

ADIBE JORGE ROSTON

ENGENHEIRO-AGRÔNOMO

Departamento da Produção Animal - São Paulo

Ácido Cianídrico Potencial em Va-  
riedades de Sorgo (*Sorghum vulgare Pers.*)  
Cultivadas em São Paulo

*Tese apresentada à Escola  
Superior de Agricultura "Luiz de  
Queiroz" da Universidade de São  
Paulo, para obtenção do título de  
"Magister Scientiae".*

PIRACICABA - Estado de São Paulo

Fevereiro de 1968.

A' MINHA ESPÓSA e

AOS MEUS FILHOS

Ofereço.

**AO DR. DARCY MARTINS DA SILVA**

**Mestre e amigo,**

**Homenagem.**

## A G R A D E C I M E N T O S

Aos Drs. Antonio Prates Trivelin e Aristeu Mendes Peixoto, professores catedráticos da E.S.A.L.Q., pelas colaborações prestadas.

Ao Dr. Celso Lemaire de Moraes pela colaboração e sugestões apresentadas aos trabalhos de laboratório.

Ao Dr. Humberto de Campos pelas sugestões para a análise estatística dos resultados.

A' Diretoria do Departamento da Produção Animal da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo e à Diretoria da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, que proporcionaram os meios legais e materiais para a realização de meu curso de pós-graduação.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

# I N D I C E

1.-	INTRODUÇÃO .....	1
2.-	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1.-	O ácido cianídrico no reino vegetal .....	3
2.2.-	Função do ácido cianídrico nas plantas .....	4
2.3.-	O ácido cianídrico no sorgo .....	5
2.3.1.-	Influência do meio ambiente .....	6
2.3.1.1.-	Umidade e temperatura .....	6
2.3.1.2.-	Variação diurna .....	7
2.3.1.3.-	Fertilidade do solo e adubação ....	7
2.3.1.4.-	Injúria mecânica .....	8
2.3.1.5.-	Fenação .....	8
2.3.2.-	Influência da variedade .....	9
2.3.3.-	Diferenças de concentrações dentro da variedade e em partes da planta .....	9
2.3.4.-	Influência do estágio de desenvolvimento das plantas. ....	10
2.3.5.-	Alguns aspectos da técnica de determinação de ácido cianídrico .....	11
2.3.5.1.-	Liberação de ácido cianídrico ....	11
2.3.5.2.-	Material utilizado como amostra ...	11
2.3.5.3.-	Vedação dos frascos que contêm os macerados .....	11
3.-	MATERIAL .....	12
3.1.-	Planta .....	12
3.1.1.-	Procedência das sementes .....	12
3.1.2.-	Dados sôbre a introdução das variedades no Estado de São Paulo .....	12
3.1.3.-	Dados culturais das variedades .....	13
3.2.-	Solo .....	14
4.-	MÉTODO .....	15
4.1.-	Experimentos auxiliares .....	15
4.1.1.-	Ensaie para comprovação de desprendimento de ácido cianídrico durante a maceração. Experimento auxiliar nº 1 .....	15
4.1.2.-	Experimento para determinação do tempo de maceração e da necessidade da maceração se processar no aparelho de destilação ajustado. Experimento auxiliar nº 2 .....	15

4.2.-	Experimento principal .....	16
4.2.1.-	Delineamento experimental .....	16
4.2.2.-	Práticas culturais .....	16
4.2.2.1.-	Semeadura .....	16
4.2.2.2.-	Desbaste .....	16
4.2.2.3.-	Adubação .....	16
4.2.2.4.-	Dados culturais .....	18
4.2.3.-	Processo analítico .....	19
4.2.3.1.-	Descrição do processo .....	19
4.2.3.2.-	Reações da titulação .....	19
4.2.3.3.-	Matéria seca .....	20
4.2.4.-	Amostragem .....	20
4.2.4.1.-	Coletas das amostras .....	20
4.2.4.2.-	Preparo das amostras .....	20
4.2.4.3.-	Datas das coletas de material ...	20
5.-	RESULTADOS .....	22
5.1.-	Observações sobre a cultura .....	22
5.2.-	Experimentos auxiliares .....	23
5.2.1.-	Experimento auxiliar nº 1 .....	23
5.2.2.-	Experimento auxiliar nº 2 .....	23
5.3.-	Experimento principal .....	24
5.3.1.-	Conteúdo de ácido cianídrico nos limbos das fôlhas verdes .....	24
5.3.2.-	Análises estatísticas .....	25
5.3.2.1.-	Primeira coleta .....	25
5.3.2.2.-	Segunda coleta .....	26
5.3.2.3.-	Terceira coleta .....	27
5.3.2.4.-	Médias .....	28
5.3.2.5.-	Rebrota .....	29
5.3.3.-	Informações complementares .....	31
6.-	DISCUSSÃO .....	35
6.1.-	Experimentos auxiliares .....	35
6.1.1.-	Experimento auxiliar nº 1 .....	35
6.1.2.-	Experimento auxiliar nº 2 .....	35
6.2.-	Experimento principal .....	36
6.2.1.-	Influência do estágio de desenvolvimento ...	36
6.2.2.-	Influência da variedade .....	36
6.2.3.-	Efeito da adubação nitrogenada em cobertura.	38
6.2.3.1.-	Períodos de aumento e persistência de altos teores tóxicos determina- dos pela adubação nitrogenada em cobertura .....	39

6.2.3.2.-	Comparação entre as as parcelas N <sub>0</sub> e N <sub>1</sub> .....	39
6.2.4.-	Efeito do adubo nitrogenado aplicado na se- meadura .....	39
6.2.5.-	Toxicidade relativa das variedades .....	40
6.2.6.-	As rebrotas .....	42
6.2.7.-	Interferência da praga <u>Centarinia sorghico-</u> <u>la</u> Coq. no experimente .....	42
6.2.8.-	A possível influência de alguns fatores sô- bre os teores de ácido cianídrico potencial em sorgo .....	43
6.2.8.1.-	Desbaste .....	43
6.2.8.2.-	Solubilização do adubo nitregenado pôsto em cobertura .....	44
6.2.8.3.-	Precipitação pluviométrica .....	45
6.2.9.-	Sugestões para futuros experimentos .....	46
7.-	CONCLUSÕES .....	46
8.-	RESUMO .....	48
9.-	SUMMARY .....	49
10.-	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
11.-	APÊNDICE .....	54

## 1.- I N T R O D U Ç Ã O

O sorgo (Sorghum vulgare Pers.) está sendo utilizado para alimentação animal, com crescente interesse, principalmente nos países de pecuária mais desenvolvida. Sua resistência à seca, a semeadura em linha facilitando a colheita, e a grande produção de massa verde por unidade de área, são fatores que fazem do sorgo uma forrageira valiosa para áreas em que o milho não possa se desenvolver satisfatoriamente, ou onde se pretenda utilizar o milho para outros fins.

No Estado de São Paulo, a cultura do sorgo para alimentação animal, recebeu grande impulso a partir de 1959, com a execução do plano de "Fazendas Piloto para melhoria da produção leiteira", pelo Departamento da Produção Animal (P.D.A.) da Secretaria da Agricultura.

Para as "Fazendas Piloto" houve distribuição gratuita de sementes de uma única variedade de sorgo forrageiro, a Santa Elisa 38, grande produtora de massa verde (de 40 a 50 toneladas por hectare), de ciclo vegetativo longo (142 dias até o florescimento) e de colmo adocicado (variedade sacarina). Por essa razão, a Santa Elisa 38 é hoje a variedade mais conhecida no Estado.

Procurou-se difundir a cultura do sorgo com o fim principal de incentivar os criadores a armazenar forragem para o período de seca, sob a forma de silagem. Entretanto, desde os primeiros anos de cultivo, tornou-se prática normal o fornecimento de sorgo no côcho, como forragem verde. Nessa forma ele é muito apreciado pelo gado, mais apreciado do que a cana.

Inicialmente, a alimentação dos animais com sorgo verde, no côcho, era feita com precauções, visto haver informações de que o sorgo era possivelmente tóxico durante o período de desenvolvimento.

Entretanto, inúmeros fatos ocasionais levaram técnicos e fazendeiros a duvidarem da toxicidade da variedade Santa Elisa 38, e o comum, agora, é fornecer sorgo verde ao gado, sem restrições.

De tal forma a prática se difundiu, sem inconvenientes, que VIEGAS e BANZATO (32) mencionam que "nas condições tropicais parece que o problema da toxicidade não tem a importância que se lhe atribui nos países de clima temperado. São conhecidos, entre nós, casos de animais que se alimentaram de sorgo, em fase de desenvolvimento, sem manifestar sintomas de envenenamentos". Acrescentam: "De qualquer forma o agricultor deve estar alerta em relação a esse perigo que o sorgo pode oferecer".

Também VIEGAS (31), em resposta à consulta do autor desta tese, diz que "entre nós não existem, a que saiba, trabalhos experimentais a respeito" e menciona que "o mais notável foi o verificado na Es-



tação Experimental de Botucatu, na qual se cortou e alimentou, por longo período, toda a tropa (burros) e gado de leite com sorgo 38-Santa Elisa, sem ter notado qualquer inconveniente".

Na região de São Carlos, em 12 "Fazendas Piloto" o autor constatou o arraçoamento de vacas leiteiras com sorgo Santa Elisa 38, verde, em fase de desenvolvimento, durante um período de cultivo. Em uma delas, desde 1960 esse sorgo tem sido fornecido verde às vacas, sem contratempos (27).

Por outro lado, os trabalhos de divulgação que tratam da cultura de sorgo, baseados em informações procedentes do exterior, indicam a sua possível toxicidade, quando fornecido verde e em estágio de desenvolvimento.

A dúvida, sobre a toxicidade do sorgo, permanecia e só experimentos realizados em nosso meio poderiam desfazê-la.

Consultando os centros de pesquisas agrônomicas da Secretaria da Agricultura e da Universidade de São Paulo, como o Departamento da Produção Animal (incluindo o Centro de Nutrição Animal de Nova Odessa), o Instituto Agrônomo de Campinas, o Instituto Biológico de São Paulo e a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", o autor não encontrou indicação de existência de trabalho experimental sobre toxicidade do sorgo em nosso meio.

Pesquisa bibliográfica no Herbage Abstract, a partir de 1946, não indicou nenhum trabalho realizado no Brasil. Em publicação recente do Biological Sciences Communication Project of the George Washington University (13), cobrindo os anos de 1930 a 1963, não há indicação de trabalho algum em que se houvesse pesquisado cianoglicosídeo em sorgo, no Brasil.

Com este trabalho pretende-se contribuir para o conhecimento do sorgo no Estado de São Paulo, com referência a sua toxicidade potencial.

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

a.- Obter informações sobre o conteúdo de ácido cianídrico potencial dos sorgos Santa Elisa 38, Sart e Redbine 66, em nossas condições, nas fases de desenvolvimento em que poderiam ser fornecidos verdes aos animais.

b.- Verificar o efeito da adubação nitrogenada sobre os teores de ácido cianídrico potencial daquelas variedades.

## 2. - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Existe pouca bibliografia sôbre o sorgo no Estado de São Paulo.

O Instituto Agrônômico de Campinas vem promovendo estudos das principais variedades, com vista ao aprimoramento do cultivo. FOOT e ANDRADE (8) e VIEGAS e BANZATO (32) apresentaram trabalhos sôbre sorgos forrageiros e graníferos, ressaltando os aspectos principais do cultivo e ofereceram resultados experimentais sôbre produtividade de algumas variedades.

O Departamento da Produção Animal da Secretaria da Agricultura, tem difundido o cultivo da variedade Santa Elisa 38, pela sua equipe de Zootecnistas Regionais, e, com fim de divulgação, editou trabalho de ALCANTARA (1) que trata da cultura dessa gramínea.

GRANER e GODOY (14) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", oferecem informações sôbre vários aspectos da cultura.

Não se conseguiu informações sôbre qualquer trabalho experimental, realizado em nosso meio, relativo ao conteúdo de ácido cianídrico potencial das variedades de sorgo aqui cultivadas ou com possibilidade de cultivo.

Existem citações de observações práticas referentes ao problema, feitas por VIEGAS (31), VIEGAS e BANZATO (32) e ROSTON (27), dando idéia da baixa toxicidade da variedade Santa Elisa 38.

Referências sôbre toxicidade, baseadas em experimentos de autores estrangeiros, no exterior, são encontradas em todos os trabalhos de divulgação.

2.1. - O ácido cianídrico no reino vegetal. - Muitas plantas têm a propriedade de eliminar o ácido cianídrico em determinadas condições. Não se provou, de maneira decisiva, a presença desse ácido livre em qualquer uma delas, mas foram isolados compostos capazes de liberá-lo. Esses compostos, obtidos em estado puro, até o presente, têm sido reconhecidos como heterosídeos, em cuja composição entram três substâncias, das quais uma delas é reconhecida como um açúcar, outra como o ácido cianídrico e a terceira podendo apresentar agrupamento aldeídico ou cetônico.

DILLEMANN (5) faz um excelente apanhado histórico do assunto:

Duas décadas após a descoberta do ácido cianídrico, BOHN

constatou, pela primeira vez, esse ácido no reino vegetal. Foi identificado pela reação de azul da Prússia, a partir de uma destilação aquosa de amêndoas amargas (Prunus amygdalus Stokes, var. amara). Logo após, o mesmo ácido foi encontrado em grande número de espécies pertencentes à família Rosácea, o que levou os investigadores a considerá-lo como caráter próprio dessa família. Outros trabalhos revelaram, porém, que cerca de mil plantas pertencentes a 95 famílias continham princípios cianogênicos.

Em 1830, ROBIQUET e BOUTRON-CHARLARD extraíram das amêndoas amargas um composto nitrogenado que denominaram amigdalina (amigdalosídeo). Mas só em 1837, WOHLER e LIEBIG mostraram que esse princípio era suscetível de se cindir em glicose, essência de amêndoas amargas e ácido cianídrico, sob influência de uma substância albuminóide contida nas amêndoas e por eles chamada emulsina.

JERISSEN e HAIRS, em 1887, isolaram outro heterosídeo cianogênico, do Linum usitatissimum L., que por hidrólise não fornece aldeído benzóico mas sim acetona e ao qual deram o nome de linamarina (linamarosídeo).

A liberação de ácido cianídrico dos vegetais se procede em presença de enzima específica que pode ser encontrada na própria planta. Os vegetais que possuem cianeglicosídeo podem liberar o ácido por hidrólise em água, por ação de frio, de calor ou de substâncias químicas (éter, clorofórmio, benzene, teluene, etc).

Conhecem-se plantas (algumas Acácias) que possuem cianoglicosídeo não são, diretamente, cianogênicas, por não possuírem a enzima. A liberação do ácido cianídrico se produz pela adição da enzima.

Certas espécies de plantas são representadas por 2 tipos de indivíduos, uns que formam variedades cianogênicas e outros variedades não cianogênicas (Trifolium repens L.).

2.2. - Função do ácido cianídrico nas plantas. - Também de DILLEMANN (5) se infere que as inferências sobre a função de ácido cianídrico nas plantas cianogênicas são discutíveis.

TREUB em 1895 e 1907, segundo DILLEMANN(5), afirma que o ácido cianídrico se forma direta e unicamente a partir de nitratos. Constatou uma estreita relação entre formação de princípios cianogênicos e a fotossíntese. Essa relação seria indireta. Os glicídios formados, principalmente a glicose, seriam responsáveis pela formação de compostos cianogênicos. Observou ainda que, em células especiais, o ácido cianídrico precedia a acumulação de proteína e que esse ácido desaparecia pouco a pouco com o aumento de compostos protéicos. Dessa observação, concluiu que o á-

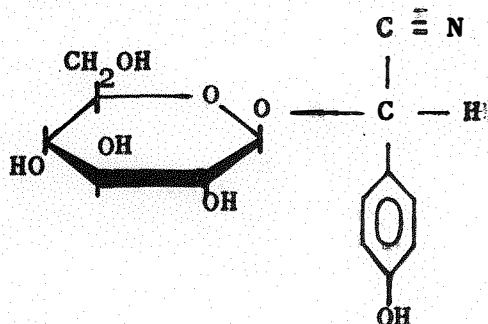
cido cianídrico era o "primeiro produto da assimilação do nitrogênio".

ROSENTHALER em 1923 e 1927 e STEKELENBURG, como relata DILLEMANN (5), apresentam objeções quanto a formação de ácido cianídrico a partir de nitratos, quanto ao papel da glicose, e quanto a formação de proteína com participação do ácido cianídrico como constituinte. STEKELENBURG observou aumentos paralelos dos teores de ácido cianídrico e de substâncias protéicas e não a diminuição do teor de ácido que deveria corresponder, a seu ver, ao enriquecimento em proteína.

Trabalhos mais modernos apontam o ácido cianídrico como ativador natural do metabolismo das proteínas. LUDTKE, segundo DILLEMANN (5), considera os cianoglicosídeos como uma reserva de ácido cianídrico, que seria liberado para servir de ativador enzimático, contribuindo, assim, para o metabolismo das proteínas.

2.3. - O ácido cianídrico no sorgo. - Os efeitos fatais de planta verde de sorgo, em bovinos, são muito conhecidos.

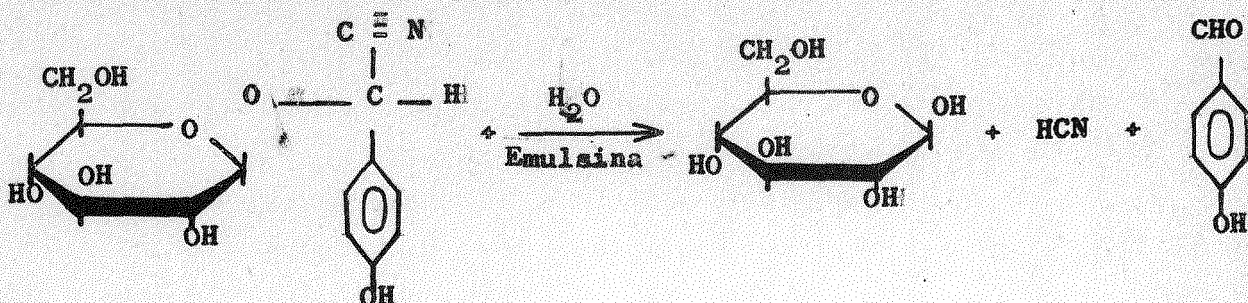
Segundo SMITH (28) em 1900 HULTNER relatou envenenamento de bovino por sorgo mas, a análise química não evidenciou a causa provável; SLADE, em 1902, determinou a presença de enzimas que liberariam veneno de sorgo verde, e, sugeriu que a causa seria a liberação de ácido cianídrico a partir de glicosídeos; DUNSTAN e HENRY em 1902, isolaram do sorgo e caracterizaram a durrina, glicosídeo descrito como:



Durrina (C<sub>14</sub>H<sub>17</sub>O<sub>7</sub>N)  
p-hidroximandelonitrila  
β-D-Glicosídeo

Na opinião de FINMORE, REICHARD e LARGE, citados por DILLEMANN (5), o heterosídeo caracterizado como phyllantosídeo e extraído da Phyllanthus gastroemii (Euphorbiacea) é possivelmente, idêntico ao durrosídeo de DUNSTAN e HENRY, obtido de Sorghum vulgare (Gramínea).

A durrina é hidrolizada pela emulsina em glicose, ácido cianídrico e p-hidroxibenzaldeído:



MACILROY (19) e FAVERO (7) apresentam informações idênticas as citadas anteriormente, sôbre a hidrólise da durrina.

Admite-se que a estrutura anatômica de aparelho digestivo dos ruminantes proporciona excelente local (o rumem) para hidrólise do glicosídeo, com liberação de agente tóxico, o ácido cianídrico, em presença da emulsina, que se encontra na própria planta.

2.3.1. - Influência do meio ambiente.- Vários autores trataram da influência de meio ambiente sôbre a concentração de cianoglicosídeo no sorgo, medida pela liberação de ácido cianídrico.

HAUSWIRTH (16) menciona que as investigações sôbre o conteúdo de durrina em sorgos forrageiros apresentam freqüentemente dificuldades em forma de mudanças repentinas de toxicidade, motivadas, em sua maioria, por fatores do ambiente. A influência dos fatores exteriores alcança, geralmente, tal importância que cria sérias preblemas aos investigadores.

Segunde FRANZKE et alii(9) todos os fatores ambientais que favorecem o desenvolvimento das plantas contribuem para mais rápida redução dos teores tóxicos.

2.3.1.1. - Umidade e temperatura.- Para WILLAMAN e WEST (34) o efeito aparente da umidade e temperatura é provavelmente devido ao efeito indireto da taxa de crescimento. Acrescentam que adequada suprimento de água geralmente é acompanhado por baixa concentração de ácido cianídrico, enquanto que suprimento inadequado determina alto teor de ácido.

FRANZKE et alii(9) verificaram que, a pleno sol, em temperatura elevada e pouca ventilação, e aumento gradual de 15 para 35% no teor de umidade do solo determinava redução gradual de até 84% na concentração de ácido cianídrico em variedades de baixa teor tóxico e de até 69% nas variedades de alto teor. Determinaram também que chuva normal de 25,25 mm (1,01") não teve grande efeito na redução

de ácido cianídrico em sorgo.

Posteriormente, FRANZKE e HUME (10) também concluíram que a umidade do solo exerce importante papel no conteúdo de ácido cianídrico dos sorgos, quer a cultura receba ou não adubação orgânica, determinando reduções drásticas. Obtiveram reduções de 2.358 ppm na matéria seca (M.S.) para 212 ppm, com elevação de teor de umidade do solo de 15 para 35%.

Trabalho de HOGG e AHLGREN (17) indica correlação positiva altamente significativa entre temperatura e ácido cianídrico, e que há aumento de ácido, até certo ponto, com decréscimo da umidade do solo. Cultivaram 10 linhagens de sorgo em várias Estações Experimentais dos E.U.A. e Canadá, comprovando que o clima e o solo influem muito sobre o conteúdo de ácido cianídrico.

FAVERO (7) concluiu haver correlação positiva entre conteúdo de ácido cianídrico em sorgo e temperatura média diária, e, negativamente com a precipitação pluviométrica.

2.3.1.2. - Variação diurna. - Vários autores (9, 17, 34) concordam que não há variação do teor tóxico durante o dia. Entretanto, BOYD et alii(3) verificaram que às 13 horas há 30% mais ácido cianídrico que às 8 ou 18 horas.

2.3.1.3. - Fertilidade do solo e adubação. - Experimentos sobre modificações dos teores tóxicos, em sorgo, pela fertilidade do solo e adubação, foram realizados por vários investigadores e os resultados nem sempre são concordantes.

WILLAMANN e WEST (33) concluíram que clima e variedade são talvez fatores mais importantes que riqueza em nitrogênio do solo, quanto ao conteúdo de ácido cianídrico em sorgo. Quando o solo é pobre em nitrogênio a adubação pode aumentar um pouco a quantidade do ácido. Sendo o solo rico, o efeito pode não se produzir.

Esses resultados foram confirmados por BOYD et alii(3) que constaram também que:

- e potássio produziu pequeno ou nenhum efeito;
- doses adequadas de fósforo favoreceram o crescimento da planta e fizeram diminuir rapidamente a quantidade de ácido cianídrico;
- a quantidade de ácido cianídrico foi persistentemente mais elevada quando o sorgo recebeu adubação nitrogenada;

- o aumento do princípio tóxico se processou de 42 ao 122 dia após a aplicação do adubo nitrogenado.

Em experimentos destinados a verificar influência da adubação, FRANZKE et alii(9) verificaram que:

- o fósforo e o potássio reduziram a quantidade de ácido cianídrico;
- a quantidade média de ácido cianídrico foi invariavelmente superior quando houve aplicação da nitrogênio, em comparação com as parcelas não adubadas;
- a quantidade de ácido cianídrico foi maior em todos os casos em que houve aplicação de nitrogênio com fósforo ou com potássio ou com ambos, de que nos tratamentos com fósforo ou com potássio, ou com fósforo e potássio juntos, mas sem nitrogênio.

Posteriormente, FRANZKE e HUME (10) constataram que a aplicação de estêrco reduzia um pouco a quantidade de ácido cianídrico em sorgo.

A aplicação de nitrogênio nítrico na semeadura e seu efeito no teor de ácido cianídrico em sorgo, foi investigada por FAVERO (7). Verificou não haver influência no teor de ácido nas plantas em estado de desenvolvimento vegetativo avançado.

Estudando efeitos de irrigação e adubação nitrogenada, NELSON (21) verificou que alto nível de nitrogênio aumentou o conteúdo de ácido cianídrico antes do florescimento.

Trabalhando com soluções nutritivas, PATEL e WRIGHT (22) concluíram que os teores de ácido cianídrico estão positivamente associados aos níveis de nitrogênio e negativamente associados aos níveis de fósforo. Não notaram consistente resposta ao potássio. Linha gen reconhecidamente de baixo conteúdo de ácido cianídrico não respondeu a nenhum dos tratamentos nutricionais.

2.3.1.4. - Injúria mecânica. - FRANZKE e HUME (10) verificaram que injúria mecânica em sorgo determinou aumento de conteúdo tóxico.

2.3.1.5. - Fenação. - Segundo FRANZKE et alii(9) a desidratação de sorgo pelo processo normal de fenação, reduz as quantidades de ácido cianídrico.

2.3.2. - Influência da variedade. - A quantidade de durrina presente ne sorgo está relacionada com fatores genéticos (28). Indicações nesse sentido também podem ser encontradas nos trabalhos de WILLAMAN e WEST (34) que concluíram haver maior influência do fator variedade do que das condições de crescimento.

FRANZKE et alii(9) e BOYD et alii(3), relataram que as variedades diferem em conteúdo tóxico.

Há menção de linhagem reconhecidamente de baixo teor tóxico, em trabalho de PATEL e WRIGHT (22).

NELSON (21) constatou que os sorgos graníferos Early Hegari e Double Dwarf White Sooner, continham mais ácido cianídrico que o sorgo forrageiro Black Amber. Estabelecendo comparação, NELSON cita FRANZKE e MORRISON que afirmaram serem os sorgos forrageiros mais ricos em ácido que os graníferos.

Existem classificações de sorgos quanto ao teor de ácido cianídrico potencial.

BOYD et alii(3) classificam os sorgos quanto ao grau de toxicidade relativa em: "muito baixa", "baixa", "média" (duvidosa), "alta" (perigosa) e "muito alta" (perigosíssima), quando contém, respectivamente, de 0 a 25, de 25 a 50, de 50 a 75, de 75 a 100 e mais de 100 miligramas de ácido cianídrico potencial por 100 gramas de M.S.

RABINO (24) considerando a quantidade média de forragem verde que normalmente um bovino adulto pode consumir por vez, e o valor médio mortal de ácido cianídrico por quilograma de peso vivo, estabeleceu uma classificação que seria para uso prático. Assim, considera como sorgos "tóxicos" aqueles que podem provocar a morte quando o animal ingere menos de 8 kg de forragem verde; como sorgos "perigosos" as variedades em que é necessária uma ingestão de 8 a 15 kg para provocar efeitos letais; como de "consumo precaucional" os que intoxicariam com ingestão de 15 a 20 kg de forragem verde e como "praticamente inócuo" os que não causariam danos por ingestão normal.

2.3.3. - Diferenças de concentrações dentro de variedade e em partes da planta. - Já se sabe que as quantidades de ácido cianídrico potencial variam de planta para planta dentro de uma mesma variedade (9) e entre partes de uma mesma planta (15, 16).

MARTIN, COUCH e BRIESE (20) determinaram que em plan -



tas bem desenvolvidas:

- as folhas contêm de 3 a 25 vezes mais ácido cianídrico do que o côlmo;
- as folhas superiores são mais ricas que as inferiores;
- as ramificações axilares contêm muito mais ácido cianídrico do que as plantas mães;
- o limbo da folha, sem nervura principal, contém 6 (seis) vezes mais ácido cianídrico do que a nervura.

Segundo estudos de WILLAMAN e WEST (33), durante as 3 ou 4 primeiras semanas o ácido cianídrico está concentrado nos côlmos. Depois rapidamente diminui e desaparece, porém, aparentemente persiste nas folhas em percentagem decrescente até a maturidade.

As partes meristemáticas são significativamente mais ricas em ácido cianídrico (17).

2.3.4. - Influência do estágio de desenvolvimento das plantas. - Têm sido concordantes os resultados de vários autores quanto a diminuição de teor tóxico, em condições normais, com o crescimento da planta. Depois da floração, o teor seria mínimo e nesse estágio a planta é considerada inócua para consumo.

Diversos autores (3, 17, 33, 34) determinaram variações nas quantidades de ácido cianídrico potencial, com a idade da planta.

BACCHI e GANGULY em citação de HAUSWIRTH (15), indicam o máximo de toxicidade após 73 horas de germinação.

Para FRANZKE et alii (9) a quantidade é máxima no período inicial de crescimento, diminui lentamente no princípio, e depois mais rapidamente até atingir o mínimo na maturidade completa.

Marcadas diferenças nas percentagens de redução do ácido cianídrico nas distintas variedades de sorgo, entre 25 e 50 cm de altura, foram verificadas por RABINO (24). Aparentemente não lhe foi possível estabelecer correlação entre rapidez de crescimento e redução de ácido cianídrico.

E' corrente a afirmação de que a rebrota é mais perigosa do que a planta inicial. Entretanto FRANZKE et alii (9) verificaram que no mesmo estágio de desenvolvimento a rebrota contém menos ácido cianídrico que a planta que lhe deu origem. Esses autores citam PETER, SLADE e AVERY que afirmam se comportar a rebrota como planta

jovem, aumentando a quantidade de ácido potencial se as condições forem favoráveis. Vários autores (3, 6, 9, 17, 21, 34) concordam que há maior quantidade de ácido em plantas jovens do que em maduras.

2.3.5. - Alguns aspectos da técnica de determinação de ácido cianídrico.-

2.3.5.1.- Liberação de ácido cianídrico.- WILLAMAN e WEST (33) verificaram que se obtinha a liberação máxima de ácido cianídrico pela hidrólise de glicosídeo, deixando o material em maceração em água por 2 a 4 horas, à temperatura de 40 - 45°C.

SWANSON (29) determinou que a maceração em água, à temperatura ambiente, durante 6 e 24 horas, proporcionava mais ácido cianídrico, do que durante 3 h. Verificou não haver diferença entre maceração durante 6 e 24 horas.

Maceração por 24 horas em temperatura ambiente foi adotada por FAVERO (7), enquanto que RABINO (24) usou 6 horas de maceração. NELSON (21) procedeu a maceração por tempo intermediário entre 12 e 24 horas.

A A.O.A.C. (2) indica, para leguminosas, maceração por 2 a 4 horas.

SWANSON (29) afirma que o ácido cianídrico não existe, nas plantas, como ácido livre, porém começa a ser liberado tão logo a planta é macerada. FRANZKE et alii (9) não encontraram diferenças nas quantidades de ácido cianídrico liberado no intervalo de uma hora.

Experimento realizado por FRANZKE e HUME (11) indicou que uma variedade de sorgo liberou ácido cianídrico à atmosfera durante o crescimento, porém isso não ocorreu com outras duas variedades.

2.3.5.2.- Material utilizado como amostra.- Os investigadores usam de preferência as folhas, quando não pretendem determinar ácido cianídrico potencial em partes específicas da planta.

Há variações no método de preparo da amostra, pela utilização da totalidade ou determinadas folhas e pela separação ou não das nervuras (7, 9, 15, 24).

2.3.5.3.- Vedação dos frascos que contém os macerados.- Para evitar perda de ácido cianídrico no processo de análise de laboratório, RABINO (24) propõe que a maceração se processe com o balão conectado ao condensador e com o bico deste imerso no líquido receptor. Outros autores (7, 9) deixam o material macerar em fras-

cos bem arrolhados, para depois conectá-los aos destiladores.

### 3. - M A T E R I A L

3.1. - Planta. - O critério da escolha das variedades de sorgo para o experimento foi o do interesse atual e futuro para a pecuária paulista. Escolheram-se duas variedades forrageiras (Santa Elisa 38 e Sart) e uma granífera (Redbine 66).

A variedade Santa Elisa 38 é, atualmente, a mais cultivada no Estado. Sobre ela existem observações práticas de seu baixo teor tóxico.

A Sart é uma variedade que, em experimentos no Instituto Agronômico de Campinas se revelou como boa produtora de massa verde e tem ciclo vegetativo cerca de 52 dias menor que a Santa Elisa 38 (32). Sua introdução nas fazendas de São Paulo já foi iniciada pelos técnicos daquele Instituto. A prática de fornecer sorgo verde aos animais, adquirida com o plantio de Santa Elisa 38 pelos criadores, poderá causar acidentes fatais, se o seu comportamento quanto à toxicidade for diferente do que se tem observado com a variedade a ser substituída.

A variedade Redbine 66 é considerada pelo Instituto Agronômico de Campinas um dos sorgos graníferos mais promissores. Como a qualidade da silagem de sorgos graníferos é melhor do que a de sorgos forrageiros, pela menor percentagem de folhas secas na época de corte e maior percentagem de grãos, é de se esperar que haja preferência por esses sorgos para ensilagem. Isso já ocorre nos países de pecuária mais adiantada, apesar da menor produção de massa verde que se obtém com as variedades graníferas. A possibilidade de arraçamento de gado bovino com este sorgo, em fase de desenvolvimento, não deve ser excluída.

3.1.1. - Procedência das sementes. - As sementes de Sart e Redbine 66 foram fornecidas pelo Instituto Agronômico de Campinas, Seção de Cereais. As de Santa Elisa 38 procederam da região de São Carlos, onde, desde 1959, vem sendo plantada somente esta variedade.

3.1.2. - Dados sobre a introdução das variedades no Estado de São Paulo. - O Instituto Agronômico de Campinas forneceu os dados seguintes:-

Santa Elisa 38

Sorgo nº 38

Procedência:- Fazenda Santa Elisa - Campinas - Estado de São

Paulo.

Data de entrada - 1935

Nota.- Primeira autofecundação realizada por Paulo Cuba.

Sart

Introdução nº 18331

Sorgo nº 254

Data de entrada - 29/10/54

Procedência - Mississipe U.S.A.

Remetente. - U.S. Sugar Plant Field Station  
Meridian, Mississipe.

Destino - Seção de Genética.

Redbine 66

Introdução nº 16108

Sorgo nº 175

Data de entrada - 17/9/53

Procedência - Texas - U.S.A.

Remetente. - R.E. Karper, do Agricultural and Mechanical  
College - Lubboek - Texas

Destino - Seção de Genética.

3.1.3. - Dados culturais das variedades . - Também do Instituto Agronômico de Campinas são os dados seguintes:

Santa Elisa 38

Tipo - Forrageiro

Florescimento - 142 dias (média)

Ciclo - 6 a 7 meses

Produção média - 40 a 50 ton/ha (massa verde)

Cólmo - Sacarino

Altura média - 3 m

Semente - marrom claro.

Sart

Tipo - Forrageiro

Florescimento - 90 dias

Ciclo - 4 a 5 meses

Produção média - 30 a 40 ton/ha (massa verde)

Altura média - 3 m

Semente - branca

Redbine 66

Tipo - Granífero

Florescimento - 76 dias

Cicle - 100 dias

Produção média - 2 a 3 ton/ha (grãos) e 10 a 15 ton/ha  
(massa verde).

Altura média - 1,10 m

Semente - Rosa claro

Panícula - 27 cm

3.2. - Solo. - A cultura foi instalada em terras da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (E.S.A.L.Q.), em local cedido pela Cadeira nº 4 (Agricultura). A caracterização fornecida pela Cadeira nº 13 (Selos e Agrotecnia) da E.S.A.L.Q., indica que o solo pertence ao grande grupo Latosol Vermelho-escuro-orto (4) identificado no Município de Piracicaba por RANZANI et alii(25) como série "Luiz de Queiroz".

O terreno tem sido constantemente utilizado para culturas anuais, e a cultura anterior foi o milho.

A análise química de solo, precedida pela Cadeira nº 2 da E.S.A.L.Q. (Química Agrícola) é a constante no quadro nº 1.

QUADRO Nº 1

Análise química do solo fornecida pela Cadeira nº 2  
(Química Agrícola) da E.S.A.L.Q.

Determinações em terra fina seca ao ar

Teores trocáveis em meq/100g de terra

pH	Mat. Org.	N total	PO <sub>4</sub>	K+	Ca++	Mg ++
6,6	1,906 %	0,112%	0,375	0,150	7,20	1,60

#### 4. - M É T O D O

Devido à falta de informações sobre a ocorrência de ácido cianídrico em sorgo, no nosso meio, julgou-se conveniente realizar um experimento para constatar a capacidade de liberação do ácido pelas variedades escolhidas. O resultado desse experimento indicou a necessidade de outro ensaio relativo ao tempo de maceração e ao tipo de vedação de frasco com macerado.

Esses dois experimentos são relatados e foram denominados de auxiliares, para diferenciá-los do ensaio que visa os objetivos específicos do trabalho a que se denominou principal.

##### 4.1. - Experimentos auxiliares

##### 4.1.1. - Ensaio para comprovação de desprendimento de ácido cianídrico durante a maceração. Experimento auxiliar nº 1. -

Para verificar o desprendimento de ácido cianídrico em plantas maceradas em água, foi feito um experimento, com 8 repetições, utilizando-se o papel de picrato de sódio, preparado segundo recomendação da A.O.A.C. (2), isto é, tiras de papel de filtro foram embebidas em ácido pícrico a 1%, deixadas secar e depois embebidas em solução de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a 10%. Depois de secas foram guardadas em frasco tampado.

Com as três variedades de sergo, prepararam-se 8 balões, cada um com 20 g de folhas verdes desintegradas em liquidificador e 250 ml de água destilada. Em cada balão foi colocada uma tira de papel de picrato umedecida, e de modo a não tocar no líquido de macerado, nem nas paredes do balão.

##### 4.1.2. - Experimento para determinação do tempo de maceração e da necessidade da maceração se processar no aparelho de destilação ajustado. - Experimento auxiliar nº 2.

Com o objetivo de verificar a influência de tempo de maceração na completa hidrólise do cianeglicosídeo, e a necessidade de se processar a maceração com os balões ajustados aos destiladores, estabeleceu-se este experimento em que foram preparados 6 grupos de 4 balões com 20 g de folhas de sorgo maceradas em cada balão.

O material foi o mesmo nas amostras de cada grupo, mas diferentes de um grupo para o outro.

De cada grupo, 2 balões foram vedados com rólhas de borracha

e 2 conectadas aos aparelhos de destilação, com os bicos dos condensadores imersos no líquido receptor segundo propõe, RABINO (24). De cada tipo de vedação, uma amostra foi deixada macerar por 4 horas e outra por 24 horas.

Análises foram feitas segundo indicação da A.O.A.C. (2), por titulação alcalina. As conexões com o aparelho de destilação dos frascos arrolhados foram realizadas o mais rapidamente possível.

#### 4.2. - Experimente principal

4.2.1. - Delineamento experimental. - O delineamento básico escolhido foi blocos ao acaso, com esquema fatorial 3 x 2 e com 3 repetições. Os fatores foram: 3 variedades e 2 níveis de adubação nitrogenada.

Para facilitar referências a êsses fatores a variedade Santa Elisa 38 será designada por  $V_1$ , a Sart por  $V_2$  e a Redbine 66 por  $V_3$ . As parcelas não adubadas serão designadas  $N_0$  e as adubadas  $N_1$ .

As parcelas, guardando intervalos de 1 m, foram de 4 x 6,20 m e formadas por 5 linhas de plantas, distantes 1 m entre si (Gráfico 1-a). As parcelas foram distribuídas por sorteio.

As linhas laterais de cada parcela e 0,20 m nas extremidades de cada linha central foram consideradas bordaduras (Gráfico 1-b).

Em cada parcela foram assinaladas 7 (sete) divisões iguais a 0,70 m, deixando entre elas 0,15 m de bordadura. As plantas de cada divisão serviram para amostragem, em uma época, por sorteio. (Gráfico 1-c).

#### 4.2.2. - Práticas culturais.

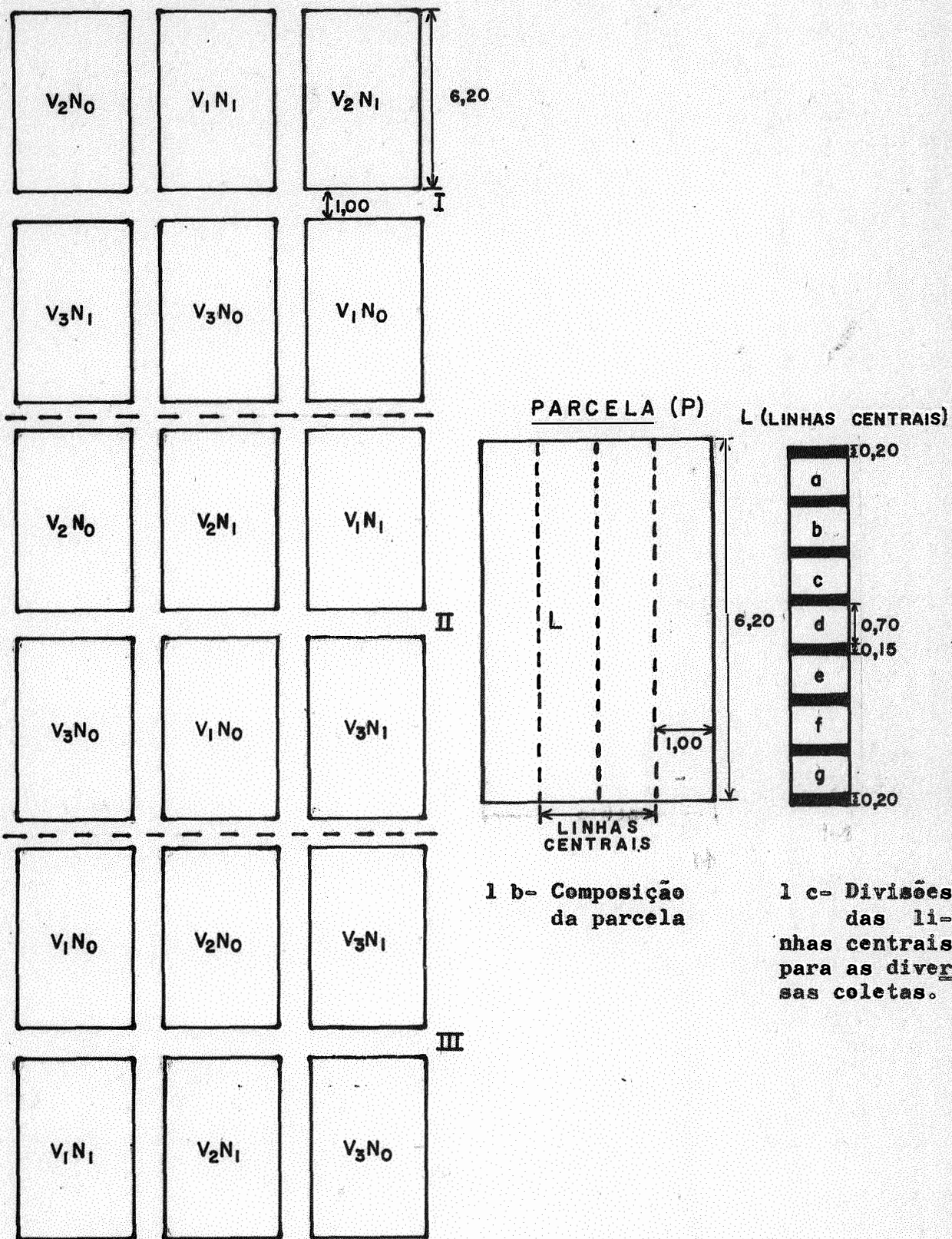
4.2.2.1. - Semeadura. - Semeadura em linha corrida, guardando as linhas 1 m entre si.

4.2.2.2. - Desbaste. - Após 28 dias da emergência da plântula foi feito o desbaste, deixando de 20 a 25 plantas por metro linear. Não houve necessidade de replanta.

4.2.2.3. - Adubação. - Tomou-se por base a adubação indicada pelo Instituto Agrônômico de Cam

GRÁFICO Nº 1 (a, b, c)

Esquema de campo do delineamento utilizado (Blocos ao acaso)



1a - Disposição das parcelas nos blocos



pinas, que é de 20 kg de N, 80 kg de  $P_2O_5$  e 40 kg de  $K_2O$  por hectare. Para ressaltar o efeito do nitrogênio aplicou-se o triplo da recomendação básica ou sejam 60 kg de N por hectare.

O fósforo foi aplicado na forma de superfosfato simples, o potássio na de cloreto e o nitrogênio na de sulfato de amônio.

A distribuição do adubo foi feita em duas etapas:

a.- No sulco por ocasião da semeadura

Parcelas  $N_0$  = 80 kg de  $P_2O_5$  e 40 kg de  $K_2O$  por ha.

Parcelas  $N_1$  = 80 kg de  $P_2O_5$ , 40 kg de  $K_2O$  e 6,6 kg do N por hectare.

A dosagem de N no sulco foi de aproximadamente 1/9 do total aplicado ou 1/3 da adubação normal.

b.- Em cobertura, 31 dias após a emergência

Parcelas  $N_1$  = 53,4 kg de N por ha ou sejam aproximadamente 8/9 do total aplicado ou 8/3 da adubação normal.

4.2.2.4. - Dados culturais. - As datas das principais etapas e operações da cultura, podem ser observadas no quadro nº 2.

QUADRO Nº 2

Datas das principais etapas e operações da cultura

<u>Bloco</u>	<u>Semeadura</u>	<u>Emergência</u>	<u>Desbaste</u>	<u>Adubação em cobertura</u>	<u>1ª. Colheita</u>
I	3/12/66	6/12/66	3/1/67	6/1/67	11/1/67
II	6/12/66	11/12/66	8/1/67	11/1/67	16/1/67
III	9/12/66	18/12/66	15/1/67	18/1/67	23/1/67

Foi feita irrigação por aspersão nos dias 8, 9 e 10/12/66, e uma carpa no dia anterior ao desbaste de cada bloco,

#### 4.2.3. - Processo analítico

4.2.3.1. - Descrição do processo. - Baseando-se nas informações obtidas nos experimentos auxiliares, decidiu-se adotar o processo analítico de titulação alcalina, segundo a A.O.A.C. (2) com modificações.

A amostra de 20 g de limbos de folhas verdes, com 100 ml de água destilada, foi passada no liquidificador para desintegração, durante 1 a 2 minutos, de modo intermitente. Este material foi transferido para balão de vidro de fundo chato de 500 ml, lavando o cepo do liquidificador com 150 ml de água destilada. No balão, tapado com rolha de borracha, o material ficou em maceração por 24 horas, à temperatura ambiente. Procedeu-se a destilação pela passagem de vapor de água pelo macerado, recolhendo-se cerca de 150 ml de destilado, em 30 ml de NaOH N, contido em Erlenmeyer imerso em cuba de gelo.

O destilado foi diluído para 250 ml e separou-se duas porções de 100 ml para titulação com  $\text{AgNO}_3$ , 0,1 N (Titrissol da Merck) com microbureta, juntando-se antes 8 ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  (contendo 28,22% de  $\text{NH}_3$ ) e 2 ml de KI a 5%. A turvação permanente é mais facilmente observada contra fundo prêto.

4.2.3.2. - Reações da titulação. - Segundo vários autores (12, 18, 30), durante a titulação, as reações que se processam são:



O  $\text{NH}_3$  e o ion  $\text{I}^-$  adicionados permitem observar melhor o ponto final da formação do diciano argenta-to, devido as reações que produzem um precipitado branco de AgI.



Portanto a reação de titulação é:



Ou seja

1  $\text{Ag}^+$  corresponde a 2  $\text{CN}^-$

Para cálculo das quantidades de ácido cianídrico e existem então as relações:

$$1 \text{ litro de solução } 0,1 \text{ N de } \text{AgNO}_3 \longrightarrow \frac{\text{HCN}}{5} = \frac{27,03}{5} =$$

$$= 5,406 \text{ g de HCN.}$$

para 1 ml de solução 0,1 N de  $\text{AgNO}_3$  corresponde pois  
5,406 mg de HCN titulado.

4.2.3.3. - Matéria seca. - A matéria seca (M.S.) foi obtida colocando-se a amostra por 24 h em estufa de  $60^\circ\text{C}$ , e, depois de ficar 24 h nas condições ambiente foi posta na estufa de  $100^\circ\text{C}$  até pêso constante (cêrca de 24 h).

#### 4.2.4. - Amostragem.

4.2.4.1. - Coletas das amostras. - Da divisão predeterminada de cada parcela, escolheram-se as plantas mais representativas das 3 linhas centrais e colheram-se número de pés suficientes para fornecer 200 g de fôlhas verdes. Levadas imediatamente ao laboratório, prepararam-se as amostras. As coletas foram feitas entre 8 e 10 horas.

4.2.4.2. - Preparo das amostras. - Utilizaram-se integralmente os limbos de todas as fôlhas verdes. Os limbos, separados das bainhas, cortados em pedaços de aproximadamente 2 cm, eram misturados. Destinaram-se para análises de ácido cianídrico e M.S. porções de 20 g. Para cálculo das relações côlmo e bainha x fôlhas (limbos), pesaram-se separadamente as fôlhas verdes, as fôlhas sêcas e os colmos incluindo as bainhas.

4.2.4.3. - Datas das coletas do material. - O quadro nº 3 indica as datas

em que se procederam as coletas de material para análise de laboratório.

QUADRO Nº 3  
Datas das coletas de material para análise.

Bloco	Ordem das coletas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
I	11/1/67	21/1	31/1	10/2	20/2	2/3	16/3	2/5
II	16/1/67	26/1	5/2	15/2	25/2	7/3	21/3	8/5
III	23/1/67	2/2	12/2	22/2	4/3	14/3	28/3	15/5

Essas datas foram determinadas com base no dia da emergência das plântulas. Assim, após 31 dias da emergência foi feita a adubação em cobertura com adubo nitrogenado e 5 dias após a adubação procedeu-se a primeira coleta.

Até a 6ª coleta as amostras foram colhidas com intervalo de 10 dias.

Nas quatro primeiras coletas tomaram-se materiais de tôdas as parcelas, apesar de na 3ª a variedade  $V_3$  já estar florida. A 4ª amostragem, para essa variedade foi feita para verificar a persistência do teor de ácido cianídrico. Na 5ª colheram-se materiais da  $V_1$  e  $V_2$ , estando a  $V_2$  florida. A 6ª e a 7ª coletas foram feitas para a variedade  $V_1$  e aumentou-se o intervalo, entre as coletas, para 14 dias, pois após a 6ª as análises seriam somente para comprovar a ausência de ácido nas fôlhas.

Utilizando-se as plantas remanescentes da 7ª coleta foi realizada mais uma amostragem para a variedade  $V_1$ , já florida. Nessa última data efetuou-se coleta de material de rebrota com 30 dias, em tôdas as parcelas (cortes em 2, 8 e 15 de abril de 1967).

Em 31/1/67 realizaram-se análises de colmos de tôdas as parcelas do bloco I e das panículas das parcelas de  $V_3$  do bloco I.

Em 16/3/67 foram analisadas brotações axilares de plantas da parcela  $V_2N_0$  do bloco I.

5. - R E S U L T A D O S

5.1. - Observações sobre a cultura.- As variedades  $V_2$  e  $V_3$  tiveram seus ciclos vegetativos reduzidos. Até o florescimento as reduções foram de 17 e 26 dias respectivamente para a  $V_2$  e  $V_3$ , comparando as parcelas  $N_0$  com os dados médios obtidos no Instituto Agrônomo de Campinas (32). Idêntica comparação revelou que a variedade  $V_1$  não sofreu redução no ciclo.

O quadro nº 4 indica os períodos vegetativos dos sorgos, neste trabalho, até o florescimento.

QUADRO Nº 4

Períodos vegetativos: da emergência ao florescimento.  
Datas do início do florescimento.

Tratamentos	B l o c o s			Média em dias
	I	II	III	
	Emergência 6/12/66	Emergência 11/12/66	Emergência 18/12/66	
$V_1 N_0$	26/4	30/4	1/5	139
$V_1 N_1$	26/4	29/4	1/5	139
$V_2 N_0$	17/2	23/2	25/2	73
$V_2 N_1$	14/2	19/2	22/2	70
$V_3 N_0$	24/1	29/1	6/2	50
$V_3 N_1$	22/1	27/1	3/2	48

As primeiras plantas de  $V_3$  a florescerem chegaram a produzir poucos grãos. As demais plantas, de tôdas as variedades não produziram grãos, apesar de emitirem panícula normalmente. A falta de granação foi devida à mosquinha Contarinia sorghicola Coq. que ataca as flôres, matando a panícula. Essa ocorrência determinou reação das plantas das variedades  $V_2$  e  $V_3$ , representada por brotações axilares, a partir da gema do penúltimo nó.

Durante todo o desenvolvimento, principalmente depois da adubação em cobertura com adubo nitrogenado, a coloração das folhas nas parcelas  $N_1$ , em todas as variedades, foi sempre de um verde mais escuro, do que a das parcelas  $N_0$ .

## 5.2. - Experimentos auxiliares

5.2.1. - Experimento auxiliar nº 1. - Com respeito ao desprendimento de ácido cianídrico durante a maceração, observou-se que depois de 2 horas já havia modificação da coloração para alaranjado, em todos os papéis de picrato e após 4 horas, a coloração passou para vermelho mais carregado, indicando desprendimento do ácido.

5.2.2. - Experimento auxiliar nº 2. - As quantidades de ácido cianídrico, em miligramas, obtidas das amostras de 20 g de material verde, são as apresentadas no quadro nº 5.

QUADRO Nº 5

Miligramas de HCN em 20 g de material verde, após maceração em água, por 4 e 24 h, sob dois tipos de vedação.

Bloco	Tempo de maceração			
	4 h		24 h	
	Conectado <sup>o</sup>	Arrolhado	Conectado	Arrolhado
I	4,05	4,05	4,87	4,32
II	3,24	2,97	4,87	4,60
III	2,70	2,97	4,87	4,87
IV	2,70	2,70	5,41	5,41
V	2,70	1,89	4,60	4,32
VI	3,51	3,51	5,41	5,41

(<sup>o</sup>) Conectado - significa que a maceração se processou com o balão ligado ao destilador.

No Arrolhado a maceração foi feita em balão fechado, separado do destilador.

A análise estatística revelou diferenças para tratamentos e o desdobramento dos graus de liberdade indicou que não há diferença entre os tipos de vedação, mas há diferença altamente significativa quanto ao tempo de maceração (quadro nº 6).

QUADRO Nº 6

Experimento auxiliar nº 2. Análise de variância.

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos -----	5	2,94	0,59	
Tempo -----	1	20,11	20,11	95,76 <sup>**</sup>
Conexão -----	1	0,15	0,15	
T x C -----	1	0,01	0,01	
(Tratamentos)-	(3)	(20,27)	(6,76)	
Resíduo -----	15	3,09	0,21	
Total -----	23	26,30		

### 5.3. - Experimento principal

#### 5.3.1. - Conteúdo de ácido cianídrico nos limbos das folhas verdes.

Os resultados das determinações de ácido cianídrico nos limbos das folhas verdes, estão expressos no quadro nº 7, em miligramas de ácido por quilograma de matéria seca. As análises das coletas de nºs 6, 7 e 8, das parcelas de  $V_1$  não acusaram existência de ácido e por êsse motivo os resultados não foram tabulados.

QUADRO Nº 7  
Resultado das quantidades de HCN, em  
miligramas por quilograma de matéria seca

Bloco	Nº de coleta	T r a t a m e n t o s					
		V <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	V <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	V <sub>2</sub> N <sub>0</sub>	V <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	V <sub>3</sub> N <sub>0</sub>	V <sub>3</sub> N <sub>1</sub>
I	1	438	670	713	493	259	316
	2	316	783	453	751	110	250
	3	123	448	283	683	18	151
	4	0	137	119	649	0	199
	5	0	87	169	385	-	-
II	1	767	924	687	1 172	374	246
	2	603	929	309	1 184	118	240
	3	109	347	225	910	0	323
	4	0	192	191	664	0	106
	5	0	28	133	275	-	-
III	1	275	426	547	636	140	122
	2	172	1 146	312	985	17	206
	3	105	696	226	832	0	236
	4	0	161	181	671	0	88
	5	0	0	185	195	-	-

5.3.2. - Análises estatísticas. - Com os dados das três primeiras coletas procederam-se as análises estatísticas, separadas, sendo cada análise realizada segundo PIMENTEL GOMES (23). Com os demais dados, as conclusões podem ser tiradas dos valores absolutos. Foi também procedida análise dos dados médios das três primeiras coletas.

5,3,2,1. - Primeira coleta.- Com 5 dias após a adubação nitrogenada em cobertura (coleta nº 1), houve diferença significativa entre tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade e essa diferença se deve exclusivamente às variedades (quadro nº 8).



## QUADRO Nº 8

Análise de variância dos dados da primeira coleta  
(5 dias após a adubação nitrogenada em cobertura).

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	349 421,45	174 710,73	
$(V_1 + V_2) \times V_3$	1	649 098,78	649 098,78	29,62 <sup>00</sup>
$V_1 \times V_2$	1	46 625,33	46 625,33	2,13
Adubação	1	36 001,39	36 001,39	1,64
W x A	2	34 804,78	17 402,39	0,79
(Tratamentos)	(5)	(766 530,28)		
Resíduo	10	219 112,55	21 911,26	
Total	17	1 335 064,28		

Não houve efeito de adubação e nem diferença entre as variedades forrageiras. A variedade granífera diferiu significativamente, ao nível de 1% de probabilidade, da média das variedades forrageiras.

5.3.2.2. - Segunda coleta. - A análise estatística dos dados obtidos na coleta realizada 15 dias após a adubação nitrogenada em cobertura, confirmou a diferença entre tratamentos, ao nível de 1%. Indicou também influência da variedade e da adubação, ao nível de 1%, bem como da interação variedade x adubação, ao nível de 5% de probabilidade. Desdobramento dos graus de liberdade indicou que a adubação não agiu igualmente nas três variedades, interferindo na  $V_1$  e na  $V_2$ , mas não na  $V_3$ . Não houve diferença entre as variedades forrageiras, mas a granífera diferiu da média das forrageiras (quadro nº 9).

## QUADRO Nº 9

Análise de variância dos dados da segunda coleta  
(15 dias após a adubação nitrogenada em cobertura)

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	47 002,78	23 501,39	
$(V_1 + V_2) \times V_3$	1	1 020 436,68	1 020 436,68	44,20 <sup>oo</sup>
$V_1 \times V_2$	1	168,76	168,76	0,007
Ad. d. $V_1$	1	520 381,50	520 381,50	22,54 <sup>oo</sup>
Ad. d. $V_2$	1	567 952,67	567 952,67	24,60 <sup>oo</sup>
Ad. d. $V_3$	1	33 900,17	33 900,17	1,47
(Tratamentos)	(5)	(2 142 839,78)		
Resíduo	10	230 869,88	23 086,99	
Total	17	2 420 712,44		

5.3.2.3. - Terceira coleta. - Aos 25 dias após a adubação em cobertura, a análise estatística indicou a persistência da diferença entre tratamentos, bem como da diferença entre variedades e os efeitos de adubação, ao nível de 1%. Houve efeito de interação variedade x adubação, ao nível de 5% de probabilidade. O desdobramento dos graus de liberdade indicou diferença entre a variedade granífera e a média das variedades forrageiras, bem como diferença entre as variedades forrageiras, ao nível de 1% de probabilidade. Foi verificado efeito da adubação em tôdas as variedades, ao nível de 1% (quadro nº 10).

## QUADRO Nº 10

Análise de variância dos dados da terceira coleta  
(25 dias após a adubação nitrogenada em cobertura)

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	12.630,33	6 315,16	
$(V_1 + V_2) \times V_3$	1	346 332,25	346 332,25	36,13 <sup>oo</sup>
$V_1 \times V_2$	1	147 630,08	147 630,08	15,40 <sup>oo</sup>
Ad. d. $V_1$	1	221 952,67	221 952,67	23,15 <sup>oo</sup>
Ad. d. $V_2$	1	476 580,16	476 580,16	49,71 <sup>oo</sup>
Ad. d. $V_3$	1	79 810,67	79 810,67	8,33 <sup>oo</sup>
(Tratamentos)	(5)	(1 272 305,83)		
Resíduo	10	95 868,34	9 586,83	
Total	15	1 380 804,50		

5.3.2.4. - Médias. - O quadro nº 11 dá as quantidades médias de ácido cianídrico obtidas nas três primeiras coletas, em miligramas de ácido por quilograma de matéria seca, com aproximação.

## QUADRO Nº 11

Quantidades médias de HCN, em miligramas, por quilograma de M.S. (Média dos dados das três primeiras coletas).

Blocos	Variedades					
	$V_1$		$V_2$		$V_3$	
	$N_1$	$N_2$	$N_1$	$N_0$	$N_1$	$N_0$
I	634	292	642	483	239	129
II	733	493	1 089	407	270	164
III	756	184	818	362	188	52

A análise estatística das quantidades médias de ácido cianídrico das três primeiras coletas, indicou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade, para variedade e adubação, mas não para interação variedade x adubação. Entretanto como o F para a interação se situou próximo ao significativo a 5%, procedeu-se ao desdobramento dos graus de liberdade, confirmando-se o efeito da adubação nas variedades  $V_1$  e  $V_2$ , ao nível de 1%. Não indicou efeito da adubação na variedade  $V_3$ . A variedade granífera diferiu da média das forrageiras ao nível de 1% e as forrageiras não diferiram entre si (quadro nº 12).

QUADRO Nº 12

Análise de variância dos dados médios das três primeiras coletas

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	65 570,33	32 785,16	
$(V_1 + V_2) \times V_3$	1	642 402,25	642 402,25	57,93 <sup>**</sup>
$V_1 \times V_2$	1	41 890,08	41 890,08	3,78
Ad. d. $V_1$	1	221 952,67	221 952,67	20,01 <sup>**</sup>
Ad. d. $V_2$	1	280 368,16	280 368,16	25,28 <sup>**</sup>
Ad. d. $V_3$	1	20 650,67	20 650,67	1,86
(Tratamentos)	(5)	(1 207 263,83)		
Resíduo	10	110 900,34	11 090,03	
Total	17	1 383 734,50		

5.3.2.5. - Rebrota. - O quadro nº 13 mostra os resultados das análises de laboratório procedidas em rebrotas com 30 dias e de brotações axilares, expressas em miligramas de ácido cianídrico por quilograma de matéria sêca,

QUADRO Nº 13

Quantidades de HCN em miligrama por quilograma de M.S., em rebrota de 30 dias e em brotações axilares

Tratamento	Brotações axilares		Rebrota		
	Blocos				
	I(16/3)	I(2/5)	II(8/5)	III(15/5)	Média
V <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	---	3 417	2 810	1 997	2 741
V <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	---	2 749	2 413	1 832	2 331
V <sub>2</sub> N <sub>0</sub>	---	2 555	2 557	2 964	2 692
V <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	1 292	2 285	2 339	2 136	2 253
V <sub>3</sub> N <sub>0</sub>	---	1 257	947	687	964
V <sub>3</sub> N <sub>1</sub>	---	844	875	979	899

A análise estatística dos dados obtidos nas rebrotas indicou que o efeito de adubação não se faz notar, mas que há influência da variedade. A variedade granífera diferiu da média das variedades forrageiras, ao nível de 1% de probabilidade, mas estas não diferiram entre si (quadro nº 14).

QUADRO Nº 14

Análise de variância dos dados das rebrotas (30 dias)

C. V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	526 745,33	263 372,66	
(V <sub>1</sub> + V <sub>2</sub> ) x V <sub>3</sub>	1	9 897 316,00	9 897 316,00	80,80 <sup>03</sup>
V <sub>1</sub> x V <sub>2</sub>	1	12 160,33	12 160,33	
Adubação	1	416 784,50	416 784,50	3,40
V x A	2	130 216,34	65 108,17	
(Tratamento)	(5)	(10 456 477,17)		
Resíduo	10	1 224 930,00	122 493,00	
Total	17	12 208 152,50		

5.3.3. - Informações complementares. - Para apreciação dos valores absolutos, o quadro nº 15 apresenta as médias das quantidades de ácido cianídrico, obtidas nos três blocos, em cada coleta, expressas em miligramas de ácido por quilograma de matéria sêca.

QUADRO Nº 15

Médias de HCN, em miligramas, por quilograma de M.S., por tratamento e por coleta.

Tratamentos	Dias após a adubação nitrogenada em cobertura				
	5	15	25	35	45
V <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	493	364	112	0	0
V <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	673	953	497	163	38
V <sub>2</sub> N <sub>0</sub>	649	358	245	164	162
V <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	767	973	808	661	285
V <sub>3</sub> N <sub>0</sub>	258	82	Traço	0	--
V <sub>3</sub> N <sub>1</sub>	228	232	237	131	--

Dias após a emergência é igual a dias após a adubação mais 31.

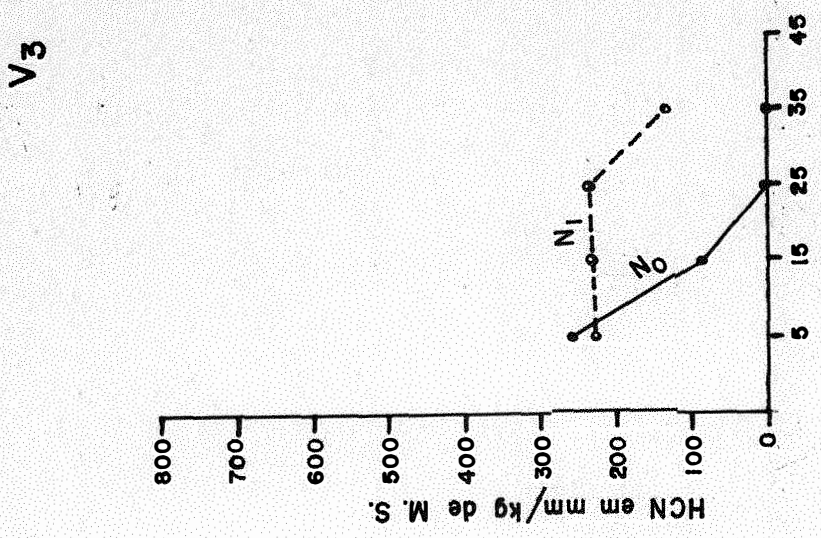
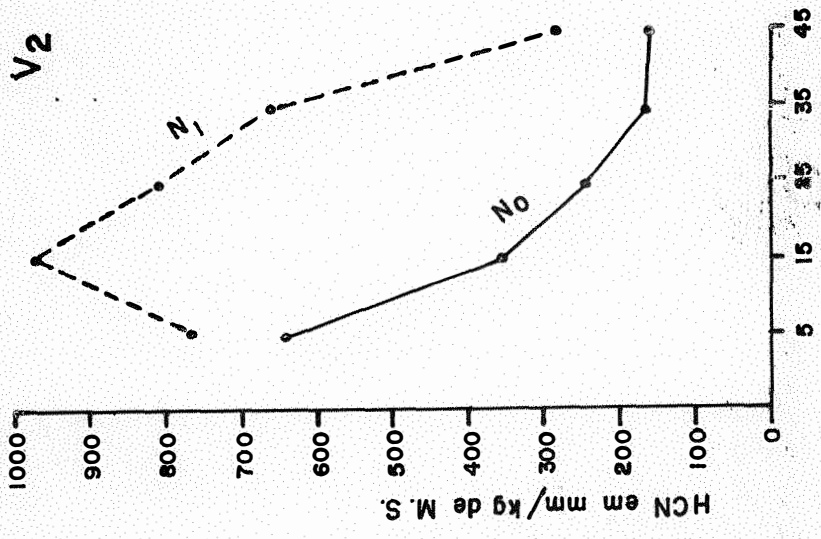
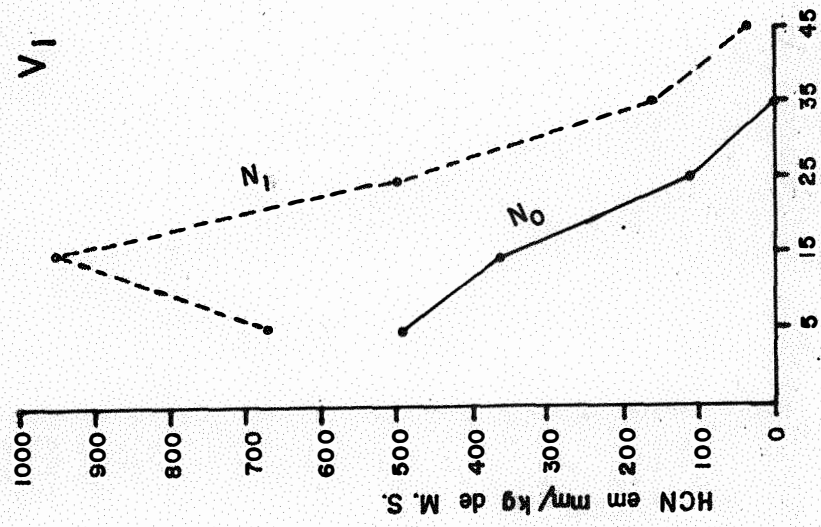
As análises de laboratório procedidas para colmos e panículas não revelaram ácido cianídrico.

As comparações dos níveis de ácido cianídrico potencial nas parcelas N<sub>0</sub> e N<sub>1</sub> das três variedades, podem ser feitas pelo gráfico nº 2 (a, b, c), onde foram utilizados os valores absolutos indicados no quadro nº 15.

O gráfico nº 3 é baseado na classificação dos sorgos quanto ao grau de toxicidade relativa, estabelecida por BOYD et alii(3), e foi elaborado com os dados constantes no quadro nº 15.

GRÁFICO Nº 2 (a, b, c)

Níveis de HCN nas parcelas N<sub>0</sub> e N<sub>1</sub> (média dos tratamentos, por coleta)



Dias após a adubação em cobertura

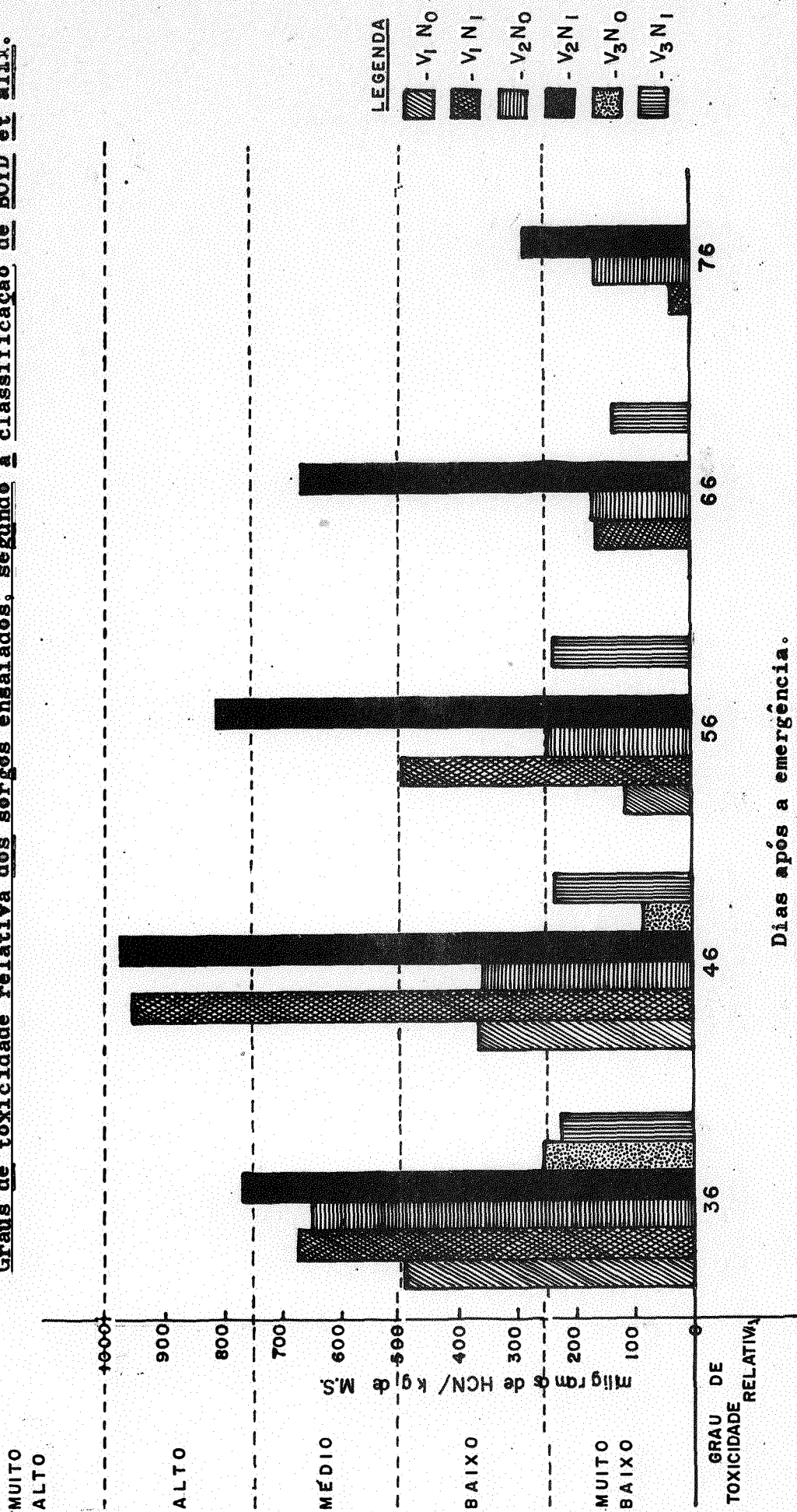
2 a

2 b

2 c

GRÁFICO Nº3

Graus de toxicidade relativa dos serges ensaiados, segundo a classificação de BOYD et alii.



Dias após a emergência.



O quadro nº 16 dá informações sobre a relação caule ( e ba-  
inha) - fôlha, nas diversas fases de desenvolvimento dos sorgos.

## QUADRO Nº 16

Relação caule (e bainha) - fôlha

Média dos 3 blocos, em percentagem do peso.

Dias após a emergência			Tratamentos					
			V <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	V <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	V <sub>2</sub> N <sub>0</sub>	V <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	V <sub>3</sub> N <sub>0</sub>	V <sub>3</sub> N <sub>1</sub>
36	Caule		46,49	46,18	52,80	51,89	47,14	49,80
	Fôlhas	Verdes	53,51	53,82	47,20	48,11	52,42	49,98
		Sêcas	0	0	0	0	0,44	0,22
46	Caule		47,14	57,05	68,44	72,03	55,21	60,79
	Fôlhas	Verdes	52,01	42,27	29,75	27,55	41,81	37,48
		Sêcas	0,85	0,68	1,81	0,42	2,98	1,73
56	Caule		61,94	64,65	73,38	74,43	69,26	72,51
	Fôlhas	Verdes	32,23	28,82	22,17	22,62	26,51	25,92
		Sêcas	5,83	6,53	4,45	2,95	4,23	1,57
66	Caule		68,23	74,04	80,44	79,65	73,31	76,60
	Fôlhas	Verdes	26,15	21,27	14,69	17,20	22,43	21,74
		Sêcas	5,62	4,69	4,87	3,15	4,26	1,66
76	Caule		76,23	78,32	80,66	83,40	---	---
	Fôlhas	Verdes	19,37	17,93	14,97	12,26	---	---
		Sêcas	4,40	3,75	4,37	4,34	---	---
86	Caule		79,13	80,02	85,57	86,32	---	---
	Fôlhas	Verdes	16,51	16,48	10,56	9,74	---	---
		Sêcas	4,36	3,50	3,87	3,94	---	---
100	Caule		78,49	82,55	---	---	---	---
	Fôlhas	Verdes	18,66	14,47	---	---	---	---
		Sêcas	2,85	2,98	---	---	---	---
148	Caule		83,05	86,96	---	---	---	---
	Fôlhas	Verdes	10,82	6,85	---	---	---	---
		Sêcas	6,13	6,19	---	---	---	---

As precipitações pluviométricas, em milímetros, e as temperaturas, dados fornecidos pela Cadeira nº 1 da E.S.A.L.Q. (Física e Meteorologia) são indicadas no apêndice, pelo quadro nº I.

Para efeito de discussão destacando-se dados no quadro nº I, foram elaborados os quadros II, III e IV evidenciando as precipitações ocorridas desde o desbaste até a primeira coleta. Esses quadros também são apresentados no apêndice.

## 6. - D I S C U S S Ã O

### 6.1. - Experimentos auxiliares.

6.1.1. - Experimento auxiliar nº 1. - Do resultado deste experimento se depreende que o ácido cianídrico, liberado na hidrólise do cianoglicosídeo, pode ser perdido, se a vedação do frasco, que contém o macerado, não fôr boa. Nas duas primeiras horas o desprendimento de ácido cianídrico foi perfeitamente notado pela mudança de coloração do papel de picrato, em macerados de tôdas as variedades. A mudança de coloração observada entre 2 e 4 horas indicou ter havido acúmulo de ácido cianídrico liberado.

6.1.2. - Experimento auxiliar nº 2. - Era importante para as determinações que se seguiriam, que os macerados liberassem o máximo de ácido cianídrico.

O experimento auxiliar nº 1, indicou que o tempo de maceração exerce influência sôbre o total de ácido cianídrico liberado e a literatura existente mostra haver divergência, entre os autores, quanto ao tempo necessário para a completa hidrólise de cianoglicosídeo no sorgo.

Sabe-se que 24 h de maceração conduz a melhor resultado que 3 h (29). Não se tinha informação com 4 h, como indica a A.O.A.C. (2) para leguminosas.

Por outro lado, pareceu necessário verificar se haveria diferença entre manter os frascos arrolhados até o momento da análise ou mante-los conectados aos aparelhos de destilação durante todo o tempo de maceração, como indica RABINO (24).

Pelo experimento auxiliar nº 1 sabia-se que o tempo a ser

dispendido para a conexão deveria ser o mais reduzido possível. Restava saber se, mesmo com a conexão rápida do balaõ ao destilador, no momento da análise, haveria perda de ácido cianídrico, que pudesse ser determinada pelo processo analítico adotado.

Os resultados indicaram que a maceração durante 24 h permite liberar maior quantidade de ácido cianídrico, do que durante 4 horas, à temperatura ambiente. Mas o tipo de vedação, nas condições do experimento, não conduz a diferenças significativas nos resultados, bem como não há interação tempo x conexão.

A importância da informação sobre o tipo de vedação está no fato de se poder utilizar o mesmo aparelho de destilação, mais de uma vez, no mesmo dia, aumentando a possibilidade de se fazer maior número de determinações.

## 6.2. - Experimento principal.

6.2.1. - Influência do estágio de desenvolvimento. - Os dados obtidos permitem verificar que com a idade, tôdas as variedades, normalmente, reduzem a quantidade de ácido cianídrico potencial. Essa informação concorda com os resultados obtidos por vários autores (3, 9, 15, 17, 24, 33, 34).

O efeito da adubação nitrogenada, contrário ao efeito de desenvolvimento vegetativo, foi maior que este, e, determinou nas variedades  $V_1$  e  $V_2$  aumentos apreciáveis de ácido cianídrico potencial. Porém, atingidos os valores máximos, houve queda gradual dos teores tóxicos, até a maturidade.

A variedade  $V_1$  foi a que se mostrou mais sensível à influência do estágio de desenvolvimento, perdendo mais rapidamente seu conteúdo de princípio tóxico.

6.2.2. - Influência da variedade. - Vários autores (3, 9, 22, 28, 34) salientam que variedades distintas de sorgo possuem diferentes teores tóxicos.

As análises estatísticas, dos dados das 3 primeiras coletas, indicaram que a variedade granífera  $V_3$  diferiu significativamente da média das variedades forrageiras  $V_1$  e  $V_2$ . Ela apresentou sempre o mais baixo teor.

Entretanto é preciso levar em consideração que as análises de laboratório foram feitas em estágios diferentes de desenvolvi-

mento, para as 3 variedades. A  $V_3$  é a variedade de ciclo vegetativo mais curto entre as 3 ensaiadas. Estava próxima da maturidade completa ao se procederem as coletas. Mesmo assim, manteve sempre pequena concentração de ácido cianídrico potencial, até após a floração.

Comparando-se os dados num mesmo estágio de desenvolvimento, em tôdas as variedades, como pouco antes ou logo após a floração, a variedade  $V_3$  seria mais rica em ácido cianídrico potencial que a  $V_1$ , mas menos que a  $V_2$ . Essa afirmação pode ser constatada no quadro nº 15, sabendo-se que 25 e 45 dias após a adubação em cobertura, a  $V_3$  e a  $V_2$ , respectivamente, estavam floridas. A variedade  $V_1$  já não apresentava ácido cianídrico bem antes de florescer.

NELSON (21) comparando duas variedades graníferas com uma forrageira, achou que 77 dias após a sementeira (sementeira em 29 de maio e coleta em 14 de agosto), as graníferas continham teor mais elevado de ácido cianídrico potencial que a forrageira. Cita NELSON autores como FRANZKE e MORRISON, que afirmam serem as variedades forrageiras mais ricas em ácido cianídrico que as graníferas.

Contudo, neste experimento, verificou-se que na época de florescimento, a variedade granífera apresentou maior quantidade de ácido cianídrico potencial que uma forrageira ( $V_1$ ), mas, menor que outra ( $V_2$ ).

Os fatores que mais influenciariam êstes resultados, aparentemente contraditórios, seriam variedade e estágio fisiológico das plantas por ocasião das coletas.

Ressalta-se a importância de se relacionar os estágios de desenvolvimento dos sorgos com seus graus de toxicidade, nas comparações entre variedades.

Comparando-se as variedades forrageiras entre si, verificou-se que, estatisticamente, só na 3a. coleta houve diferença significativa. Essa diferença foi determinada pela adubação nitrogenada em cobertura.

É necessário observar, porém, que apesar da variedade  $V_2$  ter ciclo mais curto que a  $V_1$ , elas atingem o mesmo porte na maturidade. A taxa de crescimento da  $V_2$  é, portanto, maior e seria de se esperar que essa variedade fôsse mais influenciada na redução da concentração de ácido cianídrico potencial, por ação de fatores ambientais que favorecessem seu desenvolvimento (9).

Entretanto, foi a variedade  $V_1$  que perdeu mais rapidamente seu conteúdo tóxico. Esta é uma característica importante, que se atribui à variedade  $V_1$ , evidenciada pelo experimento.

Se a comparação fôsse feita para um mesmo estágio vegetativo que correspondesse ao alcançado pela  $V_2$  aos 36 ou mais dias após a emergência, a variedade  $V_2$  seria a de maior teor tóxico, entre as três variedades.

6.2.3. - Efeito da adubação nitrogenada em cobertura. - Todas as variedades reagiram positivamente à adubação nitrogenada em cobertura. Para as variedades forrageiras o efeito da adubação ficou evidenciado, estatisticamente, na 2ª coleta (15 dias após a adubação).

Na  $V_3$  as diferenças, em valores absolutos, entre as quantidades de ácido cianídrico das parcelas  $N_0$  e  $N_1$  na 2ª coleta foram pequenas, não evidenciadas na análise estatística. Já na 3ª coleta, além da pequena variação dos teores nas parcelas  $V_3N_1$ , houve redução de ácido cianídrico nas parcelas  $V_3N_0$ . Isso permitiu à análise estatística evidenciar o efeito de adubação nessa coleta.

A pequena variação de teor de ácido cianídrico determinado nas parcelas  $V_3N_1$ , após a adubação em cobertura, pode ser explicado, pelo estágio de desenvolvimento das plantas na época que recebeu a adubação.

De fato, os estágios vegetativos eram diferentes nas três variedades. Já haviam decorridos 2/3 do ciclo vegetativo até o florescimento para a  $V_3$ , pouco mais da metade para a  $V_2$  e pouco mais de 1/5 para a  $V_1$ , quando foi feita a adubação em cobertura.

Entretanto a observação dos valores absolutos permitem afirmar que mesmo baixos, os teores tóxicos das plantas  $V_3N_1$  persistiram por período maior do que nas plantas  $N_0$  da mesma variedade, o que é indicação de resposta ao estímulo da adubação nitrogenada.

As análises estatísticas não indicaram diferenças entre as variedades forrageiras, nas duas primeiras coletas. Ambas foram fortemente influenciadas pela adubação nitrogenada, com referência ao teor tóxico. Porém, a análise estatística dos dados da 3ª coleta (25 dias após a adubação) indicou diferença. Isso porque a  $V_2$  manteve por período mais longo a alta concentração de ácido cianídrico potencial, do que a  $V_1$ .

A rapidez relativa, com que a  $V_1$  diminui seu teor tóxico,

é uma característica desejável para recomendá-la na utilização em alimentação animal.

6.2.3.1. - Períodos de aumento e persistência de altos teores tóxicos, determinados pela adubação nitrogenada em cobertura. - Importante sob o ponto de vista prático, pois interessa ao manejo do sorgo considerado como capineira ou pastagem, é a observação dos períodos em que se processa e se mantém o aumento de ácido cianídrico potencial, após a adubação nitrogenada.

Nas condições do experimento, os máximos de toxicidade foram alcançados entre o 5º e o 25º dias após a aplicação de adubo nitrogenado, para as variedades forrageiras.

Este resultado concorda com o obtido por BOYD et alii (3).

Os aumentos determinados tornam as variedades  $V_1$  e  $V_2$  muito perigosas, sendo pois contraindicado o fornecimento desses sorgos verdes aos animais, nesse período. Para a variedade  $V_2$  seria mesmo conveniente aumentar o intervalo de segurança para 45 dias, pois esta variedade mantém por mais tempo o elevado teor tóxico.

6.2.3.2. - Comparação entre as parcelas  $N_0$  e  $N_1$ . - Após a adubação em cobertura, numa mesma variedade, as parcelas  $N_1$  apresentaram maiores valores absolutos em ácido cianídrico potencial, que as parcelas  $N_0$ . Esse resultado pode ser observado no gráfico 2 (a, b, c) baseado nos dados médios do quadro nº 15, e concorda com o resultado obtido por FRANZKE et alii (9). Só para a variedade  $V_3$  é que as quantidades da 1ª coleta, podem ser consideradas equivalentes.

As diferenças entre os valores absolutos das parcelas  $N_1$  e  $N_0$ , vão se reduzindo com o desenvolvimento das plantas, e podem, nos estágios mais avançados, como depois do florescimento, não ser estatisticamente diferentes.

6.2.4. - Efeito do adubo nitrogenado, aplicado na semeadura. - O adubo nitrogenado aplicado na semeadura não determinou diferença nos teores tóxicos, comprovadas estatisticamente, nos estágios avançados de desenvolvimento.

A análise estatística dos dados da 1ª coleta, mostrou não haver diferença significativa devido a adubação. Isso além de indicar que, após 5 dias da aplicação do adubo nitrogenado em cobertura, os efeitos da adubação não se fizeram sentir, indica mais que a adubação nitrogenada, feita na sementeira, não determinou efeitos persistentes até 36 dias após a emergência.

Esse resultado confirma e amplia a observação de FAVERO (7) que informou não haver diferença entre os teores de ácido cianídrico potencial, nos estágios avançados de desenvolvimento, pela aplicação de adubo nítrico na sementeira. Os dados deste experimento reduzem o período para 36 dias após a emergência da plântula, e estendem as conclusões para os adubos amoniacais.

Assim, é necessário maior cuidado com o fornecimento de sorgo verde aos animais, quando se procede à adubação nitrogenada em cobertura, após 25 a 35 dias da emergência, do que quando se aduba por ocasião da sementeira.

6.2.5. - Toxicidade relativa das variedades. - Baseando-se nos dados experimentais obtidos, as variedades forrageiras  $V_1$  e  $V_2$ , poderiam oferecer perigo de intoxicação, em determinados estágios de crescimento.

Essa afirmação, de grande interesse prático, é fundamentada no "grau de toxicidade relativa" proposto por BOYD et alii(3), com as ressalvas indicadas por aqueles autores, quanto ao vigor, tipo de estômago, estado de nutrição momentânea, tamanho dos animais e capacidade de desintoxicação da espécie.

No gráfico nº 3, estão esquematizadas as classificações dos diversos sorgos provados no experimento, desde 36 até 76 dias após a emergência da plântula, com os dados médios do quadro nº 15.

Os resultados indicaram que a variedade  $V_3$  não seria causadora de intoxicações, pois, seu grau de toxicidade relativa permaneceu muito baixo, em todas as fases consideradas. As plantas  $V_2N_1$  poderiam causar contratemplos até 66 dias, enquanto que as  $V_2N_0$  com 46 dias representariam pequeno perigo de intoxicação. As plantas  $V_1N_0$  desde os 36 dias tiveram teores baixos, e as  $V_1N_1$  até os 56 dias poderiam oferecer algum perigo.

Apesar da intoxicação por sorgo verde depender de inúmeros fatores, não seria pois isento de risco a ingestão de plantas novas, desses sorgos forrageiros, pelos ruminantes em pastejo,

principalmente se a ingestão fôr contínua e o animal estiver faminto. Isto porque, em pastejo o animal seleciona, dando preferência às folhas novas e tenras, justamente as de maior conteúdo de princípio tóxico (20, 17).

Considerando que os dados apresentados neste experimento são os obtidos em limbos de folhas verdes, pode-se dar uma explicação plausível da ausência de efeitos tóxicos, nos casos constatados na prática, quando houve ingestão, por ruminantes, do sorgo verde da variedade  $V_1$ , em fase de desenvolvimento. Considera-se também que após as 3 ou 4 primeiras semanas de vida da planta, os colmos têm quantidade cada vez mais reduzida de ácido cianídrico potencial (33).

A variedade de sorgo mais plantada no Estado de São Paulo é a  $V_1$ .

Normalmente não se usa adubo nitrogenado e o sorgo é fornecido aos animais após 36 dias da emergência.

A toxicidade relativa da variedade  $V_1$  nessa fase seria baixa, e por isso o pastejo não teria causado intoxicações.

Para o caso de fornecimento de sorgo verde no côcho, o perigo de intoxicação seria atenuado, pois a relação caule (com bainha)-fôlha, que se pode observar no quadro nº 16, cresce a partir de aproximadamente 1:1 até 8:1 nos estágios mais avançados de desenvolvimento da planta. Como a toxicidade do cômlo é reduzida ou nula, o animal poderia ingerir, sem perigo, grandes quantidades de forragem verde, como têm sido relatado por técnicos.

O pastejo, após 36 dias, é muito mais perigoso para os animais, que o fornecimento de planta inteira picada, considerando ainda que há redução de ácido cianídrico potencial quando o material verde se desidrata, como no processo normal de fenação (9).

Para a variedade  $V_2$ , precauções quanto ao fornecimento de sorgo verde, são imprescindíveis, em especial quando a propriedade pertence a criador evoluído, que utiliza adubos nitrogenados em suas culturas. A substituição da variedade  $V_1$  pela  $V_2$ , deve ser acompanhada de instruções relativas a êsse problema.

O sorgo Santa Elisa 38, não pode ser classificado como de baixo teor tóxico, à vista dos resultados obtidos neste experimento. Pode provocar intoxicações, se a cultura receber adubo nitrogenado em cobertura.



Entretanto, êle apresentou uma característica importante. Seu teor tóxico decresceu rapidamente, de modo que, ainda em plena fase de desenvolvimento, sua toxicidade relativa foi baixa, mesmo submetido a adubação nitrogenada em cobertura. Maior significância se dá ao fato, por êsse sorgo ter ciclo vegetativo longo (140 dias até o florescimento), havendo pois grande período em que êle poderá ser fornecido verde, como capineira.

6.2.6. - As rebrotas. - As rebrotas das três variedades apresentaram altos teores de ácido cianídrico potencial, revelando serem muito perigosas para consumo. Como era de se esperar a adubação nitrogenada não produziu efeito persistente até a nova brotação.

As variedades forrageiras são mais tóxicas que a granífera, na rebrota, mas entre si não houve diferença.

É necessário observar que os períodos em que as rebrotas se desenvolveram foram mais secos do que os meses de dezembro e janeiro, época de desenvolvimento das plantas-mães (ver quadro nº I, no Apêndice). O crescimento dos brotos se processou de modo mais lento do que o das plantas-mães, nos estágios iniciais.

Se a rebrota se comporta como planta jovem (9) esta é mais uma indicação de que nos primeiros estágios de desenvolvimento os sorgos provados neste experimento são impróprios para consumo.

6.2.7. - Interferência da praga Contarinia sorghicola Coq. no experimento. - Pretendia-se, neste trabalho, fazer determinações de ácido cianídrico potencial em materiais com grãos leitosos e duros, utilizando-se tôda a panícula e os grãos separados.

Entretanto, só as primeiras plantas de V<sub>3</sub> a florescerem chegaram a produzir poucos grãos. As demais emitiram panículas normalmente, floresceram, mas não produziram grãos. Estudos da cadeira de Fitopatologia e Microbiologia Agrícola da ESALQ (cadeira nº 11) solicitados pelo autor, excluíram a possibilidade de doença. Posteriormente, o autor, juntamente com o fitopatologista incumbido do trabalho (\*) observaram pequenas moscas e comprovaram que elas eram causadoras da perda dos grãos.

---

(\*) - Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> ARMANDO TAKATSU aluno pós-graduado de Fitopatologia e Microbiologia Agrícola, na E.S.A.L.Q.

Comprovada a causa, moscas foram enviadas a Cadeira nº 17 da ESALQ (Entomologia) onde, em colaboração com a Seção de Entomologia do Instituto Agronômico de Campinas, foram identificadas como Contarinia sorghicola Coq.

Essa praga, pela primeira vez constatada no Brasil "é fator limitante da produção de grãos em tôdas as regiões onde se cultiva sorgo" (26). Antes da observação da mosca, pelo autor, durante este experimento, a sua presença "tinha passado despercebida por ser um inseto minúsculo, cujas larvas se desenvolvem no interior das flores com sementes em desenvolvimento. A não produção de grãos, até então, era atribuída à esterilidade genética, muito comum nesse cereal e a outras causas" (26).

No experimento, a infestação acarretou perda total da produção de grãos, de tôdas as variedades, favorecida que foi pelo florescimento desigual das parcelas e pelas condições ambientais bastante favoráveis à propagação da praga.

6.2.8. - A possível influência de alguns fatores, sobre os teores de ácido cianídrico potencial em sorgo. - A possível influência dos tratos culturais e da precipitação pluviométrica, poderiam explicar os comportamentos nitidamente diferentes dos blocos entre si, na 1ª coleta, com reflexos nas demais.

Os fatores ambientais podem determinar mudanças de toxicidade (9, 16).

Os blocos sofreram, de modo drástico, influências de certos fatores. Alguns deles agiram sobre as plantas nos diferentes blocos em períodos vegetativos diferentes, resultando daí, por interação de influências, resultados diferentes nas análises de laboratório. Os principais fatores foram:

6.2.8.1. - Desbaste. - Por mais cuidadoso, o desbaste afeta as plantas remanescentes, provocando injúrias. A extensão dessas injúrias depende em parte do número de plantas eliminadas, da idade dessas plantas, do tipo e umidade do solo. A duração do efeito da injúria depende, além da resistência da planta, das condições ambientais no momento e posteriores ao ato. Também, em última análise, o desbaste corresponde a uma adubação, por reduzir a competição por nutrientes, entre as plantas.

A literatura oferece conclusões de que a injúria mecânica eleva o teor tóxico do sorgo (10) e que a fertilidade do solo é fator importante (3, 9, 22, 33).

O desbaste no bloco I, foi feito em terreno úmido, no II com terreno relativamente seco e no III com média umidade relativa, como se depreende do quadro nº II no Apêndice. Os efeitos prováveis da injúria produzida pelo desbaste seriam diferentes para os blocos, isto é, decrescente do II para o III e deste para o I.

6.2.8.2. - Solubilização do adubo nitrogenado pôsto em cobertura. - Vários autores (9, 21, 22) verificaram a influência do nitrogênio nos teores tóxicos do sorgo, sendo os resultados concordantes com os deste trabalho.

É evidente que nos experimentos de campo, com adubação em cobertura, melhores condições para solubilização do adubo, permitirão oferecer mais prontamente o adubo à planta e mais cedo se farão sentir seus efeitos.

Há informação (3) de que se verificam aumentos progressivos dos teores tóxicos do 4º para o 12º dia após a aplicação de adubos nitrogenados.

Em se tratando de adubação em cobertura, a solubilização do adubo dependerá, entre outros fatores, da precipitação pluviométrica posterior à aplicação, bem como do grau de umidade do terreno, no período da aplicação.

A adubação nitrogenada em cobertura, no bloco I foi feita no dia 6/1/67, quando ocorreu chuva de 5,4 mm em 1 h 15 min., seguindo-se 3 dias com ausência quase total de chuva (ver quadros nºs I e III, no Apêndice). No dia 10 ocorreu chuva de 13,9 mm em 4 h. Parte do adubo teria sido solubilizado no dia 6. A reação da planta à adubação seria acelerada após o dia 10, quando as chuvas possibilitariam maior solubilização do adubo.

Já o bloco II recebeu adubação no dia 11, em período que teve chuva suficiente para solubilizar o adubo imediatamente, e as plantas poderiam responder rapidamente ao estímulo.

O bloco III foi adubado no dia 18, seguindo-se dias relativamente secos, e a aelubilização do adubo só teria sido possível no dia 22 ou seja 4 dias após a adubaçãõ.

No 5º dia após a distribuição do adubo, para cada bloco, foram feitas as coletas de material para análise de laboratório.

O quadro da distribuição da precipitação pluviométrica (quadro nº III, no Apêndice), durante o intervalo compreendido entre a adubaçãõ e a primeira coleta, nos 3 blocos, mostra que o bloco II teve melhores condições para solubilizaçãõ do adubo, seguido do bloco I e por último o bloco III.

6.2.8.3. - Precipitação pluviométrica. - Já se tem informações de que

precipitação pluviométrica tem correlaçãõ negativa com quantidade de ácido cianídrico potencial em sorgo (7, 9). Entretanto chuva de 25,25 mm não tem grande efeito na reduçãõ de ácido cianídrico (9). O aumento de teor de umidade do solo reduz o conteúdo de ácido cianídrico do sorgo (9), e o decréscimo de umidade do solo determina aumento de teor tóxico (17).

O efeito da umidade seria indireto, por proporcionar maior taxa de crescimento da planta, e a conseqüente reduçãõ de teor tóxico (33).

E' pois razoável esperarem-se variações nos teores de ácido cianídrico potencial pela variaçãõ da umidade do solo.

Do desbaste à primeira coleta (ver quadro nº IV, no Apêndice), o bloco I recebeu menor precipitaçãõ e portanto acusaria menor decréscimo no teor tóxico, por influênciã da umidade de solo. Os blocos II e III apesar de receberem a mesma quantidade de chuva, no total, apresentaram diferenças na distribuiçãõ, que favoreceria o bloco II, com relaçãõ ao III no aumento de teor tóxico. O bloco III seria o único a sofrer grande influênciã da precipitaçãõ, antes de responder ao efeito positivo da adubaçãõ, inclusive recebendo uma chuva de 48,2 mm em 7 h 20 min.

A interaçãõ dêsse 3 fatores (desbaste, solubilizaçãõ do adubo e precipitaçãõ pluviométrica), principalmente, determinaria as variações das quantidades de HCN potencial

constatadas na primeira coleta, com reflexos nas demais. O fator de maior influência seria a solubilização de adube.

6.2.9. - Sugestões para futuros experimentos. - A indicação de adubação nitrogenada para gramíneas, são de que êsses adubos sejam colocados à disposição da planta, parceladamente, à medida que o desenvolvimento vegetativo se processa.

Como a cultura de sorgo tende a se ampliar no Estado de São Paulo, seria necessário que experimentos fôsem realizados, visando estabelecer as necessidades de nitrogênio para o sorgo, nos diversos tipos de solos, a fim de se obter máxima produção econômica.

Nas terras em que a adubação nitrogenada fôr indicada, é de toda conveniência, para a alimentação animal, que se verifique a possibilidade de substituição, econômica, da adubação mineral, pela orgânica.

Na falta de experimentos específicos, em nosso meio, a utilização de estêrco de mangueiro seria aconselhável, por já existirem indicações (10) de que o estêrco reduz o nível de HCN potencial no sorgo.

A adubação mineral, exige, como se depreende dêste experimento, que medidas acauteladoras sejam tomadas por períodos relativamente grandes, para evitar possíveis perdas de animais.

Interessantes também seriam novos experimentos, para verificar se adubações nitrogenadas em cobertura, fracionadas, determinariam aumentos de teores tóxicos após cada aplicação, e se, os períodos em que permanecem altos os teores, seriam ou não variáveis.

## 7. - CONCLUSÕES

Os dados obtidos neste trabalho permitem tirar as seguintes conclusões:

7.1 - Durante a maceração em água, de material verde de sorgo, à temperatura ambiente, ocorre desprendimento de ácido cianídrico. Com 4 horas de maceração o total de ácido cianídrico desprendido é maior do que com 2 horas.

- 7.2 - A maceração em água por 24 horas, à temperatura ambiente, libera maior quantidade de ácido cianídrico do que por 4 horas.
- 7.3 - Não há necessidade da maceração se processar com os recipientes ligados ao aparelho de destilação, desde que se tomem providências para perfeita vedação dos frascos e para rápida conexão no momento da análise.
- 7.4 - As variedades forrageiras Santa Elisa 38 e Sart, apresentaram maior conteúdo de ácido cianídrico potencial, que a variedade granífera Redbine 66, dos 36 aos 66 dias após a emergência.
- 7.5 - As três variedades reagiram positivamente a adubação nitrogenada em cobertura. As forrageiras mais fortemente que a granífera.
- 7.6 - A variedade Sart manteve por período mais longo a alta concentração de ácido cianídrico potencial, devida ao efeito da adubação nitrogenada em cobertura, sendo portanto, nessas condições, mais perigosa para alimentação animal.
- 7.7 - A variedade Santa Elisa 38, perdeu mais rapidamente seu teor tóxico, de modo que ainda em plena fase de desenvolvimento (1/3 do período vegetativo, até o florescimento) sua toxicidade relativa foi baixa, mesmo com adubação nitrogenada. Entretanto, ela em certas condições e determinados estágios poderia provocar intoxicação.
- 7.8 - As quantidades de ácido cianídrico potencial, em todas as variedades, diminuem com o desenvolvimento das plantas, após atingidos os níveis máximos.
- 7.9 - Os máximos de toxicidade nas variedades forrageiras foram constatados entre o 5º e o 25º dia após a aplicação do adubo nitrogenado em cobertura.
- 7.10 - O adubo nitrogenado aplicado por ocasião da semeadura não determinou diferença estatística, após 36 dias da emergência das plantas.
- 7.11 - As rebrotas aos 30 dias, em todas as variedades, possuem alto teor tóxico. A granífera menos que as forrageiras.
- 7.12 - Há necessidade de se considerar o conceito de toxicidade dos sorgos, em função do estágio de desenvolvimento vegetativo das plantas.

8. - R E S U M O

A execução, pelo Departamento da Produção Animal da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, do plano de "Fazendas Piloto" difundiu a cultura do sorgo forrageiro Santa Elisa 38, para produção de silagem.

A baixa qualidade da silagem obtida e a boa aceitação do sorgo verde, tornou generalizada a prática de arraçamento do gado bovino com a forragem verde. A ausência de casos comprovados de intoxicações levaram técnicos e criadores a considerarem a variedade Santa Elisa 38, de baixo teor tóxico.

Devido ao longo ciclo vegetativo dessa variedade e a má qualidade da silagem que produz, a tendência é substituí-la por outra variedade ferrageira de ciclo mais curte (Sart) ou por uma variedade graminífera (Redbine 66). Essa substituição, persistindo as práticas atuais de arraçamento, poderia provocar casos fatais em bovinos, se as características quanto a toxicidade dessas novas variedades fossem diferentes.

A cultura normal de sorgo no Estado de São Paulo não inclui a adubação nitrogenada. Entretanto com a vagarosa, mas crescente melhoria técnica da produção de alimentos para bovinos, nas fazendas, a utilização de adubos nitrogenados será imprescindível, em certas áreas, na cultura do sorgo.

Este experimento teve por finalidade determinar os teores de ácido cianídrico potencial, das variedades de sorgo, Santa Elisa 38, Sart e Redbino 66, nas fases de desenvolvimento vegetativo em que poderiam ser fenecidas verdes aos animais. Também visou-se verificar os efeitos da adubação nitrogenada sobre os teores tóxicos dessas variedades.

O delineamento programado foi o de blocos ao acaso com 3 repetições e esquema fatorial 3 x 2 onde os fatores foram variedades e níveis de adubação.

Experimentos auxiliares foram realizados para obter informações sobre alguns aspectos da técnica de determinação de ácido cianídrico, a partir de folhas verdes de sorgo. Considerou-se o desprendimento de ácido cianídrico durante a maceração, o tempo de maceração e os tipos de vedação dos frascos, com os macerados.

Utilizando processo analítico de titulação alcalina, segundo a A.O.A.C., com modificações, obtiveram-se dados que permitem a-

firmar que as variedades forrageiras podem causar intoxicações nos animais e que há efeito positivo de adubação nitrogenada em cobertura, nas 3 variedades.

Foi possível evidenciar característica da variedade Santa Elisa 38 que explica a ausência de casos fatais em ruminantes, pela ingestão desse sorgo verde.

São discutidos os resultados da influência de variedade, adubação e interação variedade x adubação, que conduzem a informações de caráter prático.

A não produção de grãos, nas 3 variedades, impossibilitou a determinação de HCN potencial nos estágios de grãos leitosos e duros, como estava programado. Esse fato entretanto possibilitou ao autor constatar, pela primeira vez no Brasil, a incidência de Contarinia sorghicola Coq. praga limitante da produção de grãos em sorgo.

#### 9. - S U M M A R Y

The execution by the Department of Animal Production of the Secretary of Agriculture of the State of São Paulo, of the "Pilot Farms" plan increased the use of "Santa Elisa 38" forage sorghum as silage.

The low quality of silage obtained and the good acceptance of green sorgo, increased the practice of green feeding of sorgo for cattle. The absence of confirmed cases of intoxication caused technicians and producers to consider the variety "Santa Elisa 38" to be of a lower toxic level.

Due to the long vegetative cycle of this variety and to the poor quality of silage produced, the tendency is to substitute other forage varieties of shorter season (such as Sart) or a grain variety (such as Redbine 66). This substitution, if continuing in the feeding of cattle, could lead to fatal cases if the characteristics regarding toxicity of these new varieties are different.

The normal culture of sorgo in the State of São Paulo does not include nitrogen fertilization. However, with the slow but continuous improvement in techniques of the production of feed for cattle on the farm, the use of nitrogen fertilizer will be indispensable, in certain areas, in sorghum culture.



The object of this experiment was to determine the levels of HCN potential of the sorghum varieties, Santa Elisa 38, Sart and Redbino 66, in phases of vegetative growth in which could be fed green to the animal. Also to try to determine the effects of nitrogen fertilizer on the toxicity of these varieties.

A randomized block design was used with 3 replications. Treatments were factorial (3 x 2) using 3 varieties and 2 levels of nitrogen fertilizer.

Auxiliary experiments were carried out to obtain information about various aspects of the technique for determining HCN using green leaves of sorgho. Factors considered were: liberation of HCN during maceration, time of maceration, and the types of connections for the flasks containing the material.

Using the process of alkaline titration (A.O.A.C.) with modifications, data were obtained that permitted affirmation that the forage varieties could cause intoxication in the animals, and that there was a positive effect of nitrogen on the 3 varieties.

It was possible to show a characteristic of the variety Santa Elisa 38 that explained the absence of fatal cases in ruminants ingesting this forage.

Discussed are results of the influence of variety, fertilization and their interaction that gives information of a practical nature.

The lack of grain production in all 3 varieties made it impossible to determine the HCN potential in the "milk" and "hard" stages of grain as was programed. This fact however, made it possible for the author to verify, for the first time in Brazil, the incidence of the insect Contarinia sorghicola Coq., a limiting factor in the production of sorghum grain.

10.- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- ALCANTARA, M.J. O sorgo forrageiro. São Paulo, Departamento da Produção Animal, 1966. 8 p.
- 2.- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. Tenth addition. Washington, A.O.A.C., 1965. 957 p.
- 3.- BOYD, F.T. et alii. Sudangrass management for control of cyanide poisoning. Agron. J. 30(7): 569-582. 1938.
- 4.- COMISSÃO DE SOLOS. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Bolm Serv. nac. Pesq. agron., Rio de J. 12, 634 p. 1960.
- 5.- DILLEMANN, G. Composés cyanogenetiques. In Ruhland, W., ed. Encyclopedia of plant physiology, VIII. Berlin, Springer Verlag, 1958 p. 1050-1075.
- 6.- DOWELL, C.T. Cyanogenesis in Andropogon sorghum. J. agric. Res. 16(7): 175-181. 1919.
- 7.- FAVERO, A. Variazioni del tenore in acido cianidrico del sorgo in rapporto all'epoca della semina e allo sviluppo della pianta. Riv. Zootec. 26(9): 256-259. 1953.
- 8.- FOOT, D. & ANDRADE SOBRINHO, J. Cultura de sorgo forrageiro. Bolm Inst. agron. Campinas 29, 16 p. 1956.
- 9.- FRANZKE, C.J. et alii. A study of sorghum with reference to the content of HCN. Tech. Bull. S. Dak. St. Coll. 1, 51 p. 1939.
- 10.- FRANZKE, C.J. & HUME, A.N. Effect of manure, moisture and mechanical injury on the HCN content of sorghum. Agron. J. 37(7): 523-531. 1945.
- 11.- \_\_\_\_\_ Liberation of HCN in sorghum. Agron. J. 37(10): 848-851. 1945.
- 12.- GALLO, J.R. Determinação de ácido cianídrico em mandioca: método de análise em uso no Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, datilografado, s.d. 2 p.
- 13.- GEORGE WASHINGTON UNIVERSITY, ed. Sorghum: a bibliography of the world literature covering the years 1930-1963. Metuchen, Scarecrow press, 1967. p.193-200.
- 14.- GRANER, E.A. & GODOY Jr., C. Culturas da fazenda brasileira. 3a. ed. São Paulo, Melhoramentos, 1964, 461 p.
- 15.- HAUSWIRTH, E.A. El contenido de dhurrina en sorgos forrajeros. Primera comunicacion: Efectes de la seleccion. Revta agron. NE Argent. 1(2): 181-211. 1954.

- 16.- \_\_\_\_\_ El contenido de dhurrina en sorgos forrajeros.  
II - Notas fisiologicas. Revta agron. NE Argent. 2(1): 5-24.  
1956.
- 17.- HOGG, P.G. & AHLGREN, H.L. Environmental, breeding and inheritance studies of HCN in sorghum vulgare var. sudanense. J. agric. Res., 67(5): 195-210. 1943.
- 18.- KOLTHOFF, I.M. & SANDELL, E.B. Textbook of quantitative inorganic analysis. 3a. ed. New York, Macmillan, 1965. 759 p.
- 19.- MACILROY, R.J. The plant glycosides. London, Edward Arnold, 1951. 138 p.
- 20.- MARTIN J.H., COUCH, J.F. & BRIESE, R.R. Hydrocyanic acid content of diferent parts of the sorghum plant. Agron. J. 30(9): 725-734. 1938.
- 21.- NELSON, C.E. Hydrocyanic acid content of certain sorghums under irri gation as affected by nitrogen fertilizer and soil moisture stress. Agron. J. 45(12): 615-617. 1953.
- 22.- PATEL, C.J. & WRIGHT, M.J. The effect of certain nutrients upon the hydrocyanic acid content of sudangrass grown in nutrient solution. Agron. J. 50(11): 645-647. 1958.
- 23.- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 2a. ed. Piracicaba, E.S.A.L.Q. 1963. 384 p.
- 24.- RABINO, L.M. Comportamiento agricola y toxicidad de algunos sorgos ensayados en Mendoza. Revta Fac. Cienc. agrar. Univ. nac. Cuyo. 6(1): 63-87. 1956.
- 25.- RANZANI, G., FREIRE, O. & KINJO, T. Carta de solos do município de Piracicaba. Piracicaba, Centro de Estudos de solos, 1966. 85 p.
- 26.- ROSSETTO, C.J., NAKANO, O. & BANZATTO, N.V. Praga: fator limitante na produção de sorgo granífero. Agrônômico, 19(3/4): 1 1967.
- 27.- ROSTON, A.J. Forrageiras usadas para produção de leite. Suplemento Agrícola de "O Estado do São Paulo" 569, 16 p. 1966.
- 28.- SMITH, D.C. Cyanogenetic glucoside in relation to breeding of sudan-grass and its relatives. Anais do IX Congresso Internacional de Pastagens, 1: 121-123. 1965.
- 29.- SWANSON, C.O. Hydrocyanic acid in sudangrass. J. agric. Res. 22(3): 125-138, 1921
- 30.- TREADWELL, F.P. & HALL, W.T. Química analítica, vol II: análise quan titativa. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara, 1947, 722 p.
- 31.- VIEGAS, G.P. Resposta à consulta. Sel. Zootec. 9: 26. 1962.
- 32.- VIEGAS, G.P. & BANZATO, N.V. Sorgos graníferos e forrageiros de São Paulo. Bolm Inst. agron. Campinas 129, 31 p. 1963.

- 33.- WILLAMAN, J.J. & WEST, R.M. Notes on the hydrocyanic acid content of sorghum. J. agric. Res. 4(2): 179-185.
- 34.- \_\_\_\_\_ Effect of climatic factors on the hydrocyanic acid content of sorghum. J. agric. Res. 6(7): 261-272. 1916.

11.- A P Ê N D I C E

## QUADRO I

Dados meteorológicos fornecidos pela Cadeira nº 1  
(Física e Meteorologia) da E.S.A.L.Q.

Dezembro de 1966

DIAS	C H U V A S		T E M P E R A T U R A S		
	Altura M/m.	Duração horas	Máxima	Mínima	Média
1	00	--	33,8	19,0	26,3
2	00	--	33,4	19,0	26,6
3	7,3	2,40	32,4	21,4	26,6
4	0,5	0,05	33,4	22,0	23,1
5	3,6	0,15	33,0	22,0	26,2
6	11,5	0,30	34,0	18,8	25,0
7	00	--	33,4	19,6	24,8
8	13,5	4,35	30,8	19,0	23,6
9	00	--	33,4	16,2	25,1
10	00	--	34,8	20,8	26,4
11	4,5	0,20	35,2	19,8	26,7
12	00	--	35,2	21,4	27,5
13	3,5	0,25	34,4	22,2	24,8
14	00	--	33,2	20,2	26,0
15	00	--	32,2	21,8	24,8
16	6,9	3,45	30,2	21,0	25,2
17	15,8	2,00	31,2	20,4	24,2
18	1,8	2,20	31,6	20,4	25,5
19	00	--	29,8	22,4	24,5
20	1,4	1,10	26,4	21,2	23,3
21	50,0	5,40	22,6	18,0	20,3
22	35,9	9,40	20,8	15,6	18,4
23	49,2	24,00	20,6	16,5	18,0
24	4,2	4,40	23,2	15,2	15,5
25	00	--	25,6	13,6	18,9
26	00	--	28,6	13,4	20,5
27	4,7	--	21,6	17,2	19,0
28	11,1	5,10	29,8	15,0	22,6
29	00	--	30,8	17,0	23,6
30	00	--	33,0	17,0	24,8
31	00	--	33,0	17,4	23,9
TOTAL	155,1	67,15	--	--	--
MÉDIA	--	--	30,3	18,8	23,6

## Continuação Quadro I

Janeiro de 1967

DIAS	CHUVAS		TEMPERATURAS		
	Altura M/m.	Duração horas	Máxima	Mínima	Média
1	00	00	32,3	16,2	22,8
2	18,6	0,45	31,7	17,4	23,2
3	20,3	5,05	29,8	18,2	22,9
4	5,8	0,50	29,3	19,0	23,8
5	00	00	26,0	20,4	22,1
6	5,4	1,15	29,6	18,8	21,9
7	00	00	30,4	16,4	22,7
8	00	00	31,8	17,2	23,9
9	1,5	0,10	30,8	23,6	24,7
10	13,9	4,00	29,6	19,6	23,1
11	6,6	0,50	26,9	19,4	22,3
12	28,4	5,00	26,7	20,0	22,2
13	24,8	2,40	29,4	19,6	23,5
14	9,7	2,02	29,1	19,2	22,8
15	1,4	0,25	28,8	19,4	22,5
16	48,2	7,20	28,7	18,8	21,8
17	2,7	1,20	30,5	17,8	23,6
18	0,1	0,05	31,2	19,0	24,6
19	0,3	0,40	29,2	20,6	23,0
20	2,7	1,00	29,4	19,4	22,8
21	5,0	4,05	32,0	20,2	25,3
22	27,3	6,35	28,8	20,0	22,6
23	00	00	29,2	16,6	21,5
24	18,2	1,40	28,6	18,0	21,0
25	12,4	2,40	31,8	17,8	24,2
26	00	00	29,8	20,2	23,5
27	0,2	0,25	30,0	18,0	23,2
28	00	00	30,8	17,0	22,9
29	00	00	29,2	16,6	22,3
30	00	00	28,4	17,4	21,8
31	18,7	2,30	26,2	18,4	21,8
<b>TOTAL</b>	<b>272,2</b>	<b>50,82</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>29,5</b>	<b>18,7</b>	<b>22,9</b>

Fevereiro de 1967

1	3,3	1,50	27,4	19,8	22,4
2	22,6	4,30	29,3	20,2	23,4
3	9,8	1,40	29,1	19,0	23,0
4	7,6	1,10	28,2	19,3	21,9
5	4,6	2,00	28,4	19,2	22,3
6	4,7	3,10	26,1	19,6	21,6
7	0,2	0,15	30,6	18,4	25,6
8	15,7	1,00	29,6	18,4	23,0
9	2,4	1,10	27,8	19,8	22,4
10	18,4	2,50	28,8	19,6	23,4
11	0,8	0,30	30,0	20,4	23,9
12	0,0	0,0	31,2	19,0	23,9
13	0,0	0,0	31,2	19,3	24,3

## Continuação Quadro I

Fevereiro de 1967 (Cont.)

DIAS	C H U V A S		T E M P E R A T U R A S		
	Altura M/m.	Duração horas	Máxima	Mínima	Média
14	0,0	0,0	31,2	18,8	23,2
15	14,7	1,10	31,6	17,4	24,7
16	0,0	0,0	30,0	19,7	24,1
17	2,8	0,35	31,4	19,8	24,0
18	34,4	0,35	27,4	21,0	23,3
19	0,0	0,0	28,8	20,0	22,9
20	3,3	0,50	26,0	18,8	21,6
21	0,0	0,0	30,2	17,4	23,0
22	0,0	0,0	28,7	18,8	22,1
23	22,6	3,10	29,6	18,3	23,3
24	0,0	0,0	33,0	19,2	25,8
25	28,7	2,10	32,4	19,8	23,1
26	0,0	0,0	31,2	18,0	23,6
27	0,0	0,0	33,5	18,5	25,0
28	0,0	0,0	33,0	19,2	26,2
<b>TOTAL</b>	<b>196,6</b>	<b>27,95</b>	--	--	--
<b>MÉDIA</b>	--	--	<b>30,0</b>	<b>19,1</b>	<b>23,3</b>

Março de 1967

1	00	00	32,8	20,2	24,9
2	6,6	0,55	32,6	20,4	24,4
3	7,6	2,20	31,4	19,2	24,0
4	2,7	1,10	32,4	19,8	25,0
5	00	00	31,0	20,2	23,4
6	32,1	2,30	27,4	20,0	22,5
7	18,8	3,50	26,6	18,5	21,8
8	7,5	1,50	25,8	17,8	21,9
9	00	00	28,1	19,2	21,7
10	1,2	1,10	30,2	18,6	23,2
11	00	00	28,6	18,8	23,0
12	4,3	2,00	27,4	19,4	22,2
13	15,7	8,00	25,8	19,2	21,2
14	15,8	2,10	25,6	19,4	21,4
15	0,7	0,40	25,8	18,4	21,2
16	00	00	27,2	15,4	20,6
17	00	00	28,2	15,8	21,3
18	5,7	1,30	26,0	19,0	21,1
19	1,5	1,00	28,4	16,8	21,2
20	00	00	29,0	14,8	21,4
21	00	00	30,2	16,0	22,2
22	00	00	31,7	15,5	22,2
23	00	00	31,4	15,9	22,2
24	00	00	30,6	16,7	23,5
25	00	00	30,4	20,4	23,7
26	00	00	30,4	18,7	22,2
27	4,5	0,35	31,5	17,4	23,6
28	0,3	0,15	30,6	17,7	23,8
29	6,9	1,30	30,5	19,8	23,0
30	20,2	2,15	31,8	18,7	23,6
31	00	00	32,6	19,7	23,9
<b>TOTAL</b>	<b>152,1</b>	<b>33,40</b>	--	--	--
<b>MÉDIA</b>	--	--	<b>29,4</b>	<b>18,3</b>	<b>22,6</b>

## Continuação Quadro I

Abril de 1967

DIAS	CHUVAS		TEMPERATURAS		
	Altura M/m.	Duração heras	Máxima	Mínima	Média
1	-	-	31,6	17,8	23,8
2	-	-	31,4	18,3	25,6
3	-	-	31,8	17,6	23,7
4	-	-	30,1	16,4	21,6
5	-	-	28,4	14,4	21,0
6	-	-	30,8	14,4	21,5
7	-	-	29,2	13,9	20,4
8	-	-	29,6	12,4	20,6
9	-	-	28,6	12,4	20,0
10	-	-	29,4	13,8	20,7
11	-	-	29,6	14,4	22,0
12	-	-	27,7	18,5	22,1
13	0,3	0,20	30,0	15,8	21,6
14	-	-	30,6	16,0	22,6
15	-	-	29,8	16,8	22,4
16	1,9	0,20	25,5	17,0	19,6
17	-	-	28,7	13,6	20,6
18	-	-	29,7	13,9	20,9
19	-	-	28,8	14,1	20,3
20	-	-	29,0	12,9	20,5
21	-	-	29,3	15,1	20,9
22	0,9	0,15	28,0	13,4	20,4
23	-	-	29,5	11,6	22,7
24	-	-	29,5	16,6	20,3
25	-	-	27,1	14,3	19,8
26	-	-	26,6	13,8	19,1
27	-	-	28,0	14,2	20,2
28	0,5	0,50	27,0	14,4	20,2
29	-	-	26,0	16,6	24,9
30	-	-	27,4	14,0	19,4
TOTAL	3,6	1,05	--	--	--
MÉDIA	-	-	28,9	14,9	21,2

Maio de 1967

1	0,0	0,0	28,4	11,2	19,3
2	0,0	0,0	27,8	14,2	19,8
3	0,2	0,10	28,9	14,8	21,9
4	4,0	0,30	28,5	15,3	21,1
5	0,0	0,0	28,0	12,0	18,9
6	0,0	0,0	27,6	12,0	18,4
7	0,0	0,0	26,6	10,2	17,5
8	0,0	0,0	26,8	11,8	18,6
9	0,0	0,0	27,6	9,8	18,0
10	0,0	0,0	27,6	11,0	17,0
11	0,0	0,0	27,8	8,8	16,6
12	0,0	0,0	27,5	9,0	21,9
13	0,0	0,0	28,8	10,8	19,7
14	0,0	0,0	29,3	12,8	20,2
15	0,0	0,0	29,6	14,6	21,0
TOTAL	4,2	0,40	--	--	--
MÉDIA DO MÊS	-	-	28,3	11,8	19,1



**QUADRO II**  
Precipitação pluviométrica, em milímetros,  
por ocasião do desbaste.

(Mês de janeiro de 1967).

Dia	pp em mm	Desbaste no bloco
2 <sup>o</sup>	18,6	
3	20,3	I
4	5,8	
5	0,0	
6	5,4	
7	0,0	
8	0,0	II
9	1,5	
10	13,9	
11	6,6	
12	28,4	
13	24,8	
14	9,7	
15	1,4	III
16	48,2	
17	2,7	

(<sup>o</sup>) De 29 de dezembro a 1 de janeiro não houve chuva.

**QUADRO III**  
Precipitação pluviométrica, em milímetros,  
por ocasião da adubação em cobertura

(Mês de janeiro de 1967).

Dia	pp em mm	Operações no bloco
5	0,0	
6	5,4	I. - Adubação
7	0,0	
8	0,0	
9	1,5	
10	13,9	
11	6,6	I. - Primeira coleta II. - Adubação
12	28,4	
13	24,8	
14	9,7	
15	1,4	
16	48,2	II. - Primeira coleta
17	2,7	
18	0,1	III.- Adubação
19	0,3	
20	2,7	
21	5,0	
22	27,3	
23	0,0	III.- Primeira coleta
24	18,2	

## QUADRO IV

Precipitação pluviométrica, em milímetros,  
desde o desbaste até a primeira coleta

Bloco	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)		
	Do desbaste a adubação	Da adubação à primeira coleta	Total
I	26,1	20,8	46,9
II	15,4	70,9	86,3
III	52,3	35,4	87,7