

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E DE SEU PARCELAMENTO SOBRE A
CULTURA DO MILHO, EM PATOS DE MINAS*

Moacyr Viana de Novais
Roberto Ferreira de Novais
José Mário Braga**

1. INTRODUÇÃO

A produção de semente de milho híbrido comercial pela Agróceres, em Patos de Minas, tem sido limitada freqüentemente, pelo rendimento, bem como pela percentagem de sementes eliminadas como refugo na mesa de seleção.

Diversos trabalhos experimentais têm mostrado que o nitrogênio é, dos três macronutrientes - N-P-K-, o único limitante da produção de milho naquela região (2,7,10), sendo que a dose econômica deste elemento está em torno de 150 kg/ha (2).

Quanto à época de aplicação do adubo nitrogenado, recomenda-se o parcelamento, de modo a aplicar uma parte da dose total no plantio, e o restante em cobertura, 40 dias após a emergência, quando o milho absorver maiores quantidades deste elemento (1,6).

Esta aplicação parcelada do adubo nitrogenado tem como propósito sincronizar o tempo de aplicação e de utilização pela cultura, reduzindo as perdas por lixiviação.

Segundo LAIRD *et alii* (4), a condução de um grupo de experimentos para determinar a melhor época de aplicação do adubo no cultivo do milho fornecerá diferentes resultados, dependendo da textura do solo e da quantidade e da distribuição de chuvas ao longo do ciclo da cultura. Considera-se que os solos de textura grossa, que recebem uma precipitação adequada durante o ciclo vegetativo, proporcionarão maiores rendimentos quando se faz o parcelamento do adubo nitrogenado. E, em solos de textura média e fina, sob precipitação adequada, serão obtidos, essencialmente, os mesmos rendimentos com a aplicação parcelada ou toda no plantio da dose de N.

Estes mesmos pesquisadores consideram, ainda, que, se um solo recebe pouca ou nenhuma chuva depois da aplicação do adubo nitrogenado em cobertura, poderá haver menor rendimento do que para a aplicação de toda a dose de N no plantio.

Embora haja uma utilização sistemática do adubo nitrogenado aplicado parceladamente nos campos de cooperação de produ-

* Aceito para publicação em 19-04-1974.

** Respectivamente, Chefe da Subestação Experimental de Patos de Minas (aposentado), Professor Assistente e Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa.

ção de milho híbrido para sementes da Agroceres, em Patos de Minas, a quantidade empregada ainda é inadequada, sendo refletida por uma percentagem de refugo de 27,6% e 32,7%, dados fornecidos pela Agroceres, respectivamente, nos dois últimos anos de produção.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito da aplicação de doses de um adubo nitrogenado parcelado em diferentes épocas, sobre a produção total, percentagem de refugo, peso médio de espigas e níveis de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de um híbrido duplo da Agroceres.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido na fazenda do Engº-Agrº Moacyr Vianna de Novais, em Patos de Minas, em latossolo roxo, cuja análise química rendem os dados contidos no quadro 1.

QUADRO 1 - Análise química do solo do ensaio

Características químicas	Resultados
pH em água (1 +1)	6,2
Al - eq. mg/100g	0,0
P - ppm	46
K - ppm	270
Ca Mg - eq. mg/100g	6,7

Extrator - H₂SO₄ 0,025N + HC1 0,05N

Extrator - KC1 1N

Foram testados os níveis de 60 e 120 kg de N/ha, na forma de sulfato de amônio, em diferentes modos de parcelamento. Cada nível de N foi testado em uma parcela e esta, subdividida em subparcelas, onde foram distribuídas as doses do adubo nitrogenado, nos seguintes modos de aplicação: todo o N no sulco de plantio: todo o N aos 25 dias após o plantio; todo o N aos 45 dias; todo o N aos 65 dias; 1/3 do N no plantio e 2/3 aos 25 dias; 1/3 do N no plantio e 2/3 aos 45 dias; 1/2 do N aos 25 dias e 1/2 aos 45 dias; 1/3 no plantio, 1/3 aos 25 e 1/3 aos 45 dias; 1/4 no plantio, 1/4 aos 25, 1/4 aos 45 e 1/4 aos 65 dias; e testemunha. Estes tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições.

Toda a área experimental recebeu uma adubação uniforme, na base de 30 kg de P₂O₅/ha, na forma de superfosfato simples, e 90 kg de K₂O/ha, na forma de cloreto de potássio.

As parcelas experimentais foram constituídas de 5 fileiras de 5 metros de comprimento e 1 metro de espaçamento.

Em cada parcela foram distribuídas 4 fileiras do híbrido simples 'HSF' e uma fileira externa do híbrido simples 'M-204' ambos da "Agroceres". O híbrido 'SHE' foi despendoado normalmente, na época adequada.

O plantio foi realizado em 30/10/71, com três sementes de 16,6 em 16,6 cm, fazendo-se, 20 dias mais tarde, o desbaste,

deixando-se apenas uma planta por cova, o que corresponde a uma população de 60.000 plantas/ha.

As análises foliares de todos os tratamentos foram feitas em amostras compostas, constituídas de folhas opostas às espigas mais altas, imediatamente abaixo destas e retiradas ao acaso, em 19/1/72, de plantas em pendoamento, conforme recomendam MALAVOLTA e GARGANTINI (6). Estas análises foram feitas segundo a técnica descrita por LOTT *et alii* (5), no Laboratório de Análises do IPEACO, e os resultados dos elementos expressos em percentagem de matéria seca.

A colheita foi feita quando as espigas se apresentavam "viradas", no dia 29/4/72, após a eliminação de duas fileiras externas de cada subparcela, uma do híbrido 'M-204' e outro do HSF, e três plantas em cada extremidade de fileira, considerando os resultados, em espigas despalhadas, relativos às três fileiras centrais do híbrido HSF destinado à produção da semente comercial.

As espigas de cada tratamento foram contadas, pesadas e levadas à mesa de seleção, onde foram separadas as que apresentaram sementes defeituosas ou inadequadas para o plantio, segundo os critérios adotados pela Agroceres S.A. A produção dessas espigas classificadas como "refugo" foi expressa em percentagem da produção total do tratamento.

Na figura 1 é apresentada a distribuição de chuvas naquele região, por décadas, nos meses de novembro a março, para as médias de 1948 a 1962 e para o ano agrícola 1971/72.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Produção Total e Peso Médio de Espigas

Os resultados de produção total de espigas, em kg/ha, e de peso médio de espigas, em gramas, para as duas doses de sulfato de amônio, testadas em diferentes modos de aplicação, são apresentados no quadro 2.

Foram obtidas diferenças altamente significativas entre as doses de sulfato de amônio testadas, bem como entre os modos de aplicação deste adubo, como responsáveis pelas variações na produção e no peso médio e espigas.

Verifica-se, pelo quadro 2, que a aplicação do sulfato de amônio 1/3 no plantio e 2/3 aos 45 dias e a aplicação de toda a dose aos 45 dias foram os melhores tratamentos.

É interessante notar que a aplicação de toda a dose no plantio mostrou-se ainda com razoável eficiência e a aplicação aos 65 dias (3/1/72), embora tardia, ainda se mostrou eficiente. E esta aplicação aos 65 dias ainda foi seguida por um período de muito pouca chuva (figura 1), o que, provavelmente, tenha investido maior resposta a este tratamento.

A aplicação de toda a dose de adubo nitrogenado aos 25 dias (25/11/71) apresentou-se como o tratamento menos eficiente. Como pode ser verificado pela figura 1, a menor eficiência deste tratamento não pode ser atribuída à baixa disponibilidade d'água no solo, visto ter havido boa distribuição de chuvas após a aplicação do adubo.

Verifica-se, pelo quadro 2, que os tratamentos que proporcionaram maiores produções de espigas por kg de N aplicado deenderam, em parte, da quantidade da dose total aplicada aos

45 dias. Assim, as maiores produções foram para os tratamentos em que 2/3 e toda a dose foram aplicados aos 45 dias, vindo, em seguida, em ordem decrescente, os tratamentos em que foram aplicados 1/2 e 1/3 da dose, naquela data. Como consequência, tratamentos em que a dose total foi parcelada em 3 ou 4 vezes mostraram-se menos eficientes.

Para a dose menor de nitrogênio (60 kg/ha), tanto para a produção total de espigas como para a produção de espigas selecionadas (quadro 3), um dos melhores tratamentos foi aquele em que toda a dose foi aplicada no plantio. Para a dose de 120 kg/ha, este tratamento foi bem inferior à aplicação parcelada (plantio e 45 dias) ou toda aos 45 dias, visto que maior concentração salina junto à semente traz efeitos prejudiciais à germinação e ao desenvolvimento inicial da planta.

O tratamento em que a dose de sulfato de amônio foi parcelada, aplicando-se 1/3 no plantio e 2/3 aos 45 dias, foi também o que proporcionou o maior peso médio de espigas (quadro 2).

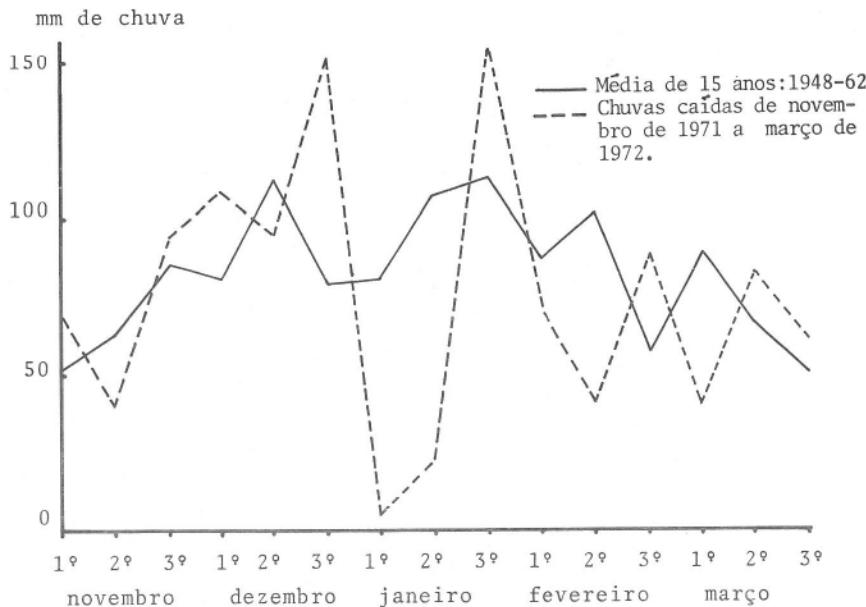


FIGURA 1 - Distribuição de chuvas por décadas, nos meses de novembro a março, para as médias de 1948 a 1962 e para o ano agrícola 1971/1972, em Patos de Minas.

QUADRO 2 - Produção média de espigas despalhadas, em kg/ha, e pesos médios das espigas, nos dois níveis de nitrogênio testados em diferentes épocas de aplicação

Tratamentos				Prod. média de espigas (kg/ha)		Peso médio das espigas (g)	
Parcelamento dos níveis de N				Níveis de N		Níveis de N	
Plantio	25 dias	45 dias	65 dias	60	120	60	120
0	0	0	0	3472	3164	74	76
1	0	0	0	5758	6425	113	144
0	1	0	0	5380	5086	108	115
0	0	1	0	5339	7589	98	150
0	0	0	1	3933	5991	91	132
1/3	2/3	0	0	5308	6100	106	128
1/3	0	2/3	0	5941	7797	122	153
0	1/2	1/2	0	6150	7003	116	139
1/3	1/3	1/3	0	6261	6414	118	135
1/4	1/4	1/4	1/4	5325	6772	99	152
Média*				5488	6575	108	139

* Dos tratamentos que receberam nitrogênio.

Deve-se notar, também, que, para o peso médio de espigas, tratamentos que inicialmente podiam ser admitidos como inadequados, como a aplicação de toda a dose no plantio ou aos 65 dias, apresentaram-se com bons resultados, se comparados à testemunha.

3.2. Percentagem de Refugo e Produção de Espigas Selecionadas para Semente

As percentagens de espigas consideradas inadequadas para o fornecimento de sementes e a produção de espigas selecionadas para o fornecimento de sementes, em kg/ha, são apresentados no quadro 3.

Foram obtidas diferenças altamente significativas entre as doses de sulfato de amônio, bem como entre os modos de aplicação deste adubo, como responsáveis pela variação da percentagem de refugo e da produção de espigas selecionadas para o fornecimento de sementes.

Verifica-se, pelo quadro 3, que, na ausência da adubação nitrogenada, a percentagem de espigas consideradas como refugo é de 68,5%, em média. Este valor cai para 33,6%, média de todos os modos de aplicação de 60 kg de N/ha, e para 11,2%, com 120 kg/ha.

QUADRO 3 - Percentagem média de refugo da produção total de espigas e produção média de espigas selecionadas para semente, em kg/ha, para os dois níveis de nitrogênio testados em diferentes épocas de aplicação

Tratamentos			Percentagem de refugo		Produção de espigas selecionadas para sementes (kg/ha)		
Parcelamento dos níveis de N			Níveis de N		Níveis de N		
Plantio	25 dias	45 dias	65 dias	60	120	60	120
0	0	0	0	62,3	74,8	1309	797
1	0	0	0	23,9	12,3	4381	5635
0	1	0	0	24,2	10,8	4078	4537
0	0	1	0	38,1	8,6	3305	6936
0	0	0	1	40,0	11,7	2360	5290
1/3	2/3	0	0	34,8	13,3	3461	5289
1/3	0	2/3	0	28,6	14,4	4242	6674
0	1/2	1/2	0	17,5	9,8	5074	6317
1/3	1/3	1/3	0	42,7	10,1	3588	5766
1/4	1/4	1/4	1/4	52,7	9,7	2519	6115
Média*				33,6	11,2	3667	5840

* Dos tratamentos que receberam nitrogênio

Uma única aplicação de todo o adubo no plantio, em qualquer uma das doses testadas, mostrou-se altamente eficiente na manutenção da quantidade de semente na mesa de seleção.

A aplicação de 60 kg de N, aos 65 dias, mostrou-se menos eficiente que outros tratamentos, embora esta aplicação tardia ainda tenha trazido ótimos resultados quando utilizada a dose de 120 kg.

Quanto a produção de espigas selecionadas para o fornecimento de sementes (quadro 3), o modo de aplicação que proporcionou maior resposta foi o da maior dose de sulfato de amônio aplicado aos 45 dias, seguido do tratamento em que foi aplicado 1/3 desta dose no plantio e 2/3 aos 45 dias. De modo semelhante à produção total, à medida que a quantidade de N aplicada aos 45 dias diminui a produção de espigas para fornecimento de sementes tende a diminuir também.

A aplicação de todo o N, no plantio ou aos 65 dias, também se mostrou ainda, com bons resultados.

3.3. Análise Foliar

Os resultados dos elementos dosados - nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio expressos em percentagem de matéria seca, são apresentados no quadro 4.

Para todos os elementos analisados, com a exceção de Ca, foram obtidos efeitos altamente significativo para dose de sulfato de amônio e para modo de aplicação deste adubo, como responsáveis pelas variações de seus teores, encontrados pela análise foliar.

Verificou-se, para N, uma tendência geral a uma resposta linear ao aumento do teor de N no solo. Tal resultado é coerente com a resposta, também linear, da produção à adubação nitrogenada.

Todos os teores de N encontrados foram sempre inferiores ao nível críticos de 2,90%, proposto por Tyner, citado por VIETS *et alii* (11), o que comprova a necessidade de se trabalhar naquela região, com doses de adubos nitrogenados superiores aquelas utilizadas neste trabalho.

A dose de 120 kg de N/ha provocou o maior acúmulo de N na folha, quando aplicado de uma só vez, aos 45 dias, e a dose de 60 kg, quando aplicada parceladamente; 1/3 no plantio e 2/3 aos 45 dias.

Após a testemunha, a aplicação de todo o adubo nitrogenado aos 65 dias, foi o tratamento que proporcionou menores acúmulo de N na folha.

O teor de P aumentou também com o aumento de teor de N no solo.

O maior teor de P na folha, para a dose de 60 kg de N/ha, foi obtido com a aplicação de 1/3 do adubo no plantio e 2/3 em cobertura. Este modo de parcelamento proporcionou também com a dose de 120 kg/ha, um dos maiores teores de P.

Uma única aplicação do adubo nitrogenado, aos 65 dias, proporcionou o menor teor de P, encontrado entre os tratamentos que receberam nitrogênio.

Embora o solo possua teor de P disponível muito superior ao crítico (quadro 1) e não tenham sido encontradas respostas à aplicação de adubo fosfatado para o milho (2,10) e outras culturas (8, 9), naqueles solos, os teores de P encontrados estão bem abaixo do nível crítico - 0,295% - proposto por Tyner, citado por VIETS *et alii* (11). Provavelmente, o híbrido utilizado possui baixa capacidade de absorção de P, possuindo um nível crítico bem inferior ao de 0,295%.

O teor de K na folha decresceu com a aplicação de sulfato de amônio, mas se manteve, em todos os tratamentos, superior ao nível crítico de 1,30%, estabelecido por Tyner, o que é coerente com o elevado teor de K disponível existente no solo (quadro 1).

O teor de Ca foi alterado significativamente pela dose de sulfato de amônio, não ocorrendo, no entanto, diferenças significativas entre os modos de aplicação do adubo.

Todos os teores encontrados estão bem acima do nível superior da faixa de 0,25 a 0,40%, proposta por BARBER e OLSON (3) indicativo de um adequado nível de Ca para o desenvolvimento do milho.

O teor de Mg aumentou com a aplicação de sulfato de amônio e foi alterado com o modo de aplicação deste adubo.

QUADRO 4 - Teores médios de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na folha, em percentagem de peso seco, para os dois níveis de nitrogênio, testados em diferentes épocas de aplicação

Tratamentos				Ca (%)			K (%)			Mg (%)		
(Parcelamento dos níveis de N)				P (%)			N (%)			Ca (%)		
Plantio	25 dias	45 dias	65 dias	60*	120*	60*	120*	60*	120*	60*	120*	
0	0	0	0	1,39	1,51	0,136	0,144	2,336	2,086	0,650	0,769	0,248
1	0	0	0	1,87	2,11	0,167	0,196	2,581	2,172	0,774	0,872	0,343
0	1	0	0	1,69	2,36	0,162	0,217	2,349	2,523	0,824	0,848	0,423
0	0	1	0	1,89	2,65	0,154	0,211	2,526	2,417	0,745	0,721	0,392
0	0	0	1	1,48	1,81	0,136	0,165	2,281	2,185	0,761	0,825	0,299
1/3	2/3	0	0	1,68	2,09	0,151	0,193	2,308	2,267	0,840	0,991	0,382
1/3	0	2/3	0	1,96	2,27	0,173	0,205	2,349	2,295	0,778	0,840	0,387
0	1/2	1/2	0	1,95	2,36	0,164	0,212	2,499	2,363	0,793	0,737	0,377
1/3	1/3	1/3	0	1,90	2,40	0,159	0,201	2,526	2,390	0,730	0,821	0,314
1/4	1/4	1/4	1/4	1,56	2,15	0,152	0,199	2,404	2,349	0,785	0,792	0,371
Média**				1,78	2,24	0,157	0,200	2,425	2,329	0,781	0,827	0,322
												0,375

* Níveis de N testados.

** Dos tratamentos que receberam nitrogênio.

A aplicação de toda a dose do adubo nitrogenado no plantio proporcionou, em média, o maior acúmulo de Mg na folha.

Verifica-se que naqueles tratamentos em que se aplicava maiores quantidades de sulfato de amônio no plantio, ou mais próximo dele (25 dias), o teor de Mg encontrado na folha foi maior. Assim, o modo de aplicação que acrescentar uma parcela do adubo no plantio será importante para os solos em que o teor de Mg disponível for baixo.

Os teores de Mg encontrados estão, de modo geral, na faixa de 0,25 a 0,40%, porposta por BARBER e OLSEN (3), indicativa de um adequado nível de Mg para o desenvolvimento do milho.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de verificar o efeito da aplicação de 60 e 120 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio, parcelado em diferentes épocas, desde o plantio até 65 dias após, sobre a produção total, percentagem de refugo (produção não utilizada como semente), peso médio de espigas e níveis de N, P, K, Ca e Mg na folha de um híbrido simples da Agroceres, em Patos de Minas.

Os resultados permitiram obter as seguintes conclusões:

1. A aplicação parcelada do adubo nitrogenado - 1/3 no plantio e 2/3 aos 45 dias - e de todo o adubo aos 45 dias foram os melhores tratamentos para a produção de espigas.

2. A aplicação da dose de 60 kg de N/ha, todo no plantio, mostrou-se tão eficiente sobre as características agronômicas estudadas quanto outros tratamentos em que esta dose foi parcelada.

3. A aplicação de 120 kg de N/ha, em uma única dose, aos 65 dias, mostrou-se ainda capaz de corrigir, razoavelmente, a deficiência de N do milho, aumentando a produção de espigas, de 3.164 kg/ha para 5.991 kg/ha.

4. Na ausência da adubação nitrogenada, foram obtidos, em média, 68,5% de refugo e 33,6% com 60 kg de N/ha e 11,2% com 120 kg, como médias dos diferentes modos de aplicação destas doses.

5. Os tratamentos que proporcionaram maiores produções foram também os que proporcionaram espigas com maior peso médio.

6. A aplicação de toda a dose de 120 kg de N/ha aos 45 dias, proporcionou o maior teor de N na folha (2,65%). Este teor ainda se encontra bem abaixo do nível crítico do milho.

5. SUMMARY

A field trial was conducted at Patos de Minas to study the effect of three nitrogen levels (0,60 and 120 kg/ha) applied at different times during the growing season on total ear production, percentage of rejected ears, mean weight of ears and foliar levels of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium. A corn hybrid obtained from Agroceres, a Brazilian seed production company, was used in this experiment.

Results showed that highest ear production was obtained when 1/3 of the nitrogen was applied in the planting rows with the remaining 2/3 broadcast 45 days later. Phosphorus and potassium had to be applied within 45 days after planting. The average percentage of rejected ears was 68.5% with no nitrogen

and 33.6% and 11.2% with 60 and 120 kg of nitrogen/ha respectively. The highest leaf nitrogen content was obtained when 120 kg of nitrogen/ha was broadcast 45 days after planting.

6. LITERATURA CITADA

1. ARRUDA, H.V. Adubação nitrogenada do milho. *Bragantia*. Campinas, 19(12):161-168. 1959.
2. BAHIA, F.; MAGNAVACA, R.; SANTOS, H.L.; SILVA, J.; BAHIA FILHO, A.F.C.; FRANÇA, G.E.; MURAD, A.M.; MACEDO, A.A. SILVA, T. Ensaio de adubação NPK na cultura do milho em Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.*, Rio de Janeiro (no prelo).
3. BARBER, S.A. & OLSON, R.A. Fertilizer use on corn, In: NELSON L.B. ed. *Changing patterns in fertilizer use*. 2 th ed. Madison. Soil Sci. Soc. Amer. In. 1969. p. 163-188.
4. LAIRD, R.J.; PITNER, J.B.; BARRAGAN, R.A.; AMADOR, A.T. *Fertilizantes y prácticas para la producción del maíz en la parte central de México*. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1954. 64 p. (Folleto Tecn. nº 3).
5. LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R.; MEDCALF, J.C. *A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro*. Campinas, Instituto Agronômico, 1956. 29p. (Bol. nº 79).
6. MALAVOLTA, E. & GARGANTINI, H. Nutrição mineral e adubação. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA, ed. *Cultura e adubação do milho*, São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa 1966, p. 381-428.
7. NOVAIS, R.F.; BRAGA, J.M.; GALVÃO, J.D.; GOMES, F.R. Efeito de nitrogênio, populações de plantas e híbridos sobre a produção de grãos e sobre algumas características agronômicas da cultura do milho. *Experientiae*, Viçosa, 12(10):341 - 381. 1971.
8. NOVAIS, R.F. & DEFELIPO, B.V. Adubação NPK e o efeito do parcelamento do nitrogênio na cultura da batatinha (*Solanum tuberosum* L.), em um solo de Patos de Minas. *Experientiae*, Viçosa, 11(7):259-280. 1971.
9. NOVAIS, R.F. & BRAGA FILHO, L.J. Aplicação de "tufito" e NPK na adubação do feijão, em um solo de Patos de Minas. *Rev. Ceres*, Viçosa, 18(98):308-314. 1971.
10. NOVAIS, R.F. & BRAGA FILHO, L.J. Aplicação de "tufito" e NPK na adubação do milho em solos de Patos de Minas. *Rev. Ceres*, Viçosa, 18(99):358-368. 1971.
11. VIETS, Jr. F.G. NELSON, C.E.; CRAWFORD, C.L. The relationship among corn yields, leaf composition and fertilizers applied. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 18(3): 297-301. 1954.