

ADUBAÇÃO NITROGENADA DO MILHO

II Simpósio sobre Rotação Soja/Milho no Plantio Direto

Autores:

Antonio de Padua Cruz

SN-Centro de Pesquisa e Promoção do Sulfato de Amônio
Ltda., Piracicaba, SP

Waldo A.R. Lara Cabezas

Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de
Uberlândia, Uberlândia, MG

Julho 2001

TEMA CENTRAL DA APRESENTAÇÃO

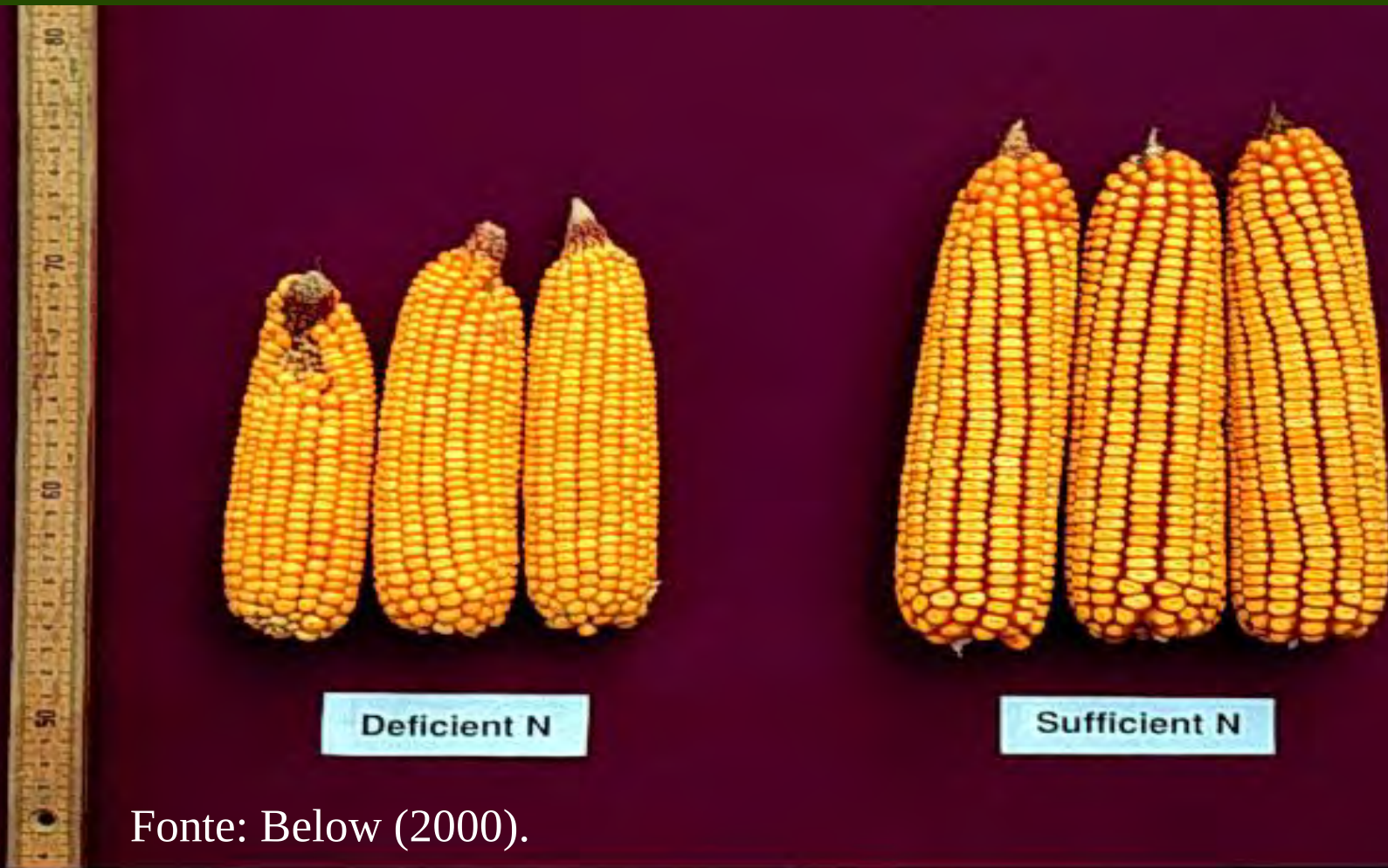
Imobilização do nitrogênio da uréia e do sulfato de amônio aplicados em pré ou pós-semeadura, na cultura do milho, no sistema de plantio direto

W.A.R. LARA CABEZAS; M.R. de ARRUDA; H. CANTARELLA;
V. PAULETTI; P.C.O. TRIVELIN; J.A. BENDASSOLLI

Quantidade de Nitrogênio Requerida pela Cultura do Milho

Quanto Aplicar?

Sintoma de Deficiência de N na Espiga de Milho



Fonte: Below (2000).

Tabela 1. Conteúdo de nutrientes na parte aérea da cultura de milho e exportação dos mesmos por uma produção de 9.100 kg de grãos.

Nutriente	Absorção	Exportação	
	kg.ha ⁻¹	kg.ha ⁻¹	%
Nitrogênio	190	129,2	68
Fósforo	39	30,9	80
Potássio	196	39,1	20
Cálcio	40	0,9	4
Magnésio	44	10,9	26
Enxofre	21	11,8	58
	g.ha ⁻¹	g.ha ⁻¹	%
Ferro	2.110	110,1	5
Manganês	340	60,0	17
Cobre	110	20,0	20
Zinco	400	200,2	50
Boro	170	40,0	25
Molibdênio	9	6,3	63

Fonte: Büll (1993), citado por Yamada (1996).

Tabela 2. Balanço médio do N na cultura do milho nos EUA.

Necessidade da cultura para produzir

Grãos: $10.000 \text{ kg.ha}^{-1} \times 1,4\%$ de N.....	140 kg
Palhada: $10.000 \text{ kg.ha}^{-1} \times 1,1\%$ de N.....	<u>110 kg</u>
Total	250 kg.ha^{-1}

Fornecimento pelo solo

3% M.O. solo; 20 kg de N por 1% de M.O.....	60 kg
Resíduo da cultura, 30% do N da palhada	<u>33 kg</u>
Total	93 kg.ha^{-1}

Necessidade de adubação

$N = (250 - 93) / 0,75 *$	210 kg.ha^{-1}
---------------------------------	-------------------------

* Fator de eficiência do N = 75%

Fonte : Yamada (1996).

Tabela 3. Balanço teórico do nitrogênio na sucessão soja-milho safrinha, em SPD, na região de Maracaju-MS, com produtividade de 50 sacas de soja e 75 sacas de milho por hectare.

Quantidade de nitrogênio absorvida pelas culturas	kg.ha ⁻¹ de N
N exportado nos grãos de soja	182
N exportado nos grãos de milho	65
Total de N exportado nas colheitas (soja + milho)	247
Quantidade de nitrogênio fornecida pelo sistema, no ciclo soja-milho safrinha	
N da Matéria Orgânica do solo (2% M.O.)	40
N mineralizado da palhada do milho	16
N mineralizado da palhada da soja	38
N da adubação do milho “safrinha”	20
N da atmosfera (fixação não biológica)	10
Total de N fornecido pelo sistema, por ciclo (soja-milho safrinha)	124
Balanço (N fornecido – N exportado)	- 123

Fonte: Spolidorio (2001).

Produtividade do milho safrinha (kg.ha⁻¹) em resposta à adubação. Média de 6 repetições. Maracaju,MS – FUNDAÇÃO MS, 1999.

Adubação de plantio kg.ha ⁻¹	Cobertura(29 kg.ha ⁻¹ de N) ³	
	Ausência	Presença
252 (10-20-10 + micro) ¹	5.150 a	5.823 a
250 (08-16-16 + micro) ²	5.458 a	5.488 a
160 (Uréia)	4.694 b	4.972 b
248 (10-20-20 + Zn 1,0%)	4.522 bc	4.953 b
100 (Uréia)	4.569 bc	4.729 b
100 (MAP 10% N e 50% P ₂ O ₅)	4.402 bc	4.714 b
Testemunha sem adubo	4.141 c	4.669 b
Média para Sulfato de amônio	4.705 B	5.050 A

¹ 10-20-10 + 8,5% Ca; 5,5% S; 0,32% Zn; 0,05% B; 0,06% Cu; 0,25% Mn; 0,006% Mo

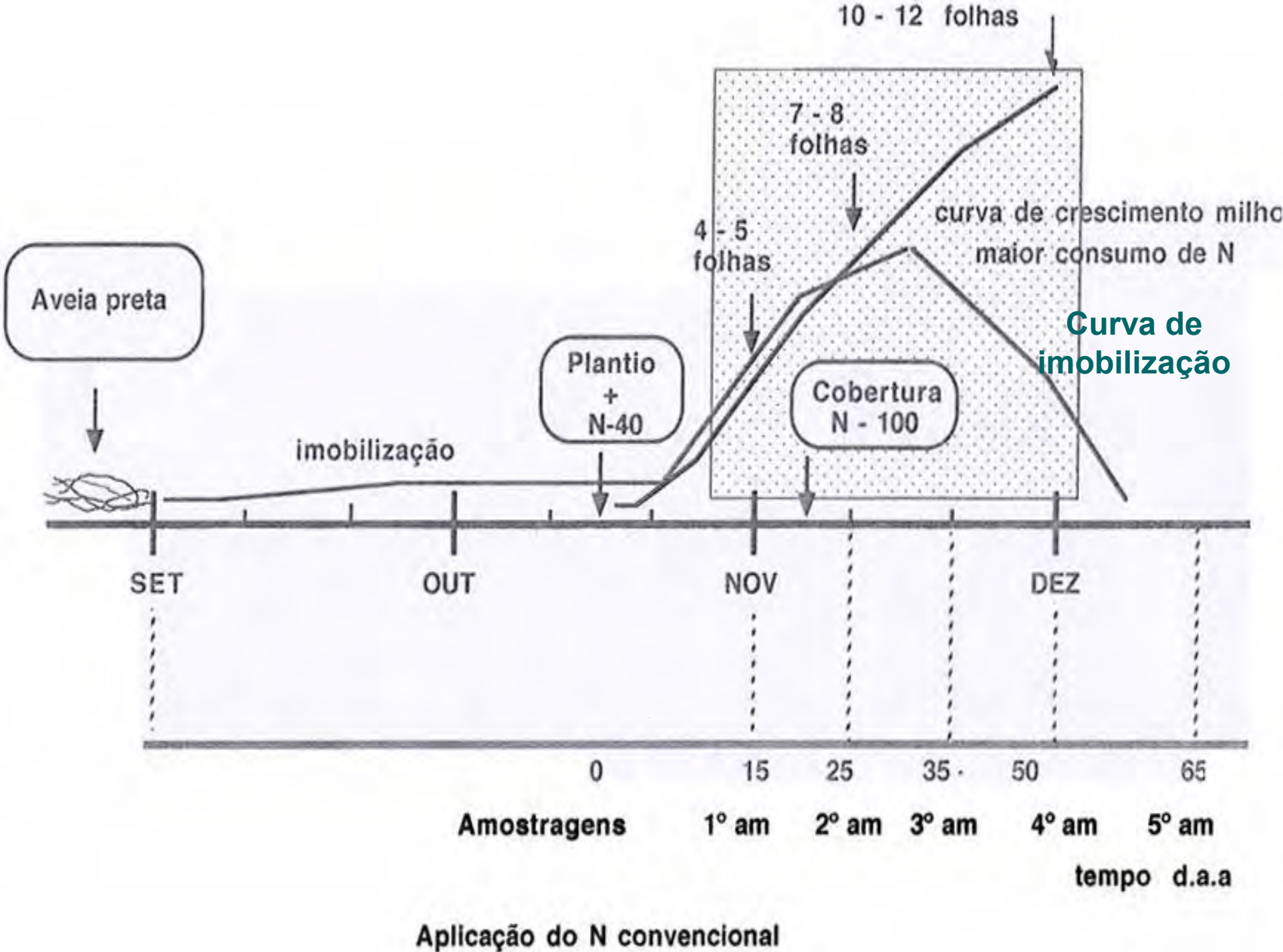
² 08-16-16 + 8,0% Ca; 5,0%S; 0,5% Zn; 0,05% B

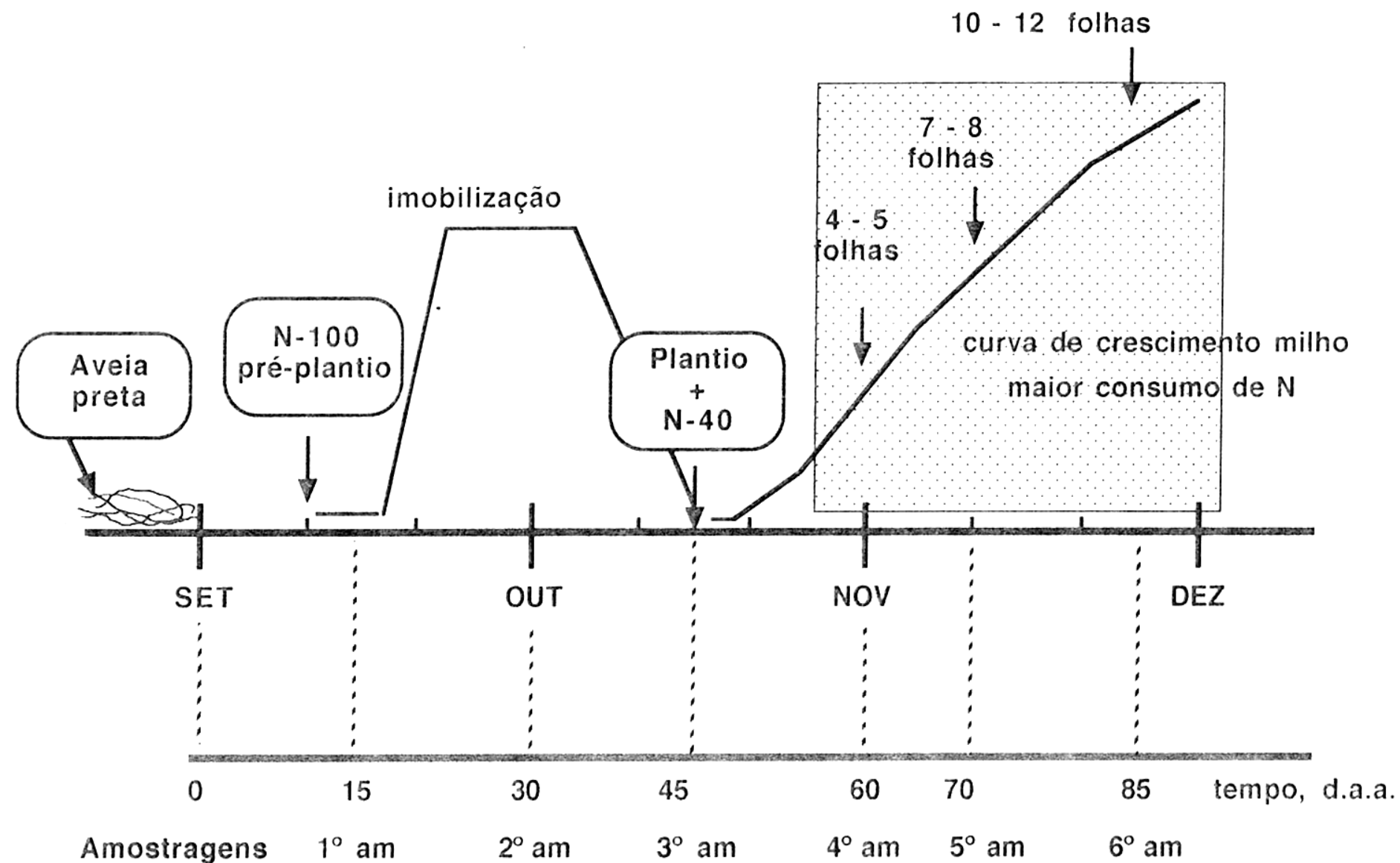
Aplicação a lanço, 16 dias após o plantio

Fonte: Informações Agronômicas nº 89, Março/2000 - POTAFOS.

Transformações e Dinâmica do Nitrogênio no Solo

Quando Aplicar?





Aplicação do N no pré - plantio

Tabela 4. Rendimento de grãos de milho sob diferentes resíduos de cobertura e época de aplicação de N, nas safras 96/97 e 97/98 (adaptada de Basso, 1999).

----- N aplicado -----			----- Cobertura de inverno -----		
PS ⁽¹⁾	SE	CO	Aveia Preta	Aveia + Ervilhaca	Nabo Forrag.
kg.ha ⁻¹					
Safra 96/97					
0	0	0	5.616	6.639	6.017
0	30	90	6.804	7.122	6.984
30	30	60	6.867	6.786	6.767
60	30	30	7.756	7.450	7.229
90	30	0	7.230	7.567	6.853
Safra 97/98					
0	0	0	2.812	4.430	2.678
0	30	90	5.786	5.345	5.542
30	30	60	5.174	5.546	5.313
60	30	30	4.322	4.971	4.825
90	30	0	3.647	3.628	4.496

(1) PS = pré-semeadura, SE = semeadura e CO = Cobertura.

Adubação de pré-semeadura realizada aos 27 e 23 dias antes da semeadura; cobertura realizada no estágio de 4-6 folhas.

Imobilização do nitrogênio da uréia- ^{15}N e do sulfato de amônio- ^{15}N aplicados em pré ou pós-semeadura na cultura do milho, no sistema de plantio direto

W.A.R. LARA CABEZAS; M.R. de ARRUDA; H. CANTARELLA;
V. PAULETTI; P.C.O. TRIVELIN & J.A. BENDASSOLLI

Entidades envolvidas:

Universidade Federal de Uberlândia

EMBRAPA

Petrobrás

SN-Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio Ltda.

OBJETIVO

Avaliar a importância da imobilização do N aplicado em pré e pós-semeadura, em relação à assimilação pela cultura do milho, no sistema plantio direto, em condições de campo, para as condições edafo-climáticas do Triângulo Mineiro, MG.

Local: Fazenda Floresta do Lobo - Pinusplan, Uberlândia-MG

Safrá: 1999/2000

Cultura antecessora: Aveia preta (*Avena strigosa*)

Data da semeadura da aveia preta: 15/04/1999

Aveia Preta “manejada” com rolo-faca em: 10/09/99

Data da semeadura do milho: 15/11/1999

Adubação de semeadura: 40, 53 e 40 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O + 0,7 e 1,3 kg.ha⁻¹ de B e Mn

Adubos marcados: (NH₄)₂SO₄ - 21,4% N marcado com 5,029 ± 0,0009% ¹⁵N
CO(NH₂)₂ - 46,8% N marcado com 5,037 ± 0,009% ¹⁵N

Dose de N aplicada:..... 80 kg.ha⁻¹

Adubação de pré-semeadura:..... 43 dias antes da semeadura

Adubação de pós-semeadura:..... 31 dias após o plantio

Parâmetros avaliados no solo:

Nispf = nitrogênio imobilizado no solo, proveniente do fertilizante

Nospf = nitrogênio orgânico no solo, proveniente do fertilizante

Ntspf = nitrogênio total no solo, proveniente do fertilizante

Nmispf = nitrogênio mineral no solo, proveniente do fertilizante

$$[Nispf = Nospf = Ntspf - Nmispf]$$

Parâmetros avaliados na planta:

Nppf = nitrogênio na planta, proveniente do fertilizante

Tabela 5. Principais características químicas do solo da área experimental⁽¹⁾.

Profundidade	pH	M. O.	P	K	Ca	Mg	CTC
	em H ₂ O	g.dm ⁻³	-----mg.dm ⁻³ -----		-----mmol _c .dm ⁻³ -----		
0-10 cm	5,5	43	9,7	110,5	21,0	10,0	59,5
10-20 cm	5,1	40	11,6	55,4	17,0	6,0	64,6

⁽¹⁾ A saturação por bases da camada 0-10 cm foi de 56% e a da camada 10- 20 cm foi de 37%.

Tabela 6. Tratamentos empregados no experimento.

Uréia aplicada 43 dias antes da semeadura do milho

Sulfato de Amônio aplicado 43 dias antes da semeadura do milho

Uréia aplicada 31 dias após a semeadura do milho

Sulfato de Amônio aplicado 31 dias após a semeadura do milho

Fonte: Lara Cabezas et al. (2001).

RESULTADOS

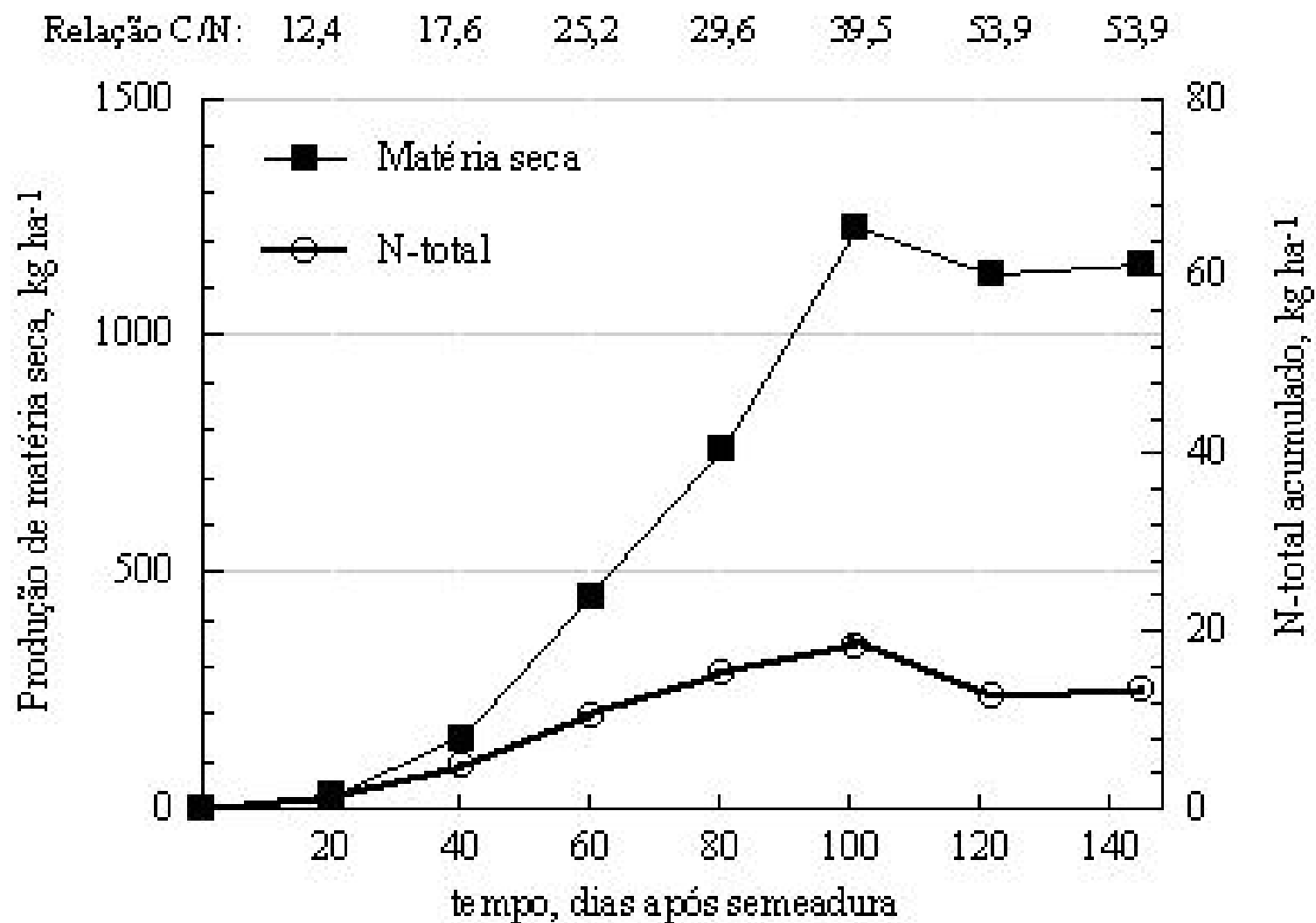


Figura 1. Marcha de produção de matéria seca, acúmulo de nitrogênio e relação C/N no ciclo vital da aveia preta (*Avena strigosa*), antecessora à semeadura do milho.

Material Orgânico Proveniente da Aveia Preta e de Culturas Anteriores

Resteva na semeadura do milho..... 3.170 kg.ha⁻¹ de MS

Cobertura morta determinada

previamente à colheita do milho..... 1.090 kg.ha⁻¹ de MS

Relação C/N no momento do manejo

da aveia preta..... 53,9

Decomposição durante o ciclo..... 65%

Tabela 7. N imobilizado no solo, proveniente dos fertilizantes aplicados em pré-semeadura, em diferentes épocas do ciclo da cultura do milho.

Época de amostragem	Nispf ⁽¹⁾			
	Sulfato de Amônio		Uréia	
	kg.ha ⁻¹	% do N aplicado	kg.ha ⁻¹	% do N aplicado
19 d.a.a. ⁽²⁾	13,3 aA ⁽³⁾	16,6	6,6 bB	8,3
40 d.a.a.	8,1 abA	10,1	13,7 aA	17,1
64 d.a.a. (5 a 6 folhas)	7,6 bA	9,5	9,1 abA	11,4
105 d.a.a. (11 a 12 folhas)	5,7 bA	7,1	7,5 bA	9,4
119 d.a.a. (florescimento)	4,7 bA	5,9	7,2 bA	9,0

(1) Nispf = nitrogênio imobilizado no solo, proveniente do fertilizante.

(2) d.a.a. = dias após a adubação, a qual foi realizada 43 dias antes da semeadura do milho.

(3) As médias entre fontes, para cada época, seguidas de letras maiúsculas iguais, não diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 0,05. As médias entre épocas, para cada fonte, seguidas de letras minúsculas desiguais diferem significativamente.

Tabela 8. N imobilizado no solo, proveniente dos fertilizantes aplicados em pós-semeadura, em diferentes épocas do ciclo da cultura do milho.

Época de amostragem	Nispf ⁽¹⁾			
	Sulfato de Amônio		Uréia	
	kg.ha ⁻¹	% do N aplicado	kg.ha ⁻¹	% do N aplicado
32 d.a.a. ⁽²⁾	2,29 aB ⁽³⁾	2,9	9,80 aA	12,2
47 d.a.a. (florescimento)	2,47 aB	3,1	7,89 abA	9,9
99 d.a.a. (maturação fisiológica)	1,27 aB	1,6	6,08 bA	7,6

(1) Nispf = nitrogênio imobilizado no solo, proveniente do fertilizante.

(2) d.a.a. = dias após a adubação, a qual foi realizada 31 dias após a semeadura do milho.

(3) As médias entre fontes, para cada época, seguidas de letras maiúsculas iguais, não diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 0,05. As médias entre épocas, para cada fonte, seguidas de letras minúsculas desiguais diferem significativamente.

Tabela 9. Matéria Seca (MS), N total na planta (N_{total}), N na planta proveniente do fertilizante (Nppf) e N recuperado na planta, proveniente dos fertilizantes aplicados em pré-semeadura do milho, em diferentes épocas de amostragem.

Época (estádio)	-----Sulfato de Amônio-----				-----Uréia-----			
	MS	N _{total}	Nppf	Nfrp	MS	N _{total}	Nppf	Nfrp
	-----kg.ha ⁻¹ -----			%	-----kg.ha ⁻¹ -----			%
64 d.a.a. ⁽¹⁾ (5 a 6 folhas)	121 b ⁽²⁾	5,7 b	0,02 bA	0,03 bA	156 b	7,2 b	0,02 bA	0,03 bA
105 d.a.a. (11 a 12 folhas)	6.271 a	112,4 a	35,3 aA	44,1 aA	7.450 a	94,6 a	18,7 aB	23,4 aB
119 d.a.a. (florescimento)	9.098 a	153,8 a	45,8 aA	57,3 aA	7.356 a	106,2 a	22,7 aB	28,4 aB

(1) d.a.a = dias após a adubação, a qual foi realizada 43 dias antes da semeadura do milho.

(2) As médias entre fontes, para cada época, seguidas de letras maiúsculas desiguais diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 0,05. As médias entre épocas para cada fonte, seguidas de letras minúsculas desiguais diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 0,05.

Tabela 10. Matéria Seca (MS), N total na planta (N_{total}), N na planta proveniente do fertilizante (Nppf) e N recuperado na planta, proveniente dos fertilizantes aplicados em pós-semeadura do milho, em diferentes épocas de amostragem.

Época (estádio)	Sulfato de Amônio				Uréia			
	MS	N_{total}	Nppf	Nfrp	MS	N_{total}	Nppf	Nfrp
	-----kg.ha ⁻¹ -----	-----kg.ha ⁻¹ -----		%	-----kg.ha ⁻¹ -----	-----kg.ha ⁻¹ -----		%
-1 d.a.a. ⁽¹⁾ (5 a 6 folhas)	143 dA ⁽²⁾	4,6 b	-	-	127 dA	4,9 c	-	-
32 d.a.a. (11 a 12 folhas)	8.238 cA	143,7 a	44,0 A	55,0	6.493 cB	101,4 b	18,8 B	23,5
47 d.a.a. (florescimento)	9.407 bA	154,4 a	35,0 A	43,7	9.755 bA	163,6 a	34,0 A	42,5
99 d.a.a. (maturação fisiológica)	17.454 aA	196,0 a	49,4 A	61,8	14.928 aB	174,0 a	33,6 A	42,0

(1) d.a.a. = dias após a adubação, a qual foi realizada 31 dias após a semeadura do milho.

(2) As médias entre fontes, para cada época, seguidas de letras maiúsculas desiguais diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 0,05. As médias entre épocas para cada fonte, seguidas de letras minúsculas desiguais, diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 0,05.

Tabela 11. Relação Nppf (kg.ha^{-1}) / Nispf (kg.ha^{-1}) nos estádios de 11-12 folhas e de florescimento, para as duas fontes de N, nas duas épocas de aplicação.

Estádio	Fontes	
	Sulfato de Amônio	Uréia
-----Pré-semeadura-----		
11-12 folhas	6,2	2,5
Florescimento	9,7	3,2
Média	8,0 aA ⁽¹⁾	2,9 aB
-----Pós-semeadura-----		
11-12 folhas	19,2	1,9
Florescimento	14,2	4,3
Média	16,7 bA	3,1aB

⁽¹⁾ As médias entre épocas, na mesma coluna, seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 0,05. As médias entre fontes, na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas desiguais, diferem significativamente, pelo teste de Tukey em nível de 0,05.

Tabela 12. Efeito das fontes e épocas de aplicação de nitrogênio na produtividade da cultura do milho⁽¹⁾.

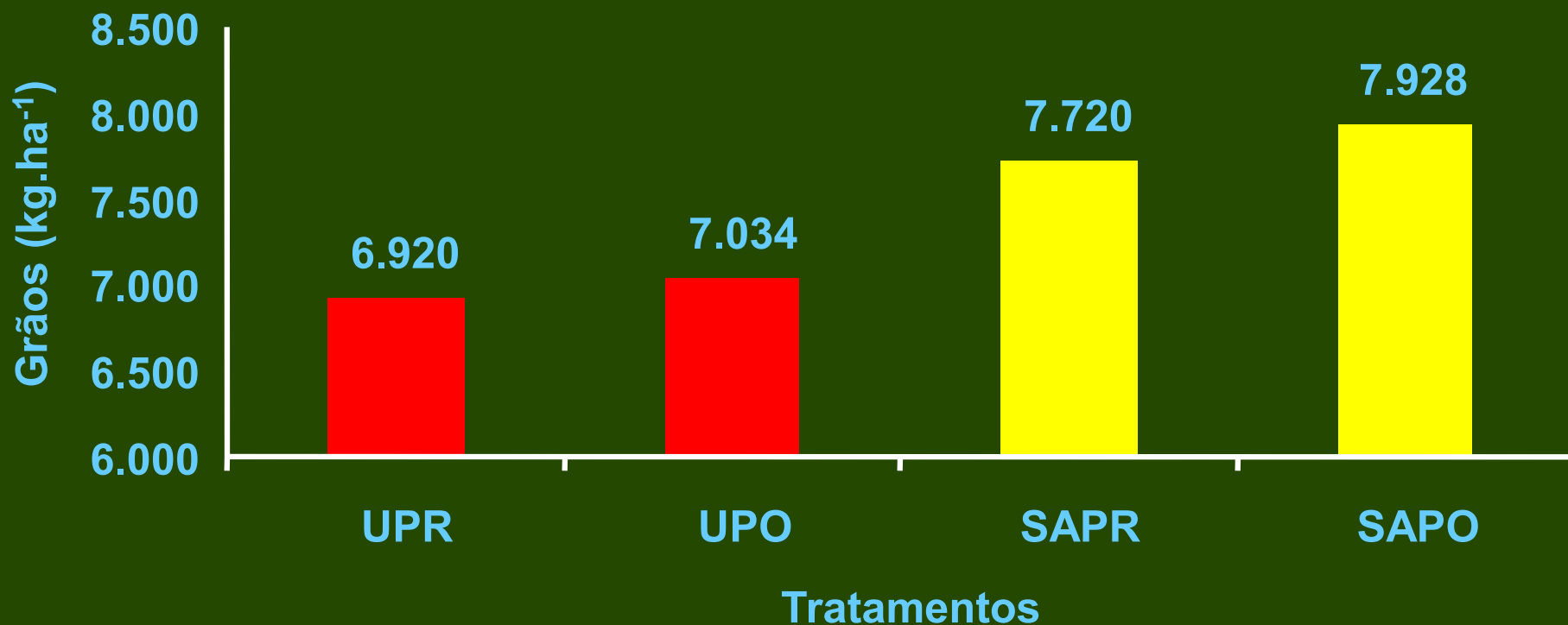
Tratamentos	Produtividade	Variação
	----- kg.ha ⁻¹ -----	-----
Uréia em pós-semeadura ⁽²⁾	6.920 aB ⁽³⁾	-
Uréia em pré-semeadura	7.034 aB	114
Sulfato de amônio em pós-semeadura	7.720 aA	800
Sulfato de amônio em pré-semeadura	7.928 aA	1008

(1) Dose de N aplicada = 80 kg.ha⁻¹.

(2) Aplicação em pós-semeadura realizada 31 dias após a semadura do milho. Aplicação de pré-semeadura realizada 43 dias antes da semeadura do milho.

(3) As médias entre épocas, seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 0,05. As médias entre fontes, seguidas de letras maiúsculas desiguais, diferem significativamente, pelo teste de Tukey em nível de 0,05.

Efeito das fontes e épocas de aplicação de nitrogênio na produtividade da cultura do milho



Fonte: Lara Cabezas et al. (2001).

CONCLUSÕES

- ➡ Na adubação de pré-semeadura do milho, no SPD, parte do N aplicado como sulfato de amônio ou uréia é efetivamente imobilizada, sendo que o sulfato de amônio apresenta maior rapidez na ciclagem do N-imobilizado-mineralizado (“turnover”) e conseqüentemente maior assimilação pelas plantas de milho, logo após a semeadura.
- ➡ Na adubação de pós-semeadura, somente ocorre imobilização do N da uréia, retardando a sua assimilação pelas plantas, em relação ao N do sulfato de amônio.
- ➡ Para cada kg de N-fertilizante imobilizado, independente da época de aplicação, ocorre uma recuperação maior do N do sulfato de amônio, entre os estádios de 11-12 folhas e de florescimento.

CONCLUSÕES

➡ A maior eficiência de aproveitamento do N do sulfato de amônio, associada ao fornecimento de enxofre ao sistema, promoveu um aumento da produtividade da cultura do milho, em relação à produtividade das parcelas adubadas com uréia, nas duas épocas de aplicação.

Vista Geral da Área Experimental

Parcelas adubadas
com Uréia



Parcelas adubadas
com Sulfato de Amônio

