool, idealizado como combustível alternativo aos derivados de petróleo, bem aceito por se tratar de uma fonte renovável. Recentemente, foi noticiado que os países da União Européia serão obrigados a contar com pelo menos 10% de sua frota de carros movida a álcool até 2020, objetivando-se reduzir a dependência em relação ao fornecimento de derivados de petróleo do exterior e diminuir as emissões de gases poluentes. (VALOR ON-LINE, 2007)

2.1.4 A cana-de-açúcar no estado de São Paulo

São Paulo é o Estado de maior produção de cana-de-açúcar do Brasil, tendo na safra 05/06 a quantia de aproximadamente 243 milhões de toneladas de cana colhida

(UNICA, 2007), correspondendo a quantia de 45,5% da produção agropecuária do estado (BARROS, 2007).

Ainda segundo UNICA (2007), na safra 2005/06, a produção de cana-de-açúcar no estado de São Paulo representou aproximadamente 72% da Região Centro/Sul e 62% do Brasil, a produção de álcool representou aproximadamente 69% da produção da Região Centro/Sul e 63% do Brasil e a produção de açúcar representou 77% da Região Centro/Sul e 65% do Brasil.

A mesma fonte aponta que o estado de São Paulo, devido ao número de indústrias sucroalcooleiras, conquistou a liderança absoluta neste setor, colocando-se como o segundo maior produtor do mundo, abaixo, apenas, da Índia. Considerando-se, porém, tão-somente a área estadual, sem dúvida, ela representa a maior concentração canavieira do mundo.

Tabela 1 - Distribuição das Unidades Industriais produtoras de açúcar e álcool, na safra 2002/03

Unidades Industriais	São Paulo	Centro Sul	Norte Nordeste	TOTAL
Açúcar	3	7	8	15
Álcool	22	60	31	91
Açúcar+Álcool	102	152	47	199
Total	127	219	86	305

Fonte: UNICA

Quando comparada aos principais complexos agro-industriais paulistas, a agroindústria da cana-de-açúcar só seria inferior, em termos de renda, à somatória do complexo protéico animal (pecuária, avícola e suíno) e, mesmo assim, em índices muito próximos, gerando uma renda maior que o dobro da soma dos grãos, maior que o triplo dos sucos cítricos e olerícolas, constituindo-se, portanto, na mais importante cultura do ponto de vista de geração de renda e, conseqüentemente, de arrecadação de impostos para os cofres públicos, estadual e federal. Em termos de força de trabalho, a cana para a indústria contribui com 370 mil Equivalentes-Homem-Ano (EHA), ou seja, 46% do total empregada na agropecuária, sendo a maior empregadora de trabalhadores não qualificados, apresentando, assim, impactos sociais bastante expressivos do ponto de vista quantitativo. (UNICA, 2007)

2.1.5 A cana-de-açúcar no Brasil

Metade da produção brasileira de açúcar é destinada ao mercado interno. A outra metade exportada gerou, na safra 2005/06, 2,2 bilhões de dólares para a balança comercial. O Brasil exporta açúcar branco (refinado), cristal e demerara, e há pelo menos cinco anos a Rússia se mantém como a maior importadora do açúcar brasileiro. O mercado interno divide-se em doméstico e industrial. No primeiro prevalecem os açúcares cristal e refinado; no industrial, os açúcares demerara e líquido. O consumo brasileiro é de 52 kg per capita, e a média mundial está em torno de 22 kg per capita (UNICA, 2007).

Segundo UNICA (2007), dentre as centenas de usinas e destilarias espalhadas por todo território nacional, as que se destacaram na safra 05/06 dentro de cada segmento, estão listadas na Tabela 2:

Tabela 2 - Principais produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool da safra 05/06

Cana-de-açúcar (t)		Açúcar (t)		Álcool Total (m3)	
São Martinho	7.133.312	Da Barra	498.997	São Martinho	320.187
Da Barra	6.229.588	São Martinho	443.218	Itamarati	261.011
Vale do Rosár	5.359.541	Vale do Rosár	375.090	Da Barra	244.183
Santa Elisa	5.337.279	Santa Elisa	372.263	Santa Elisa	223.926

Fonte: UNICA

2.1.6 Evolução das exportações brasileiras de açúcar

Com cerca de 35% de participação no mercado livre (volume transacionado no exterior), o Brasil é o maior exportador mundial de açúcar, tendo exportado, em 2005, 18.142.820 toneladas (UNICA, 2007).

Segundo o Netherlands Economic Institute (2006), as usinas da região Centro-Sul conseguem produzir açúcar a US\$180 por tonelada - em São Paulo o custo cai para US\$165/t. Na Austrália e Tailândia, outros grandes produtores mundiais, as despesas atingem US\$335/t, com matéria-prima de cana-de-açúcar. Na UE, o custo de produção bate US\$710/t, com a beterraba como matéria-prima,

Os principais importadores de açúcar brasileiro, em toneladas, no ano de 2005, estão apontados na Tabela 3:

Tabela 3 - Principais importadores de açúcar brasileiro em 2005

RANK	PAÍS	TONELADAS
1º	RÚSSIA	3.977.990
2º	ÍNDIA	1.291.562
3º	NIGÉRIA	1.238.333
4º	EAU	1.037.615
5º	MARROCOS	864.703
6º	ARÁBIA	844.399
7º	EGITO	757.931
8º	ARGÉLIA	647.035
9º	PAQUISTÃO	607.575
10º	CANADÁ	600.642

Fonte: UNICA

2.1.7 Produção mundial de álcool

A produção mundial de álcool aproxima-se dos 40 bilhões de litros, dos quais presume-se que até 25 bilhões de litros sejam utilizados para fins energéticos. O Brasil responde por 15 bilhões de litros deste total. O Brasil é o país mais avançado, do ponto de vista tecnológico, na produção e no uso do etanol como combustível, seguido pelos EUA e, em menor escala, pela Argentina, Quênia, Malawi e outros. O álcool é utilizado em mistura com gasolina no Brasil, EUA, UE, México, Índia, Argentina, Colômbia e, mais recentemente, no Japão. O uso exclusivo de álcool como combustível está concentrado no Brasil. (BIODIESELBR)

A tabela 4 mostra os principais países produtores de álcool (UNICA).

Tabela 4 - Ranking dos principais produtores de álcool

Países	Litros (Bilhão)
Brasil	10,59
EUA	6,5
China	3
U.E.	2
Índia	1,7
Rússia	1,3
Arábia	0,4
África do Sul	0,38

Fonte: UNICA

Ainda segundo o mesmo site, o Brasil exportou, em 2005, 2.598.510.768 litros de álcool total, sendo os principais importadores de álcool do brasileiro apontados na Tabela 5:

Tabela 5 - Ranking dos principais importadores de álcool brasileiro

RANK	PAÍS	LITROS (m3)
1	ÍNDIA	414.189.094
2	JAPÃO	317.859.454
3	HOLANDA	264.366.790
4	EUA	260.572.725
5	SUÉCIA	245.085.053
6	CORÉIA DO SUL	218.460.589
7	EL SALVADOR	149.473.714
8	JAMAICA	134.753.658
9	NIGÉRIA	119.595.248
10	MÉXICO	100.984.693

Fonte: UNICA

2.1.8 Nitrogênio, fósforo e potássio do solo

- **O Nitrogênio (N)**

Segundo Tisdale et al. (1993), o nitrogênio é o nutriente freqüentemente mais deficiente na produção vegetal. Apresenta-se nas plantas num teor variando entre 1 e 5%. Esse nutriente é utilizado pelas culturas na produção de proteínas, aminoácidos e ácidos nucléicos (DNA e RNA), além de integrar a molécula de clorofila, essencial para fotossíntese.

Ainda segundo o mesmo autor, o conteúdo total de N no solo varia de 0,02% no subsolo a 2,5% no horizonte orgânico. Esse N do solo apresenta-se em 2 formas: inorgânica e orgânica. A forma inorgânica inclui amônia (NH_4^+), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-), óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO) e N elementar (N_2). Do ponto de vista de fertilidade do solo, amônia (NH_4^+), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-) são os mais importantes e são resultantes de decomposição aeróbica de matéria orgânica ou adição de fertilizante nitrogenado. A forma orgânica encontrada no solo ocorre como proteínas, aminoácidos, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e outros complexos, sendo que as plantas absorvem tanto amônia (NH_4^+) quanto nitrito (NO_2^-), essa primeira uma fonte teoricamente e idealmente preferida por economia de energia quando da produção de proteína. O ciclo desse nutriente no solo pode ser dividido em ganhos, perda e ciclagem de Nitrogênio, onde não há nem ganho nem perda. Os ganhos provêm de resíduos animais/vegetais, fixação biológica por microrganismos, adição de NO_3^- pela água das chuvas; já as perdas relacionam-se à absorção vegetal, volatilização de NH_3 , N_2O , NO e N_2 e fixação de amônia em argilas 2:1.

Segundo Beauclair (1984), a prática de adubação orgânica pode aumentar o teor de nitrogênio no solo, acarretando aumento da disponibilidade deste nutriente às plantas, com a decomposição e mineralização da matéria orgânica presente nesse tipo de adubo. O mesmo autor cita que o húmus, resultante da decomposição da matéria orgânica, apresenta uma relação C/N de aproximadamente 10-12, sendo que os adubos orgânicos que possuem uma relação C/N próxima a essa faixa (menor que 17), permitem que após sua aplicação, ocorra no solo uma rápida mineralização do nitrogênio, o que o torna disponível às plantas, porém, a liberação deste nutriente não é feita em altos níveis, a ponto de substituição de toda a adubação mineral, no entanto a adubação orgânica aumenta a eficiência da adubação mineral.

O balanço do N na cultura ainda apresenta grandes lacunas de conhecimento, já que é exportada uma quantidade muito superior àquela aplicada nas adubações de plantio e soqueira (DEMATTÊ, 2004).

Existem várias recomendações quanto à adubação nitrogenada, sendo que para o Centro de Tecnologia Canavieira (2003a), é recomendado aplicar 30 kg de N/ha em áreas onde haja rotação de culturas, e 60 kg de N/ha em áreas sem rotação, ambas no

sulco de plantio, por não haver diferença de produção se comparada à forma de aplicação parcelada.

Já em cana-soca, resultados obtidos em experimentos pelo Centro de Tecnologia Canavieira (2003b) permitem que se recomende aplicar até 120 kg/ha de nitrogênio em cana colhida com a queima da palha, caso não haja a queima da palha, recomenda-se aplicar 100 kg/ha de nitrogênio.

Quanto ao local de aplicação, Manechini (1997) ressalta que a melhor localização de fertilizante nitrogenado a base de uréia em soqueiras é no centro das entrelinhas, devido questões operacionais e de equipamentos, uma vez que não há diferenças de produção em tratamentos cultivados e não cultivados e com localização sobre a linha de cana e no centro das entrelinhas. O autor também elucida a importância da fonte nitrogenada ser estável, visando minimizar as perdas por volatilização. Esse mesmo autor cita ainda que é possível utilizar uréia em soqueiras aplicadas sobre as linhas de cana crua, se esta for jateada sob pressão, de maneira que a maior porção do fertilizante vença a barreira física da palha.

- **O Fósforo (P)**

Segundo Tisdale et al. (1993), o fósforo ocorre nas plantas em concentrações que variam de 0,1 a 0,4%. A principal função desse nutriente é a transferência e estoque de energia, pois faz parte das moléculas de Adenosina di e trifosfatos (ADP e ATP), que atuam como “circuladores energéticos” na planta. Um suprimento adequado de fósforo às culturas está associado ao incremento do desenvolvimento radicular, maturação mais precoce, melhor qualidade de frutas, verduras e forrageiras, além de incremento da resistência à doenças das plantas. As plantas absorvem a fração presente na solução do solo, predominantemente expressa por íons de ortofosfato (H_2PO_4^- e HPO_4^{2-}). A concentração de cada forma iônica presente na solução está relacionada ao pH do meio, sendo que em pH menores predomina a forma H_2PO_4^- , e em pH maiores HPO_4^{2-} .

O mesmo autor cita que o ciclo do Fósforo (P) no solo pode ser simplificado baseando-se em suas frações: P na solução do solo (P solúvel), P lábil e P não lábil, sendo as duas últimas frações adsorvidas aos minerais do solo. P lábil é a porção de P

que está prontamente disponível para suprir o P da solução do solo eventualmente removido. A depleção do P lábil força o P não-lábil tornar-se o P lábil, porém numa taxa baixa. Essa inter-relação entre as frações de P do solo são complexas.

Ainda segundo o mesmo autor, existem fatores físicos e químicos que influenciam as reações de solubilidade e adsorção do fósforo, conseqüentemente, afetando a concentração desse nutriente na solução do solo, e sua disponibilidade para as plantas. São eles:

- Natureza dos minerais do solo: a adsorção de P é menor em argila 2:1 do que em argila 1:1, e nesta é menor que em óxidos;
- pH: a faixa de maior disponibilidade de fósforo está entre os valores 5,5 e 6,5;
- Efeito catiônico: cátions divalentes potencializam a adsorção de fósforo se comparados a presença de cátions monovalentes;
- Efeito aniônico: a competição de outros ânions com os ânions de fosfato pelos sítios de adsorção dos minerais, resulta em maior disponibilidade de P;
- Saturação de Fósforo no solo: contribui proporcionalmente para uma menor ou maior potencialidade de adsorção de fósforo;
- Matéria Orgânica: os compostos orgânicos de fósforo apresentam uma maior mobilidade no solo;
- Temperatura: afeta a atividade microbiana que incide sobre a solubilização de fosfatos e reações químicas;
- Inundação: observa-se um aumento da disponibilidade de fósforo após esse acontecimento.

Korndorfer et al. (1989) cita que a eficiência agronômica das fontes de fósforo diminui na seguinte ordem: super-fosfato simples > super-fosfato triplo > ácido fosfórico > ácido + rocha.

Segundo Beauclair (1984), a prática de adubação orgânica, assim como para o nitrogênio, pode aumentar o teor de fósforo no solo, devido a redução de fixação deste nutriente pelos óxidos amorfos (cristais de óxido de ferro e alumínio), pois atua bloqueando os sítios de fixação nesses minerais, o que acarreta aumento da disponibilidade desse nutriente às plantas.

- **O Potássio (K)**

Segundo Tisdale et al. (1993), o potássio é o nutriente mais absorvido pelas culturas, após o nitrogênio, apresentando-se nos tecidos vegetais em concentrações que variam de 1 a 4%. Esse nutriente é absorvido como íon K^+ , presente na solução do solo, e não forma compostos no tecido vegetal. Sua função na planta está relacionada com ativação enzimática, regulação osmótica, transpiração (atuando na abertura e fechamento de estômatos), produção de ATP e síntese protéica.

O mesmo autor cita que nos solos tropicais, a exemplo do fósforo, o conteúdo de potássio do solo é baixo, devido à origem do solo e grande intemperismo. Esse nutriente se apresenta nos solos sob 4 formas: trocável, não-trocável (fixado), mineral e presente na solução do solo, sendo os fatores que afetam a disponibilidade do potássio às culturas:

- Tipos de minerais de argila: quanto maior a presença de minerais ricos em potássio, como vermiculitas e montmorilonitas, maior o potencial de disponibilidade desse nutriente;

- Capacidade de Troca Catiônica: solos com textura mais fina apresentam CTC maior, que podem abrigar mais potássio sob a forma trocável;

- Umidade do solo: quanto maior presença de água no solo, maior a difusão do mesmo para as raízes das culturas;

- Quantidade de Ca e Mg presente no solo: esses cátions competem com K^+ pela absorção das plantas assim como pelos sítios de troca dos minerais de argila. Assim, a absorção de K^+ é inversamente proporcional a quantidade desses outros 2 cátions presentes no solo;

- Lixiviação: nos países tropicais, a perda de potássio por lixiviação é apontada como um dos grandes fatores da perda de produtividade das culturas.

O aproveitamento agrícola dos resíduos da agroindústria sucroalcooleira no Brasil se constitui numa prática bastante generalizada, tanto no caso dos efluentes líquidos, principalmente a vinhaça, como também nos sólidos, como a torta de filtro (POLO et al., 1988). A utilização intensiva da vinhaça nos solos cultivados com cana-de-açúcar surgiu devido à produção de mais de 150 bilhões de litros desse resíduo por safra, ou

seja, cerca de 1.000 litros de efluentes líquidos por tonelada de cana-de-açúcar moída (RODELLA; FERRARI, 1977).

Ferreira e Monteiro (1987) realizaram uma extensa revisão bibliográfica sobre os efeitos da vinhaça nas propriedades do solo. Os autores afirmam que a adição da vinhaça “in natura” aos solos é, sem dúvida, uma boa opção para o aproveitamento deste resíduo, visto que ele é um excelente fertilizante e proporciona inúmeros benefícios nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Os mesmos autores concluem que as vantagens decorrentes da utilização da vinhaça são a elevação do pH, aumento da Capacidade de Troca Catiônica (CTC), aumento da disponibilidade de certos nutrientes, melhoria da estruturação do solo (formação de estruturas mais estáveis pela adição de matéria orgânica), aumento na retenção de água e no desenvolvimento da microflora e microfauna do solo. Eventuais efeitos maléficos causados aos solos e/ou às plantas foram normalmente decorrentes de seu uso inadequado, isto é, doses excessivas ou aplicação em solos não apropriados. Afirmam ainda os autores, inúmeros trabalhos demonstraram ser uma prática economicamente viável.

2.1.9 Química do solo

Segundo Tan (1993), o sistema solo é composto por 3 fases: sólida, líquida e gasosa. A fase sólida é uma mistura de materiais orgânicos e minerais, que formam o “esqueleto” desse sistema. Nos poros que essa fase forma, encontram-se a fase líquida e gasosa juntas. A fase líquida, também chamada *solução do solo*, é composta por água, material coloidal e substâncias dissolvidas. Essas substâncias são sais, e frequentemente os íons desses sais estão adsorvidos em argilas, outros materiais coloidais, solutos orgânicos ou uma combinação desses.

- **Capacidade de troca catiônica (CTC)**

Tan (2000) sugere que a capacidade de troca catiônica (CTC) é a capacidade de argilas e frações coloidais em adsorver e trocar cátions. A troca catiônica é de grande importância na fertilidade do solo, aplicação de fertilizantes, absorção de nutrientes

pelas plantas e qualidade do meio. Os cátions, seguros eletrostaticamente nas cargas negativas da superfície de frações coloidais e argilas, podem ser trocados por outros cátions presentes na solução do solo. Assim, esses cátions adsorvidos são chamados de cátions trocáveis, e o processo de troca é chamado de troca catiônica. As partículas responsáveis por adsorção e troca de cátions são denominadas complexo de troca. Essas reações de troca são instantâneas e estequiométricas, ocorrendo em quantias equivalentes, conforme reação (2):



Ainda segundo o mesmo autor, essa CTC, expressa em cmolc/kg, difere de solo para solo dependendo da quantia de argila, tipos de argila e conteúdo de material orgânico. Quanto maior a quantia de argila, maior a CTC do solo, similarmemente ocorrendo com o conteúdo de material orgânico. Os tipos de argila afetam a CTC devido a quantia de cargas negativas que cada tipo apresenta:

Tan (2000) também cita que, em condições naturais, H^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Na^+ são os cátions mais comuns do solo, e podem se substituírem nos complexos de troca dependendo das condições. Em condições favoráveis de prótons, os cátions são substituídos por H^+ . Essa substituição causa uma acidificação do solo, e ocorre especialmente em regiões úmidas. As bases liberadas no solo são lixiviadas por percolação de água ou absorvidas pelas plantas. Os fertilizantes após dissolução também liberam cátions, que podem ser adsorvidos ou substituir outros cátions no complexo de troca. Devido a esse fato, os elementos essenciais dos fertilizantes são armazenados no solo. As raízes das plantas tem capacidade de obter cátions mediante a troca catiônica, fornecendo H^+ , que é resíduo da respiração de raízes, conforme ilustração abaixo:

Tan (2000) cita ainda que muitos materiais contaminantes podem ser lançados ao solo por atividades industriais, agrícolas e domésticas. A presença de material coloidal impede que esses contaminantes sejam rapidamente lixiviados, pois promovem uma capacidade tampão. Esses contaminantes então podem sofrer interferências de microrganismos, o que resulta em menor toxicidade ao meio. Além disso, em contato

com colóides, os metais pesados podem ser imobilizados ou precipitar em componentes menos tóxicos.

- **Capacidade de Troca Aniônica**

Segundo Tan (2000), a capacidade de troca aniônica é a capacidade de argilas e frações coloidais em adsorver e trocar anions, devido à cargas positivas que pode apresentar. Os anions mais presentes no solo, sujeito a reações de trocas são $H_2PO_4^-$, SO_4^- , NO_4^- e Cl^- .

2.1.10 Condicionadores orgânicos do Solo

Segundo Beauclair (2007), condicionadores orgânicos são substâncias obtidas muitas vezes por extração de turfas ou minas, ou em alguns casos principalmente no exterior, sintetizados industrialmente, mas sempre são compostos de cadeias carbônicas, iguais ou semelhantes àquelas encontradas na natureza.

O mesmo autor aponta que a composição dos condicionadores orgânicos é extremamente variável entre os diferentes produtos e até mesmo nos próprios produtos, pela natureza da obtenção, sendo que, por esta razão, algumas firmas fornecedoras de condicionadores orgânicos, após a extração do ingrediente, realizam uma padronização do material visando garantir uma composição constante, dentro de padrões de qualidade, sendo, de forma geral, fontes de ácidos húmicos e fúlvicos, procurando simular a composição da matéria orgânica do solo (húmus). Atesta ainda que alguns produtos apresentam ainda uma fórmula complementada com micronutrientes e/ou macronutrientes para se enquadrarem na legislação como fertilizantes organominerais.

Esse mesmo autor afirma que, por se tratarem de materiais orgânicos, é natural e inerente a sua própria natureza que atuem nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo de forma análoga a fontes de matéria orgânica aplicadas ao solo, sendo assim, insumos que tem por objetivo a melhoria das condições do solo para o desenvolvimento do sistema radicular da cultura implantada.

Os processos pelos quais o húmus é originado não são totalmente conhecidos, mas há consenso da ocorrência de quatro estágios de desenvolvimento na

transformação da biomassa do solo em húmus: decomposição da biomassa em compostos orgânicos; metabolismo biológico dos compostos orgânicos; ciclagem do C, H, N e O entre matéria orgânica do solo e biomassa microbiana e; polimerização microbiótica dos compostos orgânicos ciclados.

Segundo Henis (1983), é o húmus que mais contribui para as propriedades físicas e químicas do solo, responsáveis pelo desenvolvimento e produtividade das culturas, atuando como um condicionador de solo e armazém de nutrientes.

O ácido húmico, a maior fração do húmus, não ocorre nas plantas vivas, e sua origem é atribuída diretamente de ligninas, porém, diferentemente destas têm alto teor de ácidos carboxílicos e significantes quantias de nitrogênio (TAN, 1993).

Sposito (1989) cita que as substâncias húmicas possuem 4 propriedades principais:

- Polifuncionalidade: apresenta uma variedade de grupos funcionais, com um grande espectro de reatividade;
- Carga macromolecular negativa;
- Hidrofilicidade: têm tendência de formar fortes ligações por pontes de hidrogênio com água;
- Maleabilidade estrutural: capacidade de associação intermolecular e mudança de conformação molecular frente a mudança de valores de pH, REDOX, concentração eletrolítica, e ligação de grupos funcionais.

Também Sposito (1989) afirma que a CTC dos ácidos húmicos varia entre 4 e 9 mmolc.kg^{-1} , ao passo que a CTC de materiais turfosos varia de 1 a 4 mmolc.kg^{-1} .

A falta desses compostos no solo causa mudanças na estrutura, densidade, taxa de infiltração, teor de água disponível e estabilidade de agregados (DEDECEK, 1992). Kiehl (1985) destaca que grande parte dos constituintes do húmus são partículas coloidais, capazes de formar uma emulsão em contato da água, e por isso são capazes do armazenamento da mesma.

Do ponto de vista de melhorias químicas, a matéria orgânica humificada atua como agente quelante, desfavorecendo a manutenção de íons metálicos na solução do solo e com isso promovendo diminuição da toxidez desses elementos (MASCHIO et al., 1992). Também o húmus induz aumento do poder tampão dos solos, o que contribui contra variações de pH no meio, causados por aplicação de produtos no solo

(PRIMAVESI, 1984). Franchi (2000) constatou diminuição da densidade aparente, aumento da quantidade de macro e mesoporos e condutividade hidráulica, melhoria da CTC do solo e efeito tampão com a aplicação de Turfa, uma substância húmica, em áreas degradadas.

Segundo Lessa et al., 1994, as substâncias húmicas dividem-se em três classes, de acordo com a solubilidade em base forte e extrato tratado com ácido: a) resíduo extraível, denominado humina; b) um precipitado escuro chamado ácido húmico; c) material orgânico que permanece na solução ácida, chamada de ácido fúlvico.

Ao ácido húmico e o fúlvico é creditada a forte atração pela maioria dos cátions metálicos em solução, pois são polímeros naturais, ricos em grupos funcionais de cargas negativas tais como carboxilas, OH fenólico e/ou enólico, OH alcoólico e C=O de quinonas, que são sítios de adsorção desses metais (MORTVEDT et al., 1972).

Mortvedt (1972) sugere a estrutura da molécula de ácido húmico conforme Figura 1.

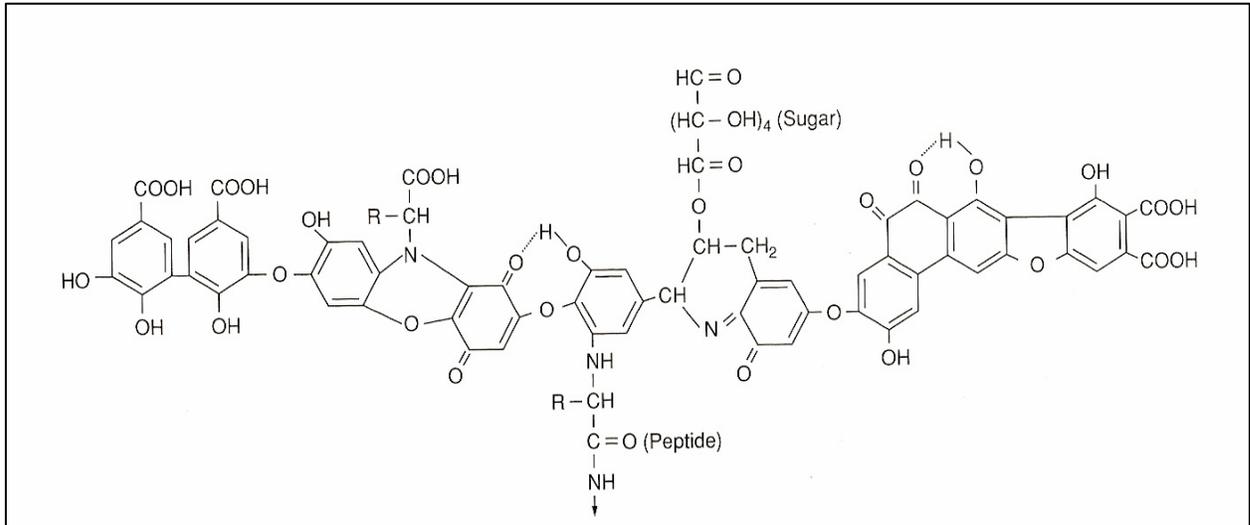


Figura 1 - Estrutura sugerida da molécula de ácido húmico (MORTVEDT et al., 1972)

As substâncias húmicas, por apresentarem uma rede de cargas negativas, são capazes de reagir com compostos orgânicos, que contêm átomos de Nitrogênio formando estrutura tetraédrica, pois esses apresentam carga positiva nessa estrutura, a exemplo de pesticidas, fertilizantes, esterco não-curtido.

Efeitos estimulantes de substâncias húmicas no crescimento de plantas têm sido amplamente documentado. Estudos têm mostrado efeitos positivos em germinação de sementes, iniciação radicular, e biomassa da planta. A consistência dessas observações é questionada, devido ao lapso de conhecimento do mecanismo que promove o crescimento da planta. Na maioria dos casos, esses efeitos são atribuídos a um efeito direto dos hormônios de crescimento das plantas, ao passo que em outras instâncias o termo "hormone-like activity", ou seja, comportamento hormonal, têm sido utilizado para descrever a estimulação desse crescimento vegetal (CHEN; AVIAD, 1990; NARDI et al., 1996; EVANS; LI, 2003; BOYHAN et al., 2001; HARTWIGSEN; EVANS, 2000; PICCOLO et al., 1993).

Govindasmy e Chandrasekaran (1992), com experimentos envolvendo uso de ácido húmico na cultura da cana-de-açúcar, constataram incremento significativo do na produtividade, rendimento de açúcar e concentração de nutrientes nas folhas cana-de-açúcar, embora a época de aplicação de ácido húmico não mostrasse influência.

Hartwigsen e Evans (2000) demonstraram que ácido húmico ocasionou aumento no comprimento total das raízes laterais das culturas de margarida, gerânio e abóbora.

Piccolo et al. (1993) observaram incremento no peso fresco de seedlings em experimentos com ácido húmico na cultura de alface e tomate. Os autores atribuíram esse fato a um maior alongamento celular e maior eficiência na absorção de água nos tratamentos com adição de ácido húmico.

Na rizosfera, uma interação entre o sistema radicular e a fração húmica é possível quando moléculas húmicas presentes na solução do solo são pequenas suficientes para fluir pelo apoplasto e atingir a membrana plasmática. Vários autores demonstraram a capacidade das substâncias húmica de baixo tamanho molecular (LMS) se acumularem no apoplasto e atingir, pelo menos em parte, a membrana plasmática (VAUGHAN, 1986; MUSCOLO; NARDI, 1999; NARDI et al., 2002).

Essas substâncias húmicas de baixo tamanho molecular (LMS) podem adentrar a planta e afetarem o metabolismo dessa, induzindo ou reprimindo a síntese protéica (VAUGHAN e MACDONALD, 1971; DELL'AGNOLA et al., 1981) ou induzindo uma mudança morfofuncional na arquitetura radicular (CANELLAS et al., 2002).

Nardi et al (1994), usando dois inibidores de auxina (TIBA=2,3,5-tri-iodobenzoic acid e PCIB=4-chlorophenoxy-isobutyric acid), demonstraram em *Nicotiana plumbaginifolia* que o componente LMS do material húmico demonstra comportamento hormonal semelhante ao da auxina, embora os caminhos seguidos pelo AIA e a fração LMS na indução dos seus efeitos devem ser diferentes.

Mais recentemente, Canellas et al. (2002) demonstrou que ácidos húmicos, isolados de composto de minhoca, induziram a atividade da H⁺-ATPase, aumentando o conteúdo dessa enzima. Embora a considerável quantia de dados fisiológicos e bioquímicos e o progresso feito no isolamento de genes envolvidos na regulação de transporte de nitrato, nenhuma informação é disponível em nível molecular sobre os efeitos de substâncias húmicas na expressão destes genes. A fração LMS das substâncias húmicas estimulam a absorção de nitrato pelas raízes e a acumulação foliar desse ânion (QUAGGIOTTI et al., 2003).

2.1.11 Acido húmico versus absorção de nutrientes

Os efeitos da influência de substâncias húmicas sobre a absorção de nutrientes, tanto macro quanto micronutrientes, foram relatados por vários autores. (VAUGHAN et al., 1985; CHEN; AVIAD, 1990; VARANINI; PINTON, 2001; CLAPP et al., 2001) e aparentam estar seletivamente e quantitativamente relacionados com a concentração de substâncias húmicas e o pH do meio, pelo fato dessas serem quelantes de nutrientes indisponíveis e apresentarem um poder tampão de pH.

Essa influência independe da origem das substâncias húmicas, sejam elas derivadas de turfa, leonardita ou lixo municipal (AYUSO et al., 1996) e tipos de solos (FAGBENRO; AGBOOLA , 1993)

Chen et al. (2004), em experimentos com melão, soja e azevém, atestou que o ácido húmico aumentou a manutenção de Fe e Zn na solução do solo em pH 7.5, ocasionando maior crescimento das plantas.

Várias culturas mostraram maior absorção de nutrientes quando do uso dessas substâncias húmicas, como trigo (MACKOWIAK; GROSSL; BUGBEE, 2001), canola ,

ervilha (AKINREMI et al., 2000), milho (SHARIF; KHATTAK; SARIR, 2002; FERRETTI et al., 1991), tomate (ADANI et al., 1998).

Mackowiak et al. (2001) avaliou o efeito do ácido húmico no crescimento e absorção de micronutrientes em trigo (*Triticum aestivum*) cultivado hidroponicamente, demonstrando que os tratamentos que recebiam esse ácido não apresentaram clorose internerval, que ocorreram nos tratamentos controle.

Akinremi et al. (2000), conduzindo experimentos em casa de vegetação em canola (*Brassica napus*), trigo (*Triticum aestivum*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*) demonstraram efeito significativo na concentração foliar e absorção de nitrogênio, fósforo e potássio pelas 3 culturas e enxofre apenas pela canola.

Sharif et al. (2002), em experimentos em vaso, avaliaram os efeitos de ácido húmico no crescimento do milho (*Zea mays*), demonstrando significativo aumento de aproximadamente 32% de massa seca do milho comparada ao controle. Os valores de pH foram reduzidos em apenas 0.2 e 0.3 unidades nos tratamentos que receberam o ácido. Ainda, a adição desse ácido aumentou a concentração de fósforo no solo e um maior acúmulo de nitrogênio pela cultura.

Adani et al. (1998), em experimentos com Tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivado hidroponicamente, demonstraram que a adição de ácido húmico ocasiona incremento do crescimento radicular e da absorção de nitrogênio, fósforo, ferro, e cobre, relacionando a maior disponibilidade de ferro para as culturas devido a redução de Fe^{+3} em Fe^{+2} pelos ácidos húmicos.

Estudos também mostram a influência positiva da aplicação foliar de ácidos húmicos na absorção de nutrientes como nitrogênio, potássio, magnésio, cálcio, boro e ferro (TEJADA; GONZALEZ, 2003; FERNANDEZESCOBAR et al., 1996)

Fernandezescobar et al. (1996) observaram, em condições de campo, que a aplicação foliar de ácido húmico ocasionou estímulo no crescimento radicular de oliveiras, promovendo ainda acúmulo de potássio, boro, magnésio, cálcio e ferro nas folhas dessa cultura.

Tejada e Gonzalez (2003) estudando os efeitos da fertilização foliar com amino ácido e ácido húmico em aspargos (*Asparagus officinalis* cv. UC-157) demonstraram um aumento de micronutrientes nos cladódios e rizomas, assim como nitrogênio e fósforo. Observaram ainda que os maiores valores de clorofila A e B foram obtidos nos testes com a aplicação de amino ácido e ácido húmico juntos, concluindo que um incremento dos teores de clorofila A e B resultará numa maior produção de carboidratos, ocasionando maior produção da cultura.

Ferretti et al. (1991) sugerem que substâncias húmicas podem estar relacionadas com a eficiência da cultura do milho em assimilar enxofre.

2.1.12 Interação entre ácido húmico e nutrientes

Cheng, Chi e Yu (2004) apontam que a ligação de fosfato com substâncias húmicas requer uma ponte de ligação entre os íons de fosfato e íons metálicos, como alumínio e ferro, o que indica que ácidos húmicos representam um importante mecanismo desintoxicante em solos ácidos. Esse fato foi comprovado por Harper et al. (1995) avaliando efeito do ácido húmico na alongação radicular de milho em presença e ausência de alumínio.

Sob esse ponto de vista, Ullah e Gerzabek (1991) concluíram que o ácido húmico e fúlvico diminuem a toxicidade de cobre e vanádio do meio.

Lobartini, Tan e Pape (1998) investigaram o efeito do ácido húmico e fúlvico na dissolução de fosfato de alumínio ($Al^2(PO_3)_3$) e fosfato de ferro (Fe^2PO_4), este também conhecido como strengita, demonstrando que o ácido húmico é mais eficiente que ácido fúlvico na dissolução dos fosfatos metálicos, sendo que a quantia de fósforo liberada por dissolução incrementa com o tempo, concluindo que esses ácidos são um poderoso agente quelante de alumínio e ferro, ocasionando a liberação de ânions de ortofosfato para o meio.

- **Ação de ácidos húmicos no N amoniacal**

Segundo Beauclair et al. (2007), o efeito mais evidente dos condicionadores orgânicos que contêm comprovadamente ácidos húmicos em sua composição é sobre a

dinâmica no N amoniacal. Observando a equação química (3), que representa o equilíbrio químico da amônia, pode-se inferir que a adição de uma substância ácida desloca o equilíbrio para a direita ao consumir $[\text{OH}^-]$, respeitando o valor da constante de equilíbrio K_b expressa em (4), e assim aumentando a concentração de NH_4^+ e diminuindo a de NH_3 .



$$K_b = 1,8 \times 10^{-5} = \frac{[\text{NH}_4^+].[\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \quad (4)$$

O mesmo autor aponta que desta forma, ocorre uma redução significativa da forma mais volátil de N, de alta pressão de vapor, reduzindo as perdas do elemento para a atmosfera. Por outro lado, o consumo de OH^- pelo H^+ doado pelo ácido orgânico, gera radicais orgânicos com carga negativa, conforme se observa na reação genérica (5).



Ainda segundo o mesmo autor, este radical orgânico de carga negativa, tem devido a sua natureza, grande afinidade com NH_4^+ , ajudando a retê-lo, reduzindo sua movimentação no perfil do solo e conseqüentemente, as perdas por lixiviação, aumentando a disponibilidade deste nutriente para a cultura.

2.1.13 Uso de condicionadores orgânicos na cultura da cana-de-açúcar

Beauclair et al. (2007) cita que o uso atual de condicionadores orgânicos na cultura da cana-de-açúcar tem sofrido grande expansão, e algumas unidades produtoras já incorporaram a aplicação de condicionadores orgânicos ao seu sistema de produção de forma sistemática e rotineira. A área tratada no Estado de São Paulo supera a marca de 60.000 ha, mas apesar de ser uma área significativa, ainda é incipiente face ao tamanho da lavoura canavieira no estado, sendo grande a possibilidade de expansão, principalmente em função dos resultados que têm sido observados especialmente nas regiões canavieiras de Jaú e Araçatuba.

O mesmo autor cita ainda que a aplicação de condicionadores é feita normalmente no momento da cobertura das mudas, mas também vem sendo bastante utilizada nas formulações de adubos fluidos, aproveitando a estrutura das misturadoras e dos implementos de aplicação para realizar uma distribuição uniforme do produto diretamente na região de desenvolvimento do sistema radicular. Atesta ainda, que em virtude das baixas quantidades do material aplicado, é interessante essa localização do insumo diretamente no sítio em que pode promover benefícios, e que, cuidados na aplicação são fundamentais para obtenção de bons resultados, como em qualquer insumo.

2.2 Materiais e Métodos

2.2.1 Local

- **Cana-planta**

O ensaio foi instalado na Usina Santa Cândida, Fazenda Bateia, município de Bocaina – SP, em cana “de inverno”, plantada em junho de 2005 e colhida em agosto de 2006, com a variedade RB867515, em solo arenoso considerado ambiente de produção D1, de baixa fertilidade, de acordo com classificação proposta por Prado (2005). A aplicação do produto comercial foi realizada no momento da adubação mineral dentro do sulco de plantio. A análise de solo da área está na Tabela 6.

Tabela 6 – Análise de solo da área do experimento com cana-planta

Prof.* cm	PH	MO	P	K Ca Mg H + Al Al SB CTC							V%	m%
	CaCl ₂	g.dm-3	mg.dm-3	mmolc.dm-3								
0 - 25	4,5	11	6	1,6	14	3	18	1	19	37	51	5,10
25 - 50	4,4	8	2	2,8	12	2	18	2	17	35	48	10,64

*Prof. = profundidade de amostragem do solo

- **Cana-soca**

O ensaio foi instalado na Usina Santa Cândida, Fazenda Santa Inês, em solo arenoso considerado ambiente de produção D2, de baixa fertilidade, de acordo com classificação proposta por Prado (2005), em soqueira da variedade PO88-62, com corte anterior em julho de 2005 e colheita em julho de 2006. A aplicação do produto

comercial foi realizada durante o cultivo mecânico das soqueiras. Esta operação geralmente é realizada após o corte da cana, nas entrelinhas, com uso de um implemento para escarificação do solo, aplicação e incorporação de adubo, também preparando o solo para a aplicação de herbicida. A análise de solo da área está na Tabela 7.

Tabela 7 – Análise de solo da área do experimento com cana-soca

Prof.* cm	PH CaCl2	MO g.dm-3	P mg.dm-3	K Ca Mg H + Al Al SB CTC V% m%								
				mmolc.dm-3								
0 - 25	5	9	11	0,5	20	6	13	0	27	40	67	0,00
25 - 50	4,2	6	2	0,3	8	2	15	6	10	25	41	36,81

*Prof. = profundidade de amostragem do solo

2.2.2 Delineamento Experimental

- **Cana-planta**

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com 4 tratamentos e 2 sub-tratamentos, em 4 repetições, sendo duas doses de Agrolmin® (0 e 350 L/ha) dentro das doses 0; 800; 1.600 e 2.400 kg/ha de fertilizante líquido formulação 2,5-10-10. As parcelas consistiam-se em 4 linhas com 50 metros de comprimento, sendo a colheita realizada nos 30 metros centrais.

- **Cana-soca**

O delineamento estatístico foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com 4 tratamentos e 3 sub-tratamentos, em 4 repetições, sendo três doses de Agrolmin® (0; 300 e 600 L/ha) dentro das doses 0; 800; 1.600 e 2.400 kg/ha de fertilizante líquido formulação 09-00-09. As parcelas consistiam-se em 6 linhas com 50 metros de comprimento, sendo a colheita realizada nos 30 metros centrais.

2.2.3 Tratamentos

Os tratamentos feitos estão apontados conforme se segue:

- **Cana-planta**

Os tratamentos aplicados nos experimentos envolvendo cana-planta estão apresentados na Tabela 8:

Tabela 8 - Tratamentos aplicados à cana-planta

Tratamento	Adubo (kg/ha)	Agrolmin® (L/ha)	Nominação
1	0	zero	1S
		350	1C
2	800	zero	2S
		350	2C
3	1.600	zero	3S
		350	3C
4	2.400	zero	4S
		350	4C

- **Cana-soca**

Os tratamentos aplicados nos experimentos envolvendo cana-soca apresentados na Tabela 9:

Tabela 9 - Tratamentos aplicados à cana-soca

Tratamento	Adubo (kg/ha)	Agrolmin® (L/ha)	Nominação
1	0	zero	1A
		300	1B
		600	1C
2	800	zero	2A
		300	2B
		600	2C
3	1.600	zero	3A
		300	3B
		600	3C
4	2.400	zero	4A
		300	4B
		600	4C

2.2.4 Avaliações

Foi avaliada a produtividade de colmos da área útil das parcelas tanto em cana-planta como em cana-soca. A análise de variância foi feita pelo programa estatístico SAS, sendo o teste de médias analisado por Tukey com 5% de significância, e a saída completa do programa dos dados de cana-planta e cana-soca consta no Apêndice A e

B respectivamente deste documento. As regressões lineares foram elaboradas no programa Excel®.

2.3 Resultados

2.3.1 Produção

Os resultados de produção apresentados nos tratamentos foram:

- **Cana-planta**

Os resultados de produção obtidos no experimento em cana-planta estão na Tabela 10. A Figura 2 apresenta o efeito do Agrolmin® na produção em diferentes doses de adubo, em seus respectivos tratamentos.

Tabela 10 - Produção obtida nos tratamentos e repetições em cana-planta

Tratamento	Repetição	Peso (kg)	Média (kg)	Tratamento	Repetição	Peso (kg)	Média (kg)
1S*	1	2.210	1848	3S	1	1.900	2035
	2	1.650			2	2.140	
	3	1.960			3	1.950	
	4	1.570			4	2.150	
1C**	1	1.770	1988	3C	1	2.380	2305
	2	2.080			2	2.400	
	3	1.920			3	2.330	
	4	2.180			4	2.110	
2S	1	2.090	2005	4S	1	2.090	2028
	2	2.000			2	2.230	
	3	2.080			3	1.810	
	4	1.850			4	1.980	
2C	1	2.110	2160	4C	1	2.410	2285
	2	2.250			2	2.160	
	3	2.040			3	2.140	
	4	2.240			4	2.430	

*S= 0 l/ha de Agrolmin®

**C= 350 l/ha de Agrolmin®

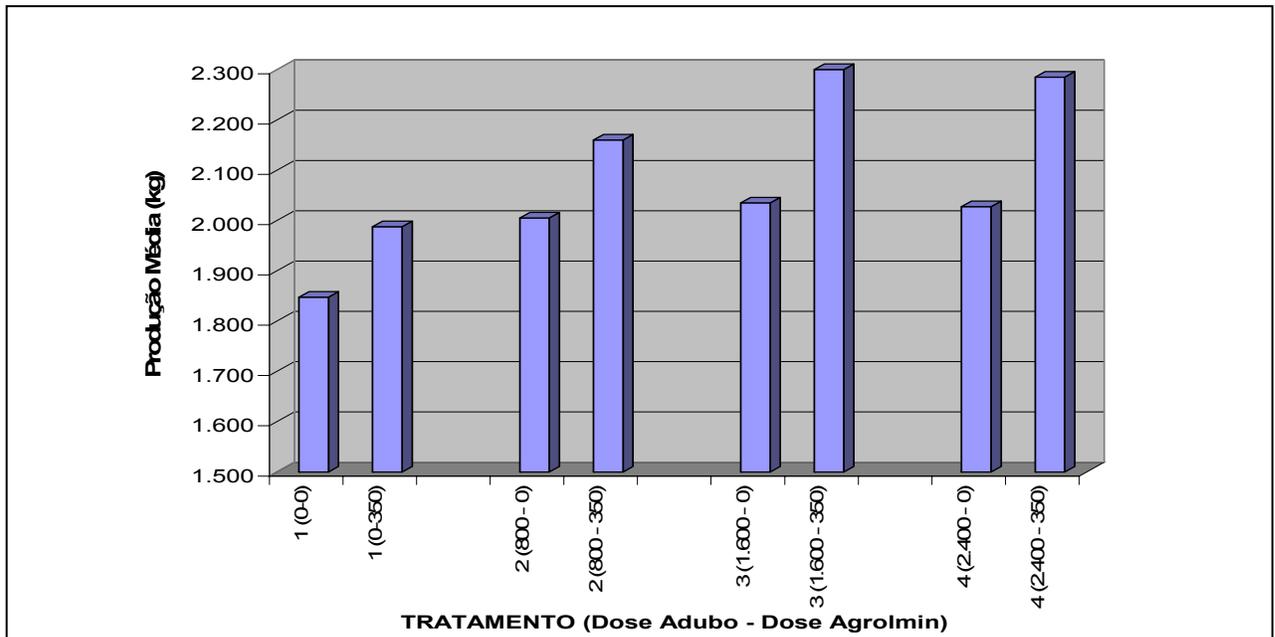


Figura 2 - Média de produção das parcelas – cana-planta

- **Cana-soca**

Os resultados de produção obtidos no experimento em cana-soca estão na Tabela 11. A Figura 3 apresenta o efeito do Agrolmin® na produção em diferentes doses de adubo, em seus respectivos tratamentos.

Tabela 11 - Produção obtida nos tratamentos e repetições em cana-soca

(continua)

Tratamento	Repetição	Peso (kg)	Média (kg)	Tratamento	Repetição	Peso (kg)	Média (kg)
1A*	1	1.295	1261	3A	1	1.425	1869
	2	1.485			2	2.225	
	3	1.085			3	1.945	
	4	1.180			4	1.880	
1B**	1	1.490	1875	3B	1	1.695	2043
	2	1.860			2	2.570	
	3	2.020			3	1.920	
	4	2.130			4	1.985	
1C***	1	1.695	1953	3C	1	1.800	2336
	2	1.625			2	2.700	
	3	2.035			3	2.595	
	4	2.455			4	2.250	

Tabela 11 - Produção obtida nos tratamentos e repetições em cana-soca (continuação)

Tratamento	Repetição	Peso (kg)	Média (kg)	Tratamento	Repetição	Peso (kg)	Média (kg)
2A	1	1.825	1915	4A	1	1.930	1999
	2	1.780			2	1.950	
	3	2.270			3	2.215	
	4	1.785			4	1.900	
2B	1	1.710	2034	4B	1	2.115	2260
	2	2.110			2	2.590	
	3	2.055			3	1.735	
	4	2.260			4	2.600	
2C	1	1.930	1934	4C	1	2.045	2186
	2	2.175			2	2.565	
	3	1.435			3	2.160	
	4	2.195			4	1.975	

*A = 0 l/ha Agrolmin®

**B = 300 l/ha Agrolmin®

***C = 600 l/ha Agrolmin®

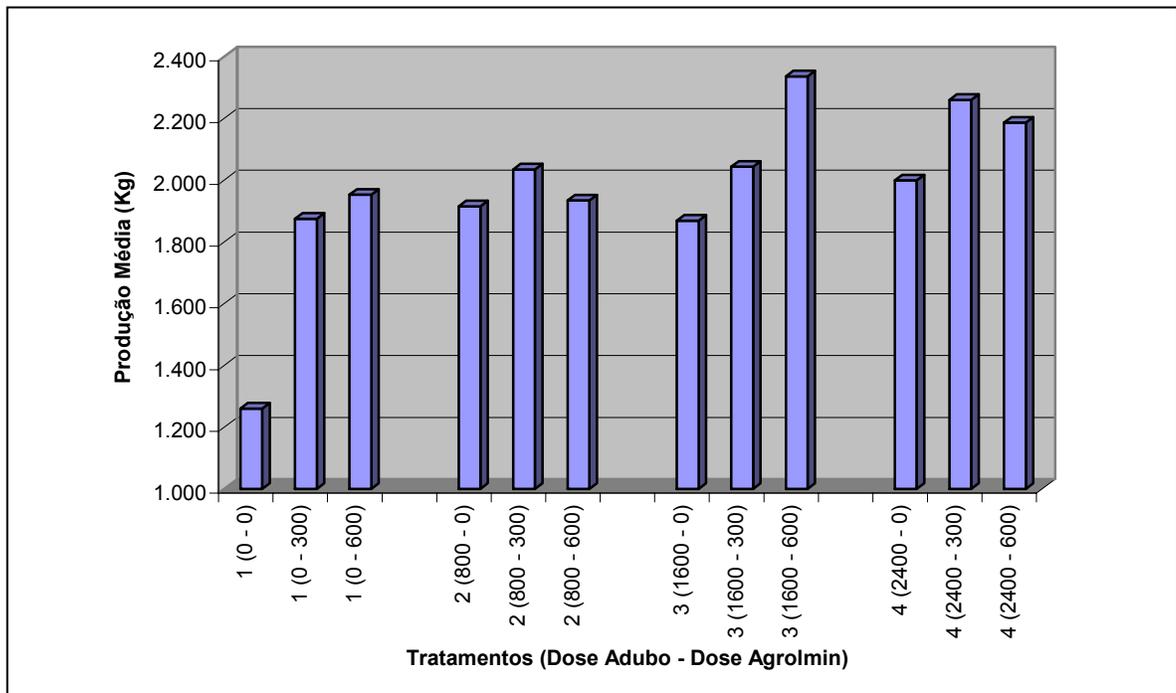


Figura 3 - Média de produção das parcelas – cana-soca

2.3.2 Análise Estatística

Os resultados da análise estatística dos dados de produção foram:

- **Cana-planta**

Análise de variância dos dados está expressa na Tabela 12:

Tabela 12 - Análise de variância dos resultados de produção da cana-planta

FONTE	GL	SQ	QM	F
BLOCOS	3	44959,3	14986,4	
ADUBOS (a)	3	322534	107511	9,52**
ERRO (a)	9	101578	11286,4	
AGROLMIN (b)	1	338253	338253	7,38**
AxB	3	27409,3	9136,4	0,20ns
ERRO (b)	12	550088	45840,6	
TOTAL	31	1384822		

** Significativo

ns = Não significativo

A Figura 4 mostra a curva de regressão linear de produção para as diferentes doses de adubo mineral.

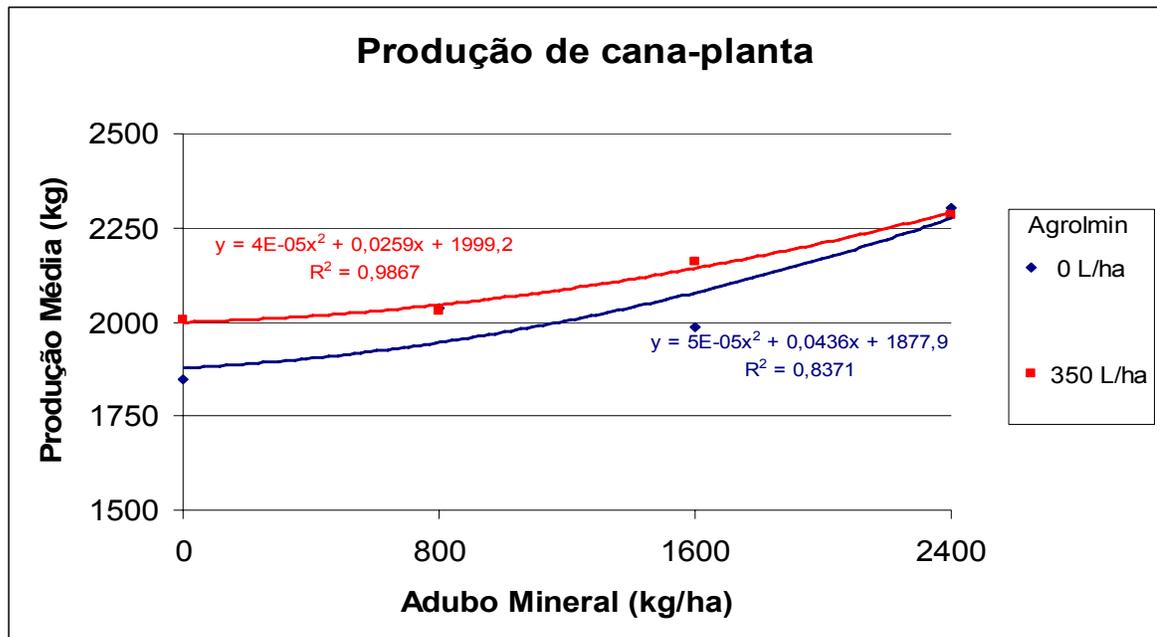


Figura 4 - Regressão quadrática – adubação mineral em diferentes doses de Agrolmin®

- **Cana-soca**

Análise de variância dos dados está expressa na Tabela 13:

Tabela 13- Análise de variância dos resultados de produção em cana-soca

FONTE	GL	SQ	QM	F
BLOCOS	3	1010659,90	336886,63	
ADUBOS (a)	3	1433597,40	477865,80	5,81**
ERRO (a)	9	739679,69	82186,63	
AGROLMIN (b)	2	1088429,17	113896,53	7,47**
AxB	6	683379,17	544214,58	1,56ns
ERRO (b)	24	1747491,67	72812,15	
TOTAL	47	6703236,98		

** Significativo

ns = Não significativo

A Figura 5 mostra a curva de regressão linear de produção para as diferentes doses de adubo mineral.

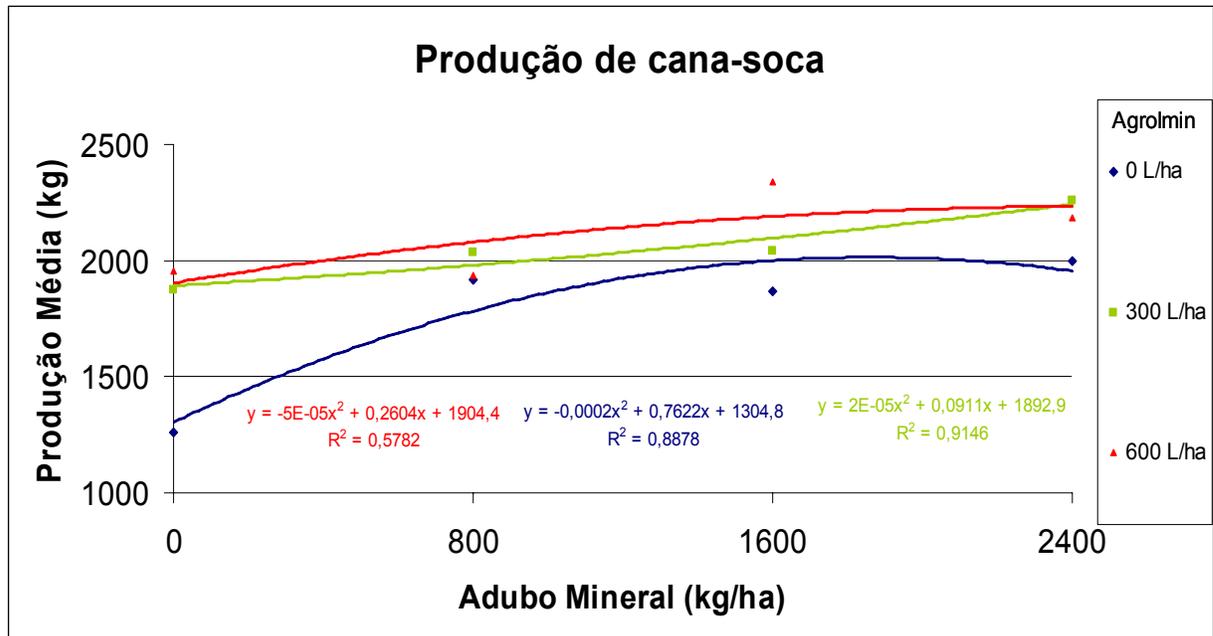


Figura 5 - Regressão quadrática – adubação mineral em diferentes doses de Agrolmin®

2.4 Discussão

De modo geral, observou-se durante a condução dos experimentos, tanto em cana-planta como em cana-soca, que as parcelas tratadas com o Agrolmin® sempre apresentaram menos sintomas dos efeitos da estiagem em relação às parcelas sem este insumo, um maior número de perfilhos e maior diâmetro dos colmos de cana. Esses sintomas estão relacionados a uma melhor nutrição vegetal, devido a maior absorção de nutrientes pelas plantas que receberam o produto comercial analisado, mostrando que esse produto contribuiu para maior disponibilidade de nutrientes, principalmente o nitrogênio, nutriente diretamente relacionado ao aumento da largura de colmos e perfilhamento da cultura. Essa maior disponibilidade de nitrogênio pode estar relacionada com um aumento do teor e, conseqüentemente, da decomposição e mineralização da matéria orgânica, conforme sugere Beauclair (1984), fornecida pelo produto comercial aplicado. Também, observa-se na Tabela 6 e 7 que a quantia de matéria orgânica presente no solo antes da aplicação do produto comercial era baixa, assim, o incremento dessa resulta num incremento da capacidade de troca catiônica do solo, que responde para uma maior disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Ainda pode-se relacionar a aplicação do produto comercial com um aumento na disponibilidade de fósforo do solo, nutriente esse que está diretamente ligado ao crescimento radicular, que acarreta também maior absorção de nutrientes pelas plantas, que, como também citado por Beauclair (1984), substâncias húmicas agem na redução de fixação do fósforo pelos óxidos amorfos (cristais de óxido de ferro e alumínio), pois atua bloqueando os sítios de fixação nesses minerais.

Estudos anteriores envolvendo outras culturas, conforme já mencionado, mostraram maior absorção de nutrientes pelas plantas quando do uso de substâncias húmicas, como trigo (MACKOWIAK; GROSSL; BUGBEE, 2001), canola, ervilha (AKINREMI et al., 2000), milho (SHARIF; KHATTAK; SARIR, 2002; FERRETTI et al., 1991), tomate (ADANI et al., 1998).

Em cana-planta, de acordo com a análise estatística de variância (Tabela 12), constatou-se que o uso de 350 L/ha do produto comercial Agrolmin®, a base de ácido húmico, promoveu aumento significativo na produtividade de cana, quando comparado à testemunha. Foi constatada diferença significativa de produção relacionada às doses

de adubo mineral utilizadas com relação à testemunha, porém não havendo diferença significativa entre as doses de 800, 1.600 e 2.400 kg/ha.

A regressão quadrática dos dados (Figura 4) demonstra que apenas utilizando-se o produto comercial na dose 350 L/ha, obteve-se uma produção equivalente ao uso de aproximadamente 1.200 kg/ha do adubo mineral. Outro fato observado é que a resposta de produtividade em relação ao uso do produto comercial é inversamente proporcional a quantia de adubo utilizado, ou seja, é maior quanto menor a dose de adubo mineral utilizado em conjunto, fato esse esperado, tendo-se por base a curva de resposta das culturas em geral, que aponta para menores respostas relativas conforme ocorre incremento da disponibilidades de nutrientes. Não foi constatada interação significativa entre o produto comercial e a adubação mineral.

Em cana-soca, de acordo com os resultados da análise estatística de variância (Tabela 13), observa-se uma resposta significativa na produtividade da cultura com o uso do Agrolmin® em relação à testemunha, porém sem diferença significativa entre as doses de 300 L/ha e 600 L/ha. Esse resultado aponta para uma saturação da curva de resposta num nível próximo a dose de 300 L/ha do produto.

Analisando-se a regressão quadrática (Figura 5), observa-se que utilizando-se apenas o produto comercial, seja na dose 300 ou 600 L/ha, obtém-se uma produção equivalente ao uso de aproximadamente 1.100 kg/ha do adubo mineral. Também, a resposta de produtividade em relação ao uso do produto comercial é inversamente proporcional a quantia de adubo utilizado, ou seja, é maior quanto menor a dose de adubo mineral utilizado em conjunto, fato esse esperado, tomando-se como base a curva de resposta das culturas, conforme já mencionado.

Com relação a adubação mineral, constatou-se resposta significativa entre as doses de adubo e testemunha, porém não havendo diferença significativa entre as doses de adubo de 800, 1.600 e 2.400 L/ha. Não houve interação significativa entre as doses de adubo mineral e doses do Agrolmin®.

Esses resultados de aumento de produtividade ratificam o obtido por Govindasmy e Chandrasekaran (1992), que também estudaram o uso de ácido húmico na cultura da cana-de-açúcar.

Quanto a tecnologia de aplicação dos produtos a base de ácido húmico em cana-planta, esta pode ser realizada durante a operação de adubação mineral, no sulco de plantio. Em cana-soca pode ser realizada durante o cultivo mecânico das soqueiras.

Esses resultados mostram que o uso do condicionador orgânico em questão resultou em aumento da produtividade da cultura, porém se faz necessário um maior número de estudos e aprofundamento do assunto relacionado à cultura da cana-de-açúcar, que dispõe de dados escassos em literatura, para melhor caracterização das causas e efeitos.

3 CONCLUSÕES

De acordo com as condições que foram realizados os experimentos e com base nos resultados, obteve-se as seguintes conclusões:

- Para cana-planta, o uso produto comercial a base de ácido húmico Agrolmin®, na dose de 350 L/ha resultou num aumento significativo de produção da cultura de cana-de-açúcar.
- Essa dose de 350 L/ha foi equivalente ao uso de aproximadamente 1.200 kg/ha de adubo mineral.
- Para cana-soca, o uso produto comercial a base de ácido húmico Agrolmin®, na dose de 300 L/ha e 600 L/ha resultou num aumento significativo de produção da cultura de cana-de-açúcar.
- Ambas as doses de 300 L/ha e 600 L/ha foram equivalentes ao uso de aproximadamente 1.100 kg/ha de adubo mineral, não havendo diferença significativa de resposta de produção entre essas.
- A resposta de produtividade relacionada ao uso do produto comercial é maior quanto menor a dose do adubo mineral utilizado, tanto para cana-planta quanto para cana-soca.
- Condicionadores orgânicos a base de ácido húmico são eficientes no aumento de produtividade da cultura da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

- AÇÚCAR GUARANI. **Origem e história do açúcar**. Disponível em: <<http://www.acucarguarani.com.br/consumidor/historia.php>>. Acesso em: 12 out. 2006.
- ADANI, F.; GENEVINI, P.; ZACCHEO, P. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 3, p. 561-575, 1998
- AKINREMI, O.O.; JANZEN, H.H.; LEMKE, R.L. Response of canola, wheat and green beans to Leonardite additions. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 80, n. 3, p. 437-443, Aug. 2000.
- AYUSO, M.; HERNANDEZ T.; GARCIA, C. A comparative study of the effect on barley growth of humic substances extracted from municipal wastes and from traditional organic materials. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Sussex, v. 72, n.4, p. 493-500, Dec. 1996.
- BARROS, L.C.M. **A doença brasileira**. Folha de São Paulo, São Paulo, 12 jan. 2007. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi1201200703.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2007.
- BEAUCLAIR, E.G.F. Adubação verde e aplicação de matéria orgânica no cultivo da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA COPERSUCAR, 1984, São Paulo. São Paulo: Copersucar, 1984. p. 40-48.
- BEAUCLAIR, E.G.F.; OTAVIANO, J.A.; MALFATO, C.A. Condicionador orgânico de solo no incremento da produtividade da cana-de-açúcar. **Idea News**, Ribeirão Preto, 2007. No prelo.
- BIODIESELBR. **Álcool – etanol brasileiro**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/energia/alcool/etanol.htm>>. Acesso em: 14 jan. 2007.
- BOYHAN, G.E.; RANDLE, W.M.; PURVIS, A.C. Evaluation of growth stimulants on short-day onions. **Horttechnology**, Alexandria, v. 11, n. 1, p. 38-42, Jan./Mar. 2001.
- CANELLAS, L.P.; OLIVARES, F. L.; OKOROKOVA-FACANHA, A. L.; FAÇANHA, A. R. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. **Plant Physiology**, Rockville, v. 130, p. 1951–1957, Dec. 2002
- CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. **Ecofisiologia de culturas extrativas**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2001. 138 p.
- CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Adubação com nitrogênio e potássio em cana-planta (safra 2002/2003)**. São Paulo, 2003a.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Adubação com nitrogênio e potássio em cana-soca (safra 2002/2003)**. São Paulo, 2003b.

CHEN Y.; AVIAD T. Effects of humic substances on plant growth. In: MACCARTHY P.; CLAPP C.E.; MALCOM R.L.; BLOOM P.R. (Ed). **Humic substances in soils and crop science: selected readings**. Madison: Soil Science Society of America, 1990. p 161–186.

CHEN, Y.; CLAPP C.E.; MAGEN H. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 50, n. 7, p. 1089-1095, Dec. 2004

CHENG, W.P.; CHI F.H.; YU R.F. Effect of phosphate on removal of humic substances by aluminum sulfate coagulant. **Journal of Colloid and Interface Science**, San Diego, v. 272, n. 1, p. 153-157, Apr. 2004.

CLAPP, C.E.; CHEN Y.; HAYES M.H.B. Plant growth promoting activity of humic substances. In: SWIFT R.S.; SPARKS K.M. (Ed.). **Understanding and managing organic matter in soils, sediments, and waters**. Madison: International Humic Science Society, 2001. p 243–255.

CLAPP C.E.; HAYES M.H.B. Sizes and shapes of humic substances. **Soil Science**, Baltimore, v. 164, p. 777–789, Nov. 1999.

COPERSUCAR. Disponível em:

<http://www.copersucar.com.br/institucional/academia/acucar.asp>. Acesso em: 08 mar. 2004.

DELL'AGNOLA, G.; FERRARI, G.; NARDI, S. Antidote action of humic substances on atrazine inhibition of sulphate uptake in barley roots. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v.15, p. 101–104, 1981.

DEMATTÊ, J.L.I. Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n.1, p. 48-59, jan./jun. 2004.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212 p.

ELIAS NETO, A.; NAKAHODO, T. **Caracterização físico-química da vinhaça- projeto nº 9500278**. Relatório Técnico da Seção de Tecnologia de Tratamento de Águas do Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1995. 26 p.

EVANS, M.R.; LI, G. Effect of humic acids on growth of annual ornamental seedling plugs **Horttechnology**, Alexandria v. 13, n. 4, p. 661-665, out-dez 2003.

FAGBENRO, J.A.; AGBOOLA, A.A. Effect of different levels of humic-acid on the growth and nutrient-uptake of teak seedlings. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, n. 8, p. 1465-1483, 1993.

FERNANDEZESCOBAR, R.; BENLLOCH, M.; BARRANCO, D. Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam v. 66, n. 3/4, p. 191-200, Oct. 1996.

FERREIRA, E.S.; MONTEIRO, A.O. Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, n. 36, p. 3-7, 1987.

FERRETTI, M.; GHISI, R.; NARDI, S. Effect of humic substances on photosynthetic sulfate assimilation in maize seedlings. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 71, n. 2, p. 239-242, May 1991.

GOVINDASMY, R.; CHANDRASEKARAN, S. Effect of humic acids on the growth, yield and nutrient content of sugarcane. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 118, p. 575-581, May 1992.

HARPER, S.M.; EDWARDS, D.G.; KERVEN, G.L. Effects of organic-acid fractions extracted from eucalyptus-camaldulensis leaves on root elongation of maize (*Zea mays*) in the presence and absence of aluminum. **Plant and Soil**, Dordrecht v. 171, n. 1, p. 189-192, Apr. 1995.

HARTWIGSEN, J.A.; EVANS M.R. Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. **Hortscience**, Alexandria, v. 35, n. 7, p. 1231-1233, Dec. 2000.

KORNDORFER, G.H. Resposta da cana a diferentes fontes de fósforo. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, n. 45, 1989.

MORTVERD, T.J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1972. 666 p.

LOBARTINI, J.C.; TAN, K.H.; PAPE, C. Dissolution of aluminum and iron phosphate by humic acids. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 29, n. 5/6, p. 535-544, 1998.

MACKOWIAK, C.L.; GROSSL, P.R.; BUGBEE, B.G. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 65, n. 6, p. 1744-1750, Nov./Dec. 2001.

MANECHINI, C. Manejo agrônômico da cana crua. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7., 1997, Piracicaba. **Anais ... Piracicaba: Copersucar**, 1997. p. 309-327.

MUSCOLO, A.; NARDI, S. Effetti di due frazioni umiche sul metabolismo azotato di cellule di *Daucus carota*. In: CONVEGNO NAZIONALE DELL' IHSS, 1999, Alghero. **Le ricerche di base e le applicazioni delle sostanze umiche alle soglie del 2000**. Alghero: IHSS, 1999. p. 103-106.

NARDI, S.; CONCHERI, G.; DELL'AGNOLA, G. Biological activity of humic substances. In: PICCOLO A. (Ed.). **Humic substances in terrestrial ecosystems**. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 361–406.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A. Physiological effects of humic substances on higher plants. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 34, n. 11, p. 1527-1536, Nov. 2002.

NARDI, S.; PANUCCIO, M.R.; ABENAVOLI, M.R.; MUSCOLO, A. Auxin-like effect of humic substances extracted from faeces of *Allolobophora Caliginosa* and *Allolobophora Rosea*. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 23, p. 833–836, Oct. 1994.

NETHERLANDS ECONOMIC INSTITUTE. Disponível em: <http://www.nei.nl/>. Acesso em: 03 ago. 2006.

PICCOLO, A.; CELANO, G.; PIETRAMELLARA, G. Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed-germination and growth of seedlings (*lactuga-sativa* and *lycopersicon-esculentum*). **Biology and Fertility of Soils**, New York, vl. 16, n. 1, p. 11-15, June 1993.

PINAZZA, L.A. Cana-de-açúcar: alimento bom e doce. **Agroanalysis**, São Paulo, v. 23, n. 2, p.10 – 31, abr. 2003.

POLO, A.; ANDREAU, F.; CERRI, C.C.; LOBO, M.C. Resíduos orgânicos da agroindústria canavieira: 2. Decomposição biológica sob condições controladas. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 53-56, 1988.

PRADO, H. Ambientes de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.110, p. 12-17, jun. 2005.

QUAGGIOTTI, S.; RUPERTI, B.; PIZZEGHELLO, D.; FRANCIOSO, O. et al. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.) **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 398, p. 803-813, Apr. 2004.

REVISTA AGROANALISYS São Paulo: Instituto Brasileiro de Economia, v. 23, n. 2, abr. 2003

RODELLA, A.A.; FERRARI, S.E. A composição da vinhaça e efeitos de sua aplicação como fertilizante na cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 90, n. 1, p. 380-389, 1977.

SCARPARI, M.S. **Modelos para a previsão da produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) através de parâmetros climáticos**. 2002. 79 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SCHULTEN, H. R.; SCHNITZER, M. A state-of-the-art structural concept for humic substances. **Naturwissenschaften**, New York v. 80, p. 29-31, Jan. 1993.

SHARIF, M.; KHATTAK, R.A.; SARIR, M.S. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 33, n. 19/20, p. 3567-3580, 2002.

SPOSITO, G. **The chemistry of soils**. New York : Oxford University Press, 1989. 277 p.

TAN, K.H. **Principles of soil chemistry**. 2nd ed. New York : Marcel Dekker, 1993. 362 p.

TAN, K.H. **Environmental soil science**. 2nd ed. New York : Marcel Dekker, 2000. 425 p.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J.L. Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. **Biological Agriculture & Horticulture**, Oxford, v. 21, n. 3, p. 277-291, 2003.

TISDALE, S.M. ; NELSON, W.L.; BEATON, J.D.; HAVLIN, J.L. **Soil fertility and fertilizers**. 5th ed. Toronto: Macmillan, 1993. 634 p.

ULLAH, S.M.; GERZABEK, M.H. Influence of fulvic and humic acids on Cu-toxicity and V-toxicity to *Zea mays* (L) **Bodenkultur**, Vienna, v. 42, n. 2, p. 123-134, May 1991.

UNIAO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/portalunica>>. Acesso em: 14 jan. 2007.

VARANINI, Z.; PINTON, R. Direct versus indirect effects of soil humic substances on plant growth and nutrition. In: _____. **The rhizosphere**. Basel: Marcel Dekker, 2001. p. 141–158.

VAUGHAN, D. Effetto delle sostanze umiche sui processi metabolici delle piante. In: BURNS, R.G.; DELL'AGNOLA, G.; MIELE, S.; NARDI, S. (Ed.). **Sostanze umiche effetti sul terreno e sulle piante**. Roma: Ramo Editoriale degli Agricoltori, 1986. p.59–81.

VAUGHAN, D.; MACDONALD, I.R. Effects of humic acid on protein synthesis and ion uptake in beet discs. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 22, p. 400–410, 1971.

VAUGHAN, D.; MALCOM, R.E.; ORD, B.G. Influence of humic substances on biochemical processes in plants. In: _____. **Soil organic matter and biological activity**. Dordrecht: Martinus Nijhoff/Dr W Junk, 1985. p. 77–108.

VALOR ON-LINE. Disponível em: <<http://www.valoronline.com.br>>. Acesso em: jan. 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Obs	Adubo	bloco	Agrolmin	PROD
1	0	1	0	2210
2	0	2	0	1650
3	0	3	0	1960
4	0	4	0	1570
5	0	1	350	1770
6	0	2	350	2080
7	0	3	350	1920
8	0	4	350	2180
9	800	1	0	2090
10	800	2	0	2000
11	800	3	0	2080
12	800	4	0	1850
13	800	1	350	2110
14	800	2	350	2250
15	800	3	350	2040
16	800	4	350	2240
17	1600	1	0	1900
18	1600	2	0	2140
19	1600	3	0	1950
20	1600	4	0	2150
21	1600	1	350	2380
22	1600	2	350	2400
23	1600	3	350	2330
24	1600	4	350	2110
25	2400	1	0	2090
26	2400	2	0	2230
27	2400	3	0	1810
28	2400	4	0	1980
29	2400	1	350	2410
30	2400	2	350	2160
31	2400	3	350	2140
32	2400	4	350	2430

Análise de variância - parc. subd.

2

10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure Class Level Information

Class	Levels	Values
Adubo	4	0 800 1600 2400
bloco	4	1 2 3 4
Agrolmin	2	0 350
Number of observations		32

Análise de variância - parc. subd. 3
10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure

Dependent Variable: PROD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	834734.375	43933.388	0.96	0.5477
Error	12	550087.500	45840.625		

Corrected Total 31 1384821.875

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PROD Mean
0.602774	10.28575	214.1042	2081.563

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloco	3	44959.3750	14986.4583	0.33	0.8060
Adubo	3	322534.3750	107511.4583	2.35	0.1244
Adubo*bloco	9	101578.1250	11286.4583	0.25	0.9786
Agrolmin	1	338253.1250	338253.1250	7.38	0.0187
Adubo*Agrolmin	3	27409.3750	9136.4583	0.20	0.8948

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for Adubo*bloco as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Adubo	3	322534.3750	107511.4583	9.53	0.0037
bloco	3	44959.3750	14986.4583	1.33	0.3250

Análise de variância - parc. subd. 4
10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for PROD

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	11286.46
Critical Value of Studentized Range	4.41490
Minimum Significant Difference	165.83

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Adubo
A	2170.00	8	1600
A			
A	2156.25	8	2400
A			
B A	2082.50	8	800
B			
B	1917.50	8	0

Análise de variância - parc. subd. 5
10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for PROD

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	45840.63
Critical Value of Studentized Range	3.08132
Minimum Significant Difference	164.93

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Agrolmin
A	2184.38	16	350
B	1978.75	16	0

Análise de variância - parc. subd. 6

The GLM Procedure

Least Squares Means

Adubo	PROD LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	1917.50000	75.69728	<.0001	1
800	2082.50000	75.69728	<.0001	2
1600	2170.00000	75.69728	<.0001	3
2400	2156.25000	75.69728	<.0001	4

Least Squares Means for effect Adubo
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: PROD

i/j	1	2	3	4
1		0.1492	0.0361	0.0456
2	0.1492		0.4297	0.5040
3	0.0361	0.4297		0.8999
4	0.0456	0.5040	0.8999	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

Análise de variância - parc. subd. 7
10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure
Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

Agrolmin	PROD LSMEAN	Standard Error	H0:LSMEAN=0 Pr > t	H0:LSMean1= LSMean2 Pr > t
0	1978.75000	53.52606	<.0001	0.0187
350	2184.37500	53.52606	<.0001	

Análise de variância - parc. subd. 8
10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure
Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

Adubo	Agrolmin	PROD LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	1847.50000	107.05212	<.0001	1
0	350	1987.50000	107.05212	<.0001	2
800	0	2005.00000	107.05212	<.0001	3
800	350	2160.00000	107.05212	<.0001	4
1600	0	2035.00000	107.05212	<.0001	5
1600	350	2305.00000	107.05212	<.0001	6
2400	0	2027.50000	107.05212	<.0001	7
2400	350	2285.00000	107.05212	<.0001	8

Least Squares Means for effect Adubo*Agrolmin
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: PROD

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0.9773	0.9581	0.4835	0.9047	0.1301	0.9206	0.1593
2	0.9773		1.0000	0.9348	1.0000	0.4659	1.0000	0.5379
3	0.9581	1.0000		0.9613	1.0000	0.5287	1.0000	0.6033
4	0.4835	0.9348	0.9613		0.9878	0.9726	0.9831	0.9878
5	0.9047	1.0000	1.0000	0.9878		0.6409	1.0000	0.7150
6	0.1301	0.4659	0.5287	0.9726	0.6409		0.6127	1.0000
7	0.9206	1.0000	1.0000	0.9831	1.0000	0.6127		0.6875
8	0.1593	0.5379	0.6033	0.9878	0.7150	1.0000	0.6875	

Análise de variância - parc. subd.

9

10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure
Least Squares Means

Adubo*Agrolmin Effect Sliced by Adubo for PROD

Adubo	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
0	1	39200	39200	0.86	0.3733
800	1	48050	48050	1.05	0.3261
1600	1	145800	145800	3.18	0.0998
2400	1	132613	132613	2.89	0.1147

Análise de variância - parc. subd.

10

10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure
Least Squares Means

Adubo*Agrolmin Effect Sliced by Agrolmin for PROD

Agrolmin	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
0	3	93825	31275	0.68	0.5797
350	3	256119	85373	1.86	0.1898

APÊNDICE B

Obs	Adubo	bloco	Agrolmin	PROD
1	0	1	0	1295
2	0	2	0	1485
3	0	3	0	1085
4	0	4	0	1180
5	0	1	300	1490
6	0	2	300	1860
7	0	3	300	2020
8	0	4	300	2130
9	0	1	600	1695
10	0	2	600	1625
11	0	3	600	2035
12	0	4	600	2455
13	800	1	0	1825
14	800	2	0	1780
15	800	3	0	2270
16	800	4	0	1785
17	800	1	300	1710
18	800	2	300	2110
19	800	3	300	2055
20	800	4	300	2260
21	800	1	600	1930
22	800	2	600	2175
23	800	3	600	1435
24	800	4	600	2195
25	1600	1	0	1425
26	1600	2	0	2225
27	1600	3	0	1945
28	1600	4	0	1880
29	1600	1	300	1695
30	1600	2	300	2570
31	1600	3	300	1920
32	1600	4	300	1985
33	1600	1	600	1800
34	1600	2	600	2700
35	1600	3	600	2595
36	1600	4	600	2250
37	2400	1	0	1930
38	2400	2	0	1950
39	2400	3	0	2215
40	2400	4	0	1900
41	2400	1	300	2115
42	2400	2	300	2590
43	2400	3	300	1735

44	2400	4	300	2600
45	2400	1	600	2045
46	2400	2	600	2565
47	2400	3	600	2160
48	2400	4	600	1975

Análise de variância - parc. subd. 12
10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
Adubo	4	0 800 1600 2400
bloco	4	1 2 3 4
Agrolmin	3	0 300 600

Number of observations 48

Análise de variância - parc. subd. 13
10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure
Dependent Variable: PROD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	23	4955745.312	215467.187	2.96	0.0053
Error	24	1747491.667	72812.153		

Corrected Total 47 6703236.979

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PROD Mean
0.739306	13.68358	269.8373	1971.979

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloco	3	1010659.896	336886.632	4.63	0.0108
Adubo	3	1433597.396	477865.799	6.56	0.0021
Adubo*bloco	9	739679.688	82186.632	1.13	0.3814
Agrolmin	2	1088429.167	544214.583	7.47	0.0030
Adubo*Agrolmin	6	683379.167	113896.528	1.56	0.2007

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for Adubo*bloco as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Adubo	3	1433597.396	477865.799	5.81	0.0172
bloco	3	1010659.896	336886.632	4.10	0.0433

Análise de variância - parc. subd. 14

The GLM Procedure
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for PROD

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	82186.63
Critical Value of Studentized Range	4.41490
Minimum Significant Difference	365.37

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Adubo
A	2148.3	12	2400
A			
A	2082.5	12	1600
A			
B A	1960.8	12	800
B			
B	1696.3	12	0
Análise de variância - parc. subd.			15
10:12 Wednesday, February 9, 2000			

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for PROD

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	24
Error Mean Square	72812.15
Critical Value of Studentized Range	3.53170
Minimum Significant Difference	238.25

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Agrolmin
A	2102.19	16	600
A			
A	2052.81	16	300
B	1760.94	16	0

Análise de variância - parc. subd. 16
10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure
Least Squares Means

Adubo	PROD LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	1696.25000	77.89531	<.0001	1
800	1960.83333	77.89531	<.0001	2
1600	2082.50000	77.89531	<.0001	3
2400	2148.33333	77.89531	<.0001	4

Least Squares Means for effect Adubo
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)
Dependent Variable: PROD

i/j	1	2	3	4
1		0.0244	0.0018	0.0004
2	0.0244		0.2803	0.1017
3	0.0018	0.2803		0.5557
4	0.0004	0.1017	0.5557	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

Análise de variância - parc. subd. 17

The GLM Procedure
Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

Agrolmin	PROD LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	1760.93750	67.45932	<.0001	1
300	2052.81250	67.45932	<.0001	2
600	2102.18750	67.45932	<.0001	3

Least Squares Means for effect Agrolmin
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)
 Dependent Variable: PROD

i/j	1	2	3
1		0.0144	0.0042
2	0.0144		0.8636
3	0.0042	0.8636	

Análise de variância - parc. subd. 18
 10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure
 Least Squares Means
 Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

Adubo	Agrolmin	PROD LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	1261.25000	134.91864	<.0001	1
0	300	1875.00000	134.91864	<.0001	2
0	600	1952.50000	134.91864	<.0001	3
800	0	1915.00000	134.91864	<.0001	4
800	300	2033.75000	134.91864	<.0001	5
800	600	1933.75000	134.91864	<.0001	6
1600	0	1868.75000	134.91864	<.0001	7
1600	300	2042.50000	134.91864	<.0001	8
1600	600	2336.25000	134.91864	<.0001	9
2400	0	1998.75000	134.91864	<.0001	10
2400	300	2260.00000	134.91864	<.0001	11
2400	600	2186.25000	134.91864	<.0001	12

Least Squares Means for effect Adubo*Agrolmin
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: PROD

i/j	1	2	3	4	5	6
1		0.1118	0.0482	0.0731	0.0186	0.0595
2	0.1118		1.0000	1.0000	0.9992	1.0000
3	0.0482	1.0000		1.0000	1.0000	1.0000
4	0.0731	1.0000	1.0000		1.0000	1.0000
5	0.0186	0.9992	1.0000	1.0000		1.0000
6	0.0595	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
7	0.1192	1.0000	1.0000	1.0000	0.9989	1.0000
8	0.0168	0.9988	1.0000	0.9999	1.0000	1.0000
9	0.0004	0.4317	0.6825	0.5596	0.8983	0.6215

10	0.0282	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
11	0.0011	0.6785	0.8885	0.7988	0.9852	0.8470
12	0.0028	0.8808	0.9812	0.9474	0.9995	0.9674

Least Squares Means for effect Adubo*Agrolmin
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: PROD

i/j	7	8	9	10	11	12
1	0.1192	0.0168	0.0004	0.0282	0.0011	0.0028
2	1.0000	0.9988	0.4317	0.9999	0.6785	0.8808
3	1.0000	1.0000	0.6825	1.0000	0.8885	0.9812
4	1.0000	0.9999	0.5596	1.0000	0.7988	0.9474
5	0.9989	1.0000	0.8983	1.0000	0.9852	0.9995

Análise de variância - parc. subd. 19
10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure
Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

Least Squares Means for effect Adubo*Agrolmin
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: PROD

i/j	7	8	9	10	11	12
6	1.0000	1.0000	0.6215	1.0000	0.8470	0.9674
7		0.9983	0.4129	0.9999	0.6583	0.8673
8	0.9983		0.9141	1.0000	0.9891	0.9997
9	0.4129	0.9141		0.8188	1.0000	0.9995
10	0.9999	1.0000	0.8188		0.9589	0.9967
11	0.6583	0.9891	1.0000	0.9589		1.0000
12	0.8673	0.9997	0.9995	0.9967	1.0000	

Análise de variância - parc. subd. 20
10:12 Wednesday, February 9, 2000

The GLM Procedure
Least Squares Means

Adubo*Agrolmin Effect Sliced by Adubo for PROD

Adubo	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
0	2	1147362	573681	7.88	0.0023
800	2	32604	16302	0.22	0.8011
1600	2	446712	223356	3.07	0.0651
2400	2	145129	72565	1.00	0.3839
Análise de variância - parc. subd.					21
10:12 Wednesday, February 9, 2000					

The GLM Procedure
Least Squares Means

Adubo*Agrolmin Effect Sliced by Agrolmin for PROD

Agrolmin	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
0	3	1366405	455468	6.26	0.0027
300	3	300055	100018	1.37	0.2747
600	3	450517	150172	2.06	0.1319

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)