

COMPORTAMENTO DO NITROGÊNIO “SOLÚVEL” EM CANA-SOCA EM CONDIÇÃO DE CAMPO E EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA.

NILVA TERESINHA TEIXEIRA

Orientador: FRANCISCO DE A. F. DE MELLO

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1980

Aos
meus pais,
minhas irmãs e
meus sobrinhos
Angelo Junior,
Andrea Cristina e
Alessandra Cintia

AGRADECIMENTOS

Somos sinceramente gratos às seguintes pessoas e instituições:

Prof.Dr. Francisco de Assis Ferraz de Mello, pelo apoio, amizade e atenciosa orientação.

Prof.Dr. Antonio Cobra Netto, pelo auxílio na implantação dos trabalhos de campo, objeto da tese.

Prof.Dr. Zilmar Ziller Marcos, Enga. Agra.Profa. Maria Helena Calafiori e Prof.Dr. Dêcio Barbin, pelas sugestões e auxílio.

Sra. Nelci Teixeira Maniero, que compôs datilograficamente o presente trabalho e a Enga. Agra. Profa. Nilza Teixeira Leite, pelas sugestões, incentivo, paciência e assistência.

Professores e funcionários do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ-USP, pela ajuda e amizade.

Faculdade de Agronomia e Zootecnia "Manoel Carlos Gonçalves", da Fundação Pinhalense de Ensino e a Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo, pela oportunidade.

Estação Experimental de Cana-de-Açúcar "João Vizioli" e ao Horto Florestal de Tupi, pela cessão das mudas de cana-de-açúcar e dos dados pluviométricos, respectivamente.

Meus pais, em especial, pela, sempre presente, compreensão e paciência.

Todos que, de uma ou outra maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

INDICE

	Página
RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1. O nitrogênio na cana-de-açúcar	7
2.2. Influência varietal nos teores de nitrogênio nas folhas.	10
2.3. Diagnose foliar em cana-soca	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1. Experimento de campo	19
3.1.1. Instalação do ensaio	19
3.1.2. Coleta e preparo das amostras de folhas	22
3.1.3. Colheita do ensaio	22
3.1.4. Método químico de avaliação do nitrogênio "solú - vel"	23
3.1.4.1. Extração	23
3.1.4.2. Determinação	23
3.1.5. Método químico de avaliação do nitrogênio total .	23
3.1.6. Análise estatística dos resultados	24
3.1.7. Dados meteorológicos	24
3.2. Experimento em vasos	24
3.2.1. Instalação e condução do ensaio	24
3.2.2. Coleta e preparo das amostras de folhas	27
3.2.3. Métodos químicos de avaliação do nitrogênio "solú vel" e total	28

3.2.4. Análise estatística dos resultados	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Experimento de campo	29
4.1.1. Produção de colmos	29
4.1.2. Variação dos teores de nitrogênio com a idade da planta	33
4.1.2.1. Nitrogênio total	33
4.1.2.2. Nitrogênio "solúvel"	40
a. Nitrogênio amoniacal	40
b. Nitrogênio nítrico	48
4.1.3. Correlações entre teores de nitrogênio nas folhas e produções de colmos	56
4.2. Experimento em vasos	59
4.2.1. Desenvolvimento das plantas	59
4.2.2. Produção de colmos	60
4.2.3. Teores de nitrogênio	62
4.2.3.1. Nitrogênio total	62
4.2.3.2. Nitrogênio "solúvel"	69
a. Nitrogênio amoniacal	69
b. Nitrogênio nítrico	75
5. CONCLUSÕES	81
6. SUMMARY	83
7. LITERATURA CITADA	86

LISTA DE TABELAS

	Página
1 - Concentração de nitrogênio total encontradas nas variedades <i>B 41227 e M 336</i> , em diversas idades da cultura (<i>SAMUELS et alli, 1960</i>)	11
2 - Efeito da idade da cana sobre os teores de nitrogênio, expressos em porcentagem da matéria seca (<i>JONES e HUMBERT, 1960</i>)	12
3 - Porcentagem de nitrogênio total na matéria seca de diversas variedades (<i>GOSNELL e LONG, 1971</i>)	14
4 - Teores de nitrogênio (em porcentagem de matéria seca) em folhas de cinco variedades de cana-de-açúcar cultivadas em quatro grandes grupos de solos (<i>ORLANDO FILHO e HAAG, 1976</i>).	15
5 - Efeito da variedade sobre o teor de nitrogênio em folhas de cana-de-açúcar	16
6 - Adubação empregada nos diversos tratamentos	20
7 - Características químicas e granulométricas da terra na área experimental	21
8 - Precipitação pluviométrica no período experimental (1973/1974)	25
9 - Composição das soluções nutritivas empregadas no ensaio ...	27
10 - Produções de colmos de cana-de-açúcar, obtidas aos 12 meses de idade, médias de 4 repetições	29
11 - Valores de F para tratamentos, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas entre médias de produções de colmos (kg/parcela)	30

12 - Resultados da análise de variância da regressão entre produções de colmos e doses de nitrogênio aplicadas na adubação.	31
13 - Teores de nitrogênio total, expressos em porcentagem de matéria seca, avaliados nas folhas +3 e +4, em diversas épocas de amostragens e tratamentos. Média de 4 repetições ...	34
14 - Valores de F, coeficientes de variação e diferenças mínimas significativas entre médias, dos teores de nitrogênio total das folhas +3 e +4	36
15 - Concentrações de nitrogênio total relativas à máxima produção	40
16 - Teores de nitrogênio amoniacal, expressos em ppm, avaliados nas folhas +3 e +4, em diversas épocas de amostragens e tratamentos. Médias de 4 repetições	41
17 - Valores de F, coeficientes de variação e diferenças mínimas significativas entre médias dos teores de nitrogênio amoniacal das folhas +3 e +4	43
18 - Concentrações de nitrogênio amoniacal relativos à máxima produção	48
19 - Teores de nitrogênio nítrico, expressos em ppm, avaliados nas folhas +3 e +4, em diversas épocas de amostragens e tratamentos. Médias de 4 repetições	49
20 - Valores de F, coeficientes de variação e diferenças mínimas significativas entre médias, dos teores de nitrogênio nítrico das folhas +3 e +4	51

21 - Teores aproximados de nitrogênio nitrato, referentes à máxima produção	52
22 - Valores de r e t das correlações lineares obtidas entre nitrogênio total, das folhas +3 e +4, das diversas épocas e produções de colmos	57
23 - Valores de r e t das correlações lineares obtidas entre teores de nitrogênio "solúvel", das folhas +3 e +4, das diversas épocas e produções de colmos	58
24 - Produção (em kg/recipiente), média de 4 repetições, das cultivares empregadas e resultados estatísticos	61
25 - Teores de nitrogênio total, expressos em porcentagem da matéria seca, avaliados nas folhas +3, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Médias de 4 repetições..	63
26 - Teores de nitrogênio total, expressos em porcentagens de matéria seca, avaliados nas folhas +4, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Média de 4 repetições..	64
27 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio total das folhas +3, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens	66
28 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio total das folhas +4, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens	67
29 - Teores de nitrogênio amoniacal, expressos em ppm, avaliados nas folhas +3, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Média de 4 repetições	70

30 - Teores de nitrogênio amoniacal, expressos em ppm, avaliados nas folhas +4, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Média de 4 repetições	71
31 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio amoniacal das folhas +3, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens	73
32 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio amoniacal das folhas +4, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens	74
33 - Teores de nitrogênio nítrico, expressos em ppm, avaliados nas folhas +3, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Média de 4 repetições	76
34 - Teores de nitrogênio nítrico, expressos em ppm, avaliados nas folhas +4, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Média de 4 repetições	77
35 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio nítrico das folhas +3, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens	79
36 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio nítrico das folhas +4, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens	80

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 - Representação da equação de regressão quadrática entre produções de colmos e doses de nitrogênio	32
2 - Representação gráfica do teor de N total das folhas +3, colhidas aos 130 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos	37
3 - Representação gráfica do teor de N total das folhas +4, colhidas aos 90 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos	38
4 - Representação gráfica do teor de N total das folhas +4, colhidas aos 130 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos	39
5 - Representação gráfica do teor de N amoniacal das folhas +3, colhidas aos 90 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos	44
6 - Representação gráfica do teor de N amoniacal das folhas +3, colhidas aos 130 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos	45
7 - Representação gráfica do teor de N amoniacal das folhas +4, colhidas aos 90 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos	46
8 - Representação gráfica do teor de N amoniacal das folhas +4, colhidas aos 130 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos	47

9 - Representação gráfica do teor de N nítrico das folhas +3, <u>co</u> lhidas aos 90 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos	52
10 - Representação gráfica do teor de N nítrico das folhas +3, <u>co</u> lhidas aos 130 dias após a rebrota, referente à máxima produ <u>ç</u> ão de colmos	53
11 - Representação gráfica do teor de N nítrico das folhas +4, <u>co</u> lhidas aos 90 dias após a rebrota, referente à máxima produ <u>ç</u> ão de colmos	54
12 - Representação gráfica do teor de N nítrico das folhas +4, <u>co</u> lhidas aos 130 dias após a rebrota, referente à máxima produ <u>ç</u> ão de colmos	55

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é o de verificar o comportamento do nitrogênio total e "solúvel" (avaliado como amônio e nitrato), em folhas de cana-soca (1a. rebrota) em condições de campo e em cultivares de cana-de-açúcar em solução nutritiva.

No campo experimental do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, em abril de 1972 instalou-se um ensaio com a cultura da cana-de-açúcar, variedade *NA 56-79*, em solo do Grande Grupo Regosol, Série Sertãozinho. Em outubro de 1973, foram colhidos os colmos. A soqueira recebeu, a seguir, os tratamentos, quando se aplicaram doses crescentes de nitrogênio (0, 30, 60, 120 kg de N/ha) e quantidades de 200 kg de P_2O_5 /ha e 150 kg de K_2O /ha.

Paralelamente foi conduzido um ensaio em vasos com areia lavada e solução nutritiva, onde cinco cultivares de cana-de-açúcar, ou seja, *CO 740*, *IAC 52-150*, *IAC 52-326*, *CB 41-14* e *NA 56-79*, foram cultivadas em

meio nutritivo completo até os 3 meses de idade, quando então estabeleceram-se os tratamentos: meios nutritivo completo e carente em nitrogênio.

Em ambos os ensaios, folhas +3 e +4 foram colhidas dos 3 meses, em intervalos de 40 dias, até os 290 dias de idade da planta. No material seco procedeu-se a dosagem do nitrogênio total e "solúvel", nas formas de amônio e nitrato. Aos 12 meses de idade da cultura procedeu-se a colheita de colmos.

Em relação ao experimento de cana-soca, pode-se observar que a produção de colmos aumentou até a dose de 60 kg de N/ha. O estudo de regressão, entre doses e produções obtidas, mostra que a variação foi linear e quadrática e que a máxima produção, nas condições experimentais, foi de 83,4 kg N/ha, correspondendo a colheita de 474,9 kg/colmos/parcela (ou seja 79,3 t/ha).

Os resultados de análise foliar, mostraram que as concentrações de nitrogênio total e "solúvel" decresceram com a idade, em ambas as folhas selecionadas. Considerando-se o nitrogênio total, a idade que melhor se correlacionou com as produções foi 130 dias, para ambos os tipos de folhas. Os teores de nitrogênio "solúvel", dosados como amônio e nitrato, correlacionaram-se melhor com as produções em comparação com o total. Entretanto, pode-se afirmar que, nas condições em que o trabalho se desenvolveu, as amostragens aos 90 e 130 dias são as recomendáveis.

Os teores de nitrogênio total e "solúvel", correspondentes às máximas produções, foram, aproximadamente, as seguintes:

Formas de Nitrogênio	Folhas +3		Folhas +4	
	90 dias	130 dias	90 dias	130 dias
Nitrogênio total	-	1,57 %	1,74 %	1,62 %
Amônio	1480 ppm	900 ppm	1565 ppm	945 ppm
Nitrato	100 ppm	80 ppm	112 ppm	107 ppm

As cultivares de cana-de-açúcar, em meio nutritivo completo e carente, mostraram comportamentos diferentes, em relação à produção de colmos e teores de nitrogênio total e "solúvel" nas folhas.

Considerando-se a produtividade no meio nutritivo completo, *CO 740 e NA 56-79*, mostraram-se superiores estatisticamente às demais. Já no meio carente, somente a *IAC 52-326*, que foi a de menor produção, mostrou-se diferente estatisticamente das outras cultivares.

As concentrações de nitrogênio total e "solúvel" decresceram com o desenvolvimento da cultura, em todas as cultivares testadas, as quais mostraram-se diferentes em relação aos teores de nitrogênio total e "solúvel" nas folhas em todas as amostragens.

Diferenças entre tratamentos foram evidentes em todas as amostragens, inclusive aos 130 dias de idade, para todas as formas de nitrogênio avaliadas.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar, para o nosso país, é de grande importância econômica. As exportações brasileiras de açúcar, mostram-se crescentes de acordo com os dados da *SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO (1978)*. O mesmo ocorre com a nossa produção de açúcar e de álcool, esta última principalmente devido a crise energética atual.

A produtividade média, da cultura em apreço em nosso país, está ao redor de 40-50 t/ha, alcançando no Estado de São Paulo 60 t/ha. Esses rendimentos, entretanto, estão muito aquém dos encontrados em outras regiões produtoras como no Havaí e Peru.

Dentre os fatores que contribuem para o aumento da produção por área, podem ser citados: variedades, clima, práticas culturais, características do solo e adubação.

Diferentes variedades apresentam diferentes produtividades. *DILEWIJN (1952)*, considera que variedades de uma mesma espécie, como a cana-de-açúcar, podem variar entre si de 50 a 100 % em relação às necessidades nutricionais, concentração de nutrientes e produção por área.

A adubação influi decisivamente na produtividade, *WILLIAMS e COUSTON (1962)*, observaram que, para aumentos de 100 % na produção por unidade de área, a adubação pode contribuir com 40 % do acréscimo.

Entre os vários métodos empregados para se determinar a necessidade de fertilizantes, destaca-se a diagnose foliar. Esse processo baseia-se na relação existente, entre o teor do elemento na folha e produção.

Em especial para o elemento nitrogênio, os autores de uma maneira geral como *CLEMENTS (1953, 1959)*; *HALAIS (1962)*; *EVANS (1955)*; *SAMUELS et alii (1959, 1960)* e *OITICICA (1970)*, empregam na diagnose, o teor total do elemento na folha. Entretanto, *TEIXEIRA (1978)*, com base nas considerações de *ULRICH (1948)*, utilizou o nitrogênio "solúvel" dosado como amônio e nitrato nas folhas, para avaliar o estado nutricional de cana-planta, com bons resultados.

O presente estudo, apresenta como objetivos verificar:

- a. O comportamento do nitrogênio "solúvel" e total e suas correlações com a produção de cana-soca (1ª rebrota).

- b. O comportamento do nitrogênio total e "solúvel" em cinco cultivares de cana-de-açúcar cultivadas em meios carentes e não carentes de nitrogênio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O nitrogênio na cana-de-açúcar

O nitrogênio é um constituinte das proteínas, compondo de 5 a 30 % do peso total dos tecidos vegetais. *MALAVOLTA (1959)*, relata que as formas químicas de nitrogênio disponíveis às plantas são a amoniacal, nítrica e certos compostos orgânicos simples como os aminoácidos livres.

Segundo *STOCKING e ONGUN (1962)* o nitrogênio, constituinte importante dos aminoácidos, nucleotídeos e coenzimas, é encontrado principalmente nos cloroplastos. Estes "orgânulos" encerram 70 % do nitrogênio das folhas e apresentam cerca de 50 % do total do elemento da planta.

VIETS (1965), considera que as amidas, aminoácidos e nitrato compreendem a reserva de nitrogênio das plantas. Conclui, também, que os teores armazenados (e portanto solúveis) diminuem com a idade da cultura. As plantas quando jovens apresentam alta proporção de protoplasma em relação aos componentes estruturais. O inverso ocorre em plantas adultas.

Para *ULRICH (1948)*, a ordem que melhor reflete o estado nutricional das plantas é nitrogênio nítrico, nitrogênio "solúvel" (nitrato, aminoácidos e amidas) e nitrogênio total. O nitrogênio "solúvel", para o autor citado, é a porção translocável, representando a reserva do nutriente.

De acordo com *CORNELISON e COOPER (1941)*, o nitrogênio, em cana-de-açúcar, ocorre em grandes quantidades como amônio. O nitrogênio nítrico não foi encontrado, por esses pesquisadores, na cultura em apreço.

TAKAHASHI (1965), relata que, durante várias décadas, os investigadores não encontraram nitrato na parte aérea da cana-de-açúcar. A expliação era que a redução do nitrogênio nítrico predomina nas raízes. Entretanto, baseando-se em trabalhos de pesquisadores indianos, o citado pesquisador comprovou a presença da referida fração nos colmos e folhas de cana-de-açúcar.

MARETZI e DELA CRUZ (1963), observaram que a redutase do nitrato, enzima que promove a redução do nitrogênio nítrico, é ativa nas folhas de cana-de-açúcar. Concluíram que a citada enzima pode servir de base na avaliação do estado nutricional da referida cultura, podendo substituir ou complementar o nitrogênio total, dosado nas folhas, que é o commente empregado. Como a redutase é enzima induzida pelo substrato, tal ocorrência é uma comprovação da presença do nitrato em folhas de cana-de-açúcar.

DELA CRUZ e MARETZI (1969), estudaram a ação da redutase do nitrato em duas variedades havaianas, *Lahaiana* e *H-109*. Empregando plantas

cultivadas em solução nutritiva observaram a atividade da enzima em questão nas folhas de cana-de-açúcar. Encontraram grandes diferenças entre as variedades estudadas. A atividade da redutase na *Lahaiana* era 40 % menor que na *H.109*. Em ausência de nitrato ocorria decréscimo da atividade da enzima considerada.

BONNET et alii (1956), estudaram o efeito do nitrogênio em cana-planta cultivada em areia lavada e solução nutritiva. A variedade empregada foi a *M 336* e as folhas +3, +4, +5 e +6 foram amostradas dos 3 até os 15 meses, de 30 em 30 dias. Os resultados obtidos mostraram que os teores de nitrogênio total nas folhas decresceram com a idade das plantas. Correlações entre teores nas folhas e produções foram significativas aos 4, 5, 6, 7, 8 e 9 meses a 1 % de probabilidade.

BONNET et alii (1958), cultivaram cana-de-açúcar, em condições de casa-de-vegetação, em diferentes proporções de N, P e K. Os resultados obtidos mostraram que os teores de nitrogênio total decresceram com a idade da cultura. Correlações com a produção foram evidentes aos 4 e 5 meses de idade. Foram amostradas as folhas +3, +4, +5 e +6.

TEIXEIRA (1978), em estudos com cana-planta, variedade *NA 56-79*, procedeu a avaliação do nitrogênio total e "solúvel" (como amônio e nitrato), para fins de diagnose foliar. Os resultados obtidos mostraram que as épocas que melhor indicaram a produção de colmos, foram 3, 4 e 5 meses de idade. Tanto os teores de nitrogênio total como "solúvel" diminuíram com a idade da cultura. Observou também que o estudo de regressão entre a produção de colmos em relação a adubação mostrou variação linear e quadrática.

Sintomas associados a deficiências de nitrogênio foram descritos por um grande número de autores, entre os quais citam-se: *MARTIN* (1938, 1941); *CLEMENTS et alii* (1941); *HUMBERT e MARTIN* (1955) e *HAAG* (1965), os quais podem ser assim resumidos: as folhas das plantas carentes exibem coloração verde amarelada, tornando-se posteriormente amareladas. As folhas mais velhas evoluem para avermelhadas. O desenvolvimento é grandemente afetado pela carência, resultando em plantas pequenas e frágeis.

2.2. Influência varietal nos teores de nitrogênio nas folhas

Kobus, citado por *DILEWIJN* (1952), comparou a composição química de 30 variedades de cana-de-açúcar. Os resultados mostraram que ocorreram variações entre as variedades estudadas.

KING et alii (1953), estudaram a variação das porcentagens de nitrogênio total nas folhas, mostrando que variedades de cana-de-açúcar, apresentaram diferentes teores do citado elemento, variando de 1,12 %, na *POJ 2714*, a 1,45 % na *M 190*.

SAMUELS et alii (1955), observaram a existência de íntima correlação entre conteúdo de umidade, idade da cultura e teores de nitrogênio das várias partes da planta da cana-de-açúcar. Trabalhando com cana planta, verificaram que as concentrações de nitrogênio, decresceram com a idade nas 4 variedades testadas (*PR 903*, *PR 904*, *M 293* e *POJ 296*). Observaram, também, diferenças na composição foliar em relação aos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio nas variedades estudadas.

SAMUELS et alii (1959), estudaram a influência da época da amostragem, das folhas ou bainhas, nos teores de nutrientes, nas variedades *B 41227*, *M 336* e *PR 380*. As coletas foram efetuadas de 15 em 15 dias, de 30 dias aos 6 meses de idade.

Os resultados obtidos mostraram que os teores decresceram com a idade da planta. Embora os teores encontrados nas variedades testadas fossem diferentes, não se observaram diferença nas proporções de decrêscimo.

SAMUELS et alii (1960), estudaram a influência do estágio de desenvolvimento da cana sobre o conteúdo de nutrientes nas folhas das variedades *B 41227* e *M 336*, observando que os teores de nitrogênio decresceram com a idade em ambas as variedades. (Tabela 1).

Tabela 1 - Concentração de nitrogênio total encontrados nas variedades *M 336* e *B 41227*, em diversas idades da cultura (*SAMUELS et alii, 1960*).

Idade em semanas	Teores de nitrogênio nas variedades	
	<i>M 336</i>	<i>B 41227</i>
7	2,29 %	2,20 %
9	1,57 %	1,69 %
11	1,33 %	1,33 %
13	1,36 %	1,18 %

JONES e HUMBERT (1960), observaram que a análise em tecidos para fins de diagnose nutricional de cana-de-açúcar para nitrogênio, fósforo e potássio é uma prática comum nas plantações havaianas. Os referidos autores estudaram a composição das diversas partes da cana-de-açúcar, em diferentes estágios de crescimento, em 3 variedades comerciais havaianas. Os resultados obtidos mostraram que as concentrações de nitrogênio decresceram com o desenvolvimento da cultura. Em relação a lâmina foliar os resultados obtidos são os apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Efeito da idade de cana sobre os teores de nitrogênio, expressos em porcentagem da matéria seca. (*JONES e HUMBERT, 1960*).

Idade da planta em meses	Variedades		
	37-1933	38-2915	44-3098
3	-	-	1,86
4	2,19	1,58	-
6	-	-	1,22
7	-	1,50	-
9	1,42	-	1,33
10	-	1,24	-
12	1,29	-	1,26
13	-	1,20	1,02
18	1,26	-	-
19	1,16	-	-
20	-	1,20	-
23	-	-	1,03
24	-	1,12	-

EVANS (1966), em seus trabalhos, não encontrou diferenças marcantes entre variedades de cana-de-açúcar, em relação aos teores de nutrientes nas folhas. Entretanto, admite a possibilidade de tal ocorrência.

No Brasil *GALLO et alii (1968)*, efetuaram levantamento do estado nutricional dos canaviais das principais regiões produtoras de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo, pela análise foliar. As variedades cultivadas nos locais amostrados eram *CO 419* e *CB 41-76*. As folhas consideradas na amostragem foram as +3, colhidas aos 4 e 9 meses para a cana-planta. Diferenças significativas foram encontradas na concentração de nutrientes, o que pode ser atribuído às variedades diferentes, idade e tipo de cultivo. Os teores de nitrogênio, fósforo e magnésio, foram significativamente mais elevados na *CO 419*.

GOSNELL e LONG (1971), na Rodésia, utilizando-se dos 20 cm centrais da 3a. folha, descartando a nervura principal (cana-planta, amostrada aos 5 meses de idade), mostraram a influência da variedade na composição das folhas em relação aos macronutrientes. A Tabela 3 mostra os resultados do estudo, no que se refere ao nitrogênio.

Tabela 3 - Porcentagem de nitrogênio total na matéria seca de diversas variedades (GOSNELL e LONG, 1971).

Variedades	N % na matéria seca
CO 1001	1,92
N Co 376	1,82
N 52-219	1,78
M 31-45	1,77
Co 462	1,74
N 55-805	1,73
Pindar	1,66
CB 40-79	1,59

ALVAREZ (1974), trabalhando com 5 variedades em condições de campo, com cana-planta, realizou amostragens das 3a., 4a., 5a. e 6a. folhas, aos 110 dias de idade. Determinou os teores de umidade, fósforo e potássio nas lâminas e as de nitrogênio nas lâminas, sem a nervura principal. Encontrou para o nitrogênio, a seguinte variação:

<u>Variedades</u>	<u>N % na matéria seca</u>
B 37-161	1,93
PR 980	1,81
B 4362	2,07
CB 40-77	1,64
B 37161	2,09

Os resultados obtidos e analisados estatisticamente, mostraram o comportamento diverso das variedades.

ORLANDO FILHO e HAAG (1976), estudaram a influência varietal e do solo no estado nutricional da cana-de-açúcar. Experimentos foram instalados em 4 grandes grupos de solos com 16 variedades de cana-de-açúcar. Efeituaram-se amostragens de folhas +3 aos 4 meses de idade e determinaram-se as concentrações de macronutrientes. Os resultados obtidos mostraram a grande influência das variedades e dos solos nos teores de nitrogênio e dos demais elementos considerados. Os autores concluíram ser muito difícil a escolha de uma variedade que represente as demais, para o estabelecimento dos padrões para diagnose foliar. Alguns dos resultados obtidos, são transcritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Teores de nitrogênio (em porcentagem de matéria seca) em folhas de cinco variedades de cana-de-açúcar cultivadas em quatro grandes grupos de solos (ORLANDO FILHO e HAAG, 1976).

Variedades	Porcentagem de nitrogênio nas folhas			
	Latossol Roxo	Latossol Vermelho Escuro-Orto	Terra Roxa Estruturada	Podzólico Vermelho Amarelo var. Laras
CO 740	2,27	2,57	2,29	2,29
IAC 52/326	2,17	2,36	2,20	2,10
IAC 52/150	2,18	2,36	2,25	2,16
CB 41/76	2,04	2,19	1,99	2,01
NA 56/62 (NA 56/79)	2,19	2,31	2,20	1,94

Segundo dados da *RHODESIA SUGAR ASSOCIATION EXPERIMENT STATION, ANNUAL REPORT 1976/1977 (1978)*, as variedades de cana-de-açúcar, diferem quanto a concentração de nitrogênio nas folhas, quando cultivadas em idênticas condições de clima, solo e adubação. Os dados da Tabela 5, extraídos da citada publicação, assim o demonstram.

Tabela 5 - Efeito da variedade sobre o teor de nitrogênio em folhas de cana-de-açúcar.

Tratamentos	Porcentagem de nitrogênio, obtido aos 5 meses de idade nas variedades		
	6400-12	6400-16	6400-17
50 kg de N/ha	1,60	1,62	1,80
100 kg de N/ha	1,72	1,78	2,00
150 kg de N/ha	1,83	1,92	2,12
200 kg de N/ha	1,85	1,97	2,12

2.3. Diagnose foliar em cana-soca

INNES (1959), na Jamaica, determinou os níveis adequados de nutrientes em cana-soca. A amostragem foi efetuada aos 5 meses de idade, quando se coletou a 3a. folha, destacando-se a nervura central. Para o nitrogênio, 1,93 % foi considerado como o ideal. O autor observou, também, que os teores de nitrogênio, fósforo e potássio diminuíram com a idade da planta.

HALAIS (1962), em Mauritius, recomenda 1,95 % de nitrogênio como nível adequado para a cana-soca. Observa que na amostragem deve se considerar a folha +3, aos 5 meses de idade e sem a nervura principal.

Em Trinidad, *VITLOS e LAWRIE (1963)*, trabalhando com a variedade *B 41227*, em ensaios fatoriais N P K 3 x 3 x 3, cana-soca, aplicaram a diagnose foliar. As amostragens foram efetuadas aos 3, 4, 5, 6 e 7 meses de idade, utilizando-se a porção mediana de 3a. folha, sem a nervura principal. Concluíram que a melhor idade para a amostragem foi a de 4 meses. Os teores adequados de nitrogênio se enquadraram na faixa 1,7 a 2,6 %. Observaram também decréscimo do conteúdo de nitrogênio com a idade da cultura.

POIDEVIN e ROBINSON (1964), mostram os métodos de diagnose foliar utilizados nas plantações do grupo Booker na Guiana Inglesa. Nos seus trabalhos empregam as folhas mais altas, onde o colo é visível (folhas +1). Em relação a soqueira, as coletas são realizadas de 12 a 14 semanas e as amostras preparadas e analisadas para os macronutrientes. Os resultados obtidos permitiram concluir como níveis ótimos de nitrogênio, nas diferentes coletas os seguintes:

<u>Idade da planta</u> <u>(em semanas)</u>	<u>Porcentagem ótima de nitrogênio</u> <u>na matéria seca</u>
12	2,50
18	2,20
24	1,85

Pelos resultados infere-se que os teores de nitrogênio decre-
ceram com a idade da planta.

De acordo com os resultados apresentados no *RHODESIA SUGAR ASSOCIATION, EXPERIMENT STATION, ANNUAL REPORT 1972/1973 (1974)*, a idade ideal para a amostragem da cana-de-açúcar é 5 meses. O mesmo relato deixa evidente que há casos de aumentos de produção sem o acréscimo do nitrogênio nas folhas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Experimento de campo

3.1.1. Instalação do ensaio

Em abril de 1972, no campo experimental do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", instalou-se um experimento empregando-se como planta teste, cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*), variedade NA 56-79. O solo da área foi classificado por RANZANI *et alii* (1966), como pertencente ao Grande Grupo Regosol, Série Sertãozinho. O delineamento experimental foi • de blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 4 repetições, quando se fez variar os níveis de nitrogênio na adubação.

Cada parcela era formada de seis sulcos, espaçados de 1,5 me tros com 10 metros de comprimento. Os dois sulcos laterais funcionaram como bordadura.

Os tratamentos empregados foram os contidos na Tabela 6.

Tabela 6 - Adubação empregada nos diversos tratamentos.

Tratamentos nº	Doses em kg/ha de nutrientes		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0	200	150
2	30	200	150
3	60	200	150
4	120	200	150

No transcorrer do experimento coletaram-se folhas +3 e +4, para dosagem de nitrogênio total e "solúvel". Em outubro de 1973, procedeu-se a colheita de colmos.

As parcelas do ensaio com cana-planta foram então readubadas de acordo com a Tabela 6 e utilizadas para a execução deste experimento.

As fontes de nitrogênio, fósforo e potássio foram, respectivamente: sulfato de amônio (20 % de N), superfosfato simples (20 % de P₂O₅ solúvel em água) e cloreto de potássio (60 % de K₂O). Os adubos foram aplicados de uma só vez, 15 dias após a colheita da cana-planta.

Por ocasião da adubação, coletaram-se amostras de solo, formando uma amostra composta, para a caracterização química e granulométrica. Os resultados estão contidos na Tabela 7.

Nas análises químicas empregaram-se os métodos descritos por *CATANI et alii (1955)*, enquanto que na análise granulométrica, procedeu-se de acordo com *BAVER (1966)*.

Tabela 7 - Características químicas e granulométricas da terra, na área experimental.

Características químicas e granulométricas da terra	
pH	6,00
C %	1,80
N %	0,78
PO_4^{3-} e.mg/100 g de TFSA (Solúvel)	0,24
K^+ e.mg/100 g de TFSA	0,16
Ca^{2+} e.mg/100 g de TFSA	1,23
Mg^{2+} e.mg/100 g de TFSA	0,84
H^+ e.mg/100 g de TFSA	0,34
Al^{3+} e.mg/100 g de TFSA	-
Argila %	15,80
Limo %	9,30
Areia %	74,90

3.1.2. Coleta e preparo das amostras de folhas

No transcorrer do experimento foram colhidas as folhas +3 e +4, para avaliação dos teores de nitrogênio total e "solúvel", considerando-se como folha +1, a primeira onde a bainha é visível. As épocas de amostragens foram as seguintes:

<u>Épocas</u>	<u>Idade da soca em dias (1a. rebrota)</u>
1	90
2	130
3	170
4	210
5	250
6	290

No material colhido, 20 folhas por parcela, separaram-se os 20 cm centrais, sem a nervura principal, deixando-se em estufa a 70-80°C. A seguir, o material seco foi passado em moinho Willey dotado de peneira 20 malhas.

3.1.3. Colheita do ensaio

Aos 12 meses de idade da soca (1a. rebrota), procedeu-se a colheita dos colmos, anotando-se a produção por parcela.

3.1.4. Método químico de avaliação do nitrogênio "solúvel"

Para avaliação do nitrogênio "solúvel", nas formas de amônio e nitrato, empregou-se o método de Kjeldahl, descrito por *BRENMER (1965)* e adaptado por *TEIXEIRA e COBRA NETTO (1978)*.

3.1.4.1. Extração

Em frascos de Erlenmeyer de 250 ml, contendo uma grama de material vegetal seco finamente moído, adicionaram-se 100 ml de água destilada e desmineralizada. Após 30 minutos de agitação, efetuou-se a filtração.

3.1.4.2. Determinação

A dosagem dos teores de amônio e nitrato foi efetuada por destilação. O método baseia-se na ação alcalinizante do óxido de magnésio adicionado antes da destilação. O amônio é então coletado em solução de ácido bórico com indicadores (bromocresol verde e vermelho de metila em solução alcoólica) e a seguir a quantidade é avaliada por titulação com ácido sulfúrico padronizado. Após, procede-se nova destilação da amostra em presença de liga de Devarda, finamente moída, para a redução do nitrato a amônio, seguida de nova titulação.

3.1.5. Método químico de avaliação do nitrogênio total

Para avaliação do nitrogênio total, procedeu-se de acordo com *MALAVOLTA (1965)*.

A dosagem baseia-se na oxidação da matéria orgânica da amostra e avaliação do nitrogênio mineralizado através da destilação em presença de hidróxido de sódio. O amônio, coletado em solução de ácido bórico e indicadores (bromocresol verde e vermelho de metila em solução alcoólica) é titulada com ácido sulfúrico padronizado.

Para eliminação da matéria orgânica, empregou-se a mistura digestora, constituída de ácido sulfúrico concentrado, selenito de sódio, sulfato de sódio e sulfato de cobre.

3.1.6. Análise estatística dos resultados

Os resultados obtidos foram analisados segundo *PIMENTEL GOMES (1963)*.

3.1.7. Dados meteorológicos

Os valores de precipitações pluviométricas no local do experimento estão contidos na Tabela 8.

3.2. Experimento em vasos

3.2.1. Instalação e condução do ensaio

Recipientes revestidos interiormente com Neutrol 45 (Otto Baumgart Indústria e Comércio, São Paulo), receberam 100 kg de areia lavada e

Tabela 8 - Precipitação pluviométrica no período experimental (1973/1974).

Meses	Precipitação mensal (mm) nos anos	
	1973	1974
Janeiro	137,0	178,5
Fevereiro	130,3	142,7
Março	123,9	296,0
Abril	37,7	8,9
Mai	40,7	13,8
Junho	43,4	137,4
Julho	74,1	4,0
Agosto	20,4	7,2
Setembro	54,8	35,7
Outubro	103,2*	151,0**
Novembro	131,7	169,0
Dezembro	309,9	328,4
Total	1.207,1	1.472,6

* Mês do corte da cana-planta (início do experimento).

** Mês do corte da cana-soca (final do experimento).

mudas de cana-de-açúcar (6 toletes por recipiente), obtidas em viveiros de campos de produção. As cultivares escolhidas foram CO 740, IAC 52-150, IAC 52-326, CB 41-14 e NA 56-79.

Para o plantio foram utilizados somente 3º e 4º internódios dos colmos a partir das pontas, abrangendo o 3º nó, que, de acordo com *DILEWIJN (1952)* é o de maior poder germinativo. Os toletes assim obtidos foram preventivamente tratados, através da emersão em água a 50°C durante 2 horas, contra o raquitismo das soqueiras. Os podões utilizados nas operações foram desinfetados previamente em solução de Lysoform a 5 % (Lysoform S.A. Indústrias Químicas, São Paulo).

O número de tratamentos foram 2, solução nutritiva completa e carente em nitrogênio, e o de repetições quatro.

As plantas, foram cultivadas em meio nutritivo completo, até os 3 meses de idade, quando então estabeleceram-se os tratamentos. As soluções nutritivas empregadas basearam-se em *SARRUGE (1974)*, e encontram-se na Tabela 9. A adição de ferro foi efetuada na forma de quelato, preparado como a seguir: 26,1 gramas de EDTA foram dissolvidas em 286 ml de NaOH N contendo 24,98 g de $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$; a mistura permaneceu em arejamento contínuo por uma noite, completando-se o volume a 1 litro.

Aos doze meses procedeu-se a colheita dos colmos, quando o peso obtido em cada repetição foi anotado. No transcorrer do ensaio foram efetuadas amostragens das folhas +3 e +4, para a análise dos teores de nitrogênio total e "solúvel".

Tabela 9 - Composição das soluções nutritivas empregadas no ensaio.

Solução estoque	Meio completo (ml do estoque/5 l)	Meio carente em nitrogênio (ml do estoque/5 l)
NH_4NO_3 M	25	-
CaCl_2 M	5	5
MgSO_4 M	10	10
KH_2PO_4 M	5	5
KCl M	25	25
H_3BO_3 4×10^{-3} M	}	5
MnCl_2 8×10^{-3} M		
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 8×10^{-3} M		
$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ 3×10^{-3} M		
H_2MoO_4 1×10^{-4} M		
Quelato de ferro	5	5

3.2.2. Coleta e preparo das amostras de folhas

No transcorrer do experimento foram coletadas as folhas +3 e +4, para a avaliação dos teores de nitrogênio total e "solúvel", como amônio e nitrato. As épocas de amostragens foram as seguintes:

<u>Épocas</u>	<u>Idade da cultura em dias</u>
1	90
2	130
3	170
4	210
5	250
6	290

O material colhido, cinco folhas por vaso, foi preparado de acordo com o citado para o ensaio de campo.

3.2.3. Métodos químicos de avaliação de nitrogênio "solúvel" e total

As dosagens de nitrogênio "solúvel" e do nitrogênio total, nas diversas épocas de amostragens, foram efetuadas pelos processos empregados no ensaio de campo.

3.2.4. Análise estatística dos resultados

Os resultados obtidos foram analisados segundo *PIMENTEL GOMES* (1963).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento de campo

4.1.1. Produção de colmos

A Tabela 10 apresenta a produção de colmos, obtida aos 12 meses de idade da cultura, nos diversos tratamentos empregados.

Tabela 10 - Produções de colmo de cana-de-açúcar, obtidas aos 12 meses de idade, médias de 4 repetições.

Tratamentos	Doses de nitrogênio (kg/ha)	Produções em	
		kg/parcela	t/ha
1	0	372,00	62,00
2	30	424,24	70,70
3	60	472,75	78,70
4	120	458,25	76,40

A Tabela 11 resume os resultados do estudo estatístico.

Tabela 11 - Valores de F para tratamentos, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas entre médias das produções de colmos (em kg/parcela).

Parâmetros estatísticos	Valores
F	57,65**
CV	2,70 %
dms a 5 %	25,79
dms a 1 %	34,78

** significativo a 1 % de probabilidade.

As produções obtidas foram superiores às médias brasileira e paulista que são, de acordo com os dados da *SECRETARIA DA AGRICULTURA DE SÃO PAULO (1978)*, 40 a 50 t/ha e 60 t/ha, respectivamente, conforme referido na introdução.

A análise estatística mostra que diferenças significativas ocorreram para todas as doses, em relação a testemunha a 1 % de probabilidade. Entre as quantidades de adubos aplicadas foi observada significância, apenas entre 30 kg de N/ha e as demais ao nível de 1 %.

A produção de colmos, aumentou até a dose de 60 kg de N/ha, o que mostra a carência do elemento no solo. Em relação à testemunha estas res

postas foram de 8,7 t/ha, 16,7 t/ha e 14,4 t/ha, quando se aplicou 30, 60 e 120 kg de N/ha, respectivamente.

A Tabela 12, que resume os resultados do estudo de regressão, entre doses e produções obtidas, mostra que a variação foi linear e quadrática.

Tabela 12 - Resultados da análise de variância da regressão entre produções de colmos e doses de nitrogênio aplicadas na adubação.

Regressão	Valor de F	Equação quadrática
Linear	105,26**	
Quadrática	64,56**	$y = 370,164 + 2,504 x - 0,015 x^2$
Cúbica	3,37 n.s.	

** = significativo a 1 % de probabilidade

n.s. = não significativo.

Através da equação representativa da regressão quadrática, foi possível determinar a dose de 83,5 kg N/ha, como a de máxima produção (que corresponde a 474,9 kg de colmos/parcela ou 79,3 t de colmos/ha), nas condições experimentais, conforme ilustra a Figura 1.

De um modo geral o resultado obtido foi semelhante aos resultados com cana-planta referidos por *TEIXEIRA (1978)*.

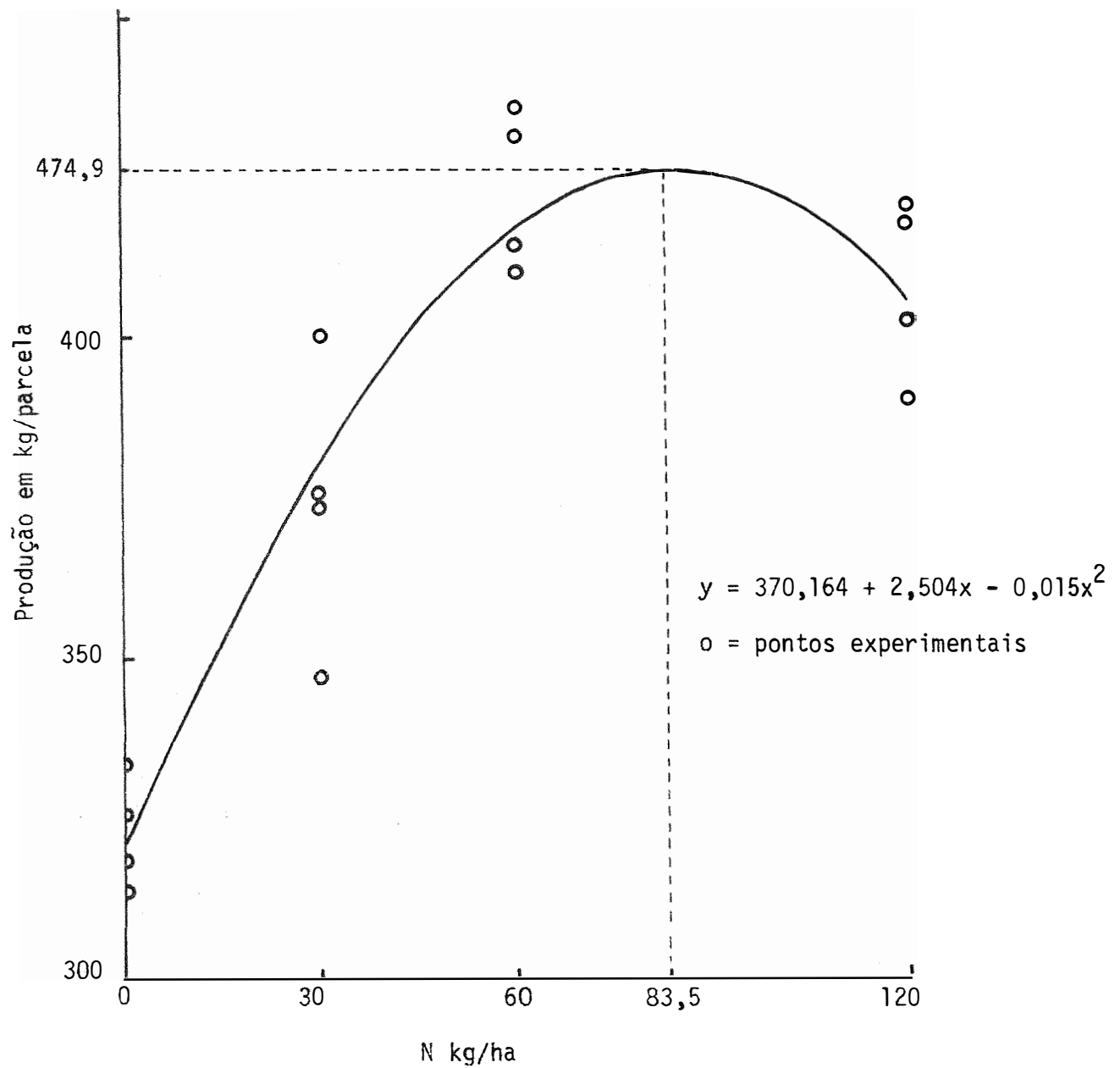


Figura 1 - Representação da equação de regressão quadrática entre produções de colmos e doses de nitrogênio.

4.1.2. Variação dos teores de nitrogênio com a idade da planta

4.1.2.1. Nitrogênio total

Na Tabela 13 estão os valores, médias de 4 repetições, de nitrogênio total nas folhas +3 e +4, nas diversas amostragens.

As concentrações de nitrogênio total, em ambas as folhas selecionadas, decresceram com a idade em todos os tratamentos. Tal ocorrência coincide com os relatos de *POIDEVIN e ROBINSON (1964)*, relativos a folhas amostradas aos três, quatro meses e meio e seis meses de idade e de *VITLOS e LAWRIE (1963)*, que coletaram as folhas 3 aos 3, 4, 5, 6 e 7 meses de idade.

Tal fenômeno também já foi relatado em cana-planta. *BONNET et alii (1956, 1958)*, trabalhando com cana-planta em condições de solução nutritiva, observaram teores decrescentes com a idade, nas folhas 3, 4, 5 e 6. *TEIXEIRA (1978)*, em ensaio de campo, concluiu que as concentrações de nitrogênio total diminuíram com o desenvolvimento da cultura. As amostragens, das folhas +3 e +4, foram efetuadas em onze idades da cultura, dos 90 até os 490 dias de idade. *JONES e HUMBERT (1960)*, observaram o mesmo fenômeno, em 3 variedades havaianas. Tal fenômeno se prende, provavelmente, ao chamado efeito de diluição.

As quantidades encontradas nas folhas +4, sempre foram superiores as dosadas nas folhas +3, em todos os tratamentos e amostragens. *TEIXEIRA (1978)*, chegou a conclusões semelhantes, com cana-planta.

Tabela 13 - Teores de nitrogênio total, expressos em porcentagem de matéria seca, avaliados nas folhas +3 e +4, em diversas épocas de amostragens e tratamentos. Média de 4 repetições.

Épocas	Idade da cultura em dias	Tratamentos							
		Folhas +3				Folhas +4			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	90	1,58	1,61	1,64	1,66	1,64	1,72	1,74	1,75
2	130	1,47	1,55	1,57	1,58	1,54	1,59	1,62	1,62
3	170	1,36	1,38	1,40	1,41	1,46	1,47	1,48	1,49
4	210	1,37	1,40	1,41	1,42	1,49	1,48	1,49	1,49
5	250	1,33	1,35	1,37	1,37	1,38	1,39	1,42	1,42
6	290	1,27	1,26	1,37	1,29	1,32	1,31	1,32	1,33

Os teores de nitrogênio total, encontrados no presente trabalho, estão abaixo dos considerados como níveis ótimos para os diversos pesquisadores. *INNES (1959) e HALAIS (1962)*, apresentam como satisfatórios 1,93 % e 1,95 %, respectivamente, dosados nas folhas 3, aos 5 meses de idade. Para *VITLOS e LAWRIE (1963)*, o adequado se enquadra entre 1,7 % a 2,6 %, para amostragem efetuada aos 4 meses. Já *POIDEVIN e ROBINSON (1964)*, consideraram como concentrações críticas 2,50 %, 2,20 % e 2,18 %, dosados aos 3 meses, 4 meses e meio e seis meses respectivamente.

Entretanto, os baixos teores podem ser explicados pelas diferenças de clima, solo e variedades.

A análise de variância obtida dos teores de nitrogênio total, nas diferentes épocas (Tabela 4), deixa evidente que as folhas +3, aos 130 dias, e as folhas +4, aos 90 e 130 dias discriminaram melhor os tratamentos. Pode-se inferir, portanto, que a melhor época para a amostragem, considerando-se os 2 tipos de folhas, se aproximam dos quatro meses após o corte. Isso concorda com *VITLOS e LAWRIE (1963)*, que amostraram as folhas +3, em diversas idades da cultura e, parcialmente, com *POIDEVIN e ROBINSON (1964)*, que consideraram os 4 meses e meio como uma das épocas ideais. Já *INNES (1959)*, *HALAIS (1962)* e os técnicos da *RHODESIA SUGAR ASSOCIATION-EXPERIMENT. STATION (1974)*, consideraram os 5 meses como o melhor momento para coleta de folhas para diagnose.

As Figuras 2, 3 e 4 mostram os teores aproximados de nitrogênio total nas folhas +3 e +4 (nas épocas em que as variações foram significativas) que representam a máxima produção, de acordo com a equação de regres-

Tabela 14 - Valores de F, coeficientes de variação e diferenças mínimas significativas entre médias, dos teores de nitrogênio total das folhas +3 e +4.

Épocas	Idade da cultura em dias	Folhas +3			Folhas +4		
		Valor F	CV (%)	dms a 5 %	Valor F	CV (%)	dms a 5 %
1	90	2,30 n.s.	2,92	-	5,93*	2,25	0,081
2	130	4,94 *	2,77	0,089	7,43**	1,74	0,058
3	170	1,71 n.s.	2,58	-	1,02 n.s.	1,27	-
4	210	1,56 n.s.	2,45	-	0,27 n.s.	1,55	-
5	250	1,66 n.s.	2,16	-	2,73 n.s.	2,04	-
6	290	0,33 n.s.	3,22	-	0,78 n.s.	1,42	-

* - significativo a 5 % de probabilidade.

** - significativo a 1 % de probabilidade.

n.s. - não significativo.

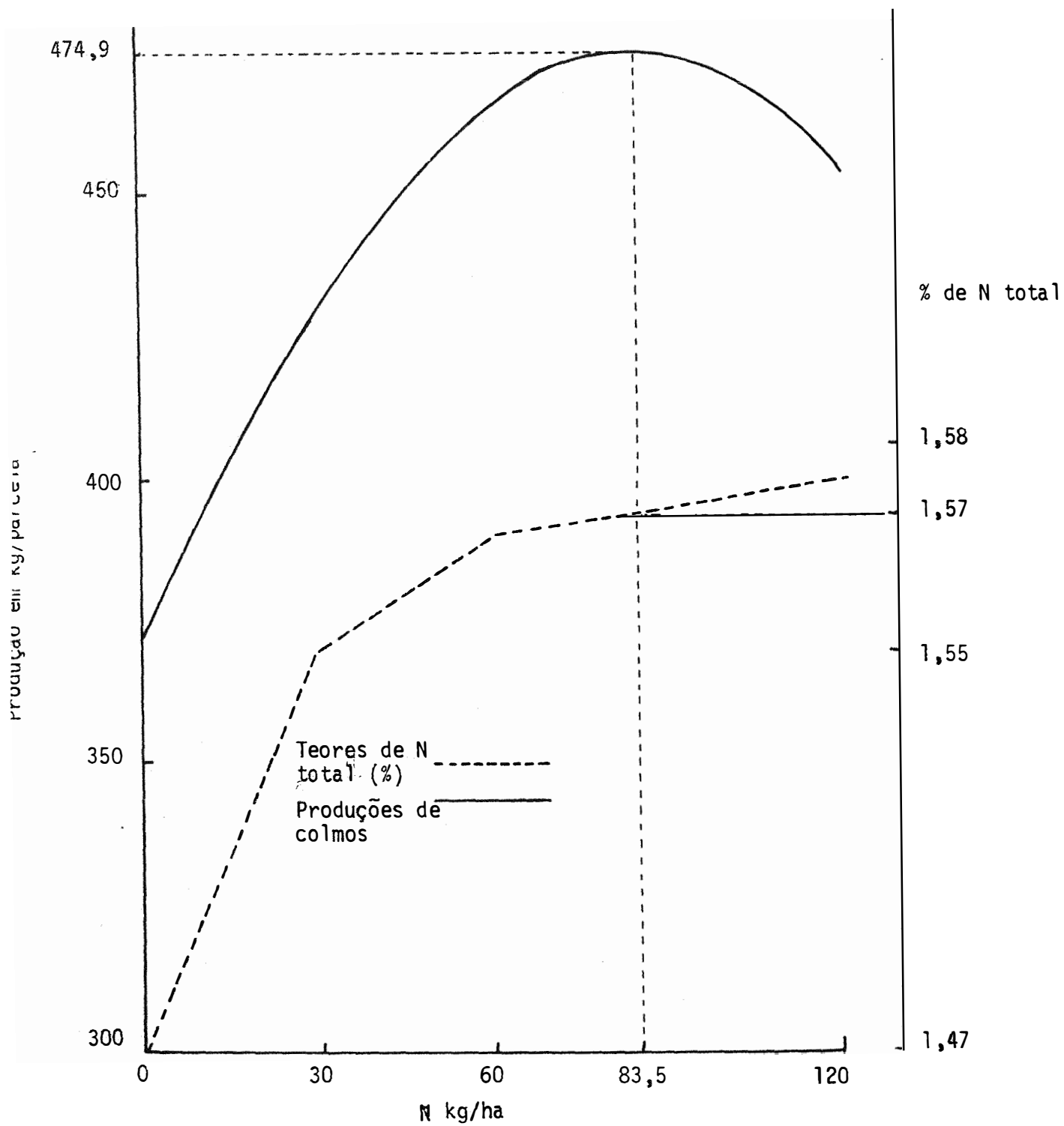


Figura 2 - Representação gráfica do teor de N total das folhas +3, colhidas aos 130 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos.

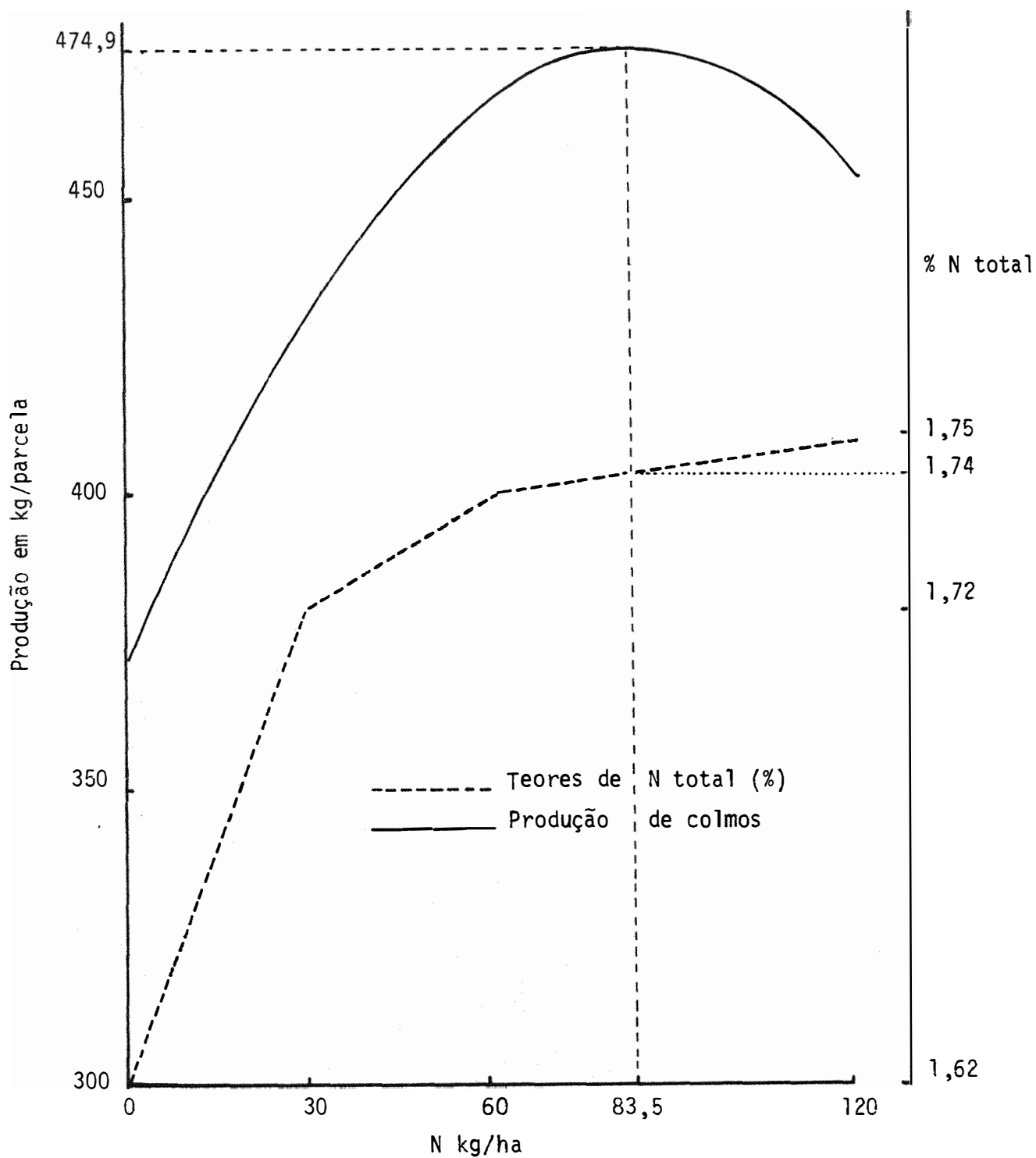


Figura 3 - Representação gráfica do teor de N total das folhas +4, colhidas aos 90 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos.

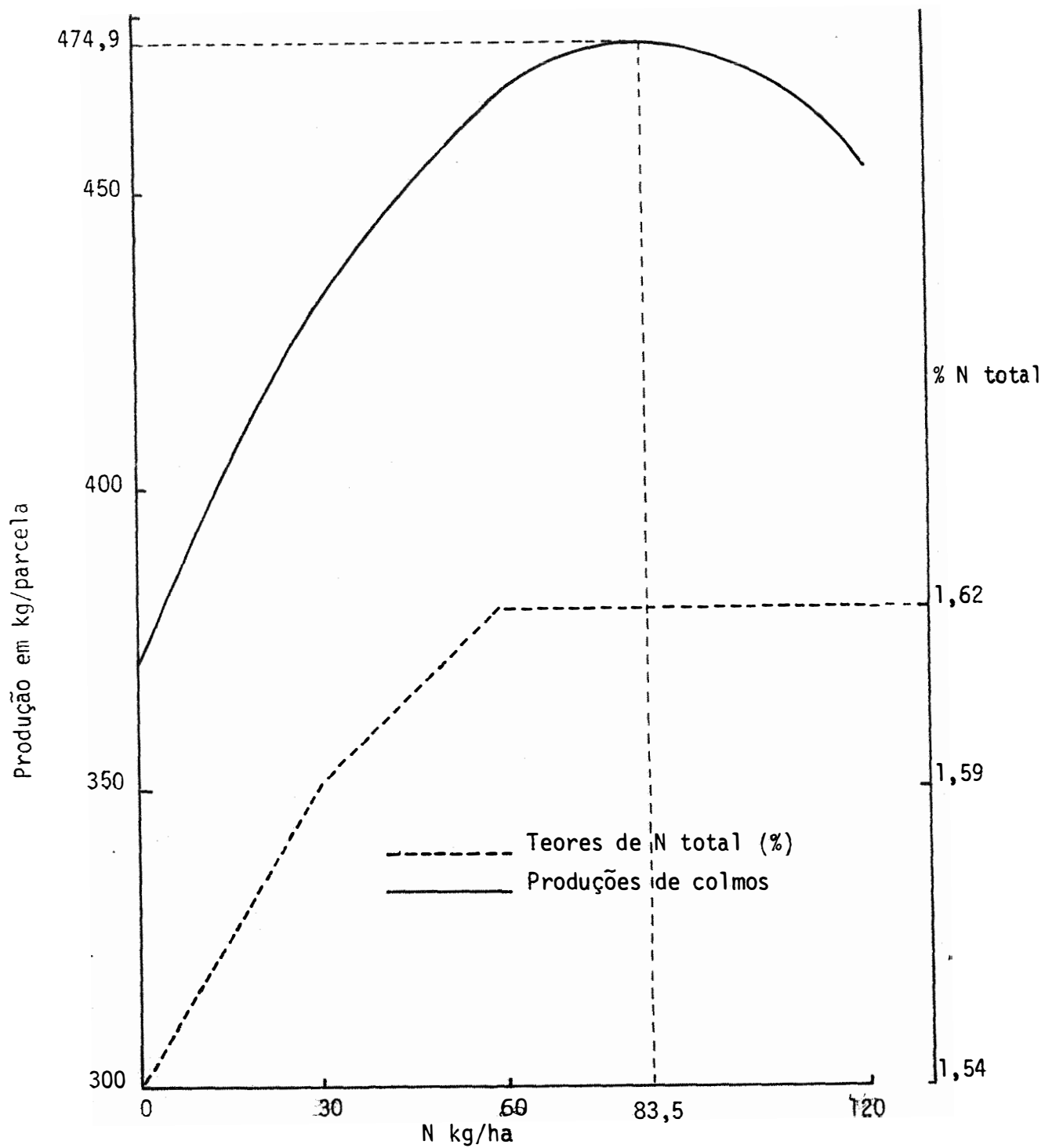


Figura 4 - Representação gráfica do teor de N total das folhas +4, colhidas aos 130 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos.

são quadrática ajustada entre produção de colmos e doses de adubos. Essas concentrações podem ser consideradas como níveis críticos aproximados.

A Tabela 15 mostra as concentrações aproximadas.

Tabela 15 - Concentrações de nitrogênio total relativas à máxima produção.

Tipo de folhas	Época de amostragem	
	90 dias	130 dias
+3	-	1,57 %
+4	1,74 %	1,62 %

4.1.2.2. Nitrogênio "solúvel"

a. Nitrogênio amoniacal

As concentrações de nitrogênio amoniacal, médias de 4 repetições, nas diversas épocas e tratamentos estão contidas na Tabela 16. As quantidades apreciáveis de amônio, em todas as amostragens e tratamentos, concordam com o relato de *CORNELISON e COOPER (1941)*, que concluíram que em folhas de cana-de-açúcar, a referida forma de nitrogênio ocorre em razoáveis proporções.

Tabela 16 - Teores de nitrogênio amoniaca], expressos em ppm, avaliados nas folhas +3 e +4, em diversas épocas de amostragens e tratamentos. Média de 4 repetições.

Épocas	Idade da cultura em dias	Tratamentos							
		Folhas +3				Folhas +4			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	90	921	1093	1331	1673	1008	1272	1470	1732
2	130	582	803	871	940	668	808	910	994
3	170	497	492	557	598	553	577	588	609
4	210	350	399	409	413	388	430	446	455
5	250	288	297	301	297	346	355	360	358
6	290	301	313	315	315	353	362	365	369

Em ambas as folhas selecionadas, ocorreu o decréscimo das concentrações com a idade. As folhas +4 sempre apresentaram-se com teores mais elevados. Essas observações concordam com o relatado por *TEIXEIRA (1978)*, para a cana-planta. A explicação para a queda dos teores é encontrada na citação de *VIETS (1965)*, para quem a quantidade de nitrogênio "solúvel" (que constitui a reserva de nitrogênio da cana) diminui, devido ao aumento dos componentes estruturais com o desenvolvimento da cultura.

A análise de variância dos teores de amônio das folhas +3 e +4 (Tabela 17), mostra que a influência da adubação é evidenciada até a 4a. época de colheita, abrangendo 90, 130, 170 e 210 dias de idade.

O nitrogênio amoniacal comporta-se semelhantemente ao teor total, embora seja mais eficiente em evidenciar as diferenças entre os tratamentos.

As concentrações aproximadas de nitrogênio amoniacal, das folhas +3 e +4, aos 90 e 130 dias após a rebrota, referentes a máxima produção foram determinadas de acordo com as ilustrações das Figuras 5, 6, 7 e 8. A Tabela 18 contém esses teores (níveis críticos aproximados).

Tabela 17 - Valores de F, coeficientes de variação e diferenças mínimas significativas entre médias, dos teores de nitrogênio amoniacal das folhas +3 e +4.

Épocas	Idade da cultura em dias	Folhas +3			Folhas +4		
		Valor F	CV (%)	dms a 5 %	Valor F	CV (%)	dms a 5 %
1	90	47,97**	7,49	197,42	50,32**	6,31	181,52
2	130	78,22**	4,38	73,65	12,94**	9,22	163,21
3	170	8,68**	6,46	72,71	14,35**	2,11	25,01
4	210	10,31**	4,62	38,19	8,63**	4,66	42,16
5	250	2,09 n.s.	2,43	-	1,38 n.s.	2,98	-
6	290	3,45 n.s.	2,32	-	2,10 n.s.	2,56	-

** - significativo a 1 % de probabilidade.
n.s. - não significativo.

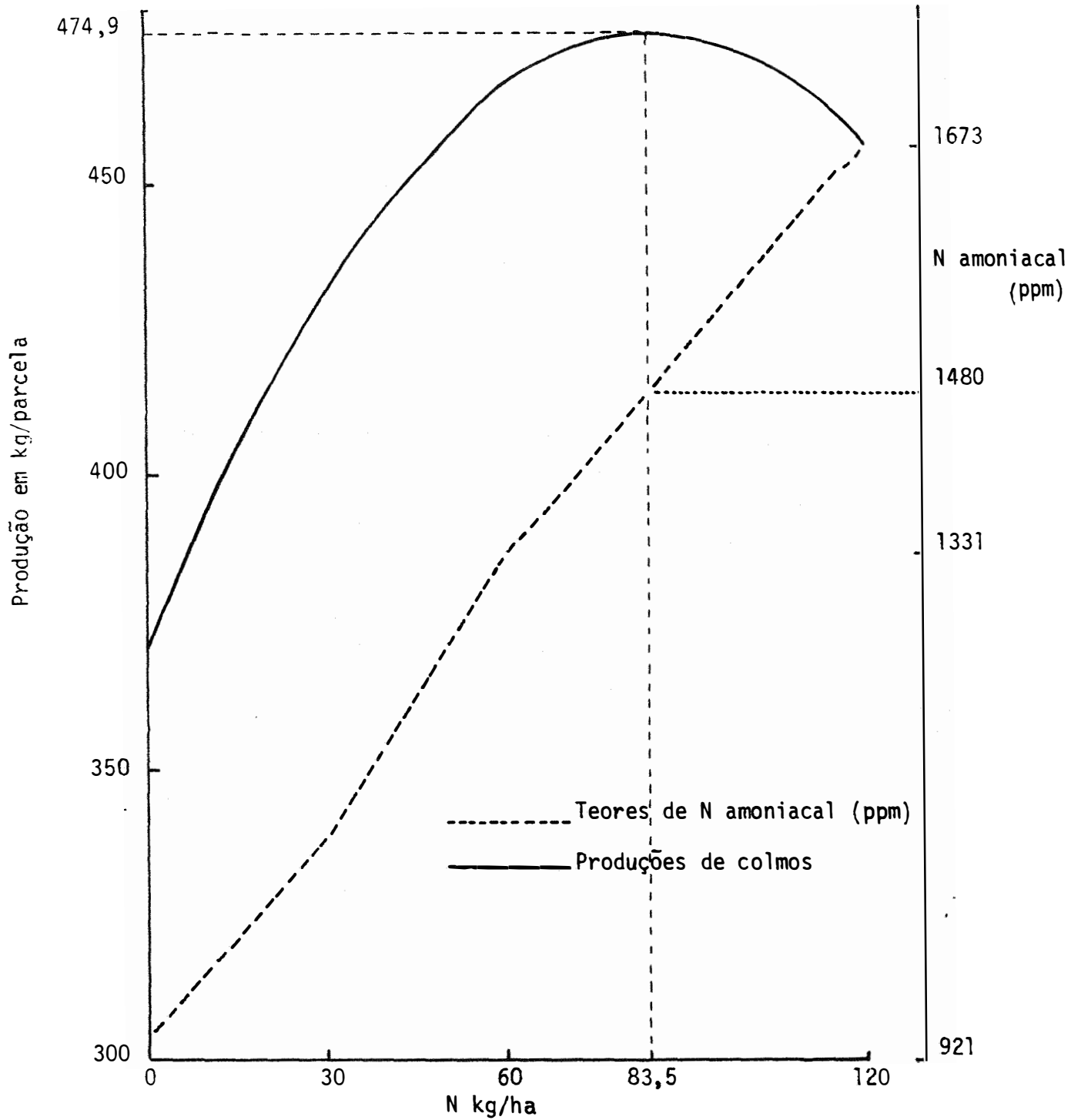


Figura 5 - Representação gráfica do teor de N amoniacal das folhas +3, colhidas aos 90 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos.

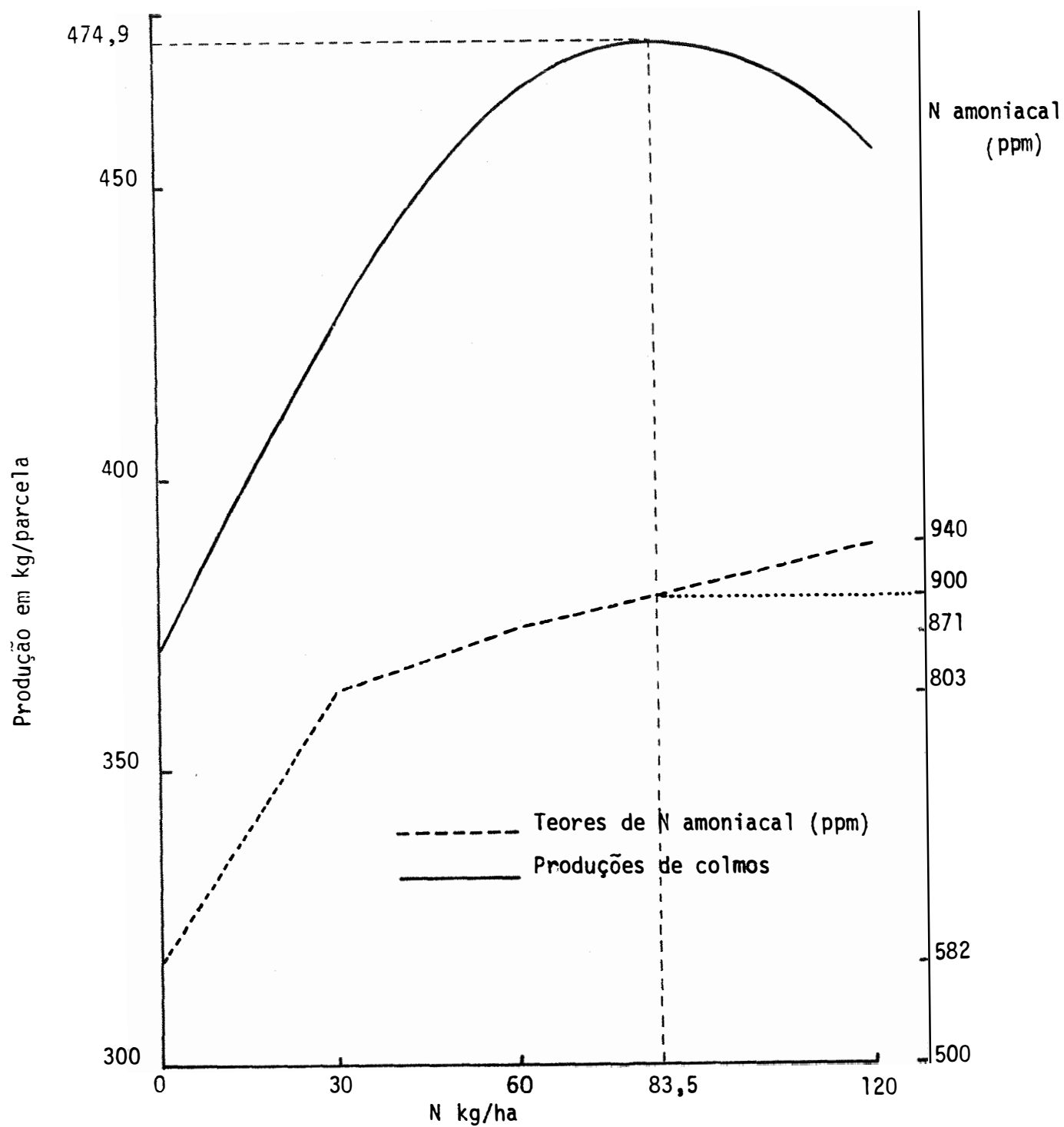


Figura 6 - Representação gráfica do teor de N amoniacal das folhas +3, colhidas aos 130 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos.

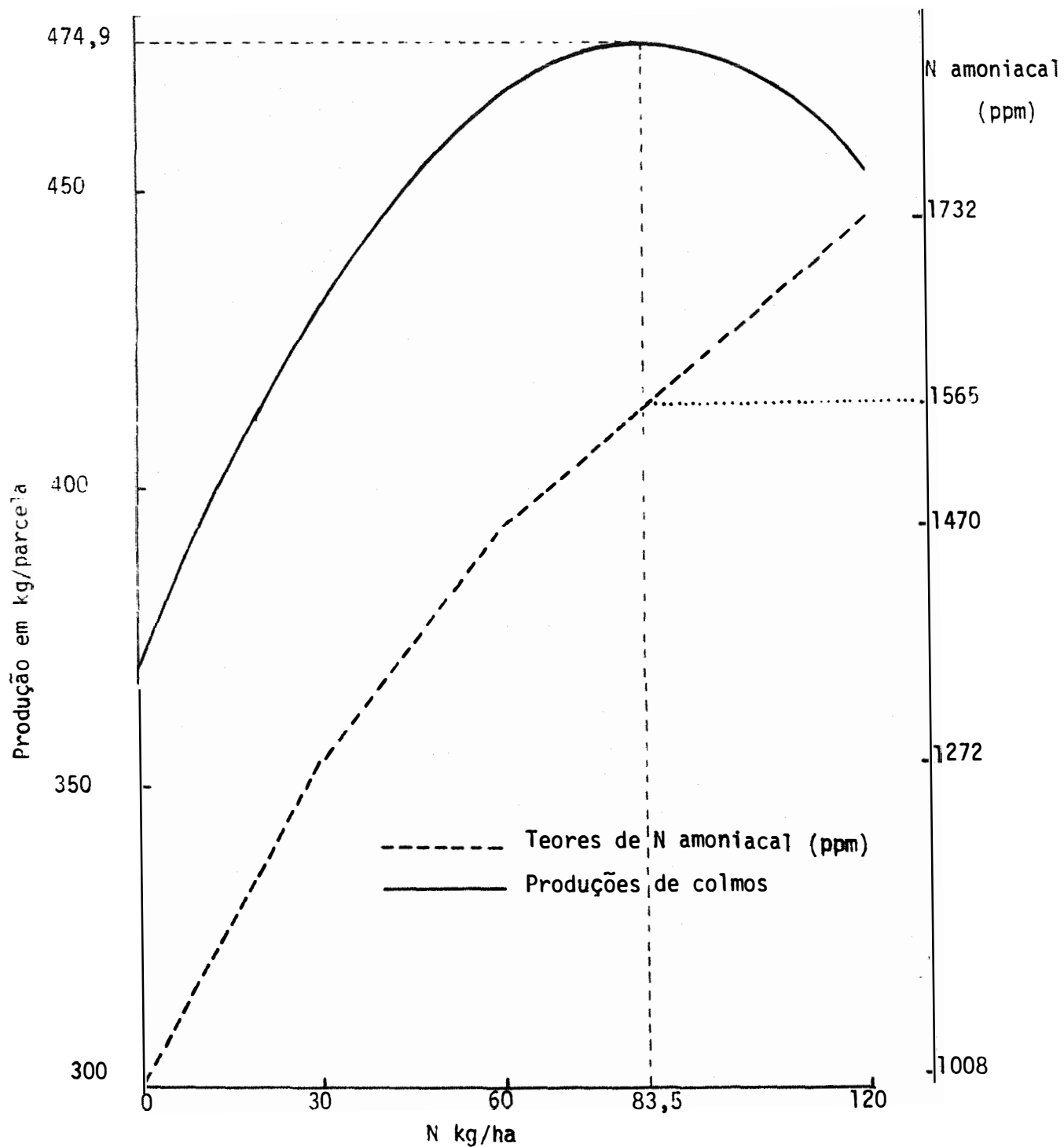


Figura 7 - Representação gráfica do teor de N amoniacal das folhas +4, colhidas aos 90 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos.

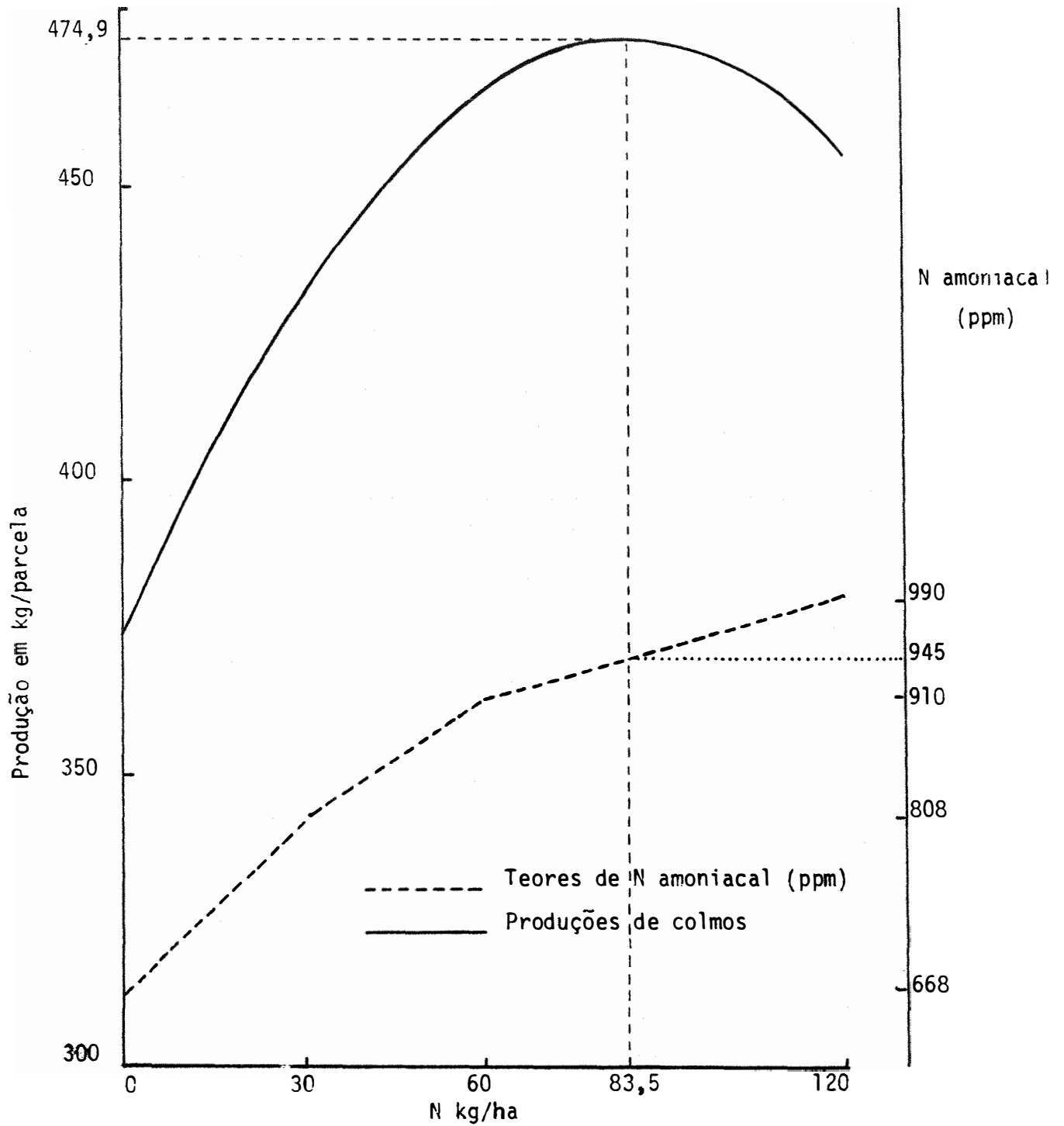


Figura 8 - Representação gráfica do teor de N amoniacal das folhas +4 colhidas aos 130 dias após a rebrota, referente à máxima produção de colmos.

Tabela 18 - Concentrações de nitrogênio amoniacal relativos a máxima produção.

Tipo de folha	Época de amostragem	
	90 dias	130 dias
Folhas +3	1.480 ppm	900 ppm
Folhas +4	1.565 ppm	945 ppm

b. Nitrogênio nítrico

A Tabela 19 mostra os teores, médias de 4 repetições, de nitrato encontrados nas folhas +3 e +4, nas diversas épocas de amostragens e tratamentos. As concentrações, sempre maiores nas folhas +4, decresceram com a idade em todos os tratamentos, em ambas as folhas amostradas, o que concorda com *TEIXEIRA (1978)*, que trabalhou com cana-planta.

Os testes rápidos para avaliação do nitrato não tem mostrado resultados apreciáveis na cana-de-açúcar. Entretanto, *TAKAHASHI (1965)*, observou a presença de nitrato em folhas de cana-de-açúcar. *MARETZI e DELA CRUZ (1963)* e *DELA CRUZ e MARETZI (1969)*, estudaram a atividade da redutase do nitrato, enzima que promove a redução da citada fração, em folhas de cana-de-açúcar, comprovando a presença da aludida fração em tais órgãos da planta.

Tabela 19 - Teores de nitrogênio nitrato, expressos em ppm, avaliados nas folhas +3 e +4, em diversas épocas de amostragens e tratamentos. Média de 4 repetições.

Épocas	Idade da cultura em dias	Tratamentos								
		Folhas +3				Folhas +4				
		1	2	3	4	1	2	3	4	
1	90	78	91	100	100	100	87	105	110	115
2	130	61	68	78	82	82	82	96	106	108
3	170	54	61	71	73	73	68	77	82	82
4	210	43	50	57	59	59	64	68	77	78
5	250	40	45	52	54	54	45	54	61	66
6	290	28	31	33	40	40	28	33	38	45

Os resultados da análise de variância (Tabela 20) mostram que as folhas +3 e +4, evidenciaram as diferenças entre tratamentos até a 6a. época de amostragem (290 dias de idade). Pode-se inferir, portanto, que o nitrato é a forma que melhor demonstra a diferença entre os tratamentos, com o que concorda *ULRICH (1948)*, que, trabalhando com videira, mostrou ser esta a fração mais conveniente na avaliação do estado nutricional das culturas. Entretanto, de uma maneira geral, o nitrogênio nitrato comportou-se semelhantemente ao amoniacal.

As Figuras 9, 10, 11 e 12 mostram os teores aproximados de nitrogênio nitrato, nas folhas +3 e +4 coletadas aos 90 e 130 dias de idade, correspondentes à máxima produção.

A Tabela 21, resume os resultados que podem ser tomados como concentrações críticas aproximadas.

Tabela 20 - Valores de F, coeficientes de variação e diferenças mínimas significativas entre médias, dos teores de nitrogênio n̄trico das folhas +3 e +4.

Épocas	Idade da cultura em dias	Folhas +3			Folhas +4		
		Valor F	CV (%)	dms a 5 %	Valor F	CV (%)	dms a 5 %
1	90	6,79**	8,26	16,02	11,35**	6,90	15,15
2	130	10,11**	8,35	16,67	7,42**	9,00	24,38
3	170	11,14**	8,35	14,96	5,18**	7,49	12,19
4	210	9,67**	8,75	12,73	10,52**	5,77	11,46
5	250	11,71**	7,85	7,93	14,46**	8,46	13,27
6	290	10,40**	9,60	6,71	19,90**	9,23	7,02

** significativo a 1 % de probabilidade.

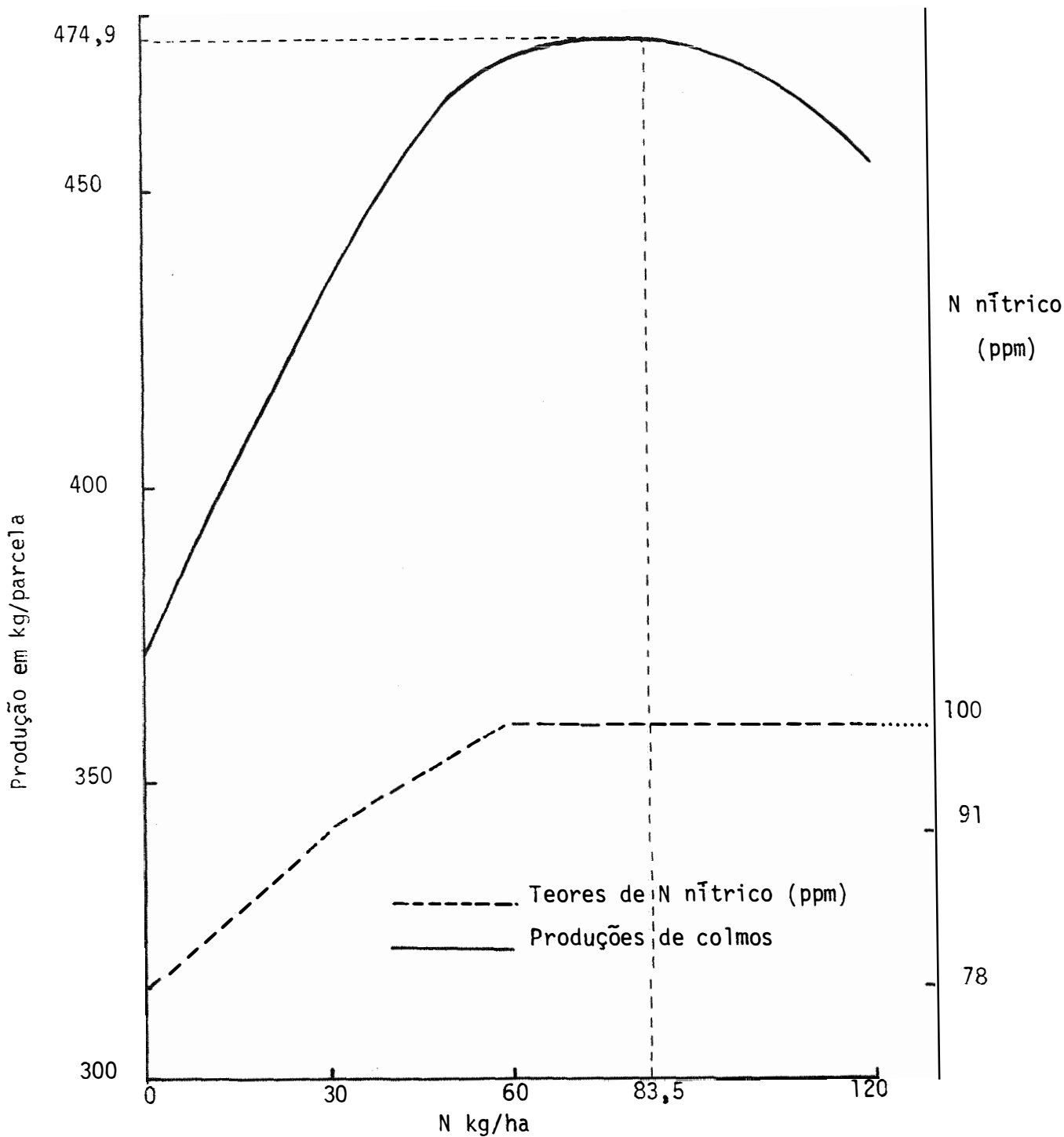


Figura 9 - Representação gráfica do teor de N nitrato das folhas +3, colhidas aos 90 dias após a rebrota, referente a máxima produção.

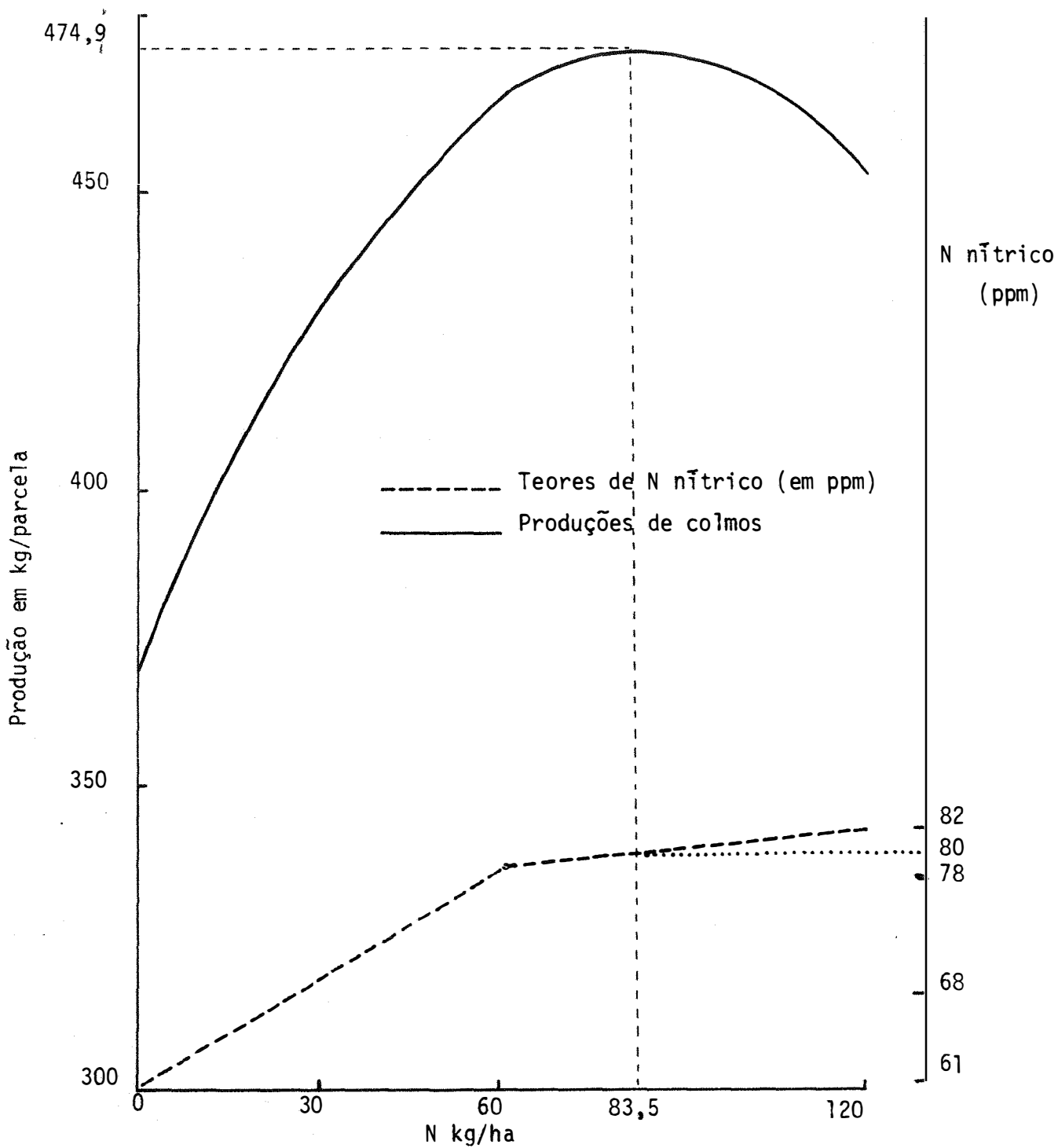


Figura 10 - Representação gráfica do teor de N nitrato das folhas +3, colhidas aos 130 dias após a rebrota, referente a máxima produção.

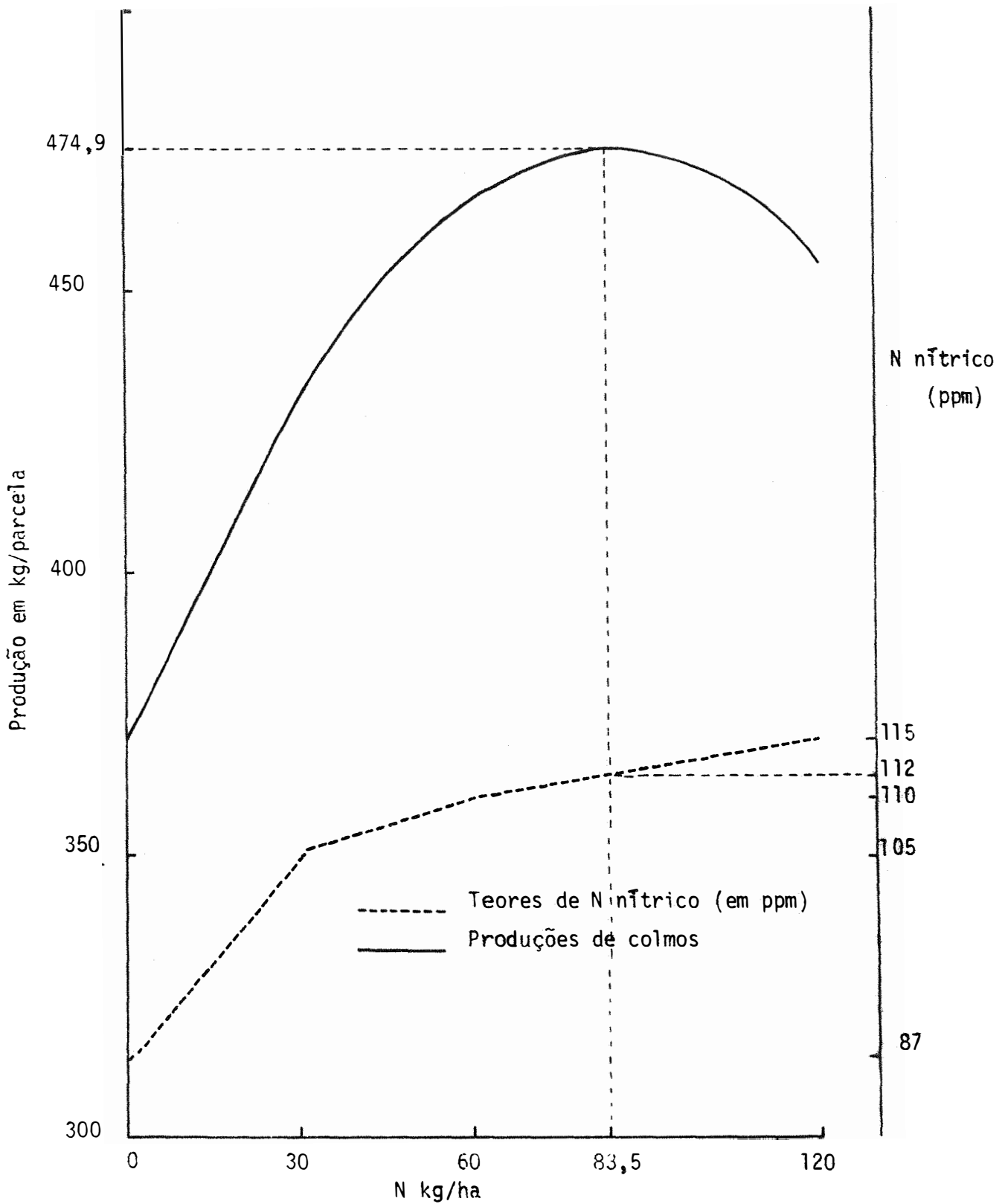


Figura 11 - Representação gráfica do teor de N nitrato das folhas +4, colhidas aos 90 dias após a rebrota, referente a máxima produção.

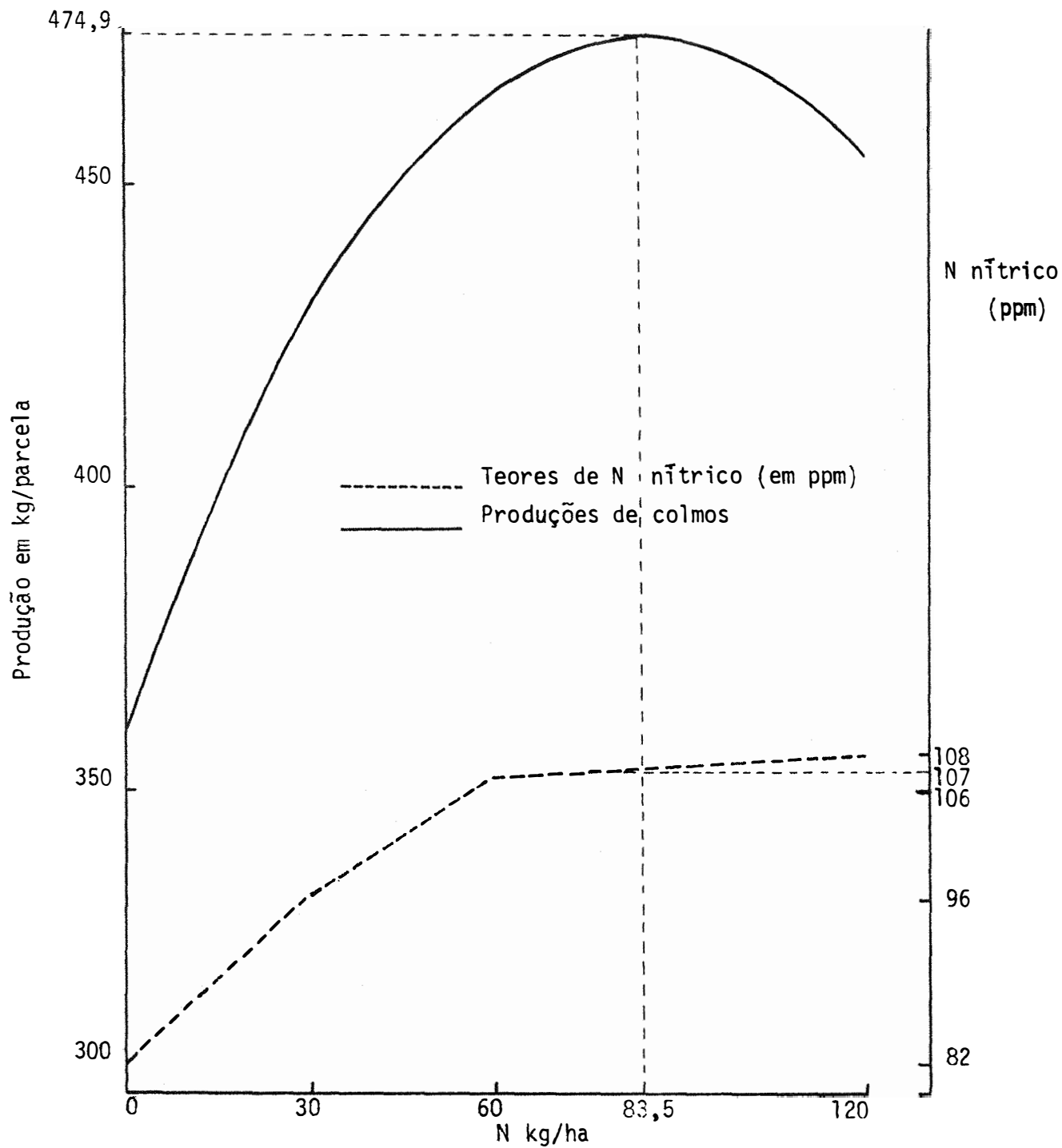


Figura 12 - Representação gráfica do teor de N nitrato das folhas +4, colhidas aos 130 dias após a rebrota, referente à máxima produção.

Tabela 21 - Teores aproximados de nitrogênio nitrato, referentes à máxima produção.

Tipo de folha	Época de amostragem	
	90 dias	130 dias
Folhas +3	100 ppm	80 ppm
Folhas +4	112 ppm	107 ppm

4.1.3. Correlações entre os teores de nitrogênio nas folhas e produções de colmos

As Tabelas 22 e 23 resumem os resultados das correlações, entre os teores de nitrogênio nas folhas e produções obtidas. Tal estudo foi efetuado para se verificar quais as idades da cana-soca e qual a fração do nitrogênio que melhor indica o estado nutricional das plantas e, consequentemente, conduz a produções mais elevadas.

Os teores de nitrogênio total dosados nas folhas +3 se correlacionaram significativamente com as produções de colmos apenas na época 2, isto é, aos 130 dias de idade. Já as concentrações nas folhas +4, se correlacionaram com as produções, nas coletas 1 e 2, que foram efetuadas, respectivamente, aos 90 e 130 dias. Considerando-se os coeficientes de correlação pode-se indicar 130 dias, como a idade mais correta para a diagnose. Essa recomendação se aproxima daquela feita por HALAIS (1962) e INNES (1959)

Tabela 22 - Valores de r e t das correlações lineares obtidas entre nitrogênio total, das folhas +3 e +4, das diversas épocas e produções de colmos.

Época	Idade da cultura em dias	Folhas +3		Folhas +4	
		r	t	r	t
1	90	0,484	2,070 n.s.	0,668	3,357**
2	130	0,736	4,073**	0,734	4,066**
3	170	0,362	1,455 n.s.	0,229	0,880 n.s.
4	210	0,413	1,698 n.s.	0,045	0,166 n.s.
5	250	0,484	2,070 n.s.	0,486	2,078 n.s.
6	290	0,259	1,003 n.s.	0,239	0,923 n.s.

** significativo a 1 % de probabilidade.

n.s. não significativo.

que mencionam para cana-soca, a amostragem aos 5 meses de idade, e às conclusões de VITLOS e LAWRIE (1963) e POIDEVIN e ROBINSON (1964), que mencionam, respectivamente, 4 meses e 4 meses e meio como épocas ideais de coleta de folhas.

As concentrações de nitrogênio "solúvel", dosadas como amônio e nitrato nas folhas +3 e +4, correlacionaram-se melhor com as produções, em comparação com o total. Apenas o nitrogênio amoniacal dosado, em ambas

Tabela 23 - Valores de r e t das correlações lineares obtidas entre teores de nitrogênio "solúvel", das folhas +3 e +4, das diversas épocas e produções de colmos.

Época	Idade da cultura em dias	Nitrogênio amoniaca			Nitrogênio nítrico				
		Folhas +3		Folhas +4	Folhas +3		Folhas +4		
		r	t	r	t	r	t		
1	90	0,688	3,551**	0,783	4,714**	0,750	4,239**	0,660	3,289**
2	130	0,882	6,992**	0,722	3,900**	0,818	5,324**	0,629	3,026**
3	170	0,698	3,647**	0,770	4,523**	0,917	8,585**	0,794	4,895**
4	210	0,714	3,821**	0,755	4,308**	0,789	4,810**	0,709	3,770**
5	250	0,484	2,070 n.s.	0,487	2,094 n.s.	0,788	4,786**	0,886**	7,177**
6	290	0,503	2,177**	0,546	2,435*	0,630	3,037**	0,682	3,489**

* - significativo a nível de 5 % de probabilidade.
 ** - significativo a nível de 1 % de probabilidade.
 n.s. - não significativo.

as folhas, na época 5 não se apresentou com bom índice do estado nutricional da cultura. Pode-se inferir que as citadas frações apresentaram comportamento superior ao nitrogênio total, traduzindo melhor as condições nutricionais da cana-soca, o que concorda com as citações de *ULRICH (1948)*.

Como o objetivo da diagnose foliar é detectar as possíveis deficiências em idades suficientemente precoces, para que haja tempo de correção, as amostragens efetuadas aos 90 e 130 dias são as recomendáveis.

4.2. Experimento em vasos

4.2.1. Desenvolvimento das plantas

As cultivares testadas cultivadas em condições idênticas apresentaram variações de desenvolvimento no desenrolar do ensaio.

No meio completo, do plantio até o final do ensaio, o crescimento vegetativo foi superior na *CO 740*, vindo a seguir, em ordem decrescente *NA 56-79*, *IAC 52-150*, *IAC 52-326* e *CB 41-14*. Já no meio nutritivo carente as cultivares *CB 41-14*, *IAC 52-326* apresentaram-se ligeiramente mais desenvolvidas que as demais.

Sinais de deficiência de nitrogênio manifestaram-se ~~em se~~ 20 dias após o estabelecimento da omissão do elemento no meio de cultivo. As culturas apresentaram diferentes respostas à desnutrição. As mais resistentes foram *CB 41-14* e *IAC 52-326*. A carência manifestou-se em primeiro lugar na *CO 740* e *NA 56-79*.

Os sintomas de deficiência observados podem ser assim sumari
zados: primeiramente ocorreram nas folhas mais velhas e com o progresso to
maram conta da planta. Inicialmente o limbo se apresentava inteiramente de
cor verde clara, ligeiramente amarelada, em confronto com o verde da planta
testemunha. Em seguida, as folhas mais afetadas secavam apresentando-se cor
de palha. As plantas carentes apresentavam-se menos desenvolvidas.

Com o desenvolvimento das plantas, os sintomas agravaram-se,
sem entretanto ocorrer morte das mesmas.

Os sintomas descritos assemelham-se aos mencionados por MAR-
TIN (1938, 1941), CLEMENTS et alii (1941), HUMBERT e MARTIN (1955) e HAAG
(1965).

4.2.2. Produção de colmos

A Tabela 24 mostra as produções de colmos, obtidas no meio
nutritivo completo e carente em nitrogênio das culturas empregadas no en-
saio bem como os resultados do estudo estatístico.

As cultivares empregadas no ensaio mostraram comportamentos
diferentes nos dois meios de cultivo. Quando crescidas em solução completa
a CO 740 foi a de maior produção, seguindo-lhe NA 56-79, IAC 52-150 e
CB 41-14. Já, no meio carente, CB 41-14 e IAC 52-150 foram as mais produtivas
segundo-lhes, em ordem decrescente NA 56-79, CO 740 e IAC 52-326.

Tabela 24 - Produção (em kg/recipiente), média de 4 repetições, das cultivares empregadas e resultados estatísticos.

Cultivares	Produção em meio completo	Produção em meio carente em nitrogênio
NA 56-79	9,43	3,50
IAC 52-326	8,07	2,73
IAC 52-150	7,53	3,70
CB 41-14	7,44	3,73
CO 740	9,62	3,49
F	24,57**	20,73**
CV (%)	4,98	5,25
dms a 5 %	0,91	0,39
dms a 1 %	1,17	0,50

** significativo a 1 % de probabilidade.

No meio nutritivo completo, diferenças estatísticas ocorreram entre CO 740 e NA 56-79 e as demais cultivares testadas. Já em condições de carência apenas IAC 52-326, diferiu das demais empregadas no ensaio.

A cultivar CB 41-14 se apresentou como a mais produtiva no meio nutritivo carente e com a menor produção no meio completo. Pode-se considerar, a citada cultivar, como a mais resistente a desnutrição nitrogenada, e como sendo a menos exigente no elemento em questão, vindo logo após

IAC 52-150. Já a cultivar *IAC 52-326*, com base nas produções obtidas em nutrição completa e deficiente em nitrogênio, mostrou-se a menos resistente à desnutrição e, portanto, como a mais exigente no nutriente estudado.

4.2.3. Teores de nitrogênio

4.2.3.1. Nitrogênio total

As Tabelas 25 e 26 mostram os resultados das análises do nitrogênio total, nas folhas +3 e +4, nas amostragens efetuadas e cultivares testadas no ensaio.

Os teores de nitrogênio, em ambas as folhas selecionadas de um modo geral, decresceram com a idade da cultura, em todas as cultivares testadas. Tal observação encontra apoio nos relatos de diversos pesquisadores.

BONNET et alii (1956), estudando o efeito do nitrogênio em cana planta cultivada em areia e solução nutritiva, observaram a queda dos teores dosados nas folhas +3 e +4, +5 e +6, com a idade. As amostragens foram efetuadas aos 3 meses até os 15 meses, de 30 em 30 dias. Conclusões semelhantes chegaram *SAMUELS et alii (1959, 1960)*, *JONES e HUMBERT (1960)* e *TEIXEIRA (1978)*, em experimentos de campo com cana planta.

VITLOS e LAWRIE (1963) e *POIDEVIN e ROBINSON (1964)*, trabalhando com cana-soca, também observaram o decréscimo dos teores de nitrogênio

Tabela 25 - Teores de nitrogênio total, expressos em porcentagem da matéria seca, avaliados nas folhas +3, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Médias de 4 repetições.

Épocas	Idade da cultura em dias	Meio nutritivo completo					Meio nutritivo deficiente em nitrogênio				
		NA 56-79	IAC 56-326	IAC 56-150	CB 41-14	CO 740	NA 56-79	IAC 56-326	IAC 56-150	CB 41-14	CO 740
1	90	1,97	1,79	1,82	1,74	2,05	-	-	-	-	-
2	130	1,87	1,69	1,80	1,64	1,98	1,55	1,47	1,52	1,34	1,59
3	170	2,02	1,78	1,88	1,72	2,18	1,50	1,38	1,46	1,22	1,56
4	210	1,82	1,71	1,78	1,62	1,94	1,39	1,28	1,32	1,15	1,46
5	250	1,69	1,62	1,65	1,58	1,78	1,30	1,13	1,23	1,08	1,36
6	290	1,65	1,54	1,60	1,50	1,72	1,27	1,15	1,19	1,08	1,34

Tabela 26 - Teores de nitrogênio total, expressos em porcentagens de matéria seca, avaliados na folhas +4, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Média de 4 repetições.

Idade da Épocas cultura em dias	Meio nutritivo completo				Meio nutritivo deficiente em nitrogênio					
	NA 56-79	IAC 52-326	IAC 52-150	CE 41-14	CO 740	NA 56-79	IAC 52-326	IAC 52-150	CE 41-14	CO 740
1	2,06	1,90	1,99	1,84	2,31	-	-	-	-	-
2	1,96	1,82	1,91	1,75	2,17	1,61	1,54	1,58	1,44	1,69
3	2,04	1,85	1,92	1,78	2,30	1,57	1,47	1,54	1,37	1,62
4	1,91	1,78	1,83	1,70	2,23	1,46	1,37	1,42	1,28	1,53
5	1,78	1,67	1,72	1,63	1,82	1,34	1,27	1,30	1,16	1,43
6	1,70	1,60	1,67	1,56	1,76	1,29	1,18	1,21	1,13	1,36

total com a idade. Portanto, pode-se considerar que a soqueira apresenta comportamento semelhante ao da cana-planta nesse particular.

Os resultados obtidos nas folhas +4 sempre foram superiores aos das folhas +3, o que já foi relatado por *TEIXEIRA (1978)*.

A cultivar *CO 740* mostrou-se, em todas as amostragens efetuadas e para os 2 tratamentos e tipos de folhas considerados, com os teores mais elevados vindo logo após *NA 56-79*. Em ordem decrescente seguiram-lhes as concentrações obtidas em *IAC 52-326*, *IAC 52-150* e *CB 41-14*. Tal constatação, acompanha as produções de colmos e confirma o encontrado por *ORLANDO FILHO e HAAG (1976)*, que trabalharam com 4 tipos de solos e 16 variedades.

Os resultados estatísticos (Tabelas 27 e 28) mostram que as cultivares evidenciaram as diferenças de tratamentos em todas as amostragens, inclusive aos 130 dias de idade, 40 dias após a omissão do nutriente. As cultivares testadas, comportaram-se diferentemente em relação ao nitrogênio total.

Em todas as épocas de amostragens, meios de cultivo e tipos de folhas considerados, ficaram evidentes as diferenças entre cultivares. Entretanto, os resultados parecem demonstrar que, para o meio completo e em ambas as folhas selecionadas, as épocas que melhor mostraram as diferenças entre as cultivares foram as números 3 e 4, ou seja 170 e 210 dias de idade. Nesta coleta apenas não se observou diferenças entre *IAC 52-326* e *IAC 52-150*. No meio carente em nitrogênio, as oscilações de teores foram menores que no meio completo. As diferenças entre cultivares aumentaram progressivamente

Tabela 27 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio total das folhas +3, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens.

Épocas	Idade da cultura em dias	Valor de F para variedades	Valor de F para tratamentos	CV (%)	dms a 5 % para variedades	dms a 5 % para tratamentos
1	90	10,05**	-	4,37	0,180	-
2	130	48,39**	430,39**	2,86	0,097	0,068
3	170	89,11**	1099,11**	2,82	0,094	0,068
4	210	55,31**	1025,33**	2,94	0,092	0,065
5	250	77,29**	1995,78**	2,18	0,064	0,045
6	290	91,65**	2003,53**	1,99	0,057	0,041

** significativo a nível de 1 % de probabilidade.

Tabela 28 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio total das folhas +4, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens.

Épocas	Idade da cultura em dias	Valor de F para variedades	Valor de F para tratamentos	CV (%)	dms a 5 % para variedades	dms a 5 % para tratamentos
1	90	13,28**	--	5,00	0,220	--
2	130	40,11**	385,20**	3,26	0,120	0,082
3	170	153,76**	1928,03**	1,98	0,071	0,050
4	210	213,51**	2836,25**	1,74	0,059	0,041
5	250	73,01**	2118,79**	1,92	0,066	0,042
6	290	65,45**	2037,28**	2,04	0,081	0,043

** significativo a nível de 1 % de probabilidade.

Tabela 25 - Teores de nitrogênio total, expressos em porcentagem da matéria seca, avaliados nas folhas +3, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Médias de 4 repetições.

Épocas	Idade da cultura em dias	Meio nutritivo completo					Meio nutritivo deficiente em nitrogênio				
		NA 56-79	IAC 56-326	IAC 56-150	CB 41-14	CO 740	NA 56-79	IAC 56-326	IAC 56-150	CB 41-14	CO 740
1	90	1,97	1,79	1,82	1,74	2,05	-	-	-	-	-
2	130	1,87	1,69	1,80	1,64	1,98	1,55	1,47	1,52	1,34	1,59
3	170	2,02	1,78	1,88	1,72	2,18	1,50	1,38	1,46	1,22	1,56
4	210	1,82	1,71	1,78	1,62	1,94	1,39	1,28	1,32	1,15	1,46
5	250	1,69	1,62	1,65	1,58	1,78	1,30	1,13	1,23	1,08	1,36
6	290	1,65	1,54	1,60	1,50	1,72	1,27	1,15	1,19	1,08	1,34

Tabela 26 - Teores de nitrogênio total, expressos em porcentagens de matéria seca, avaliados na folhas +4, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Média de 4 repetições.

Idade da Épocas cultura em dias	Meio nutritivo completo				Meio nutritivo deficiente em nitrogênio					
	NA 56-79	IAC 52-326	IAC 52-150	CE 41-14	CO 740	NA 56-79	IAC 52-326	IAC 52-150	CE 41-14	CO 740
1	2,06	1,90	1,99	1,84	2,31	-	-	-	-	-
2	1,96	1,82	1,91	1,75	2,17	1,61	1,54	1,58	1,44	1,69
3	2,04	1,85	1,92	1,78	2,30	1,57	1,47	1,54	1,37	1,62
4	1,91	1,78	1,83	1,70	2,23	1,46	1,37	1,42	1,28	1,53
5	1,78	1,67	1,72	1,63	1,82	1,34	1,27	1,30	1,16	1,43
6	1,70	1,60	1,67	1,56	1,76	1,29	1,18	1,21	1,13	1,36

Tabela 27 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio total das folhas +3, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens.

Épocas	Idade da cultura em dias	Valor de F para variedades	Valor de F para tratamentos	CV (%)	dms a 5 % para variedades	dms a 5 % para tratamentos
1	90	10,05**	-	4,37	0,180	-
2	130	48,39**	430,39**	2,86	0,097	0,068
3	170	89,11**	1099,11**	2,82	0,094	0,068
4	210	55,31**	1025,33**	2,94	0,092	0,065
5	250	77,29**	1995,78**	2,18	0,064	0,045
6	290	91,65**	2003,53**	1,99	0,057	0,041

** significativo a nível de 1 % de probabilidade.

Tabela 28 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio total das folhas +4, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens.

Épocas	Idade da cultura em dias	Valor de F para variedades	Valor de F para tratamentos	CV (%)	dms a 5 % para variedades	dms a 5 % para tratamentos
1	90	13,28**	--	5,00	0,220	--
2	130	40,11**	385,20**	3,26	0,120	0,082
3	170	153,76**	1928,03**	1,98	0,071	0,050
4	210	213,51**	2836,25**	1,74	0,059	0,041
5	250	73,01**	2118,79**	1,92	0,066	0,042
6	290	65,45**	2037,28**	2,04	0,081	0,043

** significativo a nível de 1 % de probabilidade.

com a idade da cultura. As coletas efetuadas aos 250 e 290 dias (épocas 5 e 6), foram as que melhor demonstraram as variações entre cultivares.

Diversos pesquisadores encontraram diferenças entre cultivares em relação aos teores de nitrogênio nas folhas.

SAMUELS et alii (1955), pesquisaram a composição foliar das variedades *PR 903*, *PR 904*, *M 293* e *POJ 296*, observando diferenças entre as mesmas em relação aos teores de nitrogênio. Posteriormente *SAMUELS et alii (1959, 1960)*, estudando outras variedades cultivadas em Porto Rico, comprovaram a influência varietal.

JONES e HUMBERT (1960), estudaram as variações das concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio em função da idade, em 3 variedades havaianas, observando em diversas épocas de amostragens teores com a variedade considerada.

GOSNELL e LONG (1973) e ALVAREZ (1974) observaram, respectivamente aos 150 e 110 dias de idade, diferentes teores de nitrogênio nas variedades empregadas nos seus experimentos.

GALLO et alii (1968), encontraram em folhas +3, amostradas aos 4 e 9 meses de idade, teores de nitrogênio significativamente mais elevados na *CO 419* em relação a *CB 41-76*.

Recentemente *ORLANDO FILHO e HAAG (1976)*, em um grupo de ensaios com a finalidade de observar a influência das variedades e do tipo de solo, encontraram em folhas +3, colhidas aos 4 meses de idade, resultados que evidenciaram as diferenças entre variedades e enfatizaram a dificuldade de eleger-se uma como representativa, para fins de diagnose.

4.2.3.2. Nitrogênio "solúvel"

a. Nitrogênio amoniacal

As Tabelas 29 e 30 mostram os teores de nitrogênio solúvel dosados como amônio nas folhas +3 e +4 nas cultivares e tratamentos empregados no ensaio.

Os teores de nitrogênio amoniacal, em todas as cultivares, tratamentos e tipos de folhas, de um modo geral decresceram com o desenvolvimento da cultura, acompanhando o comportamento do nitrogênio total. Outros autores, entre os quais *BONNET et alii (1956, 1958)*, *SAMUELS et alii (1959, 1960)* e *JONES e HUMBERT (1960)*, observaram o mesmo fenômeno com os teores de nitrogênio total.

TEIXEIRA (1978), trabalhando com a cultivar NA 56-79 em ensaio de campo, observou a queda dos teores do nitrogênio total e "solúvel", avaliados como amônio e nitrato, com o desenvolvimento da cultura. Tal ocorrência encontra apoio no relato de *VIETS (1965)*, para quem a quantidade de nitrogênio "solúvel", diminui com a idade das espécies em geral pois, com o

Tabela 29 - Teores de nitrogênio amoniacal, expressos em ppm, avaliados nas folhas +3, nas diversas culturas, res, tratamentos e épocas de amostragens. Média de 4 repetições.

Épocas cultura em dias	Idade da cultura em dias	Meio nutritivo completo					Meio nutritivo deficiente em nitrogênio				
		NA 56-79	IAC 52-326	IAC 52-150	CB 41-14	CO 740	NA 56-79	IAC 52-326	IAC 52-150	CB 41-14	CO 740
1	90	959	876	912	852	1036	-	-	-	-	-
2	130	941	834	873	712	994	635	603	612	469	698
3	170	959	840	889	728	1011	534	496	512	399	638
4	210	943	840	882	719	985	469	428	434	399	560
5	250	612	561	574	523	707	358	319	329	285	378
6	290	518	481	500	446	523	346	327	319	287	362

Tabela 30 - Teores de nitrogênio amoniacal, expressos em ppm, avaliados nas folhas +4, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Média de 4 repetições.

Épocas	Idade da cultura em dias	Meio nutritivo completo					Meio nutritivo deficiente em nitrogênio				
		NA 56-79	IAC 52-326	IAC 52-150	CB 41-14	CO 740	NA 56-79	IAC 52-326	IAC 52-150	CB 41-14	CO 740
1	90	967	898	924	863	1048	-	-	-	-	-
2	130	952	852	901	730	1001	658	611	626	496	716
3	170	980	861	910	789	1018	562	504	546	420	649
4	210	972	854	887	730	987	529	485	471	413	607
5	250	621	576	588	537	731	364	327	343	292	388
6	290	532	490	506	452	537	359	332	345	289	367

envelhecimento há um aumento dos componentes estruturais e decréscimo dos conteúdos protoplasmáticos (onde se armazena o nitrogênio "solúvel").

As concentrações de amônio, obtidas em todas as cultivares testadas e nos dois tratamentos, foram sempre as maiores nas folhas +4 do que nas folhas +3, o que também foi observado por *TEIXEIRA (1978)*, em ensaios de adubação no campo com a variedade *NA 56-79*.

Os teores mais elevados, em todas as amostragens e para os dois tratamentos, foram os encontrados em *CO 740* vindo a seguir, e em ordem decrescente, *NA 56-79*, *IAC 52-826*, *IAC 52-150* e *CB 41-14*, o que acompanha os teores de nitrogênio total e as produções de colmos.

As Tabelas 31 e 32 resumem os resultados do estudo estatístico. Os teores obtidos em todas as cultivares, e nos dois tipos de folhas, foram influenciados significativamente pelos tratamentos, em todas as amostragens.

As cultivares empregadas no ensaio, mostraram-se com teores variáveis de nitrogênio "solúvel", avaliado como amônio.

Em ambos os meios de cultivo e nas folhas +3 e +4, todas as cultivares testadas mostraram-se diferentes estatisticamente nas 5 primeiras amostragens, efetuadas respectivamente aos 90, 130, 170, 210 e 250 dias de idade. Na 6a. época de coleta (290 dias de idade), no meio completo, apenas entre as cultivares *CO 740* e *NA 56-79*, não foi observada diferença estatís-

Tabela 31 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio amoniacal das folhas +3, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens.

Épocas	Idade da cultura em dias	Valor de F para variedades	Valor de F para tratamentos	CV (%)	dms a 5 % para variedades	dms a 5 % para tratamentos
1	90	627,44**	-	0,61	12,48	-
2	130	730,88**	7631,40**	1,28	19,73	13,91
3	170	1385,22**	32324,72**	0,91	13,53	9,54
4	210	1763,06**	45246,53**	0,84	11,79	8,31
5	250	755,31**	23213,28**	1,17	11,42	8,05
6	290	312,87**	9933,18**	1,24	10,72	7,58

** significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Tabela 32 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio amoniacal das folhas +4, obtidos nas diversas culturas, tratamentos e épocas de amostragens.

Épocas	Idade da cultura em dias	Valor de F para variedades	Valor de F para tratamentos	CV (%)	dms a 5 % para variedades	dms a 5 % para tratamentos
1	90	321,25**	-	0,88	17,77	-
2	130	674,23**	6628,89**	1,41	21,30	15,00
3	170	1536,43**	26654,38**	1,01	14,55	10,25
4	210	1537,98**	46022,08**	0,90	12,56	8,86
5	250	546,29**	17124,10**	1,36	12,95	9,13
6	290	132,09**	4866,89**	1,77	14,99	10,57

** significativo a 1 % de probabilidade.

tica; em condições de carência nessa mesma coleta, não diferiram entre si *CO 740 e NA 56-79 e também IAC 52-150 e IAC 52-326.*

Os resultados obtidos revelam que o nitrogênio amoniacal foi mais eficaz que o nitrogênio total para distinguir as cultivares utilizadas.

b. Nitrogênio nítrico

As Tabelas 33 e 34 contêm os teores de nitrogênio "solúvel" dosados como nitrato nas folhas +3 e +4 nas cultivares testadas e tratamentos considerados no ensaio.

Os teores de nitrogênio nítrico, em todas as cultivares, tratamentos e em ambos os tipos de folhas, decresceram com o desenvolvimento da cultura, comportando-se, portanto, semelhantemente ao nitrogênio total e amoniacal.

TEIXEIRA (1978), em experimentos de adubação no campo, observaram a queda dos teores de nitrogênio total e "solúvel", dosados como amônio e nitrato, com o desenvolvimento das culturas, o que vem apoiar os resultados encontrados no presente estudo. *VIETS (1965)*, considera como normal a queda dos conteúdos de nitrogênio "solúvel" com a idade das plantas.

As concentrações de nitrato, obtidas em todas as cultivares e nos dois tratamentos, foram superiores nas folhas +4, em relação as encon

Tabela 33 - Teores de nitrogênio nitrato, expressos em ppm, avaliados nas folhas +3, nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens. Médias de 4 repetições.

Épocas da cultura em dias	Meio nutritivo completo				Meio nutritivo deficiente em nitrogênio					
	NA 56-79	IAC 52-326	IAC 52-150	CB 41-14	CO 740	NA 56-79	IAC 56-326	IAC 56-150	CB 41-14	CO 740
1 90	203	170	186	170	273	-	-	-	-	-
2 130	182	159	175	149	189	91	82	87	68	105
3 170	114	107	114	96	140	65	66	73	61	80
4 210	95	84	87	77	126	45	44	49	37	59
5 250	66	52	61	44	80	35	33	38	30	44
6 290	49	38	44	33	58	28	28	28	26	31

contradas nas folhas +3, o que concorda com o observado para as outras formas de nitrogênio consideradas. Anteriormente, em experimento com cana-de-açúcar variedade *NA 56-79*, *TEIXEIRA (1978)*, chegou à mesma conclusão.

Os teores mais elevados foram encontrados na *CO 740*, vindo logo após os obtidos em *NA 56-79*, *IAC 52-326*, *IAC 52-150* e *CB 41-14*. Tal constatação acompanha os resultados de produção bem como o observado para o nitrogênio total e amoniacal.

Os resultados obtidos, contidos nas Tabelas 35 e 36 mostram que a forma de nitrogênio nítrico revela em todas as épocas as diferenças entre tratamentos, inclusive na coleta efetuada aos 130 dias de idade, que foi a primeira amostragem após a omissão do nutriente estudado.

As cultivares empregadas no ensaio apresentaram comportamentos diferentes em relação ao nitrato dosado nas folhas.

Os dados das Tabelas, 27 e 28, 31 e 32, 35 e 36, respectivamente, revelam que o nitrogênio amoniacal foi o que melhor discriminou as cultivares e os tratamentos seguindo-se-lhe o nitrogênio nítrico e, finalmente, o nitrogênio total.

Tabela 35 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio nítrico das folhas +3, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens.

Épocas	Idade da cultura em dias	Valor de F para variedades	Valor de F para tratamentos	CV (%)	dms a 5 % para variedades	dms a 5 % para tratamentos
1	90	174,65**	-	3,22	14,10	-
2	130	59,41**	2400,00**	4,21	11,11	7,83
3	170	34,36**	630,15**	6,15	11,57	8,15
4	210	67,30**	997,55**	6,67	9,62	6,78
5	250	38,71**	321,77**	9,03	8,98	6,33
6	290	22,12**	226,71**	8,05	8,54	6,93

** significativo a nível de 1 % de probabilidade.

Tabela 36 - Resultados estatísticos dos teores de nitrogênio nitrato das folhas +4, obtidos nas diversas cultivares, tratamentos e épocas de amostragens.

Épocas	Idade da cultura em dias	Valor de F para variedades	Valor de F para tratamentos	CV (%)	dms a 5 % para variedades	dms a 5 % para tratamentos
1	90	124,07**	-	3,50	15,95	-
2	130	49,09**	2371,16**	4,08	11,52	8,12
3	170	44,72**	792,18**	5,20	10,48	7,38
4	210	108,60**	1268,33**	5,68	9,23	11,37
5	250	43,31**	323,40**	8,65	9,71	6,85
6	290	238,59**	19,28**	9,42	7,64	5,38

** significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

As principais conclusões que podem ser retiradas são as que se seguem:

5.1. Ensaio de campo

- a. O nitrogênio "solúvel", amoniacal e nítrico, mostraram-se mais eficientes que o total, para fins de diagnose foliar, podendo-se empregar as folhas +3 ou +4.
- b. As épocas mais indicadas para coleta de folhas e dosagem de nitrogênio "solúvel" são aos 90 e 130 dias após a rebrota.
- c. O nitrogênio total pode ser utilizado para diagnose foliar empregando-se as folhas +3 aos 130 dias ou, melhor ainda, as folhas +4 aos 90 e 130 dias após a rebrota.

d. Os teores de nitrogênio total e "solúvel", correspondentes às máximas produções foram, aproximadamente, os seguintes:

Formas de nitrogênio	Folhas +3		Folhas +4	
	90 dias após a rebrota	130 dias após a rebrota	90 dias após a rebrota	130 dias após a rebrota
Total	-	1,57 %	1,74 %	1,62 %
Amônio	1480 ppm	900 ppm	1565 ppm	945 ppm
Nitrato	100 ppm	80 ppm	112 ppm	107 ppm

5.2. Ensaio em vasos

- a. Houve grande variação nos teores de nitrogênio total, amoniacal e nítrico das folhas +3 e +4 entre as épocas de amostragem, tratamentos e cultivares.
- b. A forma amoniacal foi a que melhor discriminou as cultivares e os tratamentos, seguindo-se-lhe a nítrica e o nitrogênio total.

6. SUMMARY

The objective of this work was to verify the behaviour of "soluble" and total nitrogen (evaluated as ammonium and nitrate) in the 1st ratoon of field grown sugar cane, and in sugar cane cultivars grown in nutritive solution.

The field trial was installed in the experimental "campus" of the Department of Soils, Geology and Fertilizers, in April 1972. Sugar cane variety *NA 56-79*, was planted in a soil classified as Great Group Rego-sol Sertãozinho Series. The culms were harvested in October 1973. The ratoon received, after, the treatments were applied to the ratoon as follows: crescent doses of nitrogen (0, 30, 60, 120 kg of N/ha). A uniform application of 200 kg of P_2O_5 /ha and 150 kg of K_2O /ha was given to all treatments.

A parallel trial was conducted, in containers with washed sand and nutritive solution, where five sugar cane cultivars, *CO 740*, *IAC 52-150*, *IAC 52-326*, *CB 41-14* and *NA 56-79*, were cultivated in complete nu-

titive medium until three months old when the treatments were established : complete nutritive medium and complete minus nitrogen.

In both trials, five samplings of +3 and +4 leaves were gathered at 40 days intervals starting when the plants were three months old. The individual samples were axied and their soluble and total nitrogen content determined both as ammonium and nitrate. The cane stalks were harvested when the plants were 12 months old.

In regards to the experiment of cane (1st ratoon) it could be observed an increase in yield with rates higher than 60 kg of N/ha. The regression study, between rates and yields showed that the variance was linear and quadratic and that the maximum yield under the experimental conditions was 83,4 kg N/ha, corresponding to the yield of 474,9 kg plot (or 79,3 t/ha).

The results of the leaf analysis showed that the concentration of "soluble" and total nitrogen decreased with age, for both leaves selected. Considering the total nitrogen, the best age correlated to yield was 130 days for both leaf types. "Soluble" nitrogen contents, dosed as ammonium and nitrate, correlated better with yields than did total N. It can be affirmed that, under these experimental conditions samples collected at 90 and 130 days are the advisables.

The contents of "soluble" and total nitrogen corresponding to maximum yields were the following:

Form of nitrogen	Leaves +3		Leaves +4	
	90 days	130 days	90 days	130 days
Total nitrogen	-	1,57 %	1,74 %	1,62 %
Ammonium	1480 ppm	900 ppm	1565 ppm	945 ppm
Nitrate	100 ppm	80 ppm	112 ppm	107 ppm

The sugar cane cultivars on complete and N deficient nutritive medium behaved differently regarding culms yields and "soluble" and total nitrogen content in the leaves.

Productivity of *CO 740* and *NA 56-79* in the complete nutritive medium was significantly higher than the other varieties. In the N deficient medium, only *IAC 52-326*, that of lesser yield differed statistically from the other cultivars.

The concentrations of "soluble" and total nitrogen decreased with the culture development in all cultivars tested; their respective "soluble" and total nitrogen content in the leaves varied in all samples taken. Differences between treatments were evident in all samples, including those 130 days old, for all forms of nitrogen evaluated.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, F.G., 1974. Correlacion entre algunos niveles de nutrientes en la hoja de la caña de azucar. Rev. Fac. Agr. Univ. Cent. Venez. Caracas, 7 (4): 5-12.

BAVER, L.D., 1966. Soil Physics. Ed. John Wiley e Sons, New York, pág. 53-58.

BONNET, J.A., A.R. RIERA e J. ROLDAN, 1956. Correlation at different ages between Nitrogen green and dry matter contents of leaves and yield of sugar cane grown sand culture. The J.of Agr. of the Univ. of Puerto Rico, Puerto Rico, 11 (2): 101-109.

BONNET, J.A., A.R. RIERA e J. ROLDAN, 1958. Yield responses to different N-P-K levels, and correlations with foliar analyses, in sand culture studies with corn, sugar cane and cotton. The J. of Agr. of the Univ. of Puerto Rico, Puerto Rico, 42 (3): 178-184.

- BRENMER, J.M., 1965. Nitrogen. In: Methods of soil analysis. Ed. C. A. Black. Agronomy American Soc. Agron. Madison, Wisconsin, part 2, pág. 1179-1209.
- CATANI, R.A., J.R. GALLO e H. GARGANTINI, 1955. Análise química, amostragem de solo. Métodos de análise, interpretações e indicações gerais para fins de fertilidade. Boletim 69 do Instituto Agronômico da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Campinas, 28 pág.
- CLEMENTS, H.F., J.M. MARTIN e S. MORIGUCHI, 1941. Composition of sugar cane plants in deficient nutrition. Hawaiian Planter's Record, Hawaii 46: 7-34.
- CLEMENTS, H.F., 1953. Crop logging of sugar cane, principles and practices. Proc. 8th Congr. International Society of sugar cane Techn. Hawaii: 79-97.
- CLEMENTS, H.F., 1959. Recent developments in crop logging of sugar cane. Proc. 10th Congr. International Society of sugar cane Techn. Hawaii: 522-528.
- CORNELISON, A.H. e H.F. COOPER, 1941. Further studies in nitrogen nutrition. Time of application of nitrogen test. Hawaiian Planter's Record Hawaii: 45: 155-178.

DELA CRUZ, A. e A. MARETZKI, 1969. Nitrate reductase in Lahaiana and H 109. Hawaiian Sugar Planter's Association, Experiment Station. Annual Report pág. 214.

DILEWIJN, C.VAN, 1952. Botany of sugar cane. Waltham. Chronica Botanica, 317 pág.

EVANS, H., 1955. Studies in the mineral nutrition of sugar cane in British Guiana. Trop. Agriculture, Trinidad 32: 295-322.

EVANS, H., 1966. Tissue diagnostic analyses and their interpretation in sugar cane. In: Cong. Int. Soc. Sugarcane Tech. 12, Puerto Rico. Proceedings Amsterdam Elsevier pág. 156-180.

GALLO, J.R., R. HIROCE e R. ALVAREZ, 1968. Levantamento do estado nutricional de canaviais de São Paulo pela análise foliar. Bragantia, Campinas 27: 365-382.

GOSNELL, J.M. e A.C. LUNG, 1971. Some factors affecting foliar analysis in sugar cane. In: South Afr. Sugar Tech. Assoc. 45. Proceedings Natal Witness, pág. 217-22.

HAAG, H.P., 1965. Estudos de nutrição mineral na cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) variedade CB 41-76, cultivada em solução nutritiva. Piracicaba, ESALQ/USP, 141 p. (tese de livre-docência).

- HALAIS, P., 1955. Nutrition and soils. Foliar diagnosis. In: A.R. Mauri
tius Sugar. Ind. Research Inst. France. Mauritius, p. 41-53.
- HALAIS, P., 1962. The detection of N-P-K deficiency trends in sugar cane
crops by means of foliar diagnosis in from year to year on a follow up
bases. In: Cong. Int. Soc. Sugarcane Tech., 11: Mauritius Proceedings
Amsterden Elsevier, p. 214-227.
- HUMBERT, R.P. e H. MARTIN, 1955. Nutricional deficiency symptoms in sugar
cane. Hawaiian Planter's Record, Hawaii 50 (1): 95-102.
- INNES, R.F., 1959. The manuring of sugar cane. Span 2 (3): 98-100.
- JONES, T.A. e P.F. HUMBERT, 1966. A spectrographic study of the variations
in the nutrient content of sugar cane. Hawaiian Planter's Record, Hawaii
55 (4): 313-317.
- KING, N.J., R.W. MUNGOMERY e C.G. HUGHES, 1953. Manual of cane growing.
Sidney, Augus and Robertson, 349 p.
- MALAVOLTA, E., 1959. Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubação. São
Paulo. Ed. Agr. Ceres, 489 p.
- MALAVOLTA, E., 1965. Fisiogênicas. Curso de Fitopatologia para graduados.
Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária, Argentina. Apuntes de
Clase 12: 91 p. Apuntes de Clase 33: 81 p.

- MARETZI, A. e A. DELA CRUZ, 1963. Nitrate reductase enzyme monitor for leaf nitrogen. Hawaiian Sugar Planter's Association, Experiment Station Annual Report, Hawaii, p. 28.
- MARTIN, J.P., 1938. Sugar cane diseases. Hawaiian Planter's Association, Experiment Station Annual Report, Hawaii, p. 295.
- MARTIN, J.P., 1941. Varietal differences of sugar cane in growth yields and tolerance to nutrient deficiencies. Hawaiian Planter's Record. Hawaii 45 (1): 79-91.
- OITICICA, J., 1970. Análise foliar na cana-de-açúcar pelo "crop log-sys - tem". Instituto do Açúcar e do Alcool. Museu do Açúcar, Recife, 63 p.
- ORLANDO FILHO e H.P. HAAG, 1976. Influência varietal e do solo no estado nutricional na cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). pela análise foliar. Planalsucar, Coordenadoria Regional Sul, Boletim Técnico nº 2. Araras, São Paulo, 52 p.
- PIMENTEL GOMES, F., 1963. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba, 2a. edição, 466 p.
- POIDEVIN, N. e L. ROBINSON, 1964. Métodos de diagnose foliar utilizados nas plantações do Grupo Booker na Guiana Inglesa. Fertilidade 21: 1-47 p.
- RANZANI, G., O. FREIRE e T. KINJO, 1966. Carta de solos do município de Piracicaba. ESALQ/USP, Piracicaba, 85 p.

RHODESIA SUGAR ASSOCIATION EXPERIMENT STATION, 1974. In: Annual Report 1972/1973. Cheredzi, Rhodesia, p. 37.

RHODESIA SUGAR ASSOCIATION EXPERIMENT STATION, 1978. In: Annual Report 1976/1977. Cheredzi, Rhodesia, p. 33-45.

SAMUELS, G., P. LANDRAU Jr., S. ALERS ALERS e A. RIERA, 1955. The method of foliar diagnosis as applied to sugar cane. Agricultural Experiment Station, bulletin 123, Puerto Rico, 47 p.

SAMUELS, G., 1959. The influence of the age of sugar cane on its leaf nutrient (N-P-K) content. The Journal of Agr. of Puerto Rico, Puerto Rico, 43 (3): 159-170.

SAMUELS, G., P. LANDRAU Jr. e S. ALERS ALERS, 1960. Influence of height of cane and leaf stage at time of sampling on leaf nutrients content of sugar cane. The Journal of Agr. of Puerto Rico, Puerto Rico, 44 (1) : 11-15.

SÃO PAULO. Secretária da Agricultura. Instituto de Economia Agrícola, 1978. Prognóstico agrícola do Estado de São Paulo. 1978/1979, 247 p.

SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Soluções nutritivas. Apostila mimeografada, disciplina Nutrição Mineral de Plantas do curso de graduação em engenharia agrônômica ESALQ/USP, Piracicaba, 6 p.

- STOCKING, C.R. e A. ONGUM, 1962. The intracelular distribution of some metallic elements in leaves. Am. Journ. Bot., New York, 49: 285-289.
- TAKAHASHI, D., 1965. Nitrate in sugar cane. In: Annual Report Experimental Station of the Hawaiian Sugar Planter's Association, Hawaii, p. 34.
- TEIXEIRA, N.T., 1978. Avaliação da forma de nitrogênio solúvel como método para diagnose foliar em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) variedade NA 56-62. Piracicaba, ESALQ/USP, 71 p. (dissertação de mestrado).
- TEIXEIRA, N.T. e A. COBRA NETTO, 1978. Um método de avaliação de nitrogênio "solúvel em plantas". Rev. Ecosistema, Espírito Santo do Pinhal, S.P., 3 (3): 50-52.
- ULRICH, A., 1948. Diagnostic techniques for soil and crops. Ed. American Potash Institute, Washington D.C., 254 p.
- VIETS Jr., F.G., 1965. The plant's need for use of nitrogen. In: Soil nitrogen. Ed. W.W. Bartolomeu e F.I. Clarck, p. 350-400.
- VITLOS, A.J. e D.L. LAWRIE, 1963. Foliar diagnosis as a guide to the mineral nutrition of sugar cane in Trinidad. Tropical Agriculture, Trinidad 40: 1973-1983.
- WILLIAMS, S.M. e J.W. COUSTON, 1962. Los niveles de produccion agricola y el empleo del fertilizantes. Roma, FAO, 55 p.