

TENDÊNCIAS NO USO DE FERTILIZANTES NA AMÉRICA LATINA – PRINCÍPIOS E PERSPECTIVAS*–

E. MALAVOLTA **

RESUMO

São feitas considerações sobre a necessidade de produção de alimentos e fibras na América Latina, indicando-se o papel que os fertilizantes pode desempenhar no processo. São sugeridos os componentes de uma política abrangente no setor de fertilizantes para os países da região.

1. INTRODUÇÃO

1.1. A América Latina (A.L.) tem cerca de 300 milhões de habitantes e apresentou nos últimos 20 anos a taxa mais elevada de crescimento populacional de todo o mundo. Devido à produção agrícola relativamente baixa ao suprimento calórico varia entre 2000 e 2400 calorias por dia.

1.2. Cerca de 15% do total do globo coberto com terra acha-se na A.L.: somente 5% do terreno existente, porém, é arável ou coberto por culturas permanentes; pastagens naturais ocupam 20%; florestas principalmente tropicais tomam 50% da região. À primeira vista do mapa e das estatísticas parece indicar a possibilidade de grandes expansões de terra não usada para ocupação humana. Um estudo mais detalhado dos padrões geográficos que governam ou modificam a agricultura e da distribuição e densidade da população nivela um quadro diferente: há áreas em que a pressão populacional sobre o solo chegou ao estágio em que o lavrador é forçado ao uso inadequado da terra devido a falta aguda de solo; ao mesmo tempo existem grandes áreas praticamente não ocupadas por inacessíveis ou pouco salubres ou porque a tecnologia disponível não pode fazê-las produtivas; por outro lado, deve-se ter em mente que desmudamento expõe o solo à rápida erosão pela água e pelo vento (FAO, 1952; BROWN, 1970). A necessidade de não se perturbar a biosfera além de limites que no presente são mais sujeitos à controvérsia e a conjectura que os estudos apresenta outra restrição ao aumento da superfície agrícola na A.L. (DORST, 1973).

1.3. Segue-se daí que, a longo prazo, a principal ou única opção para a região com respeito ao aumento da produção agrícola necessária para a obtenção de alimento e fibra para a população, de matéria-prima para a indústria e de excedentes exportáveis reside no aumento da produtividade ou da produção por unidade de área – e não na dilatação de fronteira agrícola.

* Entregue para publicação em 30/12/1975. Preparado com ajuda da FAPESP, CNEN, BNDE e ANDA. Apresentado no V Congresso Latinoamericano de Ciência do Solo (Medellin – Colômbia, set. de 1975).

** Dept^o de Química e CENA – ESALQ, USP.

1.4. Os fertilizantes que nos países em desenvolvimento podem aumentar as colheitas 2–4 vezes tem um papel maior a desempenhar nesse contexto pois, como se lê em PARKER & NELSON (1966): (1) os nutrientes da planta são em geral o fator mais limitante da produção agrícola nessas regiões; (2) a adubação em dose moderada, 40–70 kg/ha, aumentará a colheita em 50%; (3) a resposta ao fertilizante pode ser aumentada em pelo menos 50 por cento quando se usam variedades melhoradas, medidas fitossanitárias e práticas adequadas para o manejo do solo e da água; (4) altos níveis de adubação, 100–300 kg/ha, e colheitas mais altas somente são possíveis quando os fertilizantes são usados em culturas melhoradas para altos níveis de fertilidade e para a resistência a insetos e enfermidades.

2. SOLOS E CULTURAS

2.1. As principais características dos solos de A.L. podem ser encontradas nas publicações de WRIGHT & BENNEMA (1965), HARDY (sem data), FAO (1966), RODRIGUES (1967), FAO-UNESCO (1971), MARTINI (1967, 1969), BENNEMA (1970), SOMBROEK (1966) e RANZANI (1971), além de outras. Embora seja perigoso generalizar parece que os aspectos mais salientes são os seguintes: predominância de latossolos, regossolos e podzólicos, nessa ordem: fertilidade geralmente baixa; lixiviação de moderada para alta; pH geralmente baixo. Isto, de modo geral, concorda com a classificação esquemática das terras do mundo apresentada pela FAO (1952) na Figura 2.1.



FIGURA 2.1 – Classificação das terras da América Latina (FAO, 1952).

Grupo I – alta fertilidade natural;
Grupo II – moderada;
Grupo III – baixa ou nula.

2.2. Praticamente todos os tipos de sistemas agrícolas são encontrados na região: das plantações de café, cana-de-açúcar, soja e trigo muito modernizadas até os cultivos de subsistência e a agricultura movediça. A melhor utilização da grande maioria de terra disponível encontra como principais obstáculos (SAMPER & FRANCO, 1967; DROSDOFF, 1970): (1) a baixa fertilidade do solo que muitas vezes não pode ser compensada pelo baixo custo das matérias-primas no mercado internacional ou por relações custo/benefícios desfavoráveis; (2) dificuldades de acesso e de infraestrutura

em geral; (3) sistema de posse da terra; (4) falta de capital de giro; (5) ausência de política agrícola abrangente; (6) falta de educação do lavrador; (7) combinações de (1) a (6).

2.3. A Tabela 2.1. dá uma comparação dos rendimentos das principais culturas obtidas em diferentes regiões do mundo e na A.L.: as médias usualmente mais baixas da região são vistas claramente; recorde-se que no gráfico clássico devido a WILLIAMS & COUSTON (1962) em que o índice de colheita é colocado contra o uso de adubos os países da América Latina ocupam a parte inferior da curva exponencial. As quantidades de nutrientes exportadas pelas principais culturas na forma de produto colhido aparecem na Tabela 2.2.

Cultura	Mundo	Europa	País ou Região		Ásia	África	Oceania
			América Norte	América Latina			
Trigo	1,48	2,46	2,03	1,36	1,10	0,88	1,17
Milho	2,41	3,31	45,1	1,45	1,21	1,10	2,97
Arroz	2,26	4,84	5,12	1,90	1,99	1,94	5,33
Cana-de-açúcar	51,20	77,50	97,00	47,80	48,80	64,30	69,80
Batata	13,30	17,30	24,40	8,50	10,40	7,80	17,80
Mandioca	9,40	—	—	13,70	8,80	7,40	11,20
Cebola	12,90	14,70	30,90	8,70	12,20	8,00	19,50
Tomate	20,50	24,00	30,90	15,70	17,10	11,70	28,10
Feijão	0,50	0,26	1,37	0,62	0,37	0,65	—
Videira	5,20	5,00	14,00	7,00	4,10	4,40	—
Citrus	—	—	—	—	—	—	—
Banana	15,40	39,00	—	18,29	12,10	9,60	7,20
Soja	1,33	0,92	1,80	1,35	0,73	—	—
Amendoim	0,95	1,59	2,30	1,29	0,85	0,80	1,31
Algodão	0,66	0,94	0,86	0,65	0,43	0,33	1,75
Café	—	—	—	—	—	—	—
Cacau	—	—	—	—	—	—	—
Fumo	1,17	1,15	2,36	1,10	0,91	0,78	1,58

QUADRO 2.1 – Colheitas médias das principais culturas (FAO, 1970), t/ha.

Cultura	N	1.000 t P ₂ O ₅	K ₂ O
Trigo	277,5	67,5	105,0
Milho	1.325,4	253,8	902,4
Arroz	564,4	176,4	504,0
Mandioca	205,0	40,0	180,0
Feijão (*)	124,2	20,7	138,0
Amendoim (*)	12,0	3,0	8,0
Cana-de-açúcar	469,8	64,8	410,4
Videira	25,0	6,0	30,0
Citrus	160,0	30,0	260,0
Banana	52,0	12,0	190,0
Soja (*)	84,0	22,4	75,6
Algodão	378,0	36,0	297,0
Café	351,0	63,0	555,0
Cacau	56,0	12,0	96,0
Fumo	28,0	18,0	58,0
TOTAL	4.112,3	825,6	3.809,4

(*) as leguminosas fixam parte do N do ar

QUADRO 2.2 – Quantidades de elementos exportados pelas principais culturas da A.L.

2.4. Um resumo dos resultados experimentais obtidos na A.L. é mostrado na Tabela 2.3.; a compilação é reconhecidamente “biased” pelo fator de que os dados brasileiros estarem disponíveis em maior proporção. As principais fontes de informação foram: JACOB & VON UEXKULL (1958), DIERENDONCK (1959), PIMENTEL GOMES & ANDRADE LIMA (1964), MALAVOLTA & MORAES (1965), FUZATO (1965), MIRANDA (1966), CENTRO DE INVESTIGAÇÕES AGRONÔMICAS (1966), PIMENTEL GOMES & CAMPOS (1966), MONTEIRO & PEREZ (1967), BERGER (1965), CIMMYT (1969), REYNAERT (1969), MALAVOLTA (1970a, b), MAGNARELLI (1971), VOLLERT (1971), VERDADE (1971), CARVAJAL (1972), MALAVOLTA (1972), NAVAS (1972), ROSAND et al. (1972), GOMEZ (1972), VALENCIA (1972), SANCHEZ (1972), ZAFFANELLA (1972), GEUS (1973). Os dados mostram a freqüência relativa das respostas; fazendo-se uma separação entre culturas anuais e perenes teve-se as seguintes ordens decrescentes:

culturas anuais	P	N	K;
culturas perenes	N	K	P;

em outras palavras: as culturas anuais parecem responder mais ao P enquanto as perenes fazem-no ao N e ao K. Várias explicações complementares podem ser apontadas: uma grande proporção do K contido nas primeiras está nos órgãos vegetativos que em parte permanecem no solo depois da colheita; este não é o caso de culturas como café, cana-de-açúcar, citros que exportam uma proporção relativamente maior de N e K; a acidez elevada determina fixação do P e menor utilização do K o que é agravado por doses relativamente baixas do último usados em muitos dos experimentos revistos.

Cultura	% das respostas devidas a						
	N	P	K	Mg	S	Cal	Micronutrientes
Trigo	90	90	40	-	-	-	-
Milho	60	90	40	-	10	10	< 10
Arroz	60	90	40	-	-	-	≤ 10
Cana-de-açúcar	60	90	60	-	-	10	-
Mandioca	-	60	10	-	-	-	-
Feijão	40	60	10	-	10	10	< 10
Citrus	60	10	60	60	-	60	60
Banana	60	10	90	10	-	-	-
Soja	10	90	40	-	10	10	10
Amendoim	10	90	50	-	10	60	-
Algodão	60	90	10	10	10	10	< 10
Café	90	10	90	10	10	10	40
Cacau	90	90	10	-	-	60	-
Fumo	90	40	60	-	-	-	-

QUADRO 2.3 – Resumo de resultados experimentais com diversas culturas na A.L.

3. USO DE FERTILIZANTES – PADRÕES, NECESSIDADES E POTENCIAS

3.1. A evolução do consumo de fertilizantes no mundo e na A.L. é dada na Tabela 3.1. Embora a A.L. consuma apenas 5 por cento do total mundial a taxa de crescimento é mais rápida, particularmente no caso do Brasil – responsável por metade do consumo da região: no período 1961/73 estima-se que, enquanto o consumo mundial cresceu 3 vezes, o da América Latina subiu 7 vezes.

Ano	1.000.000 de toneladas									
	Mundo					América Latina				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Total	Relação	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Total	Relação
1961	11,3	11,4	8,2	29,3	1,0:1,0:0,7	0,21	0,21	0,13	0,55	1,0:1,0:0,6
1962	12,3	12,1	9,1	33,5	1,0:1,0:0,7	0,25	0,23	0,19	0,77	1,0:1,0:0,8
1963	14,0	13,0	10,0	37,0	1,0:0,9:0,7	0,53	0,34	0,20	1,07	1,0:0,6:0,4
1964	15,4	14,2	10,9	40,5	1,0:0,9:0,6	0,71	0,38	0,19	1,28	1,0:0,5:0,3
1965	17,4	15,4	12,1	44,9	1,0:0,8:0,6	0,74	0,45	0,28	1,47	1,0:0,6:0,3
1966	19,9	16,6	13,0	49,5	1,0:0,8:0,6	0,76	0,46	0,31	1,53	1,0:0,6:0,4
1967	22,6	17,7	14,0	54,3	1,0:0,7:0,6	0,86	0,54	0,34	1,74	1,0:0,6:0,4
1968	24,5	18,5	14,7	57,7	1,0:0,7:0,6	0,96	0,53	0,39	1,88	1,0:0,5:0,4
1969	28,6	18,6	15,4	62,6	1,0:0,6:0,5	1,09	0,78	0,58	2,45	1,0:0,7:0,5
1970	31,5	20,8	16,6	68,8	1,0:0,6:0,5	1,31	0,94	0,66	2,91	1,0:0,7:0,5
1971	33,5	22,2	17,5	73,2	1,0:0,6:0,5	1,54	1,09	0,73	3,36	1,0:0,7:0,5
1972 (est.)	35,0	23,0	18,5	76,5	1,0:0,6:0,5	1,76	1,54	0,88	4,18	1,0:0,9:0,5
1973 (est.)	37,0	24,0	19,0	80,0	1,0:0,6:0,5	1,99	1,72	1,06	4,77	1,0:0,9:0,5

QUADRO 3.1 – Evolução no consumo de fertilizantes

3.2. O consumo mundial continua a mostrar dominância do N sobre o P e o K; o mesmo acontece na A.L. como um todo, embora de maneira muito menos acentuada: no período 1961/73 o P e o K diminuiram em décimo de unidade apenas. É possível que isso se deva ao uso relativamente maior de N e K em culturas exigentes como o cafeeiro e a cana-de-açúcar compensando maior uso, de P em outras como cereais e leguminosas de grãos.

3.3. O uso de nutrientes por ha de terra cultivada na A.L. está ainda abaixo do nível mundial (Tabela 3.2.) exceto no caso do Brasil. O aumento relativo do consumo total em 1961/72 não se refletiu da mesma maneira no uso por unidade de área; em outras palavras: o uso de fertilizantes por ha na A.L. (excluído o Brasil) cresceu muito menos que o total devido à expansão da área cultivada.

Região	kg/ha							
	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Total	
	1961	1972	1961	1972	1961	1972	1961	1972
Mundo	8,3	16,9	7,9	12,5	6,5	10,5	22,7	39,9
América Latina - Brasil	2,4	6,0	2,6	4,0	1,5	2,0	6,5	12,0
Brasil	2,4	9,0	4,0	20,0	2,0	11,0	8,4	40,0

QUADRO 3.2 – Consumo de fertilizantes/ha de terra cultivada

Cultura	Porcentagem de		
	Total	Área	Recomendado
Cana-de-açúcar	10 - 30	50 - 70	50 - 60
Cafeeiro	5 - 30	30 - 40	20 - 50
Cereais e leguminosas	5 - 70	5 - 25	5 - 25
Hortaliças	5 - 10	70 - 100	40 - 50
Outras	5 - 20	5 - 20	5 - 20

QUADRO 3.3 – Estimativa do uso de fertilizantes em diferentes culturas (*)

(*) variação possível de acordo com países

3.4 A relação N : P₂O₅ : K₂O existente na A.L. pode ser explicada levando em conta diversas razões: características de solo, clima e cultura, disponibilidade e preços de matérias-primas e produto acabado. Os países desenvolvidos tendem a aplicar os três elementos aproximadamente nas mesmas proporções o que dá uma relação 1:1:1. Por isso é de se esperar na A.L. como um todo um crescimento maior no futuro do P e do K. Num prazo ainda maior, entretanto, a tendência será no sentido de se usar mais N e K do que P. Esta afirmação se baseia nas seguintes considerações: a capacidade usualmente alta, para fixação de P na maioria das regiões subtropicais e tropicais da A.L. torna obrigatório o uso de proporções maiores desse elemento quando tais solos começam a ser cultivados e por algum tempo depois, particularmente no caso de culturas anuais (ver 2.); à medida que a capacidade de fixação é progressivamente saturada aparecem necessidades maiores de N e K como um corolário simples de lei do mínimo; por outro lado, culturas como banana, citros, café, algodão e cana-de-açúcar cujas exportações forne-

cem o grosso das divisas necessárias para o desenvolvimento de muitos países de A.L. são mais exigentes em N e K do que em P. A tendência em questão foi claramente observada no Brasil cerca de 20 anos atrás no caso do cafeeiro (MALAVOLTA et al., 1958; MALAVOLTA, 1970) e da cana-de-açúcar (CARDOSO et al., 1957). A Tabela 3.3. fornece informações reconhecidamente grosseiras com respeito ao possível uso atual de fertilizantes nas culturas da região (adaptado da CEPAL/FAO/BID, 1966 e de MALAVOLTA, 1973): ainda que os números sejam geralmente baixos, vale a pena observar que culturas importantes como algodão, café e cana-de-açúcar recebam tão pouco fertilizante.

3.5. As necessidades de fertilizantes da A.L. foram calculadas usando-se diferentes critérios. A Figura 3.1. é auto-explicativa. Fazer estimativas da demanda de fertilizantes na região é uma proporção arriscada: a hipótese máxima apresentada pela CEPAL/FAO/BID, em 1966 com respeito ao consumo em 1975 foi ultrapassada 5 anos antes; tentativas para explicar o aumento dramático no consumo brasileiro em 1965/73, usando modelos econométricos, diversos malograram (ver MALAVOLTA, 1973). Parece por isso mais produtivo estimar necessidades e apontar os passos necessários para atingir o objetivo. Considerando-se apenas as culturas principais da Tabela 2.1. e a Figura 3.1., verifica-se que: o uso atual não substitui todo o N e K que são exportados do solo na forma de produtividade agrícolas; em outras palavras: a fertilidade do solo está sendo diminuída particularmente com respeito ao K, embora o nível de P pareça subir; as proporções entre uso e necessidade presentes são: N 1/3, P 1/5 e K 1/5; a tonelagem necessária dos elementos são, em milhões:

N	-	5,5
P ₂ O ₅	-	8,0
K ₂ O	-	5,0

Essa estimativa, entretanto, pode ser considerada baixa: informação detalhada a respeito das necessidades brasileiras dá um total de 10 milhões de toneladas de nutrientes (MALAVOLTA, 1973). Quando o mesmo critério foi empregado; na verdade, esse consumo total forneceria 150 kg de nutrientes por ha o que é 50 kg menos do que a projeção do consumo nos Estados Unidos da América do Norte (IBACH & MAHAN, 1968).

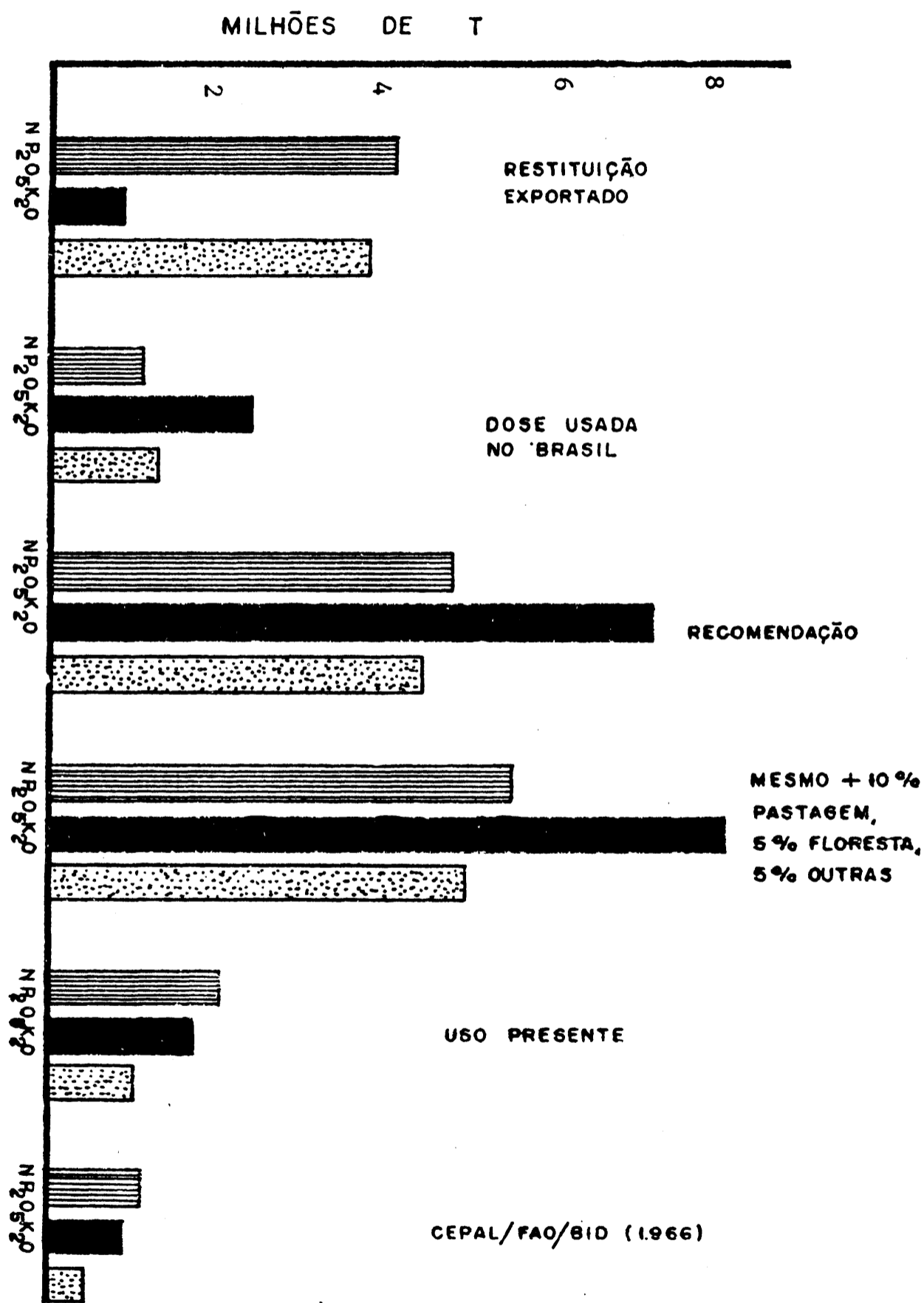


FIGURA 3.1 - Necessidades atuais de fertilizantes na América Latina, segundo diferentes critérios.

3.6. A produção local de fertilizantes na A.L. é relativamente pequena (ver HEIL, 1967; TVA, 1967; FAO, 1969; DAVIS et al., 1970; ANÔNIMO, sem data; RUSSEL et al., 1971; BELLATI et al., 1973; SEITEC, 1973): a região como um todo importa cerca de 70–80% do adubo que consome. A disponibilidade de matéria-prima (rocha fosfatada, minerais potássicos solúveis, enxofre) é pequena – talvez menos de 10% da disponibilidade mundial. Gás natural existe principalmente na Venezuela, Bolívia, Brasil, Argentina, Peru, México, Colômbia e Equador. Energia hidroelétrica (uma fonte alternativa ou complementar de hidrogênio para a síntese de amônia através de eletrólise) é abundante particularmente no Brasil. O uso pleno das reservas limitadas de P, K e S é em grande parte, uma questão da falta de capital para investimento e de conhecimento tecnológico – isso tende a fazer da A.L. dependente de importações por muitos anos ainda.

4. OBSERVAÇÕES FINAIS

4.1. O uso de fertilizantes na A.L. na década passada tem mostrado um crescimento mais rápido que o observado no mundo como um todo; não obstante as doses aplicadas por unidade de área estão abaixo da média mundial. Baixo uso e alta necessidade são os dois lados do fosso tecnológico a ser vencido.

4.2. As razões para o baixo consumo foram discutidas em vários estudos (WILLIAMS & COUSTON, 1962; CEPAL/FAO/BID, 1966; TVA, 1967; MILLER, 1970; VASQUEZ & WINKELMANN, 1972; RAS, 1973).

4.3. Parece indicado que os países da região necessitam de uma política abrangente no setor de fertilizantes que considera entre outros os seguintes pontos:

4.3.1. Produção – Ampliação das indústrias existentes e instalação de outras; atenção para a fabricação de adubos tradicionais usando matéria-prima e fontes de energia da região; atenção para a fabricação de adubos próprios para as condições locais de solo, clima e culturas;

4.3.2. Transporte – Aparelhamento de portos, ferrovias e hidrovias com maior ênfase em rodovias;

4.3.3. Pesquisa – Obtenção de respostas seguras para as perguntas que se transformarão em recomendações:

com que adubar?

com quanto?

quando?

como?

pagará?

que efeito terá na qualidade do produto?

que efeito terá na qualidade do ambiente?

4.3.4. Comercialização – Crédito fácil, barato e dividido, política de preços mínimos remuneradores;

4.3.5. Extensão – Difusão das respostas obtidas pela pesquisa para o homem que tem perguntas.

4.4. A solução de compromisso que agora se procura entre aumento de produção por expansão da área cultivada e por aumento da colheita por unidade de área tem os seus dias contados; a longo prazo, somente o fertilizante – responsável em termos médios por 40% dos aumentos nos rendimentos – poderá garantir a urgente compatibilização entre crescimento de população (a aritmética de coelhos dos economistas) e a produção de alimentos e fibras.

SUMMARY

TRENDS IN FERTILIZER USE IN LATIN AMERICA – PRINCIPLES AND PERSPECTIVES

- This paper deals initially with demographic, soil and crops characteristics of Latin America in an attempt to show the basic dilemma of producing food and fiber for a fast growing population, for the local industry, and for export.
- Trends in fertilizer use are discussed next, the conclusion being drawn that in order to meet the requirements of soils and crops within the region relatively higher proportions of both P and K will be needed.
- Actual needs of fertilizers were estimated by using different criteria and the possibilities of meeting them through local production and imports were touched upon.
- Steps designed to bridge the technological gap between use and need were outlined briefly as items of a comprehensive policy.

LITERATURA CITADA

- ANÔNIMOS. Undated. Programa Nacional de Fertilización (México).
- BELLATI, J.I., ROMERO, H.H. & TERRANOVA, A.M., 1973. Consumo de fertilizantes en la Republica Argentina. Centro Inv. Recursos Naturales. INTA. Suelos, E.F.
- BENNEMA, J., 1970. Naturaleza y potencial de los suelos tropicales. In: Desarrollo Rural en la America Tropical. J.L. Turk and L.V. Crowder, editors. Editorial Roble. Mexico, D.F.
- BERGER, J., 1969. The World's Major Fibre Crops, their Cultivation and Manuring. Centre d'Etude de l'Azote, Zurich.
- BROWN, L.R., 1970. Human Food Production as a Process in the Biosphere. Scientific American, 223(3):161-170.
- CARDOSO, E., CAMOLESI, N., PIMENTEL GOMES, F. & MALAVOLTA, E., 1957. Efeitos da Adubação Potássica em Cana-de-açúcar. Pamphlet, São Paulo.
- CARVAJAL, J.F., 1972. Cafeto-Cultivo y Fertilización, Instituto Internacional de la Potasa, Berna.
- CENTRO DE INVESTIGAÇÕES AGRONÔMICAS, 1966. Resultados Experimentales de Abonamiento en algunos Cultivos y Suelos de Venezuela. Maracay.

- CEPAL/FAO/BID, 1966. El uso de Fertilizantes en America Latina. Naciones Unidas, Nueva York.
- CYMMIT, 1969. El Proyecto Puebla 1967-1969, México D.F.
- DAVIS, C.H., JOE FREE, W., POTTS, J.M. & RUSS, P.L., 1970. Fertilizer Supply Study for Chile, TVA.
- DIERENDONCK, F.J.E. van, 1959. The Manuring of Coffee Cocoa. Tea and Tobacco. Centre d'Etude de l'Azote, Geneva.
- DORST, J., 1973. Antes que a Natureza Morra. Transl. by R. Buongermino and coord. by M.G. Ferri. Edi. Edigar Blucher Ltda. & Editora da Universidade de São Paulo.
- DROSDOFF, M., 1970. Administracion de los suelos. In: Desarrollo Rural en la America Tropical, K.L. Turk and L.V. Crowder, editors. Editorial Roble, Mexico D.F.
- FAO, 1952. Soil Conservation. An International Study. FAO, Agricultural Studies, Nº 4 2nd. Printing, Rome, Italy.
- FAO, 1966. Bibliography on Soil and Related Sciences for Latin American. 1st. Draft. World Soil Resources Reports, 23.
- FAO, 1969. Fertilizers, Rome.
- FAO-UNESCO, 1971. Soil Map of the World, vol. IV – South America, Paris.
- FUZATTO, M.G., 1965. Adubação mineral. In: Cultura e Adubação do Algodoeiro. Ed. by Instituto Brasileiro de Potassa (J. Morgenthaler, ed.), São Paulo.
- GEUS, J.G. de, 1973. Fertilizer Guide for the Tropics and Subtropics. Centre d'Etude de l'Azote, Zurich.
- GOMES, J.A., 1972. El nitrogeno en cultivos de climas calidos. In: El Uso del Nitrogeno en el Tropico. publ. by Soc. Colombiana de la Ciencia del Suelo, 4(1):241-266.
- HARDY, F., undated. Suelos Tropicales – Pedologia Tropical con Enfasis en America. Herrera Hermanos Sucesores S.A., México.
- HEIL, F.G. Jr., 1967. Uruguay's Fertilizer Supply and Needs. TVA.
- IBACH, D.B. & MOHAN, J.N., 1968. Fertilizer use patterns and potentials. In: Changing Patterns in Fertilizers. Use R.C. Dinauer (mgn. ed.). Soil Science of American, Inc. Madison.
- JACOB, A. & von UEXKULL, 1958. Fertilizer Use. Verlagsgesellschaft fur Ackerbau, mbH., Hannover.
- MAGNARELLI, R., 1971. Fertilidad de suelos y uso de fertilizantes. b) en la provincia de Santa Fe, In: Seminario de Fertilidad y Fertilizantes, pp. 95-102, publ. by Soc. Cient. Argentina and Fac. de Agronomia y Veterinaria UBA Buenos Aires.
- MALAVOLTA, E., PIMENTEL GOMES, F. & COURRY, T., 1958. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. Bourbon vermelho). I. Resultados preliminares. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Bol. 14.
- MALAVOLTA, E. & MORAES, F.R.P., 1965. Resultados de ensaios de adubação. In: Cultura e Adubação do Cafeeiro, 2nd ed. Ed. by Instituto Brasileiro de Potassa (J. Morgenthaler, ed.). São Paulo.
- MALAVOLTA, E., 1970a. ABC da Adubação. Ed. Agronômica "Ceres" Ltda., São Paulo.
- MALAVOLTA, E., 1970b. Intensive fertilization of coffee in Brazil. Proc. 9th Congress International Potash Institute, pp. 331-344.
- MALAVOLTA, E., 1973. Fertilizer Use in Developing Countries – the case of Brazil. Ann. Mtg. ASA, CSSA and SSSA (Las Vegas, Nevada) mimeog.
- MARTINI, J.A., 1967. Principales grandes grupos de suelos de America Central y de Mexico. Fito-tecnia Latinoamericana, 3(1):163-186.
- MARTINI, J.A., 1969. Algunas consideraciones sobre los suelos de America Central con refe-

- rencia especial al desarrollo del tropico humido. *Fitotecnia Latinoamericana*, 6(1):127-147.
- MIRANDA, L.T., 1966. Resultados de experimentos de adubação e sugestões para a interpretação baseada na análise química de solo. In: *Cultura e Adubação do Milho*. Ed. by Instituto Brasileiro de Potassa (J. Morgenthaler, ed.). São Paulo.
- MONTERO, E. & PEREZ, S. (ed.), 1967. *Investigacion Economica y Experimentación Agrícola*. Publ. by IICA and Universidad Católica de Chile, Montevideo.
- MULLER, E.V., 1970. La necesidad de fertilizantes. In: *Desarrollo Rural en la America Tropical*, ed. by K.L. Turk and L.V. Crowder. Editorial Roble, Mexico D.C.
- NAVAS, J., 1972. El nitrogeno en cultivos de clima frio. In: *El uso del nitrogeno en el tropico*, publ. by Soc. Colombiana de la Ciencia del Suelo, 4(1):277-302.
- PARKER, F.W. & NELSON, L.B., 1966. More fertilizer for more food. In: *Prospects of the World Food Supply. A Symposium*. National Academy of Sciences, Washington D.C.
- PIMENTEL GOMES, F. & ANDRADE LIMA, C.C., 1964. Resultados de ensaios de adubação. In: *Cultura e Adubação da Cana-de-açúcar*. Ed. by Instituto Brasileiro de Potassa (J. Morgenthaler, ed.). São Paulo.
- PIMENTEL GOMES, F. & CAMPOS, H. de, 1966. Resultados de ensaios de adubação. In: *Cultura e Adubação do Milho*. Ed. by Instituto Brasileiro de Potassa (J. Morgenthaler, ed.). São Paulo.
- RANZANI, G., 1971. Solos de Cerrados no Brasil. In: *III Simpósio sobre o Cerrado*. H.G. Ferri, editor, Editora Edgar Blucher Ltda. & Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RAS, N., 1973. Una interpretación sobre el desarrollo agropecuario de la Argentina IICA. *Sona Sur Publ. Misc.* 113. Buenos Aires.
- REYNAERT, E.E. (ed.), 1969. *La Investigación de Fertilidad de Suelos para La Produccion Agrícola en la Zona Templada*. Publ. by Centro Inv. y Ens. para la Zona Templada del UICA and Centro de Inv. Agr. "Alberto Boerger" del Min. Gan y Agr. del Uruguay, Montevideo.
- RODRIGUEZ, M., 1967. Desarrollo de la ciencia del suelo en los últimos 25 años en América Latina. In: *Las Ciências Agrícolas en América Latina*, publ. by IICA and ALAF, San Jose, C. Rica.
- ROSAND, P.C., MIRANDA, E.R., SANTANA, M.B.M. & SANTANA, C.J.L., 1972. *Cacaueiro*, mimeog., Itabuna.
- RUSSEL, D.A., LEHR, J.R., LIVINGSTON, O.W., BLADE, L.V. & WAUCH, D.L., 1971. Lime, fertilizer and agricultural potential in Paraguay, TVA.
- SAMPER, A. & FRANCO, A., 1967. Introduction. In: *Ciências Agrícolas en América Latina*, publ. by IICA and ALAF, San Jose, C. Rica.
- SANCHEZ, P.A., 1972. Fertilización y manejo del nitrogeno en el cultivo del arroz tropical. In: *El Uso del Nitrogeno en el Tropico*, publ. by Soc. Colombiana de la Ciências del Suelo, 4(1): 197-940.
- SEITEC, 1973. *Estudos Nacional de Fertilizantes*, vol. II. São Paulo.
- SOMBROEK, W.G., 1966. *Amazon Soils. A Reconnaissance of the Soils of the Brazilian Amazon Region*, Pudoc. Wageningen.
- TVA, 1967. *Seminar for Latin America Fertilizer Executives*. Muscle Shoals.
- VALENCIA, G., 1972. El Nitrogeno en la zona cafetera. In: *El uso del Nitrogeno en el Tropico*, publ. by Soc. Colombiana de la Ciência del Suelo, 4(1):267-276.
- VASQUEZ, V.C. & WINKELMANN, D.L., 1972. Analisis de la industria nacional de fertilizantes, minimizando costas de produccion y transporte. *Agrociencia (Ser. A)*, 10:9-19.
- VERDADE, F.C., 1971. Agricultura e Silvicultura no Cerrado. In: *III Simp. sobre o Cerrado*, pp. 65-76. Ed. by M.G. Ferri. Editora Edgar Blucher Ltda. & Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

- VOLLERT, C.A.W., 1971. Fertilidad de suelos y uso de fertilizantes. a) en la provincia de Buenos Aires. In: Seminario de Fertilidade y Fertilizantes, pp. 87-94, publ. Soc. Cient. Argentina and Fac. de Agronomia y Veterinaria UBA, Buenos Aires.
- WILLIAMS, M.S. & COUSTON, J.W., 1972. Los Niveles de Produccion Agricola y del Empleo de Fertilizantes. Organizacion de las Naciones Unidas para la agricultra y la Alimentation. Roma.
- WRIGHT, A.C.S. & BENNEMA, J., 1965. The soil Resources of Latin America (1st draft) FAO, Roma, mimeog.
- ZAFFANELLA, M.J.R., 1972. Productividad de maiz y problemas de manejo y conservación de suelos. In: Seminario de Manejo y Conservación de Suelos, publ. by Soc. Cient. Argentina. Buenos Aires.