

Boletim de Pesquisa

Número 10



resposta a

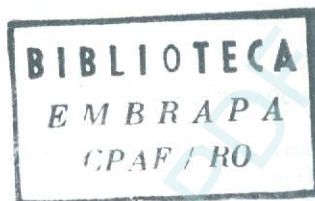
NPK_e

por culturas
anuais

no Estado
de Rondônia



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual
Porto Velho, RO.



**RESPOSTA a N, P e K, POR CULTURAS ANUAIS
NO ESTADO DE RONDÔNIA**

Rivail Salvador Lourenço

Eng. - Agr., D.Sc.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual
Porto Velho, RO

Copyright© EMBRAPA - 1988

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

EMBRAPA/UEPAE de Porto Velho

BR-364 - km 5,5

Caixa Postal 406

78900 Porto Velho, RO

Tiragem: 1.000 exemplares

Lourenço, Rivail Salvador

Resposta a N, P e K, por culturas anuais no Estado de Rondônia. Porto Velho, EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 1987.

24p. (EMBRAPA. UEPAE Porto Velho. Boletim de Pesquisa, 10).

1. Adubação-NPK-Brasil-Rondônia.

I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Porto Velho, Porto Velho-RO. II. Título. III. Série.

CDD: 631.8198111

AGRADECIMENTOS

Ao Pesquisador MARCIO ANTÔNIO CATTINI (In memorian)

Aos pesquisadores SHIZUO MAEDA e JOSÉ NELSILEINE SOMBRA OLIVEIRA pela colaboração prestada.

Aos professores CASSIO R. DE MELO GODOI e MARIA CRISTINA STOLF NOGUEIRA pelo desenvolvimento do modelo de análise e programa de computador.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	3
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	7
CONDIÇÕES TÉRMICAS	7
CONDIÇÕES HÍDRICAS	8
CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA	8
SOLOS	8
CARACTERÍSTICAS DOS ENSAIOS	9
CALAGEM	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
RESPOSTA AO NITROGÊNIO	18
RESPOSTA AO FÓSFORO	19
RESPOSTA AO POTÁSSIO	20
CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO AGRÍCOLA DOS SOLOS UTILI- ZADOS	20
CONSIDERAÇÕES GERAIS	21
CONCLUSÕES	22
SUGESTÕES	23
REFERÊNCIAS	23

INTRODUÇÃO

O Brasil teve grande parte do seu desenvolvimento agrícola baseado na fertilidade natural dos solos. Algumas regiões foram cultivadas por muitas décadas e até durante séculos, praticamente sem reposição de nutrientes e, o que é pior, sem os devidos cuidados de conservação do solo. Apenas nas últimas décadas tornou-se importante a reposição de nutrientes através de fertilizantes químicos Rajj (1981).

A expansão da agricultura em Rondônia, vem a exigir da pesquisa a obtenção de subsídios que possibilitem recomendar adubações levando em conta dois aspectos fundamentais: o técnico, decorrente da necessidade de caracterização do comportamento da cultura em diferentes condições de fertilidade de solo; e o econômico, decorrente da importância da racionalização do uso de insumos.

Sendo variáveis, as condições de uso e manejo dos solos e quase proibitivos os preços do fertilizante (via frete) em Rondônia, as adubações não podem ser generalizadas, exigindo a adoção de critérios que permitem racionalizar o emprego de fertilizantes.

O ponto de partida, para orientar as adubações, tem sido a utilização das análises de solos, cuja aceitação vem aumentando à medida que a agricultura se tecnifica. O emprego desse meio, para prever as necessidades de adubação, exige a obtenção e o aprimoramento de parâmetros, que permitam caracterizar a relação entre a disponibilidade de nutrientes no solo e as reações das culturas a essa disponibilidade (Muzilli, 1979).

Este trabalho objetiva, considerando o cultivo de culturas anuais nas diferentes condições de fertilidade, determinar para que níveis e de que elementos, se evidenciam as melhores respostas à adubação.

MATERIAL E MÉTODOS

O Estado de Rondônia, localizado na Região Norte do Brasil, limita-se ao norte e nordeste pelo Estado do Amazonas, a leste e sudeste pelo Estado de Mato Grosso, a sudeste e oeste pela República da Bolívia, a noroeste pelos Estados do Amazonas e Acre, dentro das seguintes coordenadas: 7°55' e 13°45' de latitude sul 66°47' e 55°55' a oeste de Greenwich abrangendo uma área de 243.044 km².

Condições Térmicas

O ambiente térmico é caracterizado por apresentar temperaturas médias, máximas e mínimas anuais oscilando, respectivamente, entre 24 e 26°C, 28 e 33°C e 18

e 21°C, ocorrendo limites mínimos desses valores na localidade de Vilhena. Considerando-se as temperaturas mínimas, delimita-se para o estado a ocorrência de três zonas térmicas: a primeira situa-se em torno de Porto Velho, a segunda abrange Guajará-Mirim e Ariquemes e a terceira em torno de Ouro Preto D'Oeste e Vilhena, aí, registrando-se as menores temperaturas no estado, que são, em grande parte, influenciadas pela ação conjunta do fenômeno da friagem e a da altitude. Com relação à insolação, os dados disponíveis de brilho solar para Porto Velho mostram a ocorrência de totais anuais em torno de 2.100 horas e com oscilação mensal entre 100 e 270 horas, identificando-se assim elevado grau de nebulosidade.

Condições Hídricas

A umidade do ar, em termos médios anuais, oscila entre 75 e 83%, sendo que os valores mais elevados concentram-se em torno de Porto Velho; verifica-se, entretanto, que em todo o Estado o período mais úmido ocorre de dezembro a maio. A precipitação pluviométrica é, sem dúvida, o elemento que proporciona maiores diferenciações climáticas, quer em espaço como em tempo. Os valores anuais mais elevados são encontrados na área que engloba Porto Velho, e os menores em torno de Guajará-Mirim. O período de menor queda pluviométrica concentra-se no trimestre junho-agosto, sendo que o mês de maio e, notadamente setembro, alcançam frequentemente valores inferiores a 50 mm, principalmente em Ouro Preto D'Oeste, Vilhena e Guajará-Mirim.

Classificação Climática

Segundo o sistema de Köppen, o estado fica submetido ao grupo de clima tropical chuvoso, apresentando os tipos Am e Aw. O tipo Am caracteriza-se por apresentar total pluviométrico anual elevado e moderado período de estiagem e o Aw, por total pluviométrico anual entre elevado e moderadamente elevado e nítido período de estiagem. O tipo Am é encontrado nas regiões de Porto Velho e Ariquemes e o tipo Aw na região de Guajará-Mirim e Vilhena. "EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA/SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS-SNLCS (1983).

Solos

Os ensaios foram instalados em alguns solos representativos nos municípios de Guajará-Mirim: Latossolo Amarelo – Textura média; Vilhena: Latossolo Vermelho-Amarelo; Porto Velho: Latossolo Amarelo – Textura muito pesada e Laterita Hidromórfica; Ouro Preto D'Oeste: Podzólicos, em unidades regionalmente denominadas de Xibiu, Vermelhão, Paraíso e Ouro Preto. As características gerais e considerações

sobre a potencialidade e fertilidade destes solos são encontradas em EMBRAPA/ SNLCS (1983) para Guajará-Mirim e Vilhena, IPEAN-MA (1967) para Porto Velho e Silva et al. (1973) para Ouro Preto D'Oeste. As análises de solo, para fins de fertilidade, foram efetuadas sempre anteriormente à instalação dos ensaios segundo o Manual de Métodos de Análise de Solo do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo (SNLCS) da EMBRAPA e constam na Tabela 1.

TABELA 1 – Características químicas, para fins de fertilidade, dos primeiros 20 cm dos solos utilizados nos ensaios segundo o local, a cultura e o ano agrícola.

Solo	Local	Cultura	Ano	pH	Al	Ca + Mg	K	P
						meq./100ml	solo	ppm
Latossolo Amarelo-Text. m.p	Porto Velho	arroz	80/81	4,4	3,7	0,69	0,10	1,1
Latossolo amarelo-Text. m.p	Porto Velho	arroz	81/82	4,8	4,1	1,80	0,10	1,0
Latossolo Amarelo-Text. m.p	Porto Velho	arroz	82/83	5,0	3,7	1,80	0,05	1,0
Latossolo Amarelo-Text. m.p	Porto Velho	milho	81/82	4,8	4,1	1,80	0,10	1,0
Latossolo Amarelo-Text. média	G. Mirim	milho	81/82	4,8	0,9	1,00	0,21	1,0
Laterita Hidromórfica	Porto Velho	arroz	80/81	4,8	3,4	0,32	0,07	1,8
Laterita Hidromórfica	Porto Velho	milho	81/82	5,0	2,5	0,90	0,04	1,0
Latossolo Vermelho Amarelo	Vilhena	arroz	80/81	4,6	0,7	0,36	0,05	1,0
Podzóico Distróf. (Vermelho)	Ouro Preto	arroz	80/81	6,0	—	7,30	0,27	16,6
Podzóico Distróf. (Vermelho)	Ouro Preto	feijão	1981	5,5	—	6,30	0,34	9,0
Podzóico Distróf. (Vermelho)	Ouro Preto	arroz	81/82	5,9	—	2,00	0,22	1,0
Podzóico Distróf. (Paraiso)	Ouro Preto	milho	81/82	6,0	—	3,80	0,66	7,0
Podzóico Distróf. (Paraiso)	Ouro Preto	milho	81/82	6,9	—	3,10	0,72	9,0
Podzóico Mesotróf. (Xibiu)	Ouro Preto	arroz	80/81	6,0	—	5,10	0,47	10,4
Podzóico Mesotróf. (Xibiu)	Ouro Preto	arroz	81/82	6,4	—	2,90	0,37	5,0
Podzóico Mesotróf. (Xibiu)	Ouro Preto	milho	81/82	6,2	—	3,50	0,54	1,0
Podzóico Eutrófico (O. Preto)	Ouro Preto	arroz	82/83	—	—	18,00	0,22	18,0
Podzóico Eutrófico (O. Preto)	Ouro Preto	arroz	83/84	6,8	—	6,20	0,22	7,0
Podzóico Eutrófico (O. Preto)	Ouro Preto	arroz	83/84	6,4	—	6,20	0,22	7,0
Podzóico Eutrófico (O. Preto)	Ouro Preto	milho	82/83	6,3	—	4,40	0,07	2,0
Podzóico Eutrófico (O. Preto)	Ouro Preto	milho	83/84	5,6	—	5,80	0,27	6,0
Podzóico Eutrófico (O. Preto)	Ouro Preto	milho	83/84	5,6	—	4,90	0,22	3,0

1. Saturação de bases menor que 30% em todo o perfil

2. Saturação de bases maior que 50% em todo o perfil.

Características dos ensaios

O delineamento experimental consistiu de um esquema do tipo fatorial incompleto, em blocos ao acaso e com quatro repetições.

Os tratamentos constaram de variações crescentes de doses de um dos nutrientes em estudo (N ou P ou K), mantendo-se, os demais, constantes.

As culturas indicadoras foram: Feijão (*Phaseolus vulgaris*), arroz (*Oriza sativa*), milho (*Zea mays*) e a soja (*Glycine max* L. Merrill).

FEIJÃO

Variedade: Carioca

Densidade: 12 sementes por metro

Espaçamento: 60 cm entre fileiras

Área total da parcela: 5 m x 3 m = 15 m²Área útil: 7,2 m²

Tratamento (kg/ha)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	0	0	0	6 .	15	60	30	11.	30	90	30
2.	30	0	0	7 .	30	60	30	12.	30	120	30
3.	0	60	0	8 .	60	60	30	13.	30	60	0
4.	0	0	30	9 .	30	0	30	14.	30	60	60
5.	0	60	30	10.	30	30	30	15.	30	60	15

ARROZ

Cultivar: IAC-47

Densidade: 50 sementes por metro

Espaçamento: 40 cm entre fileiras

Área total de parcela: 5 m x 2 m = 20 m²Área útil: 5,28 m²

Número de tratamento: 15 (4 repetições)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	0	0	0	6 .	15	60	30	11.	30	90	30
2.	30	0	0	7 .	30	60	30	12.	30	120	30
3.	0	60	0	8 .	60	60	30	13.	30	60	0
4.	0	0	30	9 .	30	0	30	14.	30	60	60
5.	0	60	30	10.	30	30	30	15.	30	60	15

MILHO

Variedades: Dentado composto (SWAN)

Densidade: 5 plantas por metro

Espaçamento: 1,0 m por fileira

Área total de parcela: 5 m x 4 m = 20 m²Área útil: 8,40 m²

Número de tratamentos: 15 (4 repetições)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	0	0	0	6 .	30	80	60	11.	60	120	60
2.	60	0	0	7 .	60	80	60	12.	60	160	60
3.	0	80	0	8 .	90	80	60	13.	60	80	30
4.	0	0	60	9 .	60	0	60	14.	60	80	90
5.	0	80	60	10.	60	40	60	15.	60	80	0

SOJA

Variedades: UFV-1

Densidade: 20 sementes por metro

Espaçamento: 60 cm entre fileiras

Área total da parcela: 5,0 m x 3,0 m = 15 m²

Número de tratamento: 12 (4 repetições)

Tratamentos (kg/ha)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	0	0	0	5.	0	30	60	9.	0	90	30
2.	15	0	0	6.	0	60	60	10.	0	90	90
3.	0	90	0	7.	0	90	60	11.	0	90	60 - Micro
4.	0	0	60	8.	0	120	60	12.	0	90	60

ADUBAÇÃO: os ensaios receberam a seguinte adubação.

Fontes – Uréia com 45% N

S. Triplo com 46% P₂O₅

Cloreto de potássio com 60% K₂O

Inoculante (soja)

ADUBAÇÃO FUNDAMENTAL

Fontes –	g/m ²
Sulfato de zinco	2,0
Sulfato de cobre	1,0
Bórax	0,5
Sulfato de magnésio	5,0
Sulfato de manganês*	(2,0)
Molibdato de sódio	0,05

* Somente para solos com pH superior a 5,5

CALAGEM

A correção foi efetuada segundo o critério do alumínio x 2 = t calcário/ha, para as culturas do milho, soja e feijão.

As análises estatísticas consistiram de análises de variância para cada experimento como um todo e de regressão para cada nutriente (N, P ou K), na presença de doses fixas dos outros dois.

Quanto à localização dos ensaios, considerou-se uma distribuição genérica da seguinte maneira: i) Aproximadamente um terço da área do estado, tem solos típicos da bacia Amazônica-Oxisolos, Cambissolos, Lateritas Hidromórficas, Gleys,... – de baixa fertilidade, com topografia favorável à mecanização, portanto, bastante dependente de insumos. Destacaram-se aí os municípios de Porto Velho, que receberam a maioria dos ensaios, e Guajará-Mirim designada por REGIÃO 1. ii) No centro sul, há ocorrência predominante dos podzólicos, de maior potencial produtivo com relevo acidentado, o que, para as características de precipitação pluviométrica da região, revela um grande potencial de erodibilidade. Nesta região os ensaios foram todos colocados no município de Ouro Preto D'Oeste pelas condições de apoio e designou-se como REGIÃO 2. iii) Há, ainda, aproximadamente um milhão de hectares de solo – Latossolo Vermelho Amarelo e Areias Quartzozas – sob vegetação de cerrado, na região de Vilhena a que se chamou de REGIÃO 3. Esta divisão encontra-se esboçada na Figura 1.

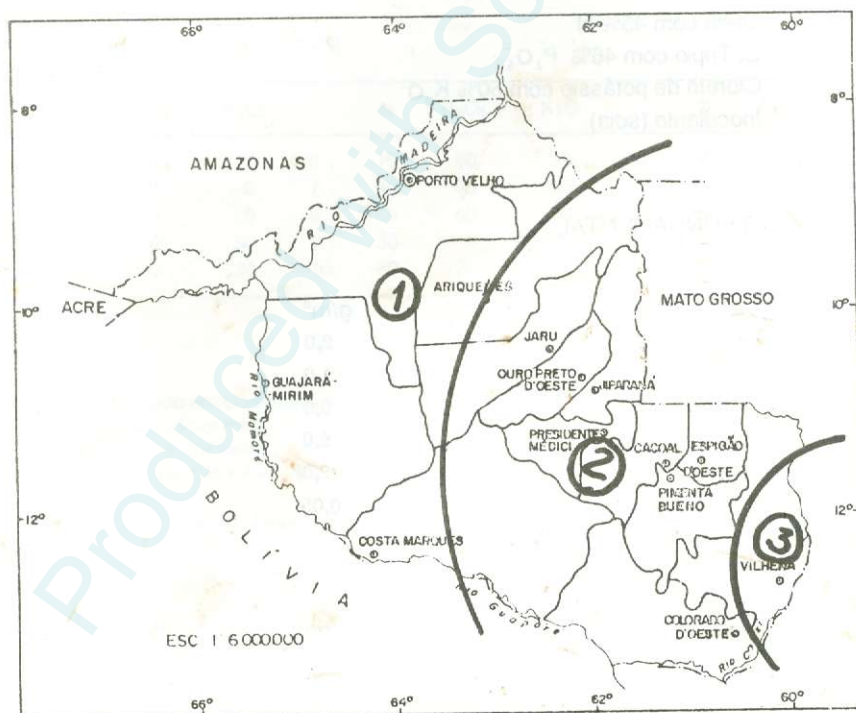


Figura 1: Divisão da área do estado em regiões homogêneas quanto ao potencial produtivo dos solos.

Os ensaios foram conduzidos nos anos agrícolas de 80/81 a 83/84, inclusive.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos no presente trabalho dizem respeito a 22 ensaios dos quais 14 em Ouro Preto D'Oeste, 6 em Porto Velho, 1 em Guajará-Mirim e 1 em Vilhena.

O baixo número de ensaios em Guajará-Mirim e Vilhena foram determinados pela deficiência de infraestrutura e apoio bem como pela precariedade das vias de comunicação que motivaram a perda de alguns ensaios notadamente em Guajará-Mirim. No caso de Vilhena, além da dificuldade de comunicação, a causa principal da perda de ensaios foi, confessadamente, a deficiência da tecnologia utilizada para entrar na ocupação do cerrado, desde variedades utilizadas até aspectos de correção do solo, naquela época.

Quanto às culturas, os resultados se resumem ao milho e ao arroz, uma vez que a soja, mesmo que cultivada com sucesso, já tinha sido, propositadamente, limitada à região do cerrado (REGIÃO 3). A cultura do feijão era inviabilizada na época, pela presença em todo o estado, do fungo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, forma perfeita de *Rhizoctonia solani* Kuhn, causador da doença conhecida vulgarmente por Mela.

A Tabela 2 mostra, para as REGIÕES 1 e 3 englobando Porto Velho, Guajará-Mirim e Vilhena, que a análise de variância mostra efeito significativo de adubação pa-

TABELA 2 – Efeitos significativos (+) da análise de variância para os tratamentos em geral e das regressões para cada elemento, N, P_2O_5 ou K_2O , para os diversos solos: Latossolo-Amarelo-Textura pesada – (Lap), Latossolo-Amarelo-Textura média – (LAm), Latossolo Vermelho Amarelo, Laterita Hidromórfica (LH).

Local	Solo	Ano	Cultura	Significância			
				N	P_2O_5	K_2O	Geral
Porto Velho	LAp	80/81	arroz	ns	ns	ns	+
		81/82	arroz	ns	ns	ns	+
		82/83	arroz	ns	ns	ns	+
		81/82	milho	ns	linear	ns	+
	LH	80/81	arroz	ns	linear	ns	+
		81/82	milho	ns	quadrática	quadrática	+
Guajará-Mirim	LAm	81/82	milho	linear	ns	ns	+
Vilhena	LVA	80/81	arroz	ns	linear	ns	+

ra todos os ensaios independente de a cultura ser milho ou arroz. Quanto à regressão, para o Latossolo Amarelo não houve significância, quando a cultura foi de arroz e a resposta foi linear para P_2O_5 na cultura do milho. Já na Laterita Hidromórfica houve resposta linear da produção de arroz devido ao P_2O_5 e quadrática para P_2O_5 e K_2O na cultura do milho. Houve efeito linear das doses de N para milho no Latossolo Amarelo textura média e linear para P_2O_5 no Latossolo Amarelo (cerrado) de Vilhena.

A Tabela 3 nos mostra a presença ou não de respostas significativas para a REGIÃO 2 representada por Ouro Preto D'Oeste. Nota-se uma ausência de resposta para a adubação. As regressões foram significativas somente em três casos, respostas quadráticas, para a cultura do arroz: em 2 ensaios do mesmo ano e tipo de solo, caracterizando mais um efeito de microclima, as respostas foram devidas ao nitrogênio e, no outro ensaio a resposta foi para o potássio.

Os resultados de produção de grãos de arroz em função dos tratamentos para as regiões 1 e 2, são apresentados na Tabela 4. Nota-se que, para o Latossolo Amarelo textura pesada, as produções dos anos 80/81 e 82/83 se comportam equivalentemente e que houve diferença para a safra de 81/82, provavelmente devido às oscilações climáticas, observa-se porém, que as respostas se devem marcadamente ao uso do fósforo.

Este comportamento, embora com produções bem menores é idêntico quando se observam os resultados para o Latossolo Vermelho Amarelo (cerrado) e Laterita Hidromórfica, a qual, não produz na ausência da adubação fosfatada. Para este último solo, a resposta ao potássio foi da mesma magnitude da obtida para o fósforo.

TABELA 3 - Efeitos significativos (+) da análise de variância para os tratamentos em geral e das regressões para cada elemento. N, P_2O_5 ou K_2O , para as diversas unidades dentro dos Podzólicos: (Ouro Preto, Xibiu, Vermelho, Parafso).

Local	Solo	Ano	Cultura	Significância			
				N	P_2O_5	K_2O	Geral
Ouro Preto	PV eut. (O. Preto)	83/84	milho	ns	ns	ns	ns
	PV eut. (O. Preto)	83/84	milho	ns	ns	ns	ns
	PV eut. (O. Preto)	82/83	arroz	ns	ns	ns	ns
	PV eut. (O. Preto)	83/84	arroz	quadrática	ns	ns	+
	PV eut. (O. Preto)	83/84	arroz	quadrática	ns	ns	+
	PV mes. (Xibiu)	81/82	milho	ns	ns	ns	ns
	PV mes. (Xibiu)	80/81	arroz	ns	ns	quadrática	+
	PV mes. (Xibiu)	81/81	arroz	ns	ns	ns	ns
	PV dist. (Verm.)	80/82	arroz	ns	ns	ns	ns
	PV dist. (Verm.)	81/82	arroz	ns	ns	ns	+
	PV dist. (Verm.)	1981	feijão	ns	ns	ns	ns
	PV dist. (Verm.)	81/82	milho	ns	ns	ns	ns
	PV dist. (Parafso)	82/83	milho	ns	ns	ns	ns

TABELA 4 – Produção de arroz em Latossolo Amarelo textura pesada (LAp), Laterita Hidromórfica (LH) e Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) em função das doses de N, P₂O₅ e K₂O, em kg/ha.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	LAp 80/81	LAp 81/82	LAp 82/83	LVA 80/81	LH 80/81
1.	0	0	0	1866	712	1019	264	0
2.	30	0	0	1321	649	1183	279	0
3.	0	60	0	2939	1586	1734	863	397
4.	0	0	30	1870	743	1334	427	0
5.	0	60	30	2951	1568	2600	1161	909
6.	15	60	30	2538	1485	2405	1175	851
7.	30	60	30	2538	1857	2617	1216	835
8.	60	60	30	2379	2047	3215	1135	955
9.	30	0	30	1941	772	1378	323	0
10.	30	30	30	3259	1725	1738	930	670
07.	30	60	30	2538	1857	2617	1216	835
11.	30	90	30	2419	1825	2187	1576	930
12.	30	120	30	2695	1969	2797	1353	974
13.	30	60	0	2619	1999	2168	952	385
14.	30	60	15	2409	1721	2961	1031	824
07.	30	60	30	2538	1857	2617	1216	835
15.	30	60	60	2700	1971	2592	1369	1046

Os dados de produção de sete ensaios de arroz e um de feijão, para a REGIÃO 2, são apresentados na Tabela 5. Observa-se que as produções de arroz, são idênticas para os mesmos solos quando variam os anos e a ausência completa de respostas à adubação com nitrogênio, fósforo ou potássio nos níveis utilizados.

É importante notar que as produções para os Podzólicos eutróficos (Ouro Preto) se situam pouco além de 2.000 kg/ha e que para os mesotróficos e distróficos (Vermelho e Xibiu) as produções vão além dos 3.000 kg/ha.

Salienta-se ainda que o comportamento da cultura do feijão foi idêntico apesar de ter apresentado muito baixa produtividade.

A Tabela 6 mostra as produções de milho, em função dos tratamentos, onde se observa a importância do fósforo para os solos da REGIÃO 1, notadamente para o Latossolo Amarelo textura média e para a Laterita Hidromórfica embora com produtividades muito baixas. Já, para o Latossolo Amarelo textura pesada, foram logradas boas produtividades pela utilização deste elemento, ultrapassando a casa dos 4.000 kg/ha. Observando-se os dados referentes aos solos da REGIÃO 2, nota-se

TABELA 5 – Produção de arroz e feijão nas unidades de solo Podzólico (PV) do município de Ouro Preto D'Oeste em função das doses de N, P₂O₅ e K₂O, em kg/ha.

N	Tratamentos			PV 82/83	PV 83/84	O. Preto 1	O. Preto 2	Arroz			Feijão		
	P ₂ O ₅	K ₂ O		O. Preto	O. Preto 1	O. Preto 2		Vermelho	Vermelho	Xibiu	Vermelho	Xibiu	Vermelho
1.	0	0	0	1630	2015	1645		3029	2399	3627	3256	544	
2.	30	0	0	2677	2990	2307		3122	2474	3404	2766	502	
3.	0	60	0	1703	1901	2114		2978	3208	3461	3508	604	
4.	0	0	30	2161	1945	1885		2743	2861	3558	3636	510	
5.	0	60	30	2552	1698	2031		3273	3012	3670	3636	402	
6.	15	60	30	2333	2422	2665		3184	3872	3498	3682	410	
7.	30	60	30	3271	2828	2865		3883	3183	3637	3487	436	
8.	60	60	30	2906	2255	2177		3614	3259	3709	3539	402	
9.	30	0	30	2395	2891	1650		3422	3522	3882	3068	384	
10.	30	30	30	2469	3073	3073		3355	3555	3322	3417	443	
07.	30	60	30	3271	2828	2865		3883	3883	3637	3487	436	
11.	30	90	30	2630	2230	2523		3609	2937	3855	3813	469	
12.	30	120	30	3115	2474	2641		3895	3550	3439	3307	409	
13.	30	60	0	3099	2563	2359		2972	2655	2978	3688	563	
14.	30	60	15	2505	2672	2474		3865	3872	3414	3693	454	
07.	30	60	30	3271	282	2865		3883	3183	3637	3487	436	
15.	30	60	60	2385	1937	2973		3416	3515	3313	3344	588	

TABELA 6 – Produção de milho nas regiões 1 e 2, em função das doses de N, P_2O_5 e K_2O , em kg/ha.

	N	P_2O_5	K_2O	LA81/82 T, Pesada	LH81/82	LA81/82 T, Média	PVd81/82 Vermelho	PVm81/82 Xibiu	Pvd82/83 Parafso	PVe82/83 O, Preto	PVe83/84 O, Preto	PVe83/84 O, Preto
1.	0	0	0	654	0	0	2647	2268	2262	6576	2986	3086
2.	60	0	0	1075	0	0	2875	1763	2555	6108	8065	8041
3.	0	80	0	3764	1331	244	4615	2229	2087	6745	6127	6106
4.	0	0	60	1487	0	0	3825	1510	2348	5989	5463	5481
5.	0	80	60	3902	1698	303	2720	2681	2768	5826	4679	5382
6.	30	80	60	4216	1679	570	4687	1900	2483	6117	3690	3580
7.	60	80	60	3785	1745	849	3692	2105	3292	5951	7492	7461
8.	90	80	60	4454	1574	1604	3782	2280	2032	6446	6523	6497
9.	60	0	60	989	0	0	3670	1721	2074	5990	8593	8640
10.	60	40	60	3457	1152	947	3625	1929	3001	5638	7241	7299
07.	60	80	60	3785	1745	849	3692	2105	3292	5951	7492	7461
11.	60	120	60	4295	2373	1109	4697	3519	3901	6381	9304	9276
12.	60	160	60	4820	2549	1073	3645	2370	2608	6159	5916	5651
13.	60	80	0	3166	782	1028	4480	2271	2687	5404	5317	5353
14.	60	80	30	3913	1645	936	4807	2085	2541	5952	5392	5377
07.	60	80	60	3785	1745	849	3692	2105	3292	5951	7492	7461
15.	60	80	90	4394	1254	533	3630	2453	3364	6081	6619	7020

que nos solos distróficos e mesotróficos, as produções, com algumas variações, atingem a 3.000 kg/ha em média e para os eutróficos esta média foi além de 6.000 kg/ha e, considerada alguma inconsistência nos dados, não houve resposta a nenhum dos nutrientes em estudo.

Resposta ao Nitrogênio

Observando-se os resultados obtidos, é notável a ausência de respostas ao nitrogênio para qualquer das culturas testadas.

É importante lembrar que, quanto a este elemento, a análise de solo não é eficaz e se utiliza de outros critérios como o histórico da gleba e, às vezes, a produtividade esperada (Raij, 1981).

É nesse "histórico da gleba" que parece residir a explicação primeira para a ausência de resposta desde que, para a instalação dos ensaios só obtivemos áreas que não estavam sendo intensamente utilizadas. Então, invariavelmente, as áreas eram de queimadas recentes, sob pasto ou sob capoeira. Assim, o conteúdo de matéria orgânica variava de médio a alto, predominantemente.

Diversos trabalhos como os de Baldanzi (1959); Santos & Crisi (1982) têm atribuído à queima, pelo menos nos primeiros anos de desenvolvimento da vegetação secundária, uma ação benéfica sobre a atividade dos microorganismos do solo e melhora nas propriedades edáficas ocorridas após a ação do fogo sobre a fitomassa.

Schubart (1982) referindo-se a estudos em Latossolo Amarelo na Amazônia conclui que a afirmativa muitas vezes feita, de que o capital de nutrientes da floresta amazônica encontra-se concentrado na biomassa, não é completamente verdadeira, pois, N e P constituem uma excessão importante pelo fato de estarem quimicamente ligados ao humus e só serem postos à disposição das plantas com a mineralização. Esta conclusão foi baseada nos dados analíticos do trabalho de Klinge (1975) onde 70% do N e P aparecem contidos no solo sendo que, nos 30 cm superficiais de 1 hectare foi determinado haver 4.263 kg de N, 71 kg de P e 58 kg de K, num solo com 3,3% de matéria orgânica, teor comumente encontrado nos solos desta região.

Segundo Sanchez (1981), nas áreas tropicais o nitrogênio inorgânico apresenta uma marcada flutuação estacional num padrão que consiste de: i) uma acumulação lenta de nitrato na camada arável do solo durante a estação seca ii) um aumento grande, mas, de pouca duração no princípio das chuvas e iii) uma rápida diminuição durante a estação chuvosa. Quando ocorrem secas curtas durante a estação chuvosa, elas são seguidas de pequenos aumentos de nitrogênio. Considere-se ainda a contribuição de fixação biológica, pouco conhecida na região, e o aporte de nitrogênio através das chuvas.

Smyth (1986), trabalhando com arroz e milho num Oxissolo de Manaus afirma que o suprimento prévio de nitrogênio pelos resíduos de leguminosas, o nitrogênio nativo do solo e a aplicação parcelada, contribuíam para a redução da resposta do milho ao nitrogênio sugerindo doses não superiores a 40 kg N/ha.

Resposta ao fósforo

Há uma assertiva de que a alta quantidade de fósforo em relação a nitrogênio e potássio caracteriza uma agricultura de subdesenvolvimento.

No caso de Rondônia isto se comprova para as REGIÕES 1 e 3 mas, na área dos Podzólicos, REGIÃO 2, não se observou resposta para o fósforo em 3 anos de experimentação sendo testados o equivalente de até 120 kg P_2O_5 /ha para o arroz e feijão e de até 160 kg P_2O_5 /ha para o milho. Nota-se, na Tabela 6 que, para os solos da REGIÃO 2 (Podzólicos) as produções de milho variaram entre 2.000 e 3.600 kg/ha nos distróficos e no mesotrófico (Parafso, Vermelhão e Xibiu respectivamente) e, de praticamente 5.600 a mais de 8.000 kg/ha no eutrófico (Ouro Preto).

Os níveis de P encontrados pela análise dos solos não são altos e principalmente nestes últimos solos citados (eutróficos), que revelaram altas produções de milho como os demais solos da REGIÃO 2, não mostraram respostas à adubação fosfatada. Não considerando uma possível falha no procedimento analítico na determinação de P para os três últimos ensaios, esta falta de resposta só poderia ser explicada pelo aporte de P proveniente da mineralização de matéria orgânica. Em Sanches (1981) encontramos que nos Oxissolos, Ultissolos e Alfissolos mais altamente meteorizados, o fósforo orgânico representa de 60 a 80% do fósforo total do solo e ainda, a citação de trabalhos de laboratórios em Ghana sugerindo que o P orgânico pode liberar de 2 a 27 ppm de P ao solo, e que a mineralização do fósforo é mais rápida que a do nitrogênio. Como na REGIÃO 2, os solos têm pH inicial alto, não tendo alumínio trocável nem adição de cálcio como corretivo, a velocidade de fixação do P mineralizado seria relativamente lenta, havendo condições de aproveitamento pela cultura. Já, as respostas do P na REGIÃO 1, para a cultura do milho, ficaria por conta da fixação mais imediata do P pelos compostos de Fe, Al ou de Ca incorporado na calagem.

Nota-se que na REGIÃO 1, somente o milho respondeu no Latossolo Amarelo textura pesada o que não é raro, pois, é bem conhecida a existência de diferenças significativas na tolerância a baixos níveis de fósforo entre as espécies e, principalmente entre estas duas culturas cujas recomendações gerais para seus cultivos na América Latina oscilam entre 100 e 150 kg P_2O_5 /ha para o milho e de 0 a 60 kg P_2O_5 /ha para o arroz de sequeiro Sanches (1981, p. 269).

O arroz somente respondeu ao fósforo e linearmente, na Laterita Hidromórfica e no Latossolo Vermelho Amarelo (cerrado). Na Laterita Hidromórfica houve também resposta, do tipo quadrático, do milho à aplicação do fósforo.

Sintetizando as respostas ao fósforo observou-se que: i) na REGIÃO 1, com o solo de potencial agrícola representado pelo Latossolo Amarelo, os níveis de P encontrados no solo são muitos baixos, há alto teor de alumínio (Tabela 1) e não há resposta do arroz mas, há para a cultura do milho que pode produzir além de 4.500 kg de grãos por hectare; ii) na REGIÃO 2, consideradas várias regiões do Brasil (Raij et al., 1982), os solos possuem teores de P na camada arável, do limite superior da classe

baixa a médio, esclarecendo a ausência de respostas para este elemento para ambas as culturas. Ainda, observou-se que tampouco o feijão, respondeu à aplicação de fósforo.

Resposta ao Potássio

O teor de potássio nos solos estudados se enquadram, em sua maioria, nas classes de teores baixos a muito baixos.

Lopes (1975) citado por Ritchey (1982) mostrou para alguns solos brasileiros sob vegetação de cerrado, um nível crítico de potássio da ordem de 58 ppm (0,15 meg). Considerando este nível, somente os solos da REGIÃO 2, dentre os solos estudados no presente trabalho, apresentaram teores acima do nível crítico de potássio.

Embora com baixos teores de potássio revelados pela análise de solo, não se obteve resposta significativa à adição deste elemento considerando 22 ensaios entre milho, arroz e feijão.

Talvez, por problemas de amostragem, segundo Rajj (1982), não tenha sido considerada a grande quantidade de potássio contida em restos culturais e ervas daninhas.

Considerações sobre o uso agrícola dos solos utilizados

Na REGIÃO 1, o Latossolo é o mais intensamente utilizado para fins agrícolas principalmente por apresentar topografia favorável à mecanização, facilitando o manejo. Possuem perfis profundos, de drenagem fácil, textura pesada e com reserva de umidade satisfatória no período das chuvas. Revelam-se deficientes em elementos nutritivos e são ácidos, requerendo o uso de fertilizantes e calagem para garantir colheitas satisfatórias. O mesmo se pode dizer dos outros representantes desta região como: Latossolo Vermelho Amarelo e Cambissolo álico.

Quanto às Lateritas Hidromórficas, têm uso limitado pelo lençol freático superficial, exigindo correções onerosas da má drenagem além da necessidade de correção devido à acidez e baixa fertilidade natural.

Na REGIÃO 2, dos distróficos, a unidade Vermelhão é de baixa reserva de nutrientes mas, face às excelentes condições físicas e, pela topografia suave, prestam-se à agricultura desde que, corrigidos. Diferencia-se da unidade Paraíso por não apresentar problemas graves de falta de água e susceptibilidade à erosão. A unidade representante dos mesotróficos, Xibiu, é de fertilidade natural média, boas condições físicas mas, de baixa retenção de umidade e é susceptível à erosão sendo aproveitável à qualquer tipo de exploração desde que convenientemente manejadas. As unidades Ouro Preto modal e fase rochosa, são férteis, de boa reserva de nutrientes e suscep-

tível à erosão, pelo relevo forte e, devem ser reservadas às culturas perenes.

Os solos da REGIÃO 3, são predominantemente o Latossolo Vermelho Amarelo e Areias Quartzosas sendo ambos sob vegetação de cerrado. A utilização com culturas anuais recai sobre o primeiro, com boas condições de topografia e boa profundidade. São pobres em nutrientes necessitando correção e calagem, principalmente em profundidade.

Considerações Gerais

Pelos dados obtidos e até aqui discutidos, depreende-se que os solos das regiões em estudo não fogem à regra para as demais regiões brasileiras ou seja, solos de baixa fertilidade que respondem predominantemente ao fósforo, particularmente nas REGIÕES 1 e 3 do presente trabalho. cremos que se não houverem respostas mais significativas à adubação, isto se deve às condições de epieutrofismo condicionadas pela reciclagem da matéria orgânica através dos microorganismos do solo e das queimadas.

Áreas mais intensamente utilizadas deverão solicitar mais adições de nutrientes que, no caso do fósforo, preocupa não só pelo aspecto econômico mas por se tratar de um "recurso natural renovável, relativamente escasso e sem sucedâneo", segundo Goedert (1986).

Os ensaios deste e de outros trabalhos na Região, que mostraram respostas ao fósforo, indicam que doses de P_2O_5 entre 80 e 100 kg P_2O_5 /ha garantem mais de 80% das produções máximas obtidas. Por outro lado, sabe-se que para produção de uma tonelada de grãos, cerca de 3 a 5 kg/ha de P são retirados do solo o que, considerando a maior retirada, representaria aproximadamente 60 kg P_2O_5 que deveriam ser respostas para uma produção de 5 toneladas de grãos. A estes 60 kg P_2O_5 /ha de adubação de restituição pode-se acrescentar mais alguns em função da disponibilidade de recursos a fim de atingir mais precocemente o nivelamento de produção. Já que, para o fósforo incorporado ao solo, as perdas reais são devidas à erosão.

Há motivos portanto, para que se sugira como ponto de partida para solos com baixos teores de P (7 ppm), doses de 90 kg P_2O_5 porque: i) é o ponto médio das doses que garantem mais de 80% da produção máxima nos ensaios; ii) é a quantidade recomendada, comprovando na prática, para uma produtividade de 2.160, 2.280 e 2.400 kg/ha de soja no 1º, 2º e 3º ano de cultivo respectivamente, obtida hoje nos Latossolos Vermelho Amarelo (cerrado) na REGIÃO 3, no município de Vilhena; iii) está dentro do intervalo sugerido por Goedert (1984), segundo o qual a recuperação da fertilidade pode ser feita com a adição paulatina, anual, de doses de fósforo que, deixando um efeito residual acumulativo, levaria eventualmente a um adequado nível de fertilidade. As doses variando de 80 a 120 kg P_2O_5 /ha, seriam aplicadas durante os primeiros 3 a 5 anos de cultivo e então, com pequenos investimentos iniciais, se atingiria o ponto de nivelamento da produção de 4 a 6 anos.

O efeito da adubação fosfatada será tanto mais eficaz quando melhor se manejar o aumento e preservação da matéria orgânica na área de plantio acompanhada pela prática de calagem a qual deverá ter reflexos consideráveis na produção.

Quanto ao nitrogênio, exceto nos solos de textura mais grosseira, a reciclagem através da microflora do solo foi bastante para fornecer N às culturas nos níveis de produção obtidos em todas as regiões.

A indicação das doses de N não dependem diretamente da análise do solo e sim do histórico da área e do tipo de cultura e produtividade esperada. Concordamos com Smyth (1986) quando afirma que não deve haver resposta para doses superiores a 40 kg N/ha na cultura do milho, que é mais exigente do que o arroz, isto, considerando os atuais níveis de produção. Há que haver a preocupação com a manutenção da matéria orgânica no solo.

Para o potássio, dentre 22 ensaios, a única resposta foi para o arroz na Laterita Hidromórfica onde, a presença constante de água promove a lixiviação deste elemento. Os solos de Rondônia são solos bastante intemperizados, principalmente nas REGIÕES 1 e 3, e com baixa reserva de minerais como feldspatos potássicos e micas o que irá, por certo, acarretar sérios problemas quando estes solos entrarem no processo de produtividade intensivo e tecnificado. Sendo o potássio um elemento pouco exportado com a produção de grãos (exceto para a soja), o retorno dos restos de cultura garantem a sua permanência na área de cultivo em aproximadamente 80%. Ao lado deste retorno de potássio deve haver a reposição do exportado pelos grãos pois apesar de pouca reação em termos de produção de grãos, o potássio é necessário por aumentar a resistência das plantas em todos os sentidos ou seja, resistência mecânica, às doenças e pragas e à baixa disponibilidade de água. Ainda, retém melhor os frutos e melhora a qualidade das sementes e o seu teor de óleo. Acrescentando-se a isso o fato de que, efetuando-se a calagem adequada, pela competição iônica, é necessária a adição de potássio para manter a relação K-Ca-Mg. A utilização de até 60kg K_2O /ha tem garantido boas produções de soja no Latossolo Vermelho Amarelo na REGIÃO 3. No decorrer dos anos essas doses poderão diminuir até a metade pelo menos.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foram conduzidos os ensaios e à luz dos resultados obtidos, podemos concluir que:

- 1) A principal limitação na produtividade de culturas anuais desde os primeiros anos de cultivo é devida ao fósforo para os solos das REGIÕES 1 e 3 (Latossolos e Laterita Hidromórfica) e doses entre 80 e 100 kg P_2O_5 /ha garantem mais de 80% da produção máxima e, aproximadamente 70% são garantidas quando se ultrapassam os 40 kg P_2O_5 /ha.

- 2) A reciclagem da matéria orgânica através de microorganismos e queimadas garantem níveis de N, P e K suficientes para as produções obtidas, no primeiro ano de cultivo pelo menos, prejudicando as respostas eventuais, principalmente nos Podzólicos, REGIÃO 2.
- 3) Com a recuperação da fertilidade, primeiramente através do uso de fosfato, deverão aparecer respostas a N e K, desde que as retiradas através de produções maiores, deverão desfalcas os solos desses elementos.

Sugestões

- 1) Há necessidade de se incorporarem aos dados obtidos, mais uma série de resultados de outros ensaios futuros e que contenham também níveis iniciais mais altos de P disponível para possibilitar a obtenção de uma curva de resposta à aplicação de fósforo. Com isso poderão ser estabelecidos níveis críticos mais precisos e determinar classes de solo conforme a probabilidade de resposta à aplicação de fosfato. Daí poder-se-ão estimar doses de fertilizantes de máxima eficiência econômica. Esse procedimento também será válido para o potássio.
- 2) Deverão ser executados ensaios de longa duração, preferencialmente sobre sistemas de exploração de áreas e não culturas isoladas, compatibilizando análise econômica dos efeitos residuais.
- 3) Como sugestão à recuperação da fertilidade recomendamos testar a economia de energia, tempo e capital, sua transformação em fertilizantes e corretivos, através da diminuição da área plantada para 1/3 a 1/5 daquela que tem sido cultivada com pouco ou nenhum adubo. A diferença positiva na produção deverá compensar a redução da área e a recuperação do solo será mais efetiva.

REFERÊNCIAS

- BALDANI, G. Efeito da queimada sobre a fertilidade do solo. Secretaria de Agricultura do Paraná. Curitiba-PR, 1959. Boletim Técnico nº 1. 56p.
- EMBRAPA/CPATU-SNLCS. I Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Estado de Rondônia. Rio de Janeiro-RJ, 1983. Relatório Final. 558p.
- GOEDERT, W.J. & SOUZA, D.M.G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados (apresentado e discutido sob o título "Otimização das características do solo e do adubo fosfatado para maximizar sua eficiência"). In: Anais do Seminário, P. Ca, Mg, S e Micronutrientes – Situação atual e perspectiva na agricultura – Manah S/A. São Paulo-SP, 1984.

IPEAN-MA-DREA. Solos da estação experimental de Porto Velho-T.F. de Rondônia. Série: Solos da Amazônia - nº 1. Belém-PA, 1967. 99p.

MUZILLI, O.; LANTAMANN, A.F. & TORNERO, M.T. Resposta do trigo ao fósforo e potássio como base de interpretação das análises de solo, para adubação da cultura no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 3 (2):97-100, 1979.

RAIJ, B. Van. Avaliação da Fertilidade do Solo. Instituto da Potassa & Fosfato (ECIA) – Instituto Internacional da Potassa (Suíça). Piracicaba-SP, 1981b.

RAIJ, B. Van. Adubação no Brasil - 1981b. Mimeografado. 12p.

RAIJ, B. Van.; CABALA – ROSAND, P. & LOBATO, E. Adubação fosfatada no Brasil - apreciação geral, conclusões e recomendações. In: **Adubação Fosfatada no Brasil**. EMBRAPA. Brasília-DF, 1982.

RITCHEY, K. O potássio nos oxissolos e ultissolos dos trópicos úmidos. Instituto de Potassa (EUA-Suíça). Piracicaba-SP, 1982. Boletim Técnico nº 7. 69p.

SANCHEZ, P.A. Suelos del trópico - características y manejo – Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica, 1981.

SANTOS, O.M. & CRISI, B.M. Efeito do desmatamento na atividade dos microorganismos de solo de terra firme na Amazônia. **Acta Amazônica** 11(1):97-102. 1981.

SCHUBART, H.O.R. Notas e Comunicações – Critérios ecológicos para o desenvolvimento agrícola das terras - firmes da Amazônia. **Acta Amazônica** 7(4):559-67. 1981.

SILVA, L.F.; C. FILHO, R. & SANTANA, M.B.M. Solos do Projeto Ouro Preto - Centro de Pesquisa do Cacau. Boletim Técnico, nº 23. Itabuna-BA, 1973. 31p.

SMYTH, T.J.; CRAVO, M. & BASTOS, J.B. Soil Nutrient Dynamics and Fertility for Sustained Crop Production on Oxisols in the Brazilian Amazon (M-901). TROP-SOIL-M-901. Annuse progress report and Work Plan, 1986. North Carolina State University. Raleigh, North Carolina. Mimeografado. 27p.

Produced with ScanTopDF