

EFEITOS DA ADUBAÇÃO COM $N-NO_3^-$ e NH_4^+ NA PRODUÇÃO DE MASSA,
NAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO E NA ATIVIDADE DA REDUTASE
NO NITRATO EM *Vigna unguiculata* (L.) WALP.*

SEBASTIÃO ALVES DE LIMA FILHO**
ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE***

RESUMO

Estudaram-se, em condições de campo, os efeitos da adubação nítrica e amoniacal nas produções de massa verde e seca, atividade da redutase do nitrato, concentrações de nitrogênio total e nítrica nas partes vegetativa e as concentrações de nitrogênio total e nítrica nos grãos de *Vigna*.

Adotaram-se 2 épocas de amostragem: a) aos 90 dias, coletando-se amostras das partes vegetativas das plantas; b) ao final do ciclo vegetativo da cultura fazendo-se a amostra-

* Entregue para publicação em 30/12/1982.

** Coordenadoria Regional Sul do IAA/Planalsucar - Araras, SP.

*** Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

gem de grãos. As plantas em geral desenvolveram-se bem melhor com a fonte $N-NO_3$ e apresentaram melhores resultados em todas as determinações realizadas (produção de massa, N -total, $N-NO_3$ e atividade da redutase do NO_3) na massa seca, massa verde e grãos quando comparadas com as mesmas doses (0, 50, 100, 200 e 400 kg/ha) aplicadas na forma de $N-NH_4^+$.

O adubo amoniacal comportou-se dentro de certos limites, como agente inibidor da atividade enzimática, principalmente nas doses de 200 e 400 kg/ha de $N-NH_4^+$.

Todos os tratamentos aumentaram o N -total da massa seca e principalmente dos grãos, apresentando incrementos na produção, independentemente da forma de N aplicada.

Nos tratamentos com altas doses de N , houve um incremento alto de nitrato nos grãos, fator de preocupação, pois estes teores ultrapassam os limites de segurança para a saúde dos seres vivos.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pelas plantas em condições de cultivo e em consequência disto, um dos que se acham deficientes para a maioria das culturas. É extraído do solo pelas plantas como iônios amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), embora algumas formas orgânicas possam ser absorvidas.

O nitrato, uma vez absorvido pela planta, é reduzido a amônia sob a ação da redutase do nitrato e a seguir

transformado em aminoácido e proteína. Então, um excesso de nitrato ou uma deficiente atividade enzimática pode realmente induzir a planta a um acúmulo de nitrato nos tecidos vegetais.

De acordo com ARORA & LUTHRA, citados por MAYNARD *et alii* (1976), a concentração de nitrato em vegetais é derivada primeiramente do nitrato adicionado ou formado no meio e o efeito comum é que aumentando o nível de nitrogênio no solo, aumentam as concentrações de nitrato em vegetais.

A distribuição do nitrato nas plantas tende a não ser uniforme acumulando-se em certas partes. De um modo geral, há uma concordância entre os autores de que a distribuição do nitrato nos vegetais, é menor nas partes florais e cresce na seguinte ordem: frutos, grãos, folhas, raízes, pecíolos e caules (MAYNARD *et alii*, 1976).

KIRKBY (1968) e KLEPPER *et alii* (1971), verificaram que o desenvolvimento de plantas cultivadas em presença de nitrogênio amoniacal era grandemente reduzido e LORENZ e WEIR, citados por MAYNARD *et alii* (1976), mostraram que fontes de nitrato podem provocar altas acumulações de nitrato em vegetais, maiores que as fontes nitrogenadas amoniacais.

PECK *et alii*, citados por MAYNARD *et alii* (1976), observaram que a acumulação de nitrato em função do tempo, ocorreu quando aplicaram adubos nitrogenados nítricos e amídicos. Desde modo, durante o tempo em que a planta esteve em contato com os teores médios ou altos em nitratos, a tendência foi de aumentar a acumulação de nitrato.

O mecanismo de acumulação de nitrato está correlacionado com o suprimento de carboidrato e, segundo KLEPPER *et alii* (1971), para cada molécula de carboidrato oxidada, uma de nitrato é reduzida. Para INGLE *et alii* (1966), este acúmulo de nitrato inibe a atividade da redutase do nitrato e não o amônio, o que discorda de LOSADA *et alii* e SHEN, citados por MAYNARD *et alii*

(1976), ao concluírem que o íon amônio parece exercer inibição nutricional.

A redutase do nitrato é um enzima que catalisa a redução do nitrato a nitrito, sendo a sua atividade influenciada pela luz e temperatura (BEEVERS et alii, 1965). Para HAGEMAN e FLESHER (1960), o maior desenvolvimento da planta se dá com o aumento do teor de proteína e da atividade da redutase do nitrato.

O estudo do efeito de inibidores da fotossíntese na indução da redutase do nitrato, foi discutido por ASLAM & HUFFAKER (1973), encontrando que os inibidores determinaram um aumento na concentração de nitrato no interior da planta.

A acumulação de nitrogênio total na parte aérea tem sido grandemente estudada em diferentes plantas e por vários pesquisadores, encontrando incrementos no teor de nitrogênio total na planta à medida que se aumenta a dose de nitrogênio adicionada ao solo.

O objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos da aplicação de doses de nitrato e amônio nas produções de massa verde e seca, na atividade da redutase do nitrato e, nas concentrações do nitrogênio total e nitríca na massa seca e grãos da *Vigna*.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado em uma Terra Roxa Estrutura da eutrôfica (TE) com A moderado e textura argilosa com relevo suave ondulado e ondulado, na área experimental da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel" de Bandeirantes, Estado do Paraná, situado na micro-região homogênea do Norte Velho de Jacarezinho (PR), de acordo com a Divisão de Pesquisa Pedológica do Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária do Ministério da Agricultura (1962/63).

Fizeram-se duas amostras de solo compostas (trinta sub-amostras/cada), na profundidade de 0-20 cm e suas características físico-químicas podem ser observadas na Tabela 1.

A planta indicadora foi a *Vigna unguiculata* (L.) Walp., variedade Branca H₁, conhecida no Nordeste como feijão-de-corda ou feijão macassar e as duas fontes de nitrogênio foram: salite-do-chile (NaNO₃) - 16% de N-nítrico e o sulfato de amônio (NH₄)₂SO₄ - 20% de N-amonia-cal. Foram dispensadas a calagem e as adubações fosfatadas e potássicas, tendo em vista os elevados teores de nutrientes revelados pelas análises de solo efetuadas antes da instalação do experimento (Tabela 1).

O preparo de solo consistiu de uma aração e duas gradagens, obtendo-se uma boa homogeneização do terreno para o plantio dos grãos e a área experimental foi protegida contra erosão por curvas de nível.

Tratando-se da necessidade da aplicação de pequenas doses nitrogenadas, tomou-se a cautela de misturar bem os adubos com terra e distribuí-los a lanço, a fim de se conseguir a uniformidade na parcela com posterior incorporação superficial das doses (1 a 2 cm de profundidade).

Sementes de *Vigna* foram colocadas sem inoculante em todas as parcelas (24 m²) a uma profundidade de 1-2 cm, numa densidade de 30 sementes/metro linear de sulco e no espaçamento de 33 cm nas entrelinhas. Aos 15 dias pós-germinação, fez-se desbaste deixando-se 20 plantas por metro linear de sulco. Além do tratamento preventivo das sementes com Benlate, foram feitas duas pulverizações com inseticida fosforado Folidol Em. 60% a 0,1% e outra com o inseticida Dimetoato 50E, numa dosagem de 20 ml/pulverizador Costal de 20 l (1,5 l/ha), controlando principalmente as seguintes pragas: cochonilhas, pulgões e tripses.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos (0, 50, 100, 200 e 400 kg de N

Tabela 1 - Características granulométricas e químicas do solo estudado.

pH (H ₂ O)	C (%)	P(*)	K(*)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Argila	Limo	Areia
6,0	1,41	0,68	0,91	9,42	1,91	0,08	1,91	64,86	20,83	14,31
6,7	1,44	0,35	0,82	7,58	2,03	0,08	2,48	66,85	18,80	14,35

(*) Extraído com H₂SO₄ - 0,05N.

/ha), 3 repetições e duas fontes de nitrogênio ($N - NO_3^-$ e $N - NH_4^+$).

A instalação do experimento foi realizada no dia 15/06/76 e as amostragens de material vegetal e produção final feitas de acordo com a metodologia descrita foram realizadas em 2 épocas:

a) material vegetal - noventa dias após a semeadura amostrou-se 10 plantas/parcela, cortando-se rente ao solo. Sub-amostras de 100 gramas foram colocadas em estufa a 60-70°C, até se obter peso constante (massa seca). O material seco foi moído em micro moinho Wiley, atravessando a peneira de malha 20 e acondicionado em sacos de papel;

b) grãos - no final do ciclo vegetativo, todos os grãos produzidos em 10 plantas/parcela, tomadas ao acaso, foram colhidos e secos em estufa à temperatura de 60-70°C até peso constante. O material seco foi posteriormente moído em micro moinho Wiley, atravessando a peneira de malha 20 e acondicionando em sacos de papel.

A produção (t/ha) de massa verde, foi obtida a partir das amostragens de material vegetal efetuadas nas parcelas, as quais foram pesadas (gramas) imediatamente no campo, e, posteriormente, convertidas em t/ha.

A produção (t/ha) de massa seca foi calculada tomando-se por base as porcentagens de massa seca obtidas nas sub-amostras que foram secas até peso constante.

O nitrogênio total foi determinado pela técnica descrita por SARRUGE & HAAG, a concentração de nitrato pela de JOHNSON & ULRICH (1959) e a atividade do nitrato pela de MULDER et alii, modificada por BAR-AKIVA (1967) e por FALEIROS et alii (1975).

Com o objetivo de visualizar melhor os efeitos da precipitação e irrigação, e, da evapotranspiração sobre a cultura da *Vigna*, acumulou-se os dados de 10 em 10

dias durante o período de 01/08 a 30/11/76 e podem ser observados na Tabela 2 e Figura 1.

Os dados meteorológicos foram fornecidos pela Estação Climatológica da Fundação Faculdade de Agronomia de Bandeirantes-PR.

Nos dias em que não houve precipitação, cada parcela foi irrigada com 10 l/m² por aspersão da maneira mais homogênea possível sobre a unidade experimental.

A evapotranspiração potencial foi calculada segundo a metodologia descrita por PENMAN (1948, 1956).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às produções (t/ha) de massa verde e seca, Tabela 3 e Figura 2, observam-se diferenças significativas entre os tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade.

Observando-se as produções médias de massa verde, verifica-se diferenças significativas entre os tratamentos com NaNO₃. Para a massa seca, a testemunha (sem adubo) diferiu dos demais tratamentos, menos de T₂, e este, diferiu de T₄ e T₅. O tratamento T₃ diferiu de T₁ e T₅.

Entre as produções médias obtidas com a fonte amoniacal, apenas não diferiram entre si os tratamentos T₄ e T₅.

De um modo geral, observa-se que a fonte nítrica promoveu maiores incrementos nas produções de massa verde e seca que a fonte amoniacal. Os dados mostram a linearidade entre os tratamentos aplicados e os resultados de produções obtidos.

Os valores médios encontrados para a atividade da redutase do nitrato estão na Tabela 4 e Figura 3, onde

Tabela - Dados acumulados (mm) de precipitação (P) e irrigação (IR) e, evapotranspiração potencial (EP) para a cultura da *Vigna* no período de 01/08 à 30/11/76

Dias acumulados	Precipitação e irrigação	Evapotranspiração potencial
10	65,6	24,40
20	200,00	44,68
30	260,0	76,08
40	416,2	101,40
50	511,0	128,56
60	639,4	159,76
70	784,0	204,50
80	907,6	251,73
90	999,5	294,09
100	1.220,0	338,87
110	1.316,7	386,51
120	1.437,6	434,14

Tabela 3 - Peso médio de massa verde e seca em t/ha da *Vigna* em presença de duas fontes de nitrogênio.

Tratamentos (T) (kg/ha de N)	Fontes de nitrogênio			
	NaNO ₃		(NH ₄) ₂ SO ₄	
	Massa verde	Massa seca	Massa verde	Massa seca
T 1	63,90	23,53	104,80	36,42
T 2	114,40	43,19	124,60	46,79
T 3	196,20	64,90	216,00	83,52
T 4	224,40	86,72	187,80	69,66
T 5	247,33	102,77	185,20	68,89
F	1692,19**	35,69**	535,67**	154,15**
DMS (5%)	8,75	24,79	9,41	7,13
CV (%)	1,92	14,44	2,14	4,35

** Significativo a 1% de probabilidade

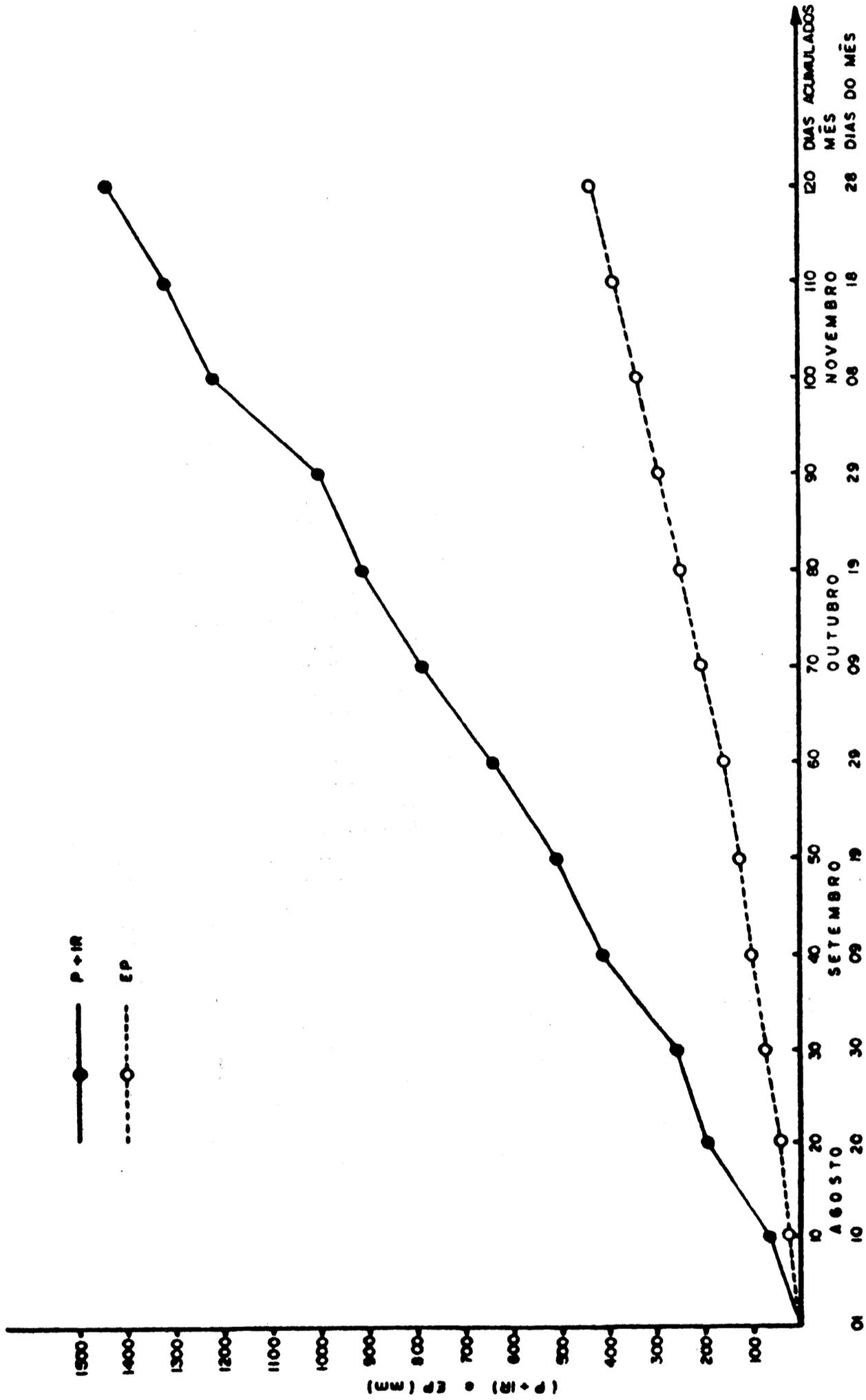


Figura 1 - Curvas representativas da Tabela 2.

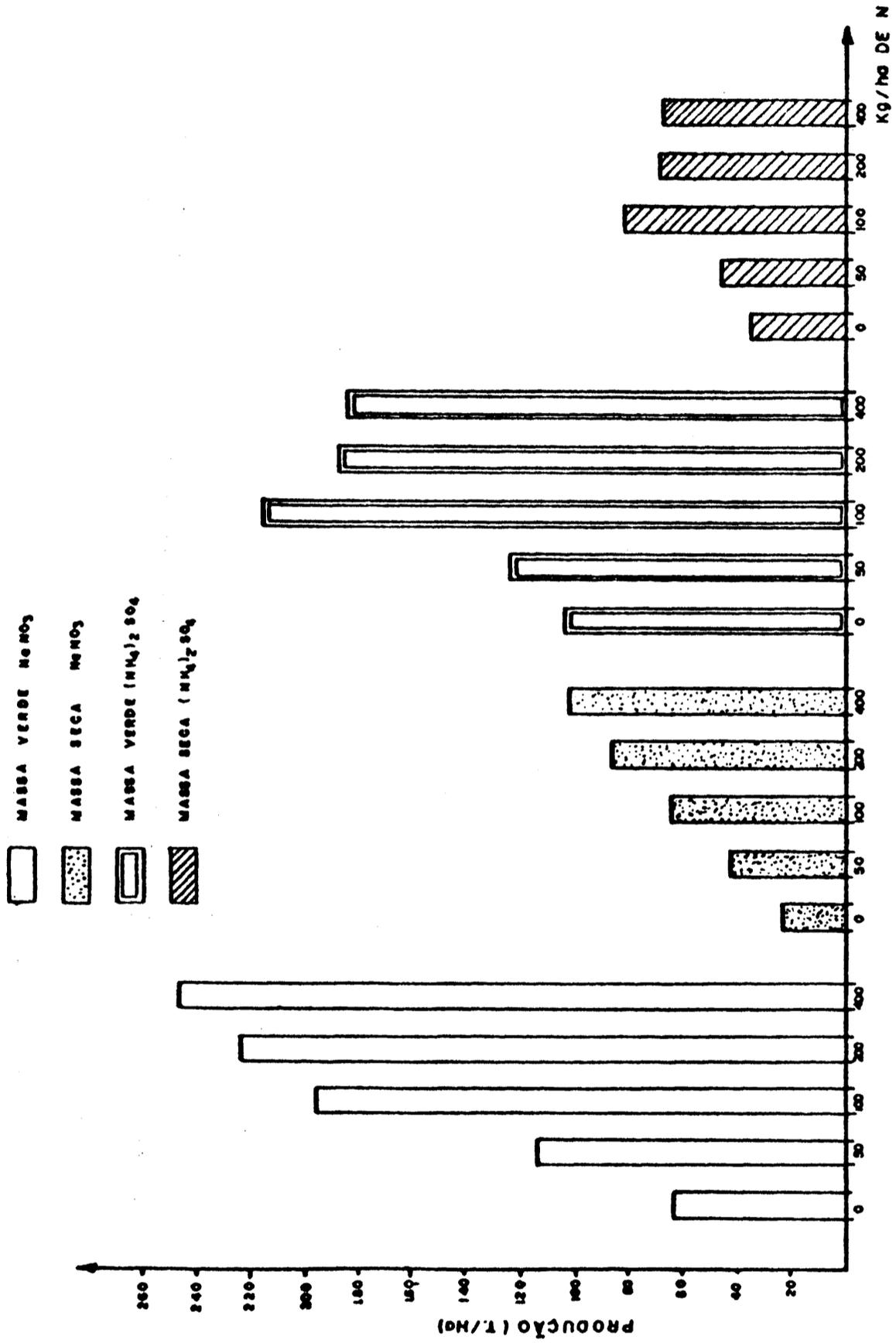


Figura 2 - Produção de massa verde e seca.

se pode observar o efeito significativo entre os tratamentos, independente da fonte de nitrogênio fornecida.

A comparação das médias dos tratamentos nítricos permitiu observar que T₁ e T₄ diferiram entre si e dos demais tratamentos. Com a fonte amoniacal, o tratamento T₃ foi o que apresentou a maior atividade da redutase do nitrato, diferindo significativamente dos demais, os quais não diferiram entre si.

Verifica-se através dos dados da Tabela 4, que as maiores atividades enzimáticas foram obtidas pela aplicação da fonte nítrica, embora na presença da mais alta dose de N-NO₃, houve um decréscimo na atividade da redutase do nitrato.

A fonte nítrica apresentou maiores atividades da redutase do nitrato que a fonte amoniacal, aliás, estes dados concordam com aqueles obtidos por MAYNARD et alii (1976) e FALEIROS et alii (1975).

As atividades da redutase do nitrato obtidas com a fonte amoniacal foram crescentes até a dose de 100 kg/ha de N, ocorrendo um decréscimo para as doses de 200 e 400 kg/ha de N, concordando com resultados obtidos por LOSADA et alii e SHEN, citados por MAYNARD et alii (1976) os quais observaram que o íon NH₄⁺ parecia apresentar um efeito inibidor da atividade da redutase do nitrato, enquanto o íon NO₃⁻, como indutor. Esta observação foi confirmada por BEEVERS et alii (1965) e MAYNARD et alii (1976).

As concentrações médias de nitrogênio total (%) obtidas para a massa seca e grãos de *Vigna*, estão na Tabela 5 e Figura 4. Os resultados das análises de variância para todas as determinações, foram significativas ao nível de 1% entre os tratamentos.

Observa-se que as médias de N-total (%) encontradas para a fonte nítrica, superaram aquelas obtidas com a fonte amoniacal para a massa seca e grãos. Aliás os

Tabela 4 - Atividades da redutase do nitrato em μ e. de NO_2^-/g tecido fresco/hora da *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Tratamentos (T) (kg/ha de N)	Fontes de nitrogênio	
	NaNO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
T 1	40,32	12,22
T 2	47,81	14,32
T 3	48,78	19,94
T 4	54,10	12,71
T 5	48,40	11,41

F	22,98**	24,66**
DMS (5%)	4,77	3,20
CV (%)	3,71	8,46

** Significativo a 1% de probabilidade.

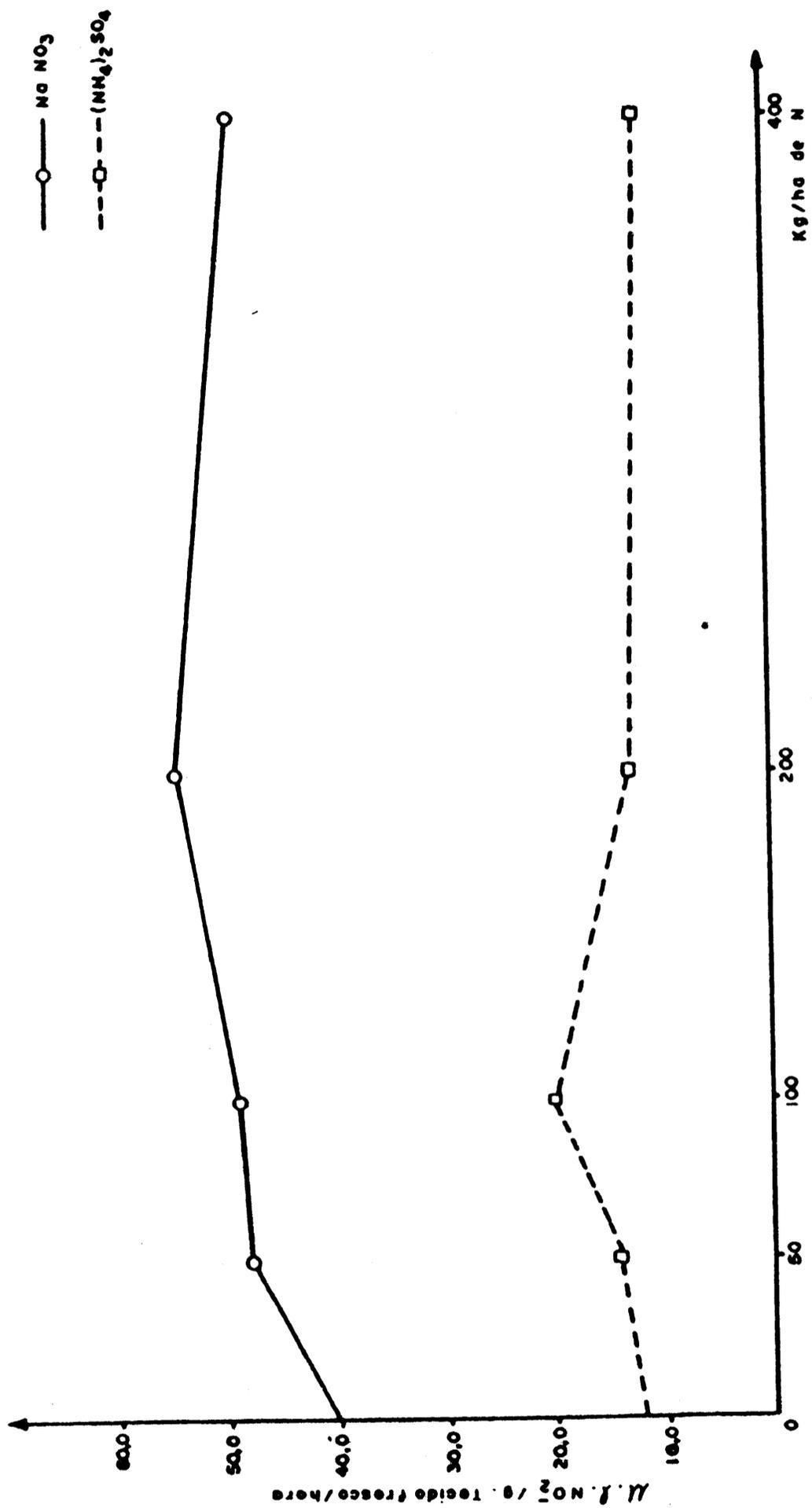


Figura 3 - Atividade da redutase do nitrato ($\mu.e. \text{NO}_2^-/\text{g. tecido fresco/hora}$).

Tabela 5 - Concentrações de nitrogênio total em porcentagens na massa seca e nos grãos de *Vigna*, em presença de duas fontes de N.

Tratamentos (T) (kg/ha de N)	Massa seca			Grãos		
	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄		NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	
T1	0	2,48	2,97	4,56	4,12	
T2	50	3,08	3,03	4,65	4,30	
T3	100	3,15	3,10	4,27	4,30	
T4	200	3,27	3,16	4,72	4,33	
T5	400	3,54	3,32	4,68	4,57	
F		190,96**	9,42**	23,29**	9,81**	
DMS (5%)		0,13	0,21	0,17	0,24	
CV (%)		1,58	2,46	1,42	2,07	

** Significativo a 1% de probabilidade.

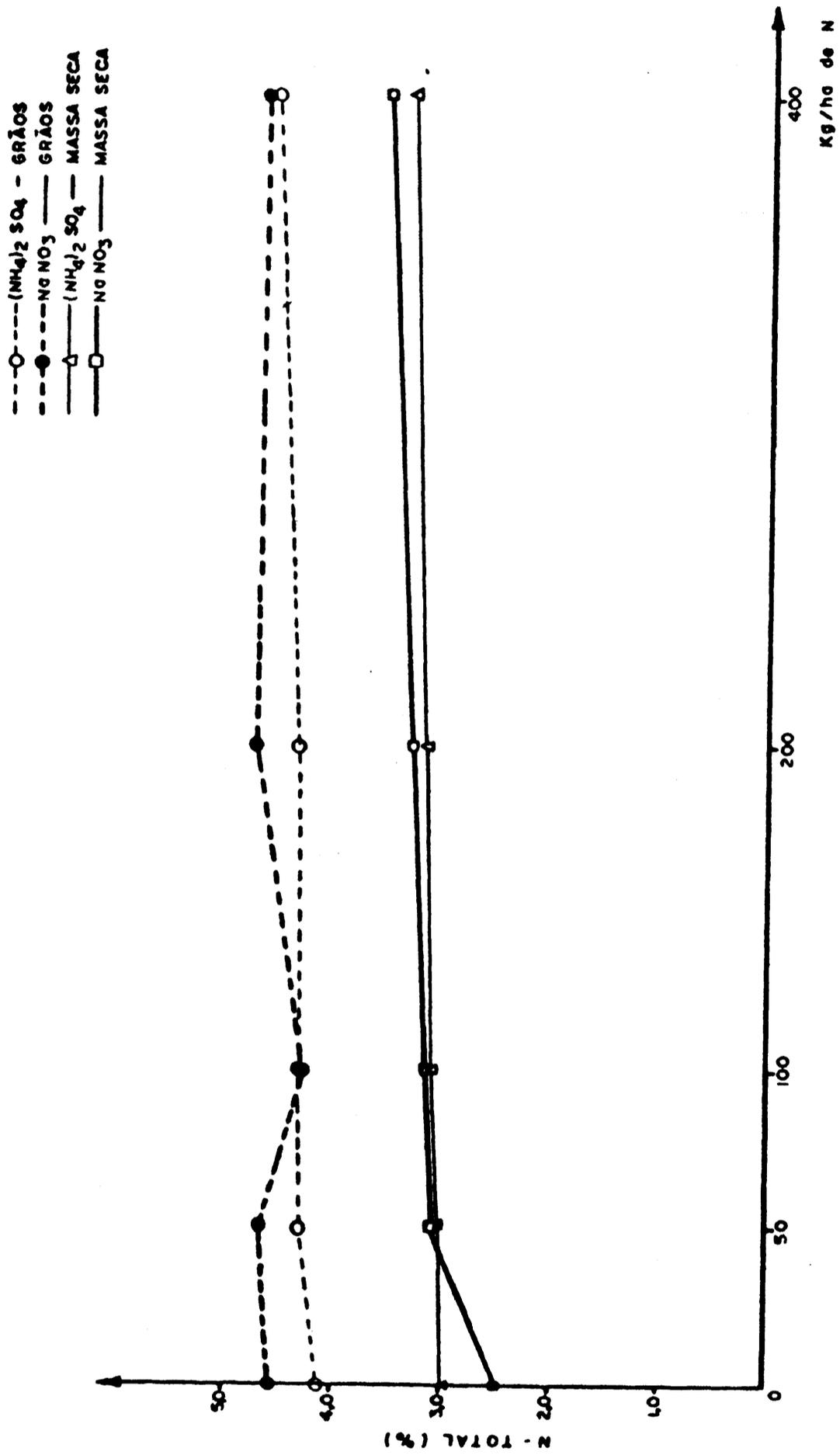


Figura 4 - N-total (%) na massa seca e grãos.

grãos foram mais elevados que os obtidos na matéria seca.

Considerando que as amostragens de grãos foram feitas posteriormente às da massa seca (90º dia), tudo indica que grande parte do nitrogênio absorvido tenha sido armazenado nas sementes, isto é, provavelmente tenha ocorrido uma redistribuição do nitrogênio da parte vegetativa para os grãos, em consequência do declínio dos órgãos vegetativos após atingirem a sua maturidade.

Não houve diferenças significativas para as porcentagens de N obtidas entre T₂ e T₃, e entre T₃ e T₄ para a massa seca adubada com a fonte nítrica.

A maior concentração de N-total para a massa seca com a fonte amoniacal foi obtida com o tratamento T₅ diferindo dos demais, exceto de T₄.

Nos grãos, a menor concentração de N-total foi obtida com a fonte nítrica para o tratamento T₃, que diferiu dos demais. Com a fonte amoniacal, apenas T₅ diferiu de todos os tratamentos.

Em relação aos teores de nitrato (ppm) na massa seca e nos grãos, Tabela 6 e Figuras 5 e 6, houve diferenças significativas a 1% para as concentrações de nitrato da massa seca com a fonte amoniacal e ao nível de 5% para as concentrações de nitrato encontradas nos grãos com a fonte nítrica.

Entre as médias das concentrações de nitrato para a massa seca que receberam a fonte nítrica, não se observou diferenças significativas e com a fonte amoniacal o tratamento T₂ diferiu significativamente dos tratamentos T₃ e T₄, e, T₃ diferiu de T₅.

Em relação aos grãos, não se observa diferenças significativas entre os tratamentos com a fonte amoniacal. Na fonte nítrica, os tratamentos diferiram a 5%. Os limites de significância de T₁ e T₂ em relação a T₄ estão muito próximos.

Tabela 6 - Concentrações de nitrato em ppm na massa seca e grãos da *Vigna*, em presença de duas fontes de N.

Tratamentos (T) (kg/ha de N)	Massa seca		Grãos	
	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄
T ₁	398,90	180,09	21,49	15,60
T ₂	383,93	224,29	21,49	13,92
T ₃	389,22	143,95	22,45	17,59
T ₄	436,63	169,43	31,37	17,94
T ₅	414,79	201,67	27,39	19,07
F	2,77ns	11,79**	3,70*	2,76ns
DMS (5%)	113,00	48,35	10,62	5,73
CV (%)	10,77	9,79	15,93	12,69

* Significativo a 5% de probabilidade

** Significativo a 1% de probabilidade

ns Não significativo

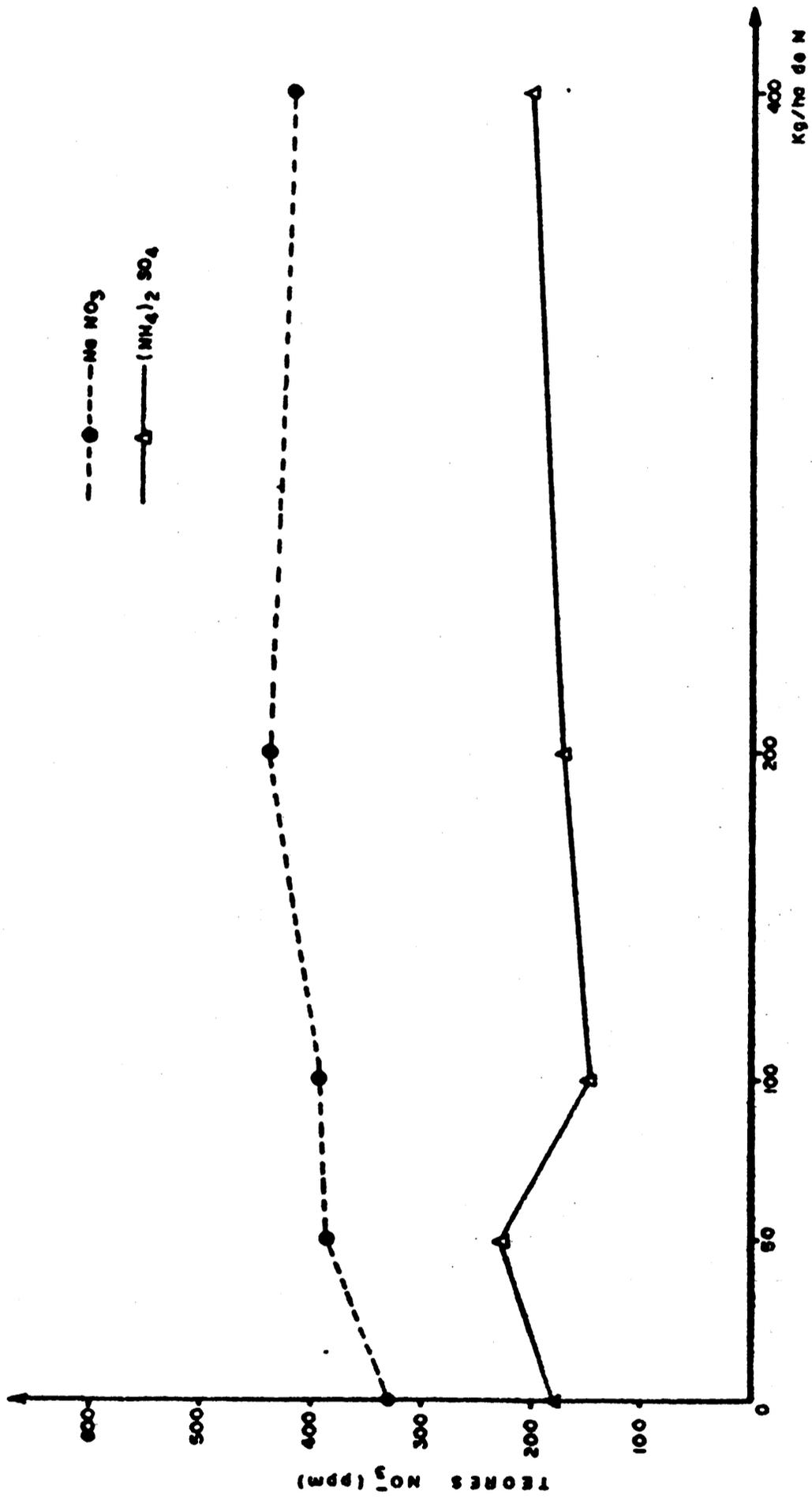


Figura 5 - Teores de nitrato (ppm) na massa seca.

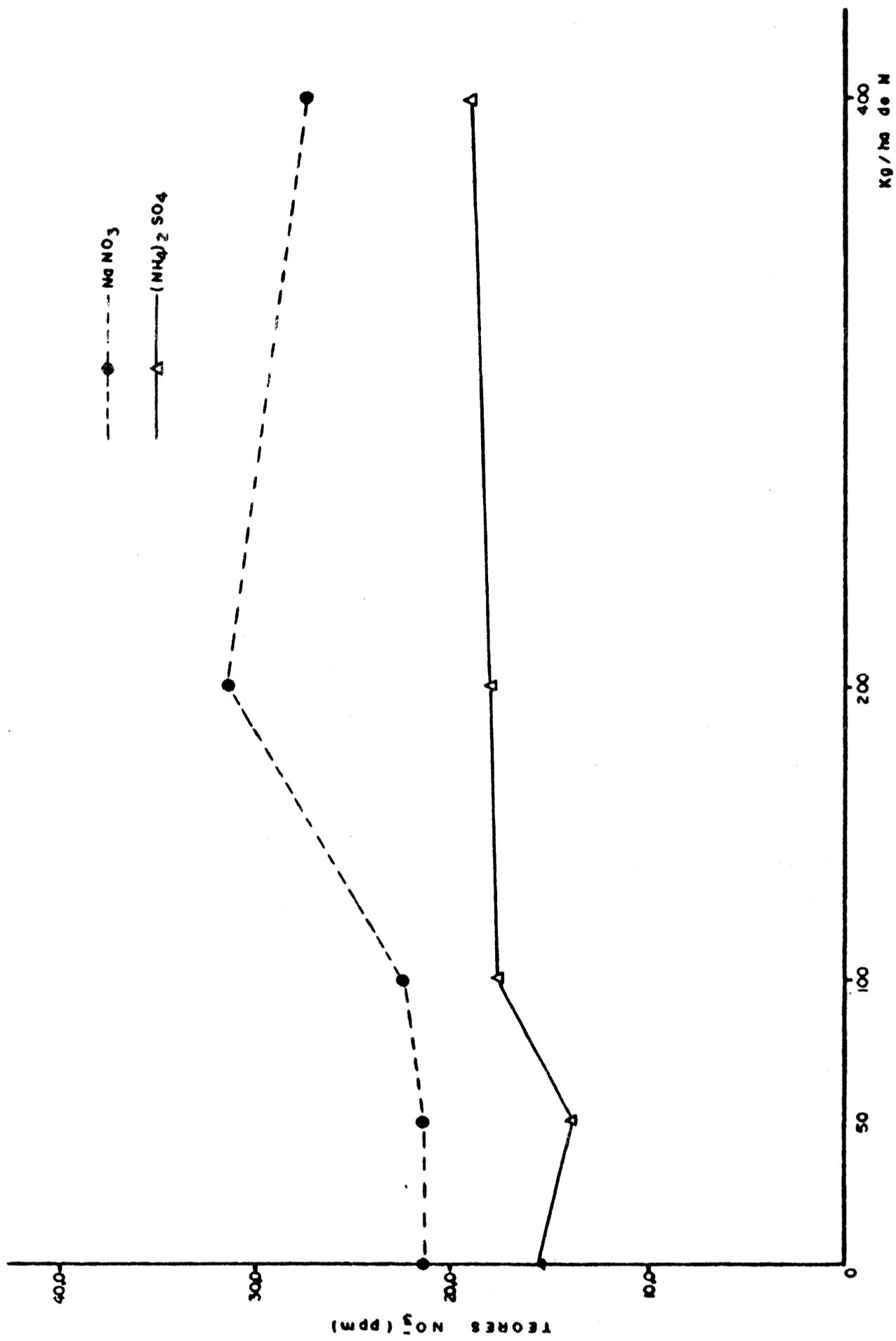


Figura 6 - Teores de nitrato (ppm) nos grãos.

Os dados da Tabela 6 mostram a tendência da *Vigna* em acumular mais nitrato nos grãos quando adubada com a fonte nítrica que a amoniacal. Esta observação concorda com pesquisas de PECK *et alii*, citados por MAYNARD *et alii* (1976), os quais evidenciaram a acumulação de nitrato em função do tempo quando cultivaram plantas com as fontes de N-nítrico e N-amídico. As altas concentrações de nitrato encontradas nos grãos, ultrapassam os limites de segurança propostos por COMLY (1945) e HANWAY *et alii* (1963), podendo ser prejudiciais aos seres vivos.

Embora não se tenha constatado diferenças estatísticas entre as médias das concentrações de nitrato da massa seca com a fonte nítrica, estas altas concentrações mostram a maior eficiência da adubação nítrica sobre a amoniacal.

Aliás, estas altas concentrações de nitrato encontradas na massa seca, independente da fonte de N aplicada, sugerem a possibilidade de ter ocorrido uma nitrificação do amônio adicionado ao solo e uma conseqüente absorção pela planta ou uma "preferência" da cultura quanto a absorção da forma nítrica.

De modo geral, pode-se observar durante a condução do experimento, que o aumento das doses nitrogenadas, principalmente as nítricas, exerceram influências na produção de vagens e na época de maturação.

CONCLUSÕES

As conclusões a que se pode chegar, nas condições em que o presente trabalho foi desenvolvido, foram:

- De um modo geral, as plantas cultivadas com a fonte nítrica desenvolveram-se bem melhor e apresentaram resultados mais elevados em todas as determinações realizadas na massa seca, massa verde e grãos, quando

comparadas com as mesmas doses aplicadas na forma amoniacal.

- As atividades da redutase do nitrato obtidas com a fonte amoniacal, embora menores àquelas encontradas para a fonte nítrica, foram crescentes até a dose de 100 kg/ha de N, decrescendo com as doses de 200 e 400 kg/ha de N-NH₄⁺.

- A concentração de N-total na massa seca aumentou para todos os tratamentos, independente da fonte de N aplicada.

- O N-total dos grãos foi maior que o da massa seca, independente da fonte de N aplicada, indicando possivelmente uma redistribuição do nitrogênio da parte aérea para os grãos devido ao declínio dos órgãos vegetativos após atingirem a sua maturidade.

- Altas concentrações de nitrato encontradas nos grãos ultrapassam os limites de segurança podendo ser prejudiciais aos seres vivos.

SUMMARY

EFFECTS OF N-NO₃⁻ AND N-NH₄⁺ ON THE FRESH AND DRY MATTER, ON THE NITROGEN CONCENTRATIONS AND ON THE NITRATE REDUCTASE ACTIVITY IN *Vigna unguiculata* (L.) WALP.

This paper deals with studies, under field conditions, on the effects of the levels of nitric and ammonium fertilization on the production of fresh and dry matter, activity of nitrate reductase, total nitrogen and nitric concentrations in the vegetative parts and in the pulses.

Two periods of sampling were adopted: a) at 90 days, for sampling of the vegetative parts; b) at the

end of the vegetative cycle for grain sampling. In general, the plants showed a better development with the N-NO₃ applications and better results in all the analysis (mass production, N-total, N-NO₃ and activity of NO₃ reductase), in the dry mass, fresh mass and grains, when compared with the same rates (0, 50, 100, 200 and 400 kg/ha), applied in the N-NH₄⁺ form.

The ammonium fertilizer worked, within certain limits, as an inhibitor agent of the enzymatic activity, specially at the rates of 200 and 400 kg/ha of N-NH₄⁺.

All treatments increased the N-total in the dry mass, and specially in the grains, showing an increase in the yield, independent of the N form applied.

In treatments with high rates of N, there was a too high increase of the nitrate in the grains, which is a worrying factor, since these contents surpass the security limits for the health of human beings.

LITERATURA CITADA

ASLAM, M.; HUFFAKER, R.C., 1973. Effect of dcmu, simazine and atrazine on nitrate reductase activity in *Hordeum vulgare* in vitro and in vivo. *Plant Physiology* **28**: 137-41.

BANDURSKI, R.S., 1965. Biological reduction of sulfate and nitrate. In: BENNER, I. e E.E. VARNER, eds. *Plant biochemistry*, New York, Academic Press, p.467-90.

BAR-AKIVA, A.; SAGIV, J.; LESHEM, D., 1967. Nitrate reductase activity as indicator for assessing the nitrogen requirements of grass crops. *J. Sci. Food. Agric.* **21**: 405-407.

- BEEVERS, L.; SHRADER, L.E.; FLESHER, D.; HAGEMAN, R.H., 1965. The role of light and nitrate in the induction of nitrate reductase in radish cotyledone and maize seedlings. *Plant Physiology*, **40**: 691-698.
- COMLY, H.H., 1965. Human Hazards. In: HANWAY, J. J.; HERRICK, J.B.; WILLRICH, T.L.; BENNET, P.C. & McCALL, J.T., 1963. **The nitrate problem**, Ames, Iowa State University of Science and Technology (Special Report, 34).
- EPSTEIN, E., 1975. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. Trad. de E. Malavolta, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, Ed. da USP, 341p.
- FALEIROS, R.R.S.; MELO, W.J.; CARVALHO, F.; MIRANDA NETO, A.T., 1975. Atividade da nitrato redutase e desenvolvimento de mudas de café (*Coffea arabica*, L.). *Científica* **3**(2): 277-83.
- HAGEMAN, R.H.; FLESHER, D., 1960. Nitrate reductase activity in corn seedlings as affected by light and nitrate content of nutrient media. *Plant Physiology* **35**: 700-708.
- HANWAY, J.J.; HERRICK, J.B.; WILLRICH, T.L.; BENNETT, P. C.; McCALL, J.T., 1963. **The nitrate problem**, Ames, Iowa State University of Science and Technology, 20p. (Special Report 34).
- INGLE, J.; JOY, K.W.; HAGEMAN, R.H., 1966. The regulation of activity of the enzima involved in the assimilation of nitrate by higher plants. *Bioch. Jour.* **100**: 577-586.
- JOHNSON, C.M.; ULRICH, A., 1959. Analytical methods use in plant analysis. *Calif. Agr. Exp. Sta. Bull.* **766**: 25-78.

- KIRKBLY, E.A., 1968. Influence of ammonium and nitrate on the cation-anion and nitrogen and carbohydrate metabolism of white mustard plants grown in dilute nutrient solution. *Soil Sci.*, **105**: 133-141.
- KLEPPER, L.; FLESHER, D.; HAGEMAN, R.H., 1971. Generation of reduced nicotinamide adenine dinucleotide for nitrate reduction in green leaves. *Plant Physiol.* **48**: 580-590.
- MAYNARD, D.N.; BARKER, A.V.; MINOTTI, P.L.; PECK, N.H., 1976. Nitrate accumulation in vegetables. *Advances in Agronomy* **28**: 71-118.
- PENMAN, H.L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc. Roy. Soc. Série A*, **193**: 120-145.
- PENMAN, H.L., 1956. Estimating evaporation. *Trans. Am. Geophys. Union.*, **37**: 43-46.