

M. A. - D. N. P. E. A.
INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE
(IPEAN)

SÉRIE: FERTILIDADE DE SOLOS

**INFLUÊNCIA DE ADUBAÇÃO
NPK NO MILHO, EM TERRA
ROXA ESTRUTURADA**

(ALTAMIRA - ZONA DO RIO XINGÚ)

Emmanuel de Souza Cruz
Gladys Ferreira de Sousa
Joaquim Braga Bastos

VOLUME 1

NÚMERO 3

ANO 1971

BELÉM — PARÁ — BRASIL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA

Ministro : LUIZ FERNANDO CIRNE LIMA

ESCRITÓRIO CENTRAL DE PLANEJAMENTO E CONTRÔLE

Diretor : PAULO EBLING RODRIGUES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Diretor-Geral : ROBERTO MEIRELLES DE MIRANDA

INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE

DIRETORIA :

Diretor : ALFONSO WISNIEWSKI

Diretores Substitutos : HERIBERTO ANTÔNIO M. BATISTA
ITALO CLÁUDIO FALESI

Comissão de Coordenação de Trabalhos de Pesquisas.

Alfonso Wisniewski

Fernando Carneiro de Albuquerque

Ítalo Cláudio Falesi

Órgãos Administrativos :

Assessoria de Estações Experimentais (AEE)

Setor de Assistência Social (SAS)

Setor de Documentação e Divulgação (SDD)

Setor Técnico Auxiliar (STA)

Subsetor de Manutenção (SSM)

Setor de Administração (SA)

Subsetor de Material (SSMA)

Subsetor de Pessoal (SSP)

Subsetor Financeiro (SSF)

Turma de Execução Financeira (TEF)

Turma de Contabilidade (TC)

Biblioteca (BIB)

Subsetores de Administração das Estações Experimentais.

Órgãos Técnicos :

Setor de Nutrição e Agrostologia (SNA)

Setor de Reprodução Animal e Inseminação Artificial (SRAIA)

Setor de Criação e Melhoramento (SCM)

Setor de Patologia Animal (SPA)

Setor de Botânica e Fisiologia Vegetal (SBFV)

Setor de Climatologia Agrícola (SCLA)

Setor de Engenharia Rural (SER)

Setor de Estatística Experimental e Análise Econômica (SEEAE)

Setor de Química e Tecnologia (SQT)

Setor de Solos (SS)

Setor de Entomologia e Parasitologia Agrícolas (SEPA)

Setor de Fitopatologia e Virologia (SFV)

Setor de Horticultura (SH)

Setor de Fitotecnia (SF)

Setor de Sementes e Mudanças (SSMu)

Estações Experimentais :

Estação Experimental de Pedreiras (MA)

Estação Experimental do Baixo Amazonas - Maicurú (PA)

M. A. - D. N. P. E. A.
INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE
(IPEAN)

SÉRIE: FERTILIDADE DE SOLOS

INFLUÊNCIA DE ADUBAÇÃO
NPK NO MILHO, EM TERRA
ROXA ESTRUTURADA
(ALTAMIRA - ZONA DO RIO XINGÚ)

Emmanuel de Souza Cruz *
Gladys Ferreira de Sousa **
Joaquim Braga Bastos ***

(*) Pesquisador em Agricultura do IPEAN — Bolsista do CNPq
— Prof. da E. A. A.
(**) Engenheiro Agrônomo do IPEAN e Bolsista do CNPq.
(***) Pesquisador em Química do IPEAN

S U M Á R I O

	<i>Pag.</i>
1 — INTRODUÇÃO	5
2 — MATERIAL E MÉTODO	6
3 — CONSIDERAÇÕES CLIMÁTICAS	7
4 — RESULTADOS E DISCUSSÕES	9
— Características do solo	9
— Considerações sôbre os resultados obtidos no experimento	11
5 — CONCLUSÕES	14
6 — RESUMO	15
7 — SUMMARY	15
8 — BIBLIOGRAFIA	16

1 — INTRODUÇÃO

O Município de Altamira, no Estado do Pará, ocupa uma área de 178.078 km² e está localizado na Zona do Rio Xingú (14). Atualmente com a implantação da Rodovia Transamazônica que se processa em ritmo acelerado, exerce êste Município, o gôzo de uma situação até certo ponto privilegiada, não só pela futura facilidade de acesso, como também, pela ocorrência de solos dotados de alta fertilidade natural (4).

Dentre os solos ocorrentes em Altamira, merece destaque especial à Terra Roxa Estruturada, proveniente da decomposição de rochas básicas (4).

O Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN), em face da perspectiva da demanda de conhecimentos referentes ao promissor Município, antecipou-se no sentido de proporcionar melhores informações aos interessados no desenvolvimento da Região Amazônica, através da instalação de experimentos de fertilidade, visando estudar as possibilidades agrícolas dos seus solos, notadamente da Terra Roxa Estruturada.

Para isto, foi instalado um experimento com a cultura do milho, na área da Colônia Pioneira de Altamira, base física da Secretaria de Agricultura do Estado do Pará (SAGRI), onde se verifica a incidência dessa unidade pedogenética, procurando determinar o efeito da adubação mineral NPK, na referida cultura. Êste experimento permitiu observar as disponibilidades dêstes elementos, por meio das interações de três níveis de nitrogênio e de fósforo e sòmente dois de potássio.

Muito embora os resultados e conceitos inseridos no texto dêste trabalho necessitem de comprovação, através de repetições no tempo, pois evidenciam dados obtidos no primeiro ano de experimentação, êles poderão servir de subsídios para planejamentos agropecuários.

2 — MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi desenvolvido sob um esquema de fatorial completo 3 x 3 x 2, obedecendo ao delineamento em blocos ao acaso com duas repetições.

Os tratamentos testados nas parcelas experimentais foram num total de 18 e constaram dos seguintes:

1 — N ₀ P ₀ K ₀	7 — N ₂ P ₀ K ₀	13 — N ₁ P ₀ K ₁
2 — N ₀ P ₁ K ₀	8 — N ₂ P ₁ K ₀	14 — N ₁ P ₁ K ₁
3 — N ₀ P ₂ K ₀	9 — N ₂ P ₂ K ₀	15 — N ₁ P ₂ K ₁
4 — N ₁ P ₀ K ₀	10 — N ₀ P ₀ K ₁	16 — N ₂ P ₀ K ₁
5 — N ₁ P ₁ K ₀	11 — N ₀ P ₁ K ₁	17 — N ₂ P ₁ K ₁
6 — N ₁ P ₂ K ₀	12 — N ₀ P ₂ K ₁	18 — N ₂ P ₂ K ₁

As quantidades dos elementos da adubação mineral NPK, consistiram em 3 níveis de N e de P, e 2 níveis de K, nas seguintes dosagens:

N ₀ =	0 kg de N/ha
N ₁ =	40 kg de N/ha
N ₂ =	80 kg de N/ha
P ₀ =	0 kg de P ₂ O ₅ /ha
P ₁ =	60 kg de P ₂ O ₅ /ha
P ₂ =	120 kg de P ₂ O ₅ /ha
K ₀ =	0 kg de K ₂ O/ha
K ₁ =	60 kg de K ₂ O/ha

Para os adubos utilizados, estas dosagens correspondem a 0 kg/ha, 200 kg/ha e 400 kg/ha de sulfato de amônio com 20% de N; 0 kg/ha, 132 kg/ha e 264 kg/ha de superfosfato triplo com 48% de P₂O₅; e finalmente 0 kg/ha e 96 kg/ha de cloreto de potássio, com 60% de K₂O.

O adubo fosfatado foi aplicado totalmente antes do plantio em sulcos de 8 cm de profundidade, abertos na própria linha de semeio, sendo colocado um pouco de terra sôbre o mesmo, para evitar o contacto com a semente do milho. O cloreto de potássio foi também ministrado em uma única aplicação, porém 10 dias após e em sulco lateral a linha de semeio, distante 8 cm desta e com 5 cm de profundidade (7). O fertilizante nitrogenado foi aplicado em duas parcelas, sendo 1/4 da quantidade total em mistura com o adubo potássico e os

3/4 restantes, 40 dias após o semeio, em cobertura seguindo a mesma linha do sulco, aberto quando da aplicação do potássio (7).

Esta adubação previamente estabelecida, foi aplicada conforme os tratamentos, em parcelas de dimensões correspondentes a 5m x 8m, com 6 linhas de 8 m, distanciadas de 1 m, uma da outra. O semeio foi procedido na base de 4 a 5 sementes em cada uma das covas, espaçadas de 0,40 m nas linhas de plantio, permanecendo após o desbaste somente 2 plantas por cova (2,9).

Para efeito da obtenção dos dados de produção em cada parcela experimental, foram colhidas somente as espigas das quatro linhas centrais, após a eliminação da bordadura. A produção de cada parcela foi obtida pela pesagem do milho em grão, produzido na mesma.

A variedade utilizada para a execução do experimento foi o híbrido Piramex V, que apresenta bom desenvolvimento vegetativo na região do Município de Altamira.

3 — CONSIDERAÇÕES CLIMÁTICAS

O experimento foi instalado em local próximo, 2 km da cidade de Altamira, na “Estrada Transamazônica”, sob condições próprias de clima do tipo Aw da classificação de Köppen (fig. 1). É clima tropical de temperatura média mensal, nunca inferior a 18°C. O regime de quedas pluviométricas, revela duas estações definidas: uma bastante chuvosa e outra acentuadamente seca, possuindo no mínimo, um mês de precipitação total, inferior a 60 mm (8).

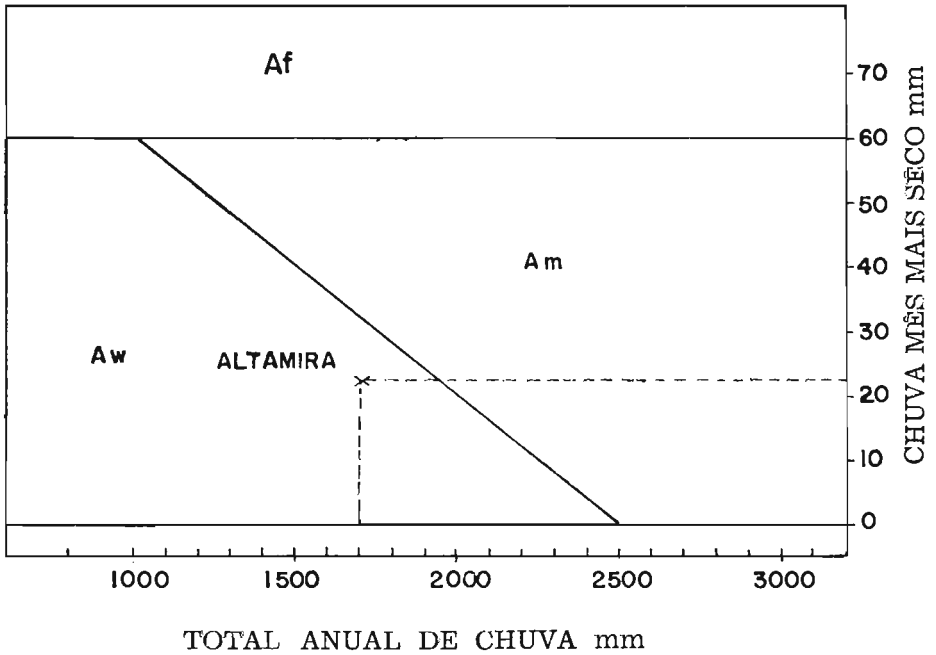
O índice cultural para o milho em Altamira, conforme climograma adaptado à esta cultura é o seguinte:

$I_{cm} = 50.0|0.14$ onde:

- 50 — índice de vegetação
- 0 — índice de seca na vegetação
- 0 — índice de repouso por frio
- 14 — índice de repouso por seca

Estes índices evidenciaram possuir Altamira ótimas condições de clima para o milho, satisfatórias ao seu ciclo vege-

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE ALTAMIRA *



ÁBACO DE KOEPPEN

Fig. 1

(*) FONTE: Possibilidades Agro-climáticas do Município de Altamira (Pará). Bol. Téc. Nº 1, E.A.A., Belém, Pará.

tativo, não apresentando restrições hídricas, e tendo boa estiagem para a fase de repouso e perfeito secamento na colheita (8).

Vale ressaltar que este experimento foi iniciado justamente no período recomendado para semeadura do milho, nos setores úmidos e super-úmidos do climograma, conforme demonstra a fig. 2 (8).

4 — RESULTADOS E DISCUSSÕES

a) Características do Solo:

Este experimento foi desenvolvido em solo classificado como Terra Roxa Estruturada, com altos teores de bases trocáveis e de saturação de bases superior a 60% no perfil. Esta unidade pedogenética é morfológicamente constituída de solos profundos, com textura argilosa ao longo do perfil. A fração argila varia no horizonte A de 40% a 50%, enquanto que no B oscila de 50% a 56% (4).

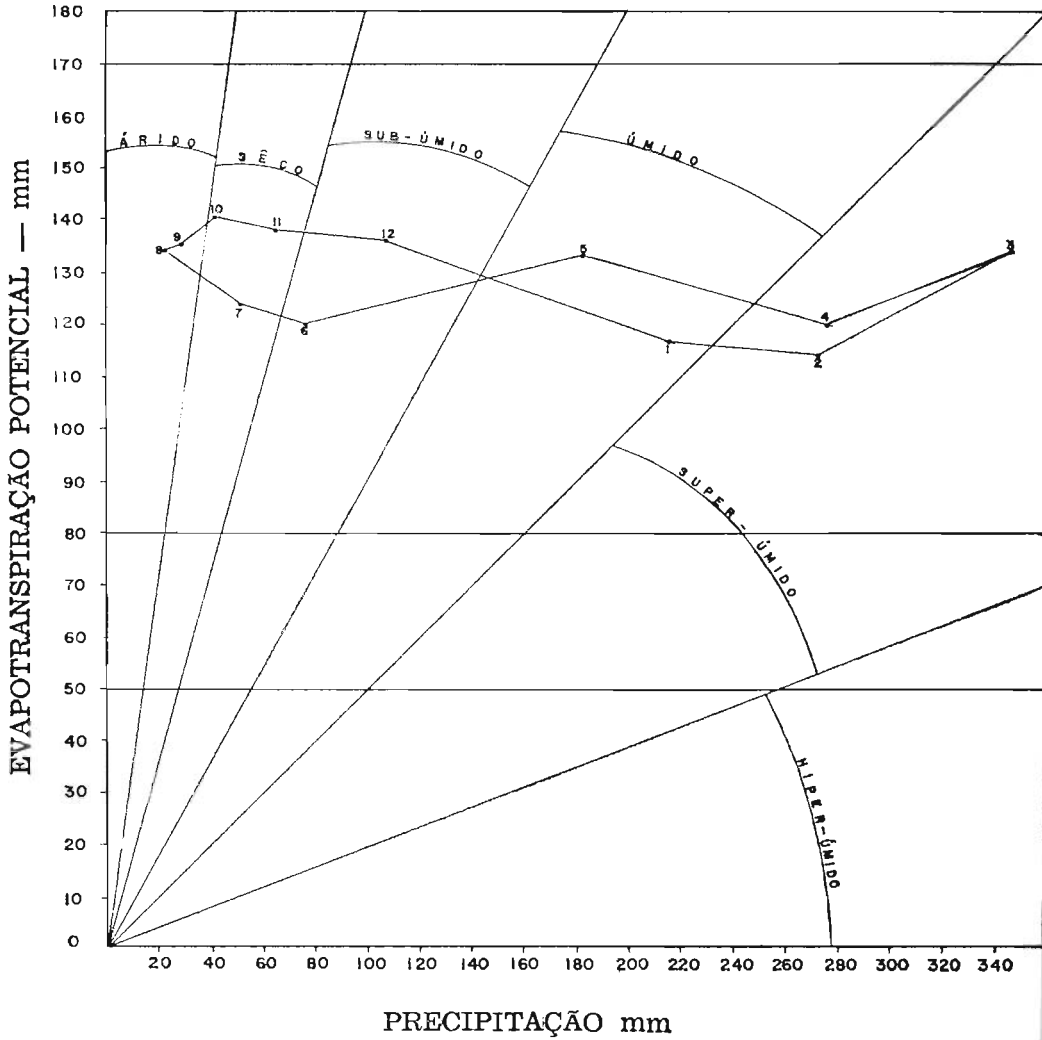
Na área da instalação do experimento, o solo já tinha sido explorado há dois anos consecutivos com a cultura do milho, sem o uso de fertilizantes.

As propriedades químicas deste solo, foram analisadas conforme os métodos sugeridos pelo “Estudo Para Interpretação de Análises de Solos: de Laboratório e em Vaso” (13), usados no laboratório de solos do IPEAN e constam do QUADRO I.

QUADRO I — Resultados das análises químicas do solo, no local onde foi instalado o experimento de adubação de milho no Município de Altamira.

D E T R M I N A Ç Õ E S							
pH (H ₂ O)	P (ppm)	K ⁺		Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ (mE %)	Al ⁺⁺⁺ (mE %)	H ⁺ (mE %)	V %
		(ppm)	(mE %)				
6,8	6,0	98,0	0,25	10,0	0,0	1,98	84

EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL
CLIMOGRAMA ADAPTADO À CULTURA DO MILHO
PARA ALTAMIRA *



NOTA : OS NÚMEROS REPRESENTAM
 OS DIFERENTES MÊSES

Fig. 2

(*) FONTE: Possibilidades Agro-climáticas do Município de Altamira (Pará), Bol. Téc. Nº 1, E.A.A , Belém, Pará.

Os resultados inseridos no Quadro I, possibilitam observar o valor de pH conceituado como neutro (12). O fósforo é baixo juntamente com o alumínio trocável, tendo a análise revelado o valor zero para este último elemento. Finalmente os teores de potássio e cálcio mais magnésio trocáveis são altos (10).

b) Considerações sobre os resultados obtidos no experimento:

Os resultados referentes às produções obtidas nos diversos tratamentos deste experimento (Quadro II), possibilitaram evidenciar que os maiores rendimentos estão relacionados com a aplicação de fósforo:

QUADRO II — Produção média de milho em grãos.

TRATAMENTOS	PRODUÇÃO MÉDIA kg/ha
N ₁ P ₂ K ₁	5.214
N ₁ P ₁ K ₁	5.132
N ₂ P ₂ K ₀	5.016
N ₀ P ₁ K ₀	4.868
N ₁ P ₂ K ₀	4.556
N ₀ P ₂ K ₁	4.507
N ₀ P ₁ K ₁	4.490
N ₀ P ₂ K ₀	4.474
N ₁ P ₁ K ₀	4.474
N ₂ P ₁ K ₁	4.375
N ₂ P ₂ K ₁	4.244
N ₂ P ₁ K ₀	4.211
N ₀ P ₀ K ₁	3.931
N ₀ P ₀ K ₀	3.898
N ₁ P ₀ K ₁	3.849
N ₂ P ₀ K ₀	3.701
N ₂ P ₀ K ₁	3.536
N ₁ P ₀ K ₀	3.290

ANALISE DE VARIANÇIA

Causas da Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	1	1.039.040,0	—	—
N	2	371.715,8	185.857,9	0,36
P	2	6.942.768,5	3.471.384,25	6,77
K	1	69.344	69.344	0,135
NP	4	793.922,7	198.480,67	0,387
NK	2	1.333.272,8	666.636,4	1,3
PK	2	59.676,1	29.838,05	0,058
NPK	4	511.397,1	127.849,27	0,249
Resíduo	17	8.710.903	512.406	—
Total	35	19.832.040	—	—
Blocos	11	3.811.499	346.400	0,84
P	2	6.942.769	3.471.385	8,41**
Resíduo	22	9.077.772	412.626	
Total	35	19.832.040		

CV = 16,6%

CV = 15%

A análise estatística dos resultados demonstrou diferenças muito significativas ao nível de 5% de probabilidade nas produções referentes aos tratamentos, nos quais houve a aplicação de fósforo. Por outro lado, foi evidenciado não ter havido diferenças significativas entre os tratamentos com nitrogênio e potássio, bem como nas interações (3,5).

O coeficiente de variação da ordem de 16,6%, indicou boa precisão no desenvolvimento do experimento.

A análise estatística para níveis de fósforo pelo teste de DUNCAN para comparar as médias de produção com fósforo, possibilitou concluir que os melhores tratamentos, foram obtidos com os níveis 2 e 1 de P_2O_5 , os quais não são significativamente diferentes. As menores produções foram evidenciadas nos tratamentos em que o fósforo foi omitido, os quais apresentaram diferenças muito significativas em relação aos demais.

O coeficiente de variação para análise das respostas de fósforo, foi da ordem de 15%, indicando mais uma vez boa precisão no desenvolvimento do experimento.

A maior produção correspondeu ao tratamento $N_1P_2K_1$, com 5.214 kg/ha de milho em grão (Quadro II), a qual apresentou um aumento de rendimento de 34% em relação a testemunha ($N_0P_0K_0$) que produziu 3.898 kg/ha. Em relação ao tratamento de menor produção, ou seja, $N_1P_0K_0$, com 3.290 kg/ha, este aumento foi de 59%.

A produção do tratamento $N_0P_1K_0$ foi de 4.868 kg/ha, com aumento de rendimento equivalente a 25% quando comparado com a testemunha e de 48% com o $N_1P_0K_0$. Já o tratamento $N_0P_2K_0$ com produção de 4.474 kg/ha, teve um acréscimo de semente 15% em relação a testemunha e de 36% ao $N_1P_0K_0$.

As produções dos tratamentos $N_0P_1K_1$ e $N_1P_1K_0$ de 4.490 kg/ha e 4.474 kg/ha, respectivamente, evidenciaram não constituir fator de limitação, a omissão das aplicações de nitrogênio e potássio no solo trabalhado. Entretanto a não aplicação de fósforo, constitui fator limitante ao aumento da produção do milho neste mesmo solo, conforme revela o rendimento de 3.849 kg/ha, referente ao tratamento $N_1P_0K_1$.

Considerando resultados de trabalhos relacionados com o estudo da necessidade de corretivos do solo, visando não só a elevação do pH, como também, principalmente a redução de

Al⁺⁺⁺ (trocável) a níveis não tóxicos e a não fixação dos fosfatos (6,11), no desenvolvimento deste trabalho foi omitida a prática da calagem, em decorrência dos valores das análises químicas do solo trabalhado. A análise deste elemento evidenciou a sua não existência em forma trocável, ou seja 0,0 mE % (Quadro 1) e como os trabalhos anteriores já mencionados, preconizam que este teor de Al⁺⁺⁺ (trocável) multiplicado pelo fator 2, indica a quantidade de calcário em toneladas por hectare, evidentemente o solo do experimento não necessitou de corretivos (11).

Tendo o elemento P respondido significativamente nos tratamentos em que foi aplicado, parece lógico o efeito da boa disponibilidade deste nutriente para o milho, certamente resultante da baixa fixação do adubo fosfatado pelo Al⁺⁺⁺, como também pelo valor pH de 6,8, dentro da faixa de 6,0 a 7,0 presumivelmente ideal para disponibilidade máxima de fosfato aos vegetais (1).

5 — CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos na realização deste experimento, foi possível concluir respostas significativas à aplicação de fósforo para aumentar a produção do milho, quando cultivado em Terra Roxa Estruturada, ocorrente no Município de Altamira.

O nitrogênio e o potássio, bem como as interações, apresentaram efeitos não significativos, indicando deste modo, em princípio, a maior necessidade deste solo, em relação ao elemento fósforo.

Finalmente sob o ponto de vista econômico, levando em consideração o elevado custo dos adubos na região e a baixa oferta oferecida ao produtor pela produção do milho, é fácil verificar que a simples aplicação de 132 kg/ha de superfosfato triplo, consiste na prática mais indicada ao agricultor.

6 — RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo determinar as respostas do milho à diferentes níveis de adubação N, P e K quando cultivado em Terra Roxa Estruturada, ocorrente no Município de Altamira, Zona do Rio Xingu.

Este experimento constou de 18 tratamentos, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com 2 repetições.

As dosagens utilizadas consistiram em 3 níveis de N (0,40 e 80 kg de N/ha), 3 níveis de P (0 60 e 120 kg de P_2O_5 /ha) e 2 níveis de K (0 e 60 kg de K_2O /ha).

O fósforo foi totalmente aplicado em sulcos por ocasião do plantio.

O potássio foi também totalmente aplicado, 10 dias após o semeio e lateralmente a linha de plantio, juntamente com 1/4 da dosagem de nitrogênio, sendo os 3/4 restantes de N aplicados 40 dias após o plantio.

A análise estatística evidenciou que os maiores rendimentos de milho, estão relacionados com a aplicação de fósforo, sendo este elemento limitante para o aumento da produção. As respostas aos elementos N e K, bem como, as interações não apresentaram diferenças significativas.

Finalmente sob o aspecto econômico, a adubação mais viável para o milho, consiste na simples aplicação de 132 kg/ha de superfosfato triplo, quando cultivado em Terra Roxa Estruturada, ocorrente em Altamira.

7 — SUMMARY

The objective of this work was determine the response of corn to various levels of N, P, and K fertilizer when planted in Structured Brown Soil that occurs in the County of Altamira in the Xingú River Valley.

This experiment consisted of 18 treatments distributed in random blocks with two repetitions.

The levels used were three of N (0, 40 and 80 kg of N/ha), three of P (0,60 and 120 kg of P₂O₅/ha) and two of K (0 and 60 kg of K₂O/ha).

All of the phosphorus was band-applied at the time of planting.

All of the potassium was applied at one time, 10 days after planting and laterally to the rows of corn.

One quarter of the nitrogen was applied at the time of the potassium applications, the remainder being applied 40 days after planting.

Statistical analysis showed that higher yields of corn are directly related to the application of phosphorus, this being the element that limits production. Response to nitrogen, and potassium was not statistically significant.

Finally, from an economic standpoint, the most feasible fertilization for corn consists of a simple application of 132 kg/ha of triple super-phosphate when planted in the Structured Brown Soil found in the County of Altamira.

8 — BIBLIOGRAFIA

1. BUCKMAN, H. O. e Brady, N. C. 1968. pH Que Possibilita a Máxima Disponibilidade de Fósforo Inorgânico. Cap. XVII. Suprimento e Disponibilidade de Fósforo e do Potássio in Natureza e Propriedades dos Solos, 2ª Ed. Liv. Freitas S.A pp. 486-487.
2. CONDURU, J. M. P. 1955. Principais Culturas da Amazônia — IPEAN — Belém, Pará.
3. COCHRAN, W.G. e Cox, G.M. 1950. Experimental Designs. Second printing. December.
4. FALESI, I. C. et alii. Contribuição ao Estudo dos Solos de Altamira (Região Fisiográfica do Xingú). IPEAN — Circ. nº 10.
5. GOMES, F.P. 1966. Curso de Estatística Experimental. Universidade de São Paulo. ESALQ, S. P. 3ª Ed. pp. 198-229.
6. KAMPRATH, E.J. 1967. A Acidez do Solo e a Calagem Bol. Tec. International Soil Testing (4): 1-20. .

7. MALAVOLTA, E. e Gargantini, H. 1966. Cultura e Adubação do Milho. XIII. Nutrição Mineral e Adubação. pp. 381-428. São Paulo, Brasil.
8. PEREIRA, F. B. e Rodrigues, J. S. 1971. Possibilidades Agro-climáticas do Município de Altamira (Pará) Bol. nº 1. E. A. A Belém — Pará.
9. PEREIRA, O. G. 1971. A Cultura do Milho na Amazônia. Inst. Pesq. Exp. Agropecuárias do Norte. Belém-Pará-Brasil. Série Fitotecnia 1 (5). 28 pp.
10. SUGESTÕES PARA ADUBAÇÃO 1966. 2ª aproximação. Projeto de Análises de Solos para Fertilidade. (datilografado)
11. STRUCHTEMEYER, R. et alii. 1971. Necessidade de Calcário em Solos da Zona Bragantina. Série: Fertilidade de Solo. Vol. 1 — IPEAN, Belém, Pará
12. UNITED States Department of Agriculture 1951, Soil Survey Manual. U. S. Dept. Agri. Handbook nº 18.
13. WAUGH, D. L. e Fitts, J. W. 1966. Estudos Para Interpretação de Análises de Solos de Laboratório e em Vasos. Bol. Téc. International Soil Testing (3): 1-33.
14. ZONA DO RIO XINGÚ. 1968. Diagnóstico Sócio-Econômico Preliminar — Estudos Paraenses nº 31. IDESP, Belém, Pará.