

## AValiação DO POTENCIAL DE SUPRIMENTO DE NITROgêNIO EM UM SOLO DE CERRADO

Nobuo Kosuge<sup>1</sup>; Allert Rosa Suhet<sup>2</sup>;  
Marília Lobo Burle<sup>3</sup>; Nirceu Werneck Linhares<sup>4</sup>

**SUMÁRIO** - Para avaliar o nível de fertilidade do solo quanto ao nitrogênio e ainda o potencial de produção dos solos dos cerrados, foram coletadas em janeiro e junho de 1991, amostras de solo, como material de análise, em parcelas experimentais com feijão bravo do Ceará (FB), tefrosia (TC) e em pousio (VA) no inverno (época seca), tendo o milho no verão (época chuvosa), rotação essa realizada desde 1988. Foram escolhidas as parcelas com 0 e 200 kg/ha de nitrogênio para o milho, separando-se as camadas de 0-15 cm e 15-30 cm. Quanto aos itens de análise, foram separados em nitrogênio total, nitrogênio disponível, nitrogênio da biomassa e nitrogênio orgânico. Os resultados obtidos foram os seguintes: 1. Observou-se correlação significativa entre os valores do nitrogênio total do solo coletado em junho/91 e o rendimento do milho do ano agrícola subsequente. 2. O coeficiente de correlação entre o valor da análise do nitrogênio disponível e o rendimento do milho foi baixo. A correlação entre o valor obtido pelo método de coloração do extrato, que é o método mais fácil de análise, e o valor da análise do nitrogênio disponível pelo método Kjeldahl, também foi baixa. Assim, os métodos de coloração e o de Kjeldahl não foram adequados para fornecer um índice do nível de fertilidade do solo quanto ao nitrogênio. 3. A correlação entre os valores de nitrogênio da biomassa e o rendimento do milho indicou que essa variável pode ser utilizada para avaliação do nível de fertilidade do solo quanto ao nitrogênio. A dificuldade do método é o tempo de 6 semanas exigido para análise. 4. Separação das formas de nitrogênio orgânico. Os teores de nitrogênio hidrolisável, nitrogênio de amino glicose, nitrogênio de amino ácido e nitrogênio de huminas foram mais altos nos solos com plantio de feijão bravo do que no solo mantido em pousio no inverno. O nitrogênio do amino ácido é o mais facilmente decomponível, seguido do nitrogênio do

<sup>1</sup> Fertilidade do Solo, Consultor da EMBRAPA/JICA.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 08223, CEP 73301-970 Planaltina,DF.

<sup>3</sup> Eng. - Agr., EMBRAPA/CPAC.

<sup>4</sup> Téc. - Especial., EMBRAPA/CPAC.

amino glicose. A análise destas duas formas de nitrogênio pode ser adequada para indicar o índice de fertilidade quanto ao nitrogênio, porém a dificuldade está na complexidade do método de análise. Observou-se uma maior quantidade de nitrogênio de humina no solo coletado em junho do que em janeiro.

## Introdução

Desde o início da intensificação do uso da Região dos Cerrados para a produção agrícola, foram desenvolvidas tecnologias que possibilitaram um aumento expressivo da produção devido ao aumento da área cultivada. Presentemente o desafio maior é o de aumento de produtividade, sem comprometimento da conservação do ambiente.

O nitrogênio é o elemento que mais influencia a produtividade das culturas por ser o nutriente extraído em maior quantidade. Em seu ciclo no solo se identifica a adição, pela fixação biológica e pela adubação, e as perdas, através da lixiviação e denitrificação (Delwiche, 1970; Tsuru, 1982). Já foram desenvolvidos trabalhos de pesquisa nos Cerrados enfocando a denitrificação (Yamaguchi et al., 1991), a fixação biológica e a adubação (Suhet et al., 1985).

No solo existem várias formas de combinações químicas do nitrogênio que podem ser divididas em orgânicas e inorgânicas. A maioria do nitrogênio inorgânico é composta de amônio e nitrato, que são íons prontamente absorvidos pelas plantas. O amônio é suprido através da amonificação, que é um processo de degradação biológica de compostos orgânicos. Pela ação de outros microrganismos o amônio é transformado em nitrato que é pouco adsorvido pelas partículas do solo, podendo ser perdido pela lixiviação e denitrificação.

O nitrogênio está presente no solo em diversos compostos orgânicos, que ao serem degradados pelos microrganismos produzem amônio. O nível de fertilidade do solo quanto ao nitrogênio, está relacionado com a quantidade destes compostos orgânicos nitrogenados. Há várias pesquisas realizadas com o propósito de escolher uma análise que fornecesse um índice indicativo do nível de fertilidade do solo quanto ao nitrogênio (Kenney & Bremner, 1966; Jenkinson & Powlson, 1976 a,b; Ida et al., 1978; Stanford & Smith, 1978; Marumoto, 1986; Robertson et al., 1988; Ogawa et al., 1989), em que os autores analisaram o nitrogênio total, nitrogênio inorgânico, nitrogênio da biomassa etc. Neste trabalho será calculada a correlação entre os teores de nitrogênio de diversas formas e a produtividade do milho, com o

objetivo de selecionar uma análise apropriada para indicar o nível de fertilidade do solo quanto ao nitrogênio, para subsidiar os programas de pesquisa e de adubação com nitrogênio.

## Material e Métodos

### Materiais

Foram coletadas e analisadas amostras de um Latossolo Vermelho Escuro, argiloso, do campo experimental da EMBRAPA/CPAC, em Planaltina, DF, onde se faz rotação de milho, no verão, com adubos verdes, no inverno. As propriedades químicas do solo são: 0,1 meq  $Al^{3+}$  /100 ml; 4,5 meq  $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ /100 ml; 9 ppm P; 46 ppm K e 2,6% de matéria orgânica.

Foram coletadas amostras de três tratamentos: FB: cultivo da *Canavalia brasiliensis* (feijão bravo do Ceará) no inverno; TC: cultivo da *Tephrosia candida* (tefrósia) no inverno); VA: parcela em pousio no inverno (pousio). De cada tratamento foram coletadas amostras nas parcelas com 0 e 200 kg/ha de nitrogênio, aplicado para o milho do verão, em três repetições, nas camadas de 0-15 e 15-30 cm, nas datas de 22/1/91 (época chuvosa) e 06/06/91 (época seca), perfazendo um total de 36 amostras. Cada amostra foi composta de quatro sub-amostras. Foi coletada uma amostra do solo virgem ao lado da área experimental, para referência.

### Método

Os materiais acima foram utilizados para analisar os níveis de fertilidade do solo quanto ao nitrogênio.

#### 1. Nitrogênio Total

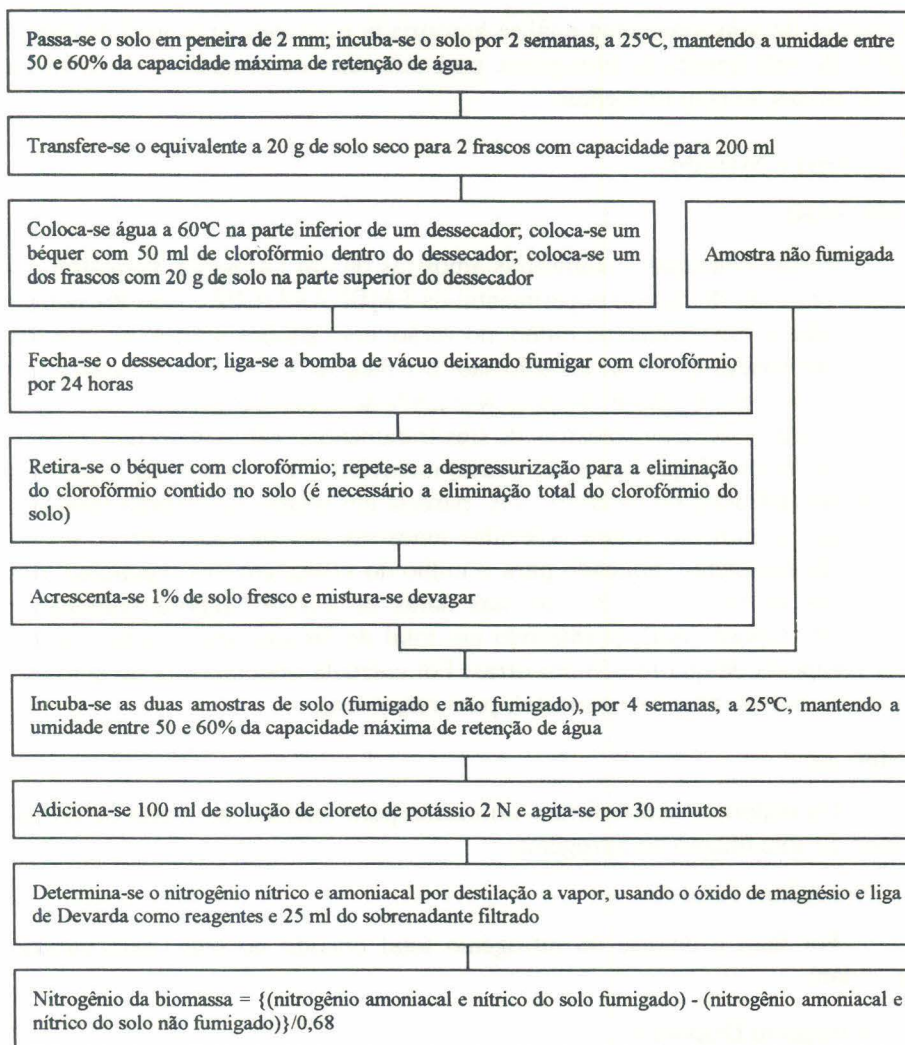
Foi feita a análise do nitrogênio total contido no solo, pelo método Kjeldahl.

#### 2. Nitrogênio Disponível

Foi feito a extração com solução tampão de fosfato a pH 7,0 e analisado pelo método de Kjeldahl (Ogawa et al., 1989). Também foi feita a determinação colorimétrica, com filtro de 420 nm, utilizando um espectrofotômetro marca SHIMADZU UV-210A.

#### 3. Nitrogênio da Biomassa

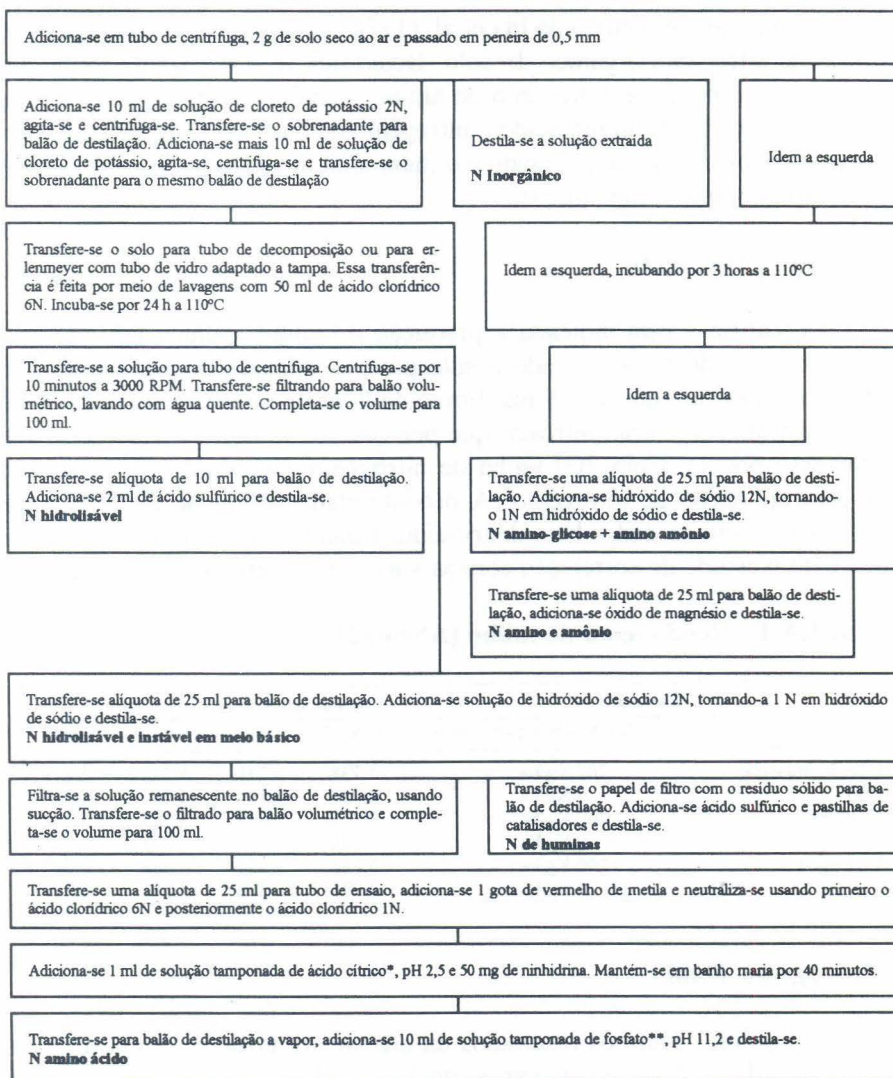
O procedimento da análise está indicado na Figura 1.



**FIG. 1 - Método de análise do nitrogênio da biomassa.**

#### 4. Formas do Nitrogênio Orgânico

O procedimento da análise está indicado na Figura 2.



**FIG. 2 - Método de análise de formas de nitrogênio orgânico (Ida et al., 1978).**

\* Solução tamponada de pH 2,5.

10,30 g citrato de sódio, 95,75 g de ácido dissolvido em 1 litro de água.

\*\* Solução tamponada de pH 11,2.

100 g de fosfato trissódico. 12 H<sub>2</sub>O, 25 g de borato de sódio dissolvido em 1 litro de água.

Foi utilizado o método de Ida et al. (1978), que permite a separação das formas de nitrogênio orgânico do solo. Determina-se o nitrogênio hidrolisável, que é composto de nitrogênio de amino e amônio, nitrogênio de amino glicose, nitrogênio de amino ácido e nitrogênio de humina. Dentre estes compostos o nitrogênio do amino ácido é o mais fácil de degradar no solo, seguido do nitrogênio de amino glicose.

## Resultado e Discussão

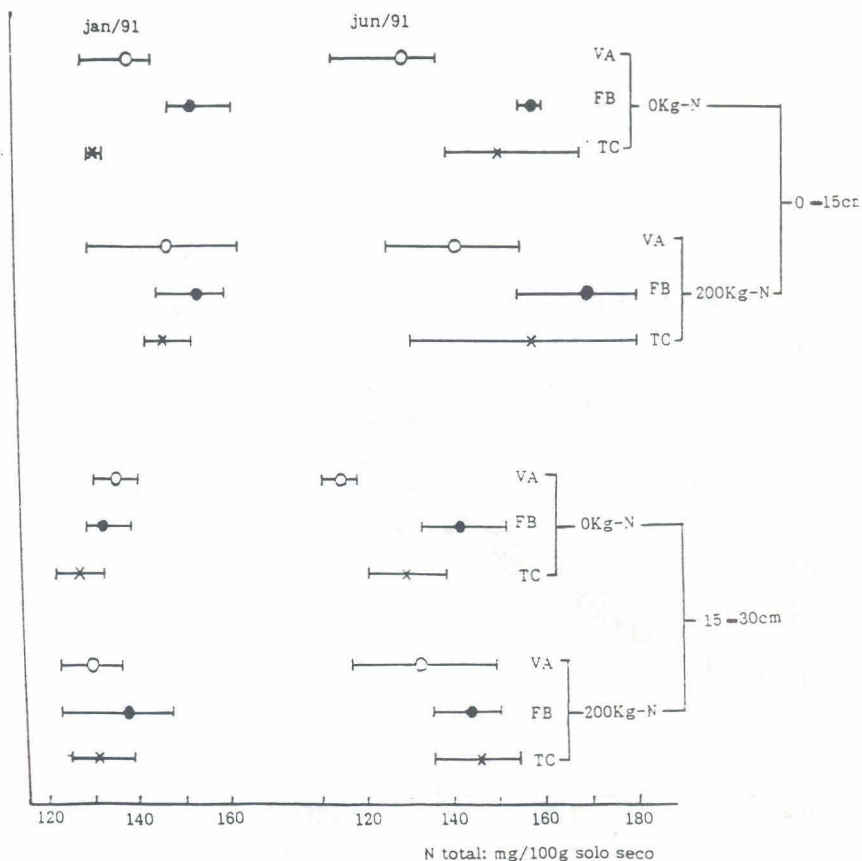
Na Tabela 1 está indicada a produção do milho, colhido em 29/4/92, das parcelas onde foi amostrado o solo para as análises de nitrogênio. Em média, o tratamento que teve feijão bravo do Ceará no inverno produziu mais do que o tratamento com tefrósia, que por sua vez, produziu mais do que o tratamento pousio. Com 200 kg/ha de nitrogênio a produção foi maior do que sem aplicação de nitrogênio. A produtividade variou de 2975 kg/ha a 6741 kg/ha, com os dados bem distribuídos nesta faixa e, portanto, apropriados para o estudo de correlação com as variáveis de nitrogênio no solo.

**TABELA 1 - Rendimento do milho (Abril/92).**

Cultura de inverno	Tratamento doses de nitrogênio para o milho	Rendimento do milho (Kg/ha de grãos)			
		Bloco I	II	III	média
FB (feijão bravo do Ceará)	200 Kg/ha	5.738	6.741	5.273	5.917
	0 Kg/ha	4.723	4.394	4.666	4.594
TC (tefrósia)	200 Kg/ha	6.252	5.602	5.583	5.812
	0 Kg/ha	4.420	4.337	4.273	4.343
VA (pousio)	200 Kg/ha	5.785	5.451	5.303	5.513
	0 Kg/ha	2.975	3.248	2.992	3.072

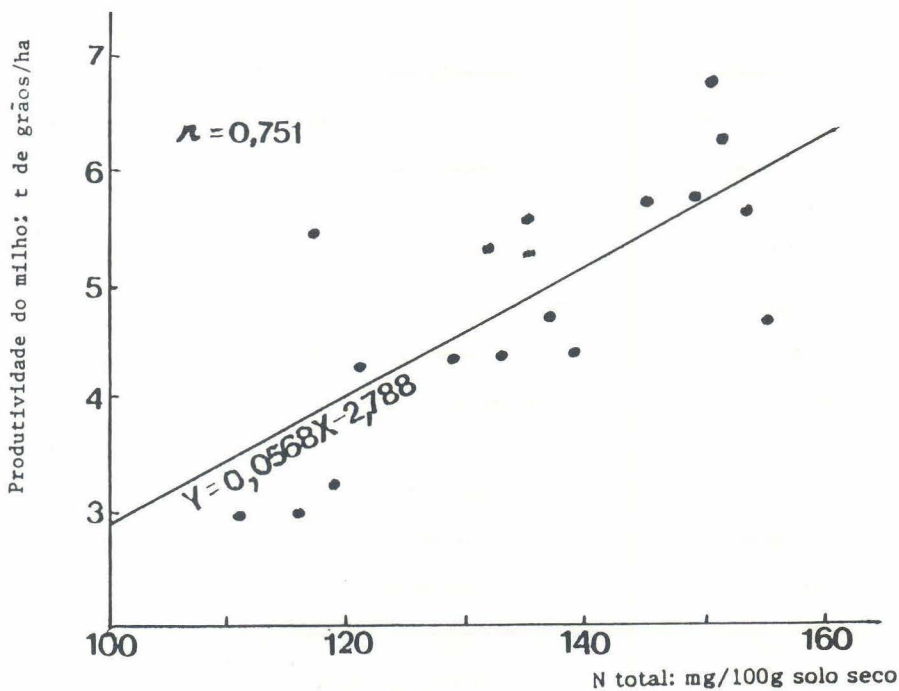
### 1. Nitrogênio Total

Na Figura 3 estão os resultados da análise do nitrogênio total do solo. Na camada de 0-15 cm o teor variou de 110 a 180 mg N/100g de solo e na camada de 15-30 cm, variou de 110 a 150 mg N/100g. Há grande variação entre as repetições de um mesmo tratamento. Foi verificada a tendência do nitrogênio total da camada 0-15 cm ser maior no tratamento com feijão bravo do Ceará do que no tratamento em que as parcelas ficaram em pousio no inverno. Não foi verificada diferença entre os tratamentos com tefrósia e pousio.



**FIG. 3 - Nitrogênio total no solo, com indicação da média, valor mínimo e valor máximo.**

Foi calculada a correlação entre os dados de nitrogênio total no solo e os dados de produtividade do milho. A Figura 4 mostra a correlação obtida com os dados da coleta de junho/91, da camada de 1530 cm. O coeficiente de correlação foi de 0,751. Os demais coeficientes de correlação foram mais baixos:  $r = 0,616$  com o nitrogênio da camada de 0-15 cm, de junho/91;  $r = 0,517$  com o nitrogênio da camada de 0-15 cm de janeiro/91;  $r = 0,160$  com o nitrogênio da camada de 15-30 cm, de janeiro/91.



**FIG. 4 - Relação entre N total no solo (jun.91, 15-30 cm) e a produtividade da cultura do milho (Abr. 92).**

Esses resultados indicam a possibilidade de uso do nitrogênio total do solo como um índice de sua fertilidade, quanto ao suprimento de nitrogênio para as plantas. Neste trabalho, a melhor época de coleta de amostras foi junho, na camada de 15-30 cm.



## 2. Nitrogênio Disponível

Na Figura 5 estão apresentados os resultados da análise do nitrogênio disponível pelo método Kjeldahl, extraído com solução de sulfato tamponado. Foram encontrados valores que variaram de 2-8 mg N/100g de solo seco. Assim como no caso do nitrogênio total, verifica-se grande variação entre as repetições de um mesmo tratamento.

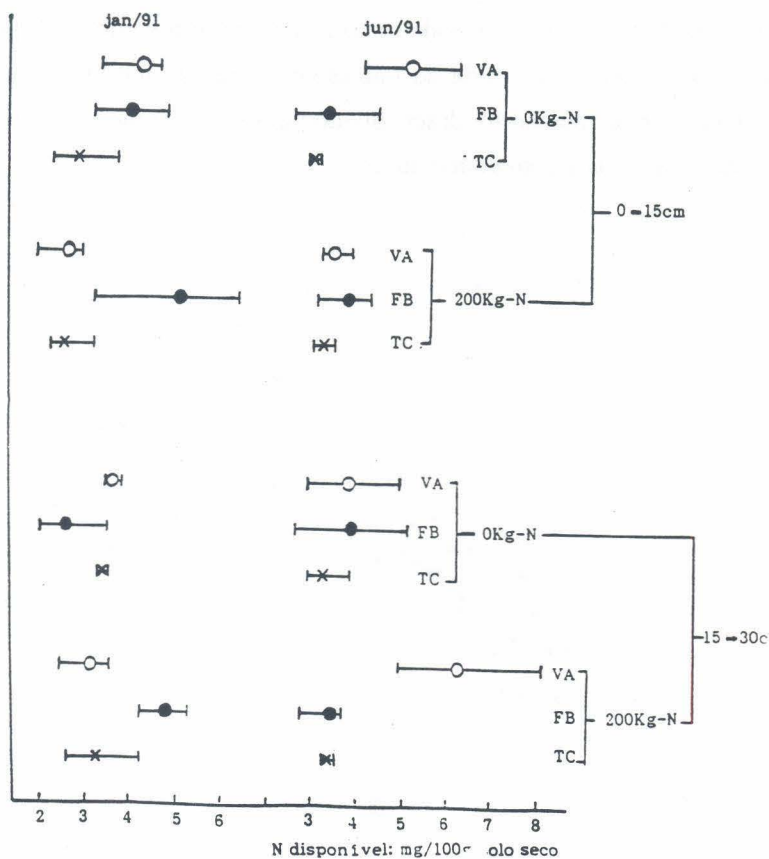
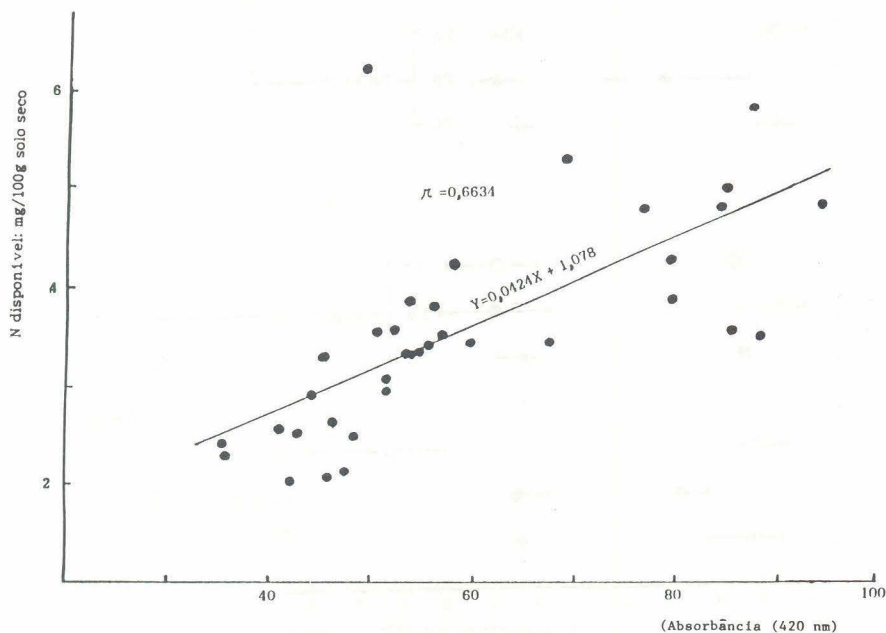


FIG. 5 - Nitrogênio disponível no solo (amônio + nitrato), com indicação da média, valor mínimo e valor máximo.

Foi calculado o coeficiente de correlação entre os valores da análise de nitrogênio disponível em cada camada e o rendimento do milho. Os coeficientes obtidos foram baixos (0,251 e 0,218 em janeiro e 0,379 e 0,113 em junho, para as camadas de 0-15 cm e 15-30 cm, respectivamente) e não significativos.

Na Figura 6 está indicada a correlação entre o valor da análise do nitrogênio disponível e o nível de absorvância da solução. O coeficiente de correlação foi de 0,663. Este valor pode ser considerado insatisfatório. É possível que a cor da solução extraída do Latossolo esteja interferindo na leitura da absorvância. Este método foi desenvolvido para solos húmicos e pode não ser adequado para solos com pouco húmus.



**FIG. 6 - Relação entre N disponível no solo, extraído pela solução de fosfato, e os valores de densidade ótica da solução.**

Torna-se necessário continuar testando outros métodos de determinação de nitrogênio disponível, para se encontrar um que seja adequado para a avaliação do nível de fertilidade do solo de Cerrado quanto ao nitrogênio.

### 3. Nitrogênio da Biomassa

Como os microrganismos do solo existem em maior quantidade na superfície, só foi analisado o nitrogênio da biomassa do solo da camada de 0-15 cm. Os valores encontrados variaram de 1 a 4 mg N/100g de solo seco (Figura 7). Como referência, foi analisado o nitrogênio da biomassa do solo virgem, obtendo o valor de 13,5 mg/100g de solo seco, que é notadamente maior do que o nitrogênio da biomassa do campo experimental, indicando que o nitrogênio da biomassa do solo declinou abruptamente com o cultivo.

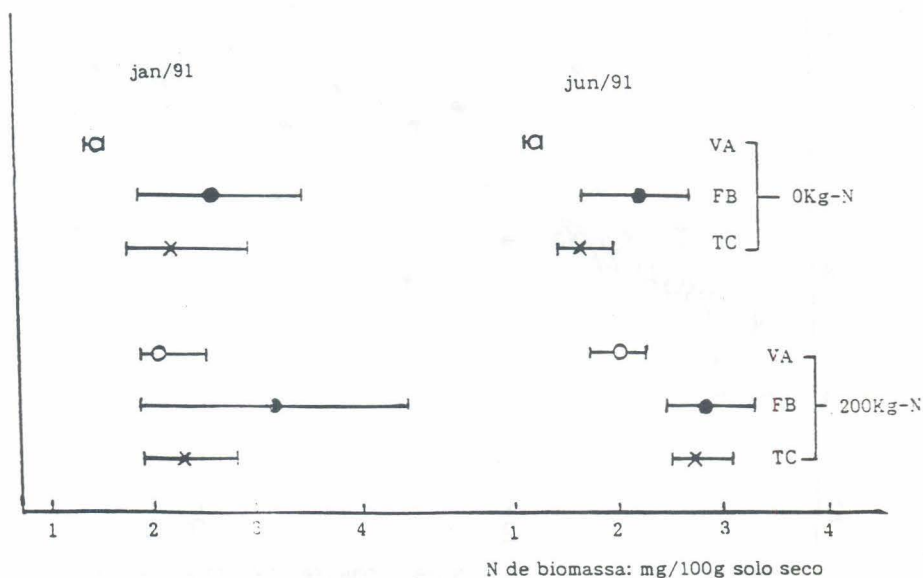


FIG. 7 - Nitrogênio da biomassa no solo (0-15 cm), com indicação da média, valor mínimo e valor máximo.

Todos os valores do tratamento FB são maiores do que os do VA. Entre os tratamentos TC e VA, somente não foi constatada diferença considerável no tratamento com 200 kg/ha de nitrogênio, no solo coletado em janeiro.

A Figura 8 indica a correlação entre o nitrogênio da biomassa do solo coletado em junho de 91, na camada de 0-15 cm, e o rendimento do milho, cujo coeficiente foi de 0,724. O coeficiente para os dados do mês de janeiro foi de 0,482.

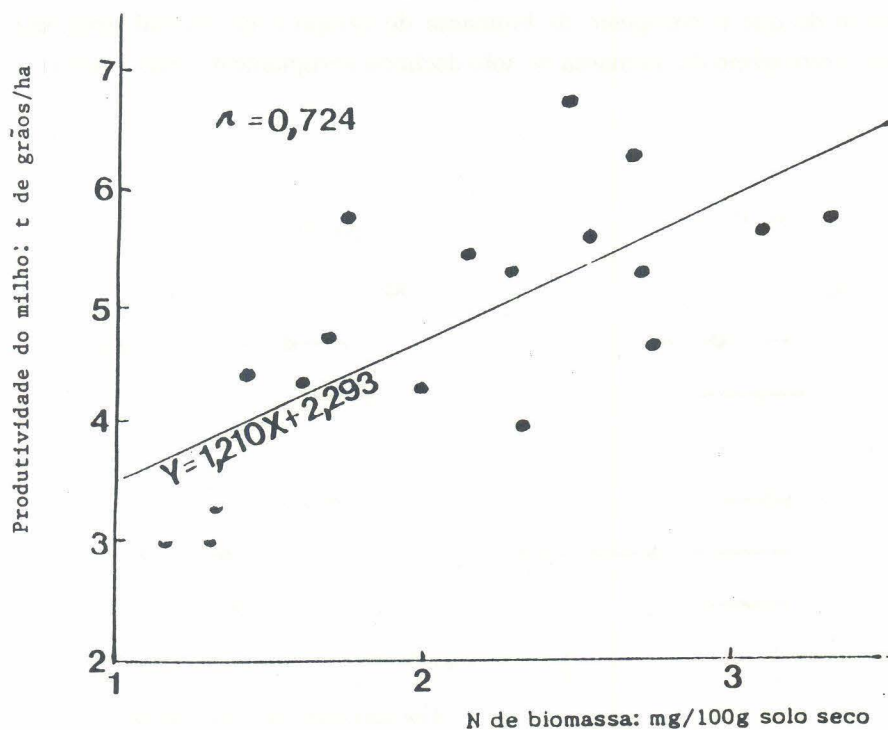


FIG. 8 - Relação entre N da biomassa no solo (jun. 91, 0-15 cm) e a produtividade da cultura do milho (Abr. 91).

O nitrogênio da biomassa é aquele contido nos microrganismos do solo. O aumento da quantidade de microrganismos, é de grande importância para o aumento do nível de fertilidade do solo. Segundo Jenkinson (1976a,b), o teor de nitrogênio da biomassa pode tornar-se um índice indicativo da fertilidade do solo quanto ao nitrogênio. Para o cálculo do teor de nitrogênio da biomassa foi utilizada a indicação de Marumoto (1986) de que 68% dos resíduos dos microrganismos são decompostos em quatro semanas. Há necessidade de se desenvolver pesquisa para determinar essa percentagem nos solos dos Cerrados.

Para a análise do nitrogênio da biomassa é necessário um período de 6 semanas, sendo simples o manuseio das amostras. Os dados da coleta do solo realizada no mês de junho/91 apresentaram correlação mais elevada com os dados de produção do ano agrícola 91/92 do que os da coleta realizada em janeiro/91.

#### **4. Análise para separação das formas de nitrogênio orgânico**

A análise para a separação das formas de nitrogênio orgânico foi efetuada nas amostras da camada de 0-15 cm, dos tratamentos com feijão bravo do Ceará e de pousio no inverno, das parcelas com 0 e 200 kg/ha de nitrogênio para o milho no verão, coletadas em janeiro e junho, em três repetições, perfazendo 24 amostras. O tratamento com feijão bravo foi escolhido por ter proporcionado maior produção de milho no ano anterior do que o tratamento com tefrósia.

Na Tabela 2 estão indicados os teores e as diferentes formas do nitrogênio orgânico e os teores do nitrogênio total e do nitrogênio inorgânico. Pode-se verificar que o teor do nitrogênio inorgânico é extremamente baixo nesse solo.

**TABELA 2 - Análise de separação do nitrogênio orgânico do solo, na camada de 0 - 15 cm.**

Plano do experimento		NO									
Cultura de inverno	Doses de N	DCA	NT	NNH	NHD	NAA	NAG	NAC	NHN	OTN	NI
1. FB	200 kg/ha	06/91	170,3	34,7	134,5	21,5	15,7	25,0	12,0	60,3	1,1
2. FB	200 kg/ha	01/91	154,7	25,8	128,2	18,6	16,2	22,5	2,8	68,1	0,7
3. FB	0 kg/ha	06/91	159,4	28,9	129,8	21,8	13,8	21,3	11,3	61,6	0,7
4. FB	0 kg/ha	01/91	153,7	28,5	125,1	22,2	13,8	22,5	4,3	61,9	0,1
5. VA	200 kg/ha	06/91	141,9	32,4	109,5	19,6	12,6	18,8	9,7	48,8	0
6. VA	200 kg/ha	01/91	147,7	48,3	99,3	20,7	11,8	17,5	1,6	47,7	0,1
7. VA	0 kg/ha	06/91	130,7	25,1	105,6	18,4	12,2	15,0	10,0	50,0	0
8. VA	0 kg/ha	01/91	40,0	44,6	95,4	20,5	9,9	12,5	2,2	50,3	0,1

Obs: A unidade dos números é mg de nitrogênio/100g de solo seco

Legenda: NNH - Nitrogênio não hidrolisável  
 NHD - Nitrogênio hidrolisável  
 NAA - Nitrogênio de amino e amônio  
 NAG - Nitrogênio de amino glicose  
 NAC - Nitrogênio de amino ácido  
 NHN - Nitrogênio de huminas  
 OFN - Outras formas de nitrogênio  
 FB - Feijão Bravo do Ceará no inverno  
 VA - Lote em pousio no inverno  
 NT - Nitrogênio Total  
 NO - Nitrogênio Orgânico  
 NI - Nitrogênio Inorgânico  
 DCA - Data da coleta da amostra

O teor de nitrogênio chamado de "outras formas de nitrogênio" foi muito maior do que o encontrado em solos japoneses. Por outro lado, o teor do nitrogênio na forma de huminas foi mais baixo. Segundo Ida et al. (1978) há grande quantidade de nitrogênio na forma de huminas no nitrogênio não hidrolisável.

Na Tabela 3 estão indicados os resultados das análises de variância dos dados. O cultivo do feijão bravo teve efeito altamente significativo (1% de probabilidade) nos valores de nitrogênio hidrolisável, nitrogênio de amino glicose e nitrogênio de amino ácido, e teve efeito significativo (5% de probabilidade) nos valores de nitrogênio total e nitrogênio de humina. Aumento do nitrogênio de amino ácido e de amino glicose significa aumento do nitrogênio facilmente utilizado pelas culturas, ou seja, aumento no nível de fertilidade do solo quanto ao nitrogênio, o que foi revelado pelo maior rendimento do milho.

**TABELA 3 - Análise da variação do valor de nitrogênio orgânico no solo.**

Item	Plano do experimento			Análise de separação			
	Fator	Nível 1	Nível 2	Grau Lib.	Soma qua.	Variância	Teste F
NT	A. CI	FB	VA	1	741,13	741,13	15,89*
	B. DN	200 kg/ha	0 kg/ha	1	120,13	120,13	2,58
	C. DCA	06/91	01/91	1	3,13	3,13	0,07
	erro			4	186,52	46,63	
NHD	A. CI	FB	VA	1	1.452,61	1.452,61	497,47**
	B. DN	200 kg/ha	0 kg/ha	1	30,42	30,42	10,42*
	C. DCA	06/91	01/91	1	123,25	123,25	42,21**
	erro			4	11,69	2,97	
NAA	A. CI	FB	VA	1	3,00	3,00	1,14
	B. DN	200 kg/ha	0 kg/ha	1	0,78	0,78	(-) 0,10
	C. DCA	06/91	01/91	1	0,06	0,06	(-) 0,02
	erro			4	10,54	2,64	
NAG	A. CI	FB	VA	1	21,13	21,13	30,71**
	B. DN	200 kg/ha	0 kg/ha	1	5,12	5,12	7,44
	C. DCA	06/91	01/91	1	0,85	0,85	1,24
	erro			4	2,75	0,69	
NAC	A. CI	FB	VA	1	94,53	94,53	48,40**
	B. DN	200 kg/ha	0 kg/ha	1	19,53	19,53	10,00*
	C. DCA	06/91	01/91	1	3,25	3,25	1,60
	erro			4	7,81	1,95	
NHN	A. CI	FB	VA	1	6,66	6,66	15,48*
	B. DN	200 kg/ha	0 kg/ha	1	0,55	0,55	(-) 1,28
	C. DCA	06/91	01/91	1	125,61	125,61	292,12**
	erro			4	1,72	0,43	

Obs: \* - há diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* - há diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Legenda:

Grau Lib. - Grau de liberdade

NT - Nitrogênio total

NHD - Nitrogênio hidrolisável

NAA - Nitrogênio de amino e amônio

CI - Cultura de inverno

DCA - Data de coleta da amostra

A - Lote em pousio no inverno

Soma qua. - Soma dos quadrados

NAG - Nitrogênio de amino glicose

NAC - Nitrogênio de amino ácido

NHN - Nitrogênio de huminas

DN - Dose de nitrogênio

FB - Feijão Bravo do Ceará no inverno

Com a aplicação de adubo nitrogenado, obteve-se efeito significativo na análise de variância para o nitrogênio hidrolisável e nitrogênio de amino ácido. Porém, mesmo com a aplicação de 200 kg/ha de nitrogênio, a influência na elevação do nível de fertilidade do solo quanto ao nitrogênio não foi tão expressiva quanto com o cultivo de feijão bravo do Ceará.

Em termos de diferença entre épocas de coleta, o solo coletado no inverno (estação seca) teve um valor maior de nitrogênio hidrolisável e nitrogênio de huminas do que o solo coletado no verão (estação chuvosa). No caso do nitrogênio de huminas, o valor do teste F foi alto, deixando clara a diferença entre as duas épocas.

## Referências Bibliográficas

- DELWICHE, C.C. The nitrogen cycle, *Scientific American*, 233,3 136-146 (1970).  
IDA, A.; FUKAYAMA, M.; MORI, T.; TOKUNAGA, Y. Separative analysis of organic nitrogen, **Analytical Methods for Soil Nutrient**, Yokendo, Tokyo (s.n.), 1978. p.201-205.
- JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effects of biotical treatment on metabolism in soil - I. Fumigation with chloroform, **Soil Biol. Biochem.**, v.8, p.167-177, 1976a.
- JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effects of biotical treatment on metabolism in soil - V.A method for measuring soil biomass, **Soil Biol. Biochem.**, v.8, p.209-213, 1976b.
- KENNEY, D.R.; BREMNER, J.M. Comparison and evaluation of laboratory method of obtaining an index of soil nitrogen availability. **Agronomy Journal**, v.58, p.498-503, 1966.
- MARUMOTO, T. Biomass nitrogen, *Standard methods for soil analysis*, Hakuyusha, Tokyo (s.n.), 1986. p.307-314.
- OGAWA, Y.; KATO, H.; ISHIKAWA, M. A simple analytical method for index of soil nitrogen availability by extracting, **Japan. Journal Soil Science. Plant Nutrition**. v.60, p.160-163, 1989.
- ROBERTSON, K.; SCHNURER, J.; CLARHOLM, M.; BONDE, T.A.; ROSSWALL, T. Microbial biomass in relation to C and N mineralization during laboratory incubations, **Soil Biology. Biochemistry**, v.20, p.281-286, 1988.
- STANFORD, G.; SMITH, S.J. Oxidative release of potentially mineralizable soil nitrogen by acid permanganate extration. **Soil Science**, v.126, p.210-218, 1978.
- SUHET, A.R.; PERES, J.R.R.; VARGAS, M.A.T. Nitrogênio. In: GOEDERT, W.J. ed. *Solos dos Cerrados: Tecnologias e estratégias de manejo*. Planaltina/São Paulo: EMBRAPA-CPAC/Nobel, 1986. p.167-202.
- TSURU, S. Nitrogen cycle and soil biomass in ecosystem of agriculture and forestry, **Agric. and Hortic.**, v.57, p.1011-1016, 1982.
- YAMAGUCHI, T.; VARGAS, M.A.T.; JÚNIOR, A.L. Emissão de monóxido de nitrogênio do solo e sua medida por cromatografia gasosa no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE OS PROGRESSOS DA PESQUISA AGRONÔMICA NA REGIÃO DOS CERRADOS. 1991, Cuiabá. **Anais**. Brasília: EMBRAPA/JICA, 1992. p.96-99.