

BALANÇO DE NUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Tsuioshi Yamada¹
Alfredo Scheid Lopes²

1. INTRODUÇÃO

Estudou-se o balanço de nutrientes na agricultura brasileira analisando-se a entrada e a saída destes nutrientes durante o período de 1993-1996 (quatro anos agrícolas).

Estimou-se a quantidade de nutrientes que entrou na agricultura brasileira multiplicando-se a quantidade de fertilizantes entregues aos agricultores, no ano considerado, pela concentração média em N, P₂O₅ e K₂O.

Estimou-se a quantidade de nutrientes que saiu da agricultura brasileira multiplicando-se a produção de cada uma das 15 culturas consideradas pela concentração de nutrientes na parte colhida das mesmas.

Com estes dois dados fez-se o balanço entre a entrada e a saída, onde observou-se que mesmo considerando-se eficiência de 100% para a fixação nitrogenada em soja e feijão, o nitrogênio apresenta-se deficitário. Os demais macronutrientes apresentam saldo positivo. É óbvio que o enriquecimento da fertilidade do solo dependerá da eficiência de utilização dos fertilizantes pelo sistema de produção.

Para compreensão da origem dos nutrientes empregados na agricultura brasileira reportou-se à produção nacional de adubos, bem como à importação. Nestes dados é importante diferenciar o consumo aparente, que é a soma da produção nacional com a importação, num determinado ano, da quantidade de fertilizan-

tes efetivamente entregue aos agricultores. No presente trabalho utilizou-se, para fins de balanço, a quantidade efetivamente entregue e não o consumo aparente de N, P e K.

2. ENTRADA DE NUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA

2.1. Consumo aparente de fertilizantes no Brasil

A década de 70 e meados de 80 viveram a grande epopeia da expansão da fronteira agrícola com a abertura do cerrado do Brasil Central pela cultura da soja. A pesquisa, através da EMBRAPA e outras instituições estaduais e federais, proporcionou as informações técnicas para o manejo da fertilidade do solo. A agricultura, com altos subsídios governamentais, teve então o seu grande momento. A importância deste subsídio pode ser observado no consumo de fósforo de 1,8 milhão de toneladas de P₂O₅ em 1980, o último ano de vigência do mesmo. Apenas em meados da década de 90, num mercado livre da influência do subsídio, voltou-se novamente a empregar esta quantidade de fósforo. Concomitantemente com a política governamental de subsídios ao campo, houve grandes investimentos governamentais na indústria nacional de fertilizantes. Até então, a participação majoritária era da importação. Do consumo aparente em 1996 (soma de produção local mais importação) de 1.270,6 mil toneladas de N, 1.714,6 mil toneladas de P₂O₅ e de 2.066,3 mil toneladas de K₂O, a participação da indústria brasileira foi de 61,3% para o nitrogênio, 74,0% para o fósforo e 11,6% para o potássio (Tabela 1).

Tabela 1. Consumo aparente de fertilizantes no Brasil (1950-1996).

| Ano | Nitrogênio (N) | | | Fósforo (P ₂ O ₅) | | | Potássio (K) | | |
|------|----------------|----------------------|-----------|--|----------------------|-----------|--------------|----------------------|-----------|
| | Total | % Local Importado | | Total | % Local Importado | | Total | % Local Importado | |
| | 1.000 t | Local | Importado | 1.000 t | Local | Importado | 1.000 t | Local | Importado |
| 1950 | 14,2 | 5,6 | 94,4 | 48,2 | 12,5 | 87,5 | 23,5 | 0,0 | 100,0 |
| 1960 | 62,5 | 21,6 | 78,4 | 74,2 | 56,3 | 43,7 | 106,3 | 0,0 | 100,0 |
| 1970 | 276,4 | 7,5 | 92,5 | 406,9 | 39,4 | 60,6 | 306,7 | 0,0 | 100,0 |
| 1980 | 667,9 | 42,3 | 57,7 | 1.853,9 | 80,3 | 19,7 | 1.306,6 | 0,0 | 100,0 |
| 1990 | 913,6 | 80,7 | 19,3 | 1.176,7 | 89,8 | 10,2 | 1.202,0 | 5,7 | 94,3 |
| 1996 | 1.270,6 | 61,3 | 38,7 | 1.714,6 | 74,0 | 26,0 | 2.066,3 | 11,6 | 88,4 |

Fonte: ANDA (1995, 1997) e SIACESP (1997).

¹ Engenheiro Agrônomo, M.S., Dr., diretor da POTAPOS.

² Professor Emérito, UFLA, Lavras-MG e consultor da ANDA.

Tabela 3. Produção de fertilizantes nitrogenados (1993-1996).

| Produto | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | Média | % |
|--------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1.000 t N | | | | | |
| Sulfato de amônio | 28,2 | 39,3 | 35,2 | 41,0 | 35,9 | 4,7 |
| Uréia | 465,8 | 473,7 | 510,1 | 495,6 | 486,3 | 63,7 |
| Nitrocálcio | 37,8 | 30,6 | 30,9 | 25,1 | 31,1 | 4,0 |
| Nitrato de amônio | 69,1 | 96,3 | 100,5 | 105,2 | 92,8 | 12,2 |
| Diamônio fosfato | 8,1 | 10,0 | 6,9 | 10,5 | 8,9 | 1,2 |
| Monoamônio fosfato | 49,9 | 59,2 | 65,1 | 65,4 | 59,9 | 7,8 |
| Complexos | 50,4 | 59,1 | 47,0 | 35,9 | 48,1 | 6,3 |
| N (x 1.000 t) | 709,2 | 768,3 | 795,6 | 779,0 | 763,0 | 100,0 |

Fonte: ANDA (1995, 1997).

Na média do período 1993-96 a participação da indústria brasileira na oferta de fertilizantes foi de 47,1%, com os restantes 52,9% supridos pela importação (Tabela 2).

Tabela 2. Produção nacional e importação de fertilizantes – total de N-P₂O₅-K₂O.

| Ano | Nacional | Importada | Total |
|-----------------|----------|-----------|---------|
| | 1.000 t | | |
| 1993 | 2.112,9 | 2.457,8 | 4.570,7 |
| 1994 | 2.390,9 | 2.653,1 | 5.044,0 |
| 1995 | 2.261,8 | 2.301,8 | 4.563,6 |
| 1996 | 2.288,6 | 2.762,9 | 5.051,5 |
| Média (1.000 t) | 2.263,5 | 2.543,9 | 4.807,4 |
| Média (%) | 47,1 | 52,9 | 100,0 |

Fonte: SIACESP (1997).

2.2. Produção nacional de fertilizantes

Na Tabela 3 é apresentada a produção de fertilizantes nitrogenados durante o período estudado de 1993-96. Observa-se que a uréia é a principal fonte nitrogenada produzida pela indústria nacional. Como se sabe, um dos principais problemas apresentados pela uréia é a perda de N, na forma de amônia (NH_3), quando ela é aplicada na superfície do solo, sem incorporação. As perdas são maiores ainda no caso de sistema de plantio direto, quando então o produto fica em contato com a palha. O sulfato de amônio, uma boa fonte de N e de S, sem ou quase sem perdas por volatização, é pouco produzido no país, sendo a demanda coberta em grande parte pela importação.

No caso das fontes fosfatadas produzidas no país, observa-se a participação expressiva do superfosfato simples, um excelente fertilizante pelo alto teor de nutrientes que contém: 18% de P₂O₅, 20% de cálcio (Ca) e 12% de enxofre (S). É um produto de grande aceitação pelos agricultores, muito utilizado na horticultura, bataticultura e na cultura da soja (Tabela 4).

A totalidade do potássio produzido em Carmópolis-SE é na forma de cloreto de potássio. Em 1996 foram produzidas 240 mil toneladas de K₂O, equivalentes a 400 mil toneladas de KCl (Tabela 5).

Para os micronutrientes, não existem dados estatísticos de produção e de consumo, como temos para os macronutrientes. Estima-se que nos últimos anos o consumo total de produtos como fontes de micronutrientes foi de 150.000 toneladas/ano, com concentrações médias de 8-15% de Mn, 12-15% de Zn, 2-6% de Cu e 4-8% de B. Em média, forneceriam anualmente 17.000 toneladas de Mn, 20.000 toneladas de Zn, 6.000 toneladas de Cu e 9.000 toneladas de B (Marcos Rocha, Produquímica, e José Paulo Marini, Agroplanta, comunicação pessoal). Para o molibdénio estima-se o consumo em 1.000 toneladas na forma de molibdato de sódio ou 390 toneladas de Mo (José Roberto Pereira de Castro, Stoller do Brasil, comunicação pessoal).

2.3. Consumo de calcário na agricultura brasileira

A Tabela 6 mostra a quantidade de calcário agrícola comercializada nos diferentes Estados do país durante a década de 90. O consumo médio na década de 90 foi de 15 milhões de toneladas/ano. O Estado de São Paulo foi o que mais consumiu (21,57% do total), seguido por Paraná (16,92%), Rio Grande do Sul (14,82%), Minas Gerais (12,51%), Goiás (10,08%), e dos demais. Constatata-se um paradoxo: os Estados de agricultura tradicio-

Tabela 4. Produção de fertilizantes fosfatados (1993-1996).

| Produto | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | Média | % |
|---|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | 1.000 t P ₂ O ₅ | | | | | |
| Diamônio fosfato | 20,6 | 25,6 | 17,7 | 26,9 | 227,0 | 1,8 |
| Monoamônio fosfato | 264,1 | 312,1 | 339,8 | 345,5 | 315,4 | 24,6 |
| Superfosfato simples | 484,7 | 558,3 | 482,9 | 528,4 | 513,6 | 40,0 |
| Superfosfato triplo | 233,1 | 261,6 | 227,1 | 234,5 | 239,1 | 18,6 |
| Termofosfato | 17,1 | 20,5 | 16,4 | 20,9 | 18,9 | 1,5 |
| Fosfato parcialmente acidulado | 13,0 | 15,4 | 17,3 | 9,7 | 13,8 | 1,1 |
| Complexos | 197,6 | 199,7 | 141,0 | 102,9 | 160,3 | 12,5 |
| (P ₂ O ₅ x 1.000 t) | 1.230,8 | 1.393,2 | 1.242,1 | 1.268,9 | 1.283,8 | 100,0 |

Fonte: ANDA (1995, 1997).

nal – São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul –, com áreas abertas e corrigidas há décadas, consumindo mais da metade do calcário comercializado no país. O esperado seria que a maior parte do calcário fosse utilizada nas áreas de abertura do cerrado.

No período de 1993/96 o consumo médio de calcário na agricultura brasileira foi de 17 milhões de toneladas/ano. Supondo teores médios de 24% de CaO (ou 17,1% de Ca) e 14% de MgO (ou 8,4% de Mg), o calcário aportou anualmente 2,9 milhões de toneladas de Ca e 1,4 milhão de toneladas de Mg. Para o cálcio, além do calcário, os superfosfatos simples e triplo fornecem anualmente ao redor de 700 mil toneladas de cálcio, havendo pois um suprimento anual de 3,6 milhões de toneladas deste nutriente.

2.4. Importação de fertilizantes

Como já foi mencionado, no período de 1993-96 a participação média da importação no suprimento de fertilizantes para a agricultura brasileira foi de 52,9%. Entre os fertilizantes importados, o cloreto de potássio ocupa posição de destaque, com cerca de 3 milhões de toneladas importadas em 1996. Outro importante

fertilizante na pauta de importação é o sulfato de amônio, com 905 mil toneladas/ano, em média, no período considerado (Tabela 7).

Observa-se ainda na Tabela 7 que a quantidade média de nutrientes importada pelo Brasil durante o período de 1993-1996 foi de 472,5 mil toneladas de N, 430,4 mil toneladas de P₂O₅ e 1.646,2 mil toneladas de K₂O. A quase totalidade da importação nitrogenada foi nas formas de uréia e sulfato de amônio (perto de 200 mil toneladas de N, para cada um dos produtos). A importação de sulfato de amônio constitui-se num importante aporte de enxofre para as culturas brasileiras. Estima-se em 580 mil toneladas a soma de enxofre proveniente do sulfato de amônio (230 mil toneladas de S) e do superfosfato simples (350 mil toneladas de S) que são empregados, em média, por ano, na agricultura brasileira.

2.5. Entrada de nutrientes

A entrada de nutrientes na agricultura brasileira foi estimada multiplicando-se os teores médios de N, P₂O₅ e K₂O nos fertilizantes pelas respectivas quantidades anuais entregues aos agricultores no período de 1993-1996 (Tabela 8).

Tabela 5. Produção nacional de fertilizantes potássicos (1993-1996).

| Produto | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | Média | % |
|---------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | 1.000 t K ₂ O | | | | | |
| Cloreto de potássio | 173,9 | 229,3 | 224,1 | 240,7 | 217,0 | 100 |

Fonte: ANDA (1995, 1997).

Tabela 6. Comercialização de calcário agrícola no Brasil.

| Estado | 1991 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | Média* | 1.000 t | % |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---|
| | 1.000 t | | | | | | | | |
| RS | 1.175,00 | 3.696,00 | 3.122,00 | 1.392,00 | 1.799,20 | 2.319,10 | 2.270,29 | 14,82 | |
| SC | 70,00 | 734,00 | 767,00 | 703,00 | 695,60 | 926,10 | 616,28 | 4,02 | |
| PR | 2.000,00 | 2.812,00 | 3.481,00 | 1.852,00 | 2.422,20 | 2.906,90 | 2.593,39 | 16,92 | |
| SP | 2.200,00 | 3.611,00 | 4.567,00 | 3.362,00 | 3.436,70 | 3.724,30 | 3.305,99 | 21,57 | |
| MG | 1.700,00 | 2.300,00 | 2.341,00 | 1.769,60 | 1.870,40 | 1.958,00 | 1.917,38 | 12,51 | |
| MS | 900,00 | 1.076,00 | 1.044,00 | 390,00 | 591,90 | 899,20 | 761,39 | 4,97 | |
| MT | 1.000,00 | 2.228,00 | 2.284,00 | 708,90 | 1.343,20 | 1.253,80 | 1.358,15 | 8,86 | |
| GO | 800,00 | 1.940,00 | 1.485,00 | 1.180,00 | 2.350,00 | 1.844,20 | 1.545,15 | 10,08 | |
| TO | 300,00 | 550,00 | 60,00 | 30,00 | 300,00 | 80,00 | 210,13 | 1,37 | |
| MA | 120,00 | 140,00 | 400,00 | 180,00 | 280,00 | 220,00 | 199,13 | 1,30 | |
| BA | 100,00 | 270,00 | 420,00 | 148,10 | 220,90 | 488,70 | 233,46 | 1,52 | |
| SE | | 20,00 | 35,00 | | | 11,70 | 64,18 | 0,42 | |
| ES | 180,00 | 120,00 | 130,00 | 131,20 | 59,90 | 109,80 | 114,41 | 0,75 | |
| AL | | 65,00 | 105,00 | 60,00 | 60,00 | 87,00 | 75,40 | 0,49 | |
| PE | | 90,00 | 157,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 85,40 | 0,56 | |
| RO | | 7,00 | 7,00 | | | | 7,00 | 0,05 | |
| PB | | | 30,00 | 15,00 | 15,00 | 20,00 | 20,00 | 0,13 | |
| PI | | | | 30,00 | 30,00 | 65,00 | 41,67 | 0,27 | |
| CE | | | | 65,00 | 65,00 | 65,00 | 65,00 | 0,42 | |
| DF | 180,00 | | | | | | 22,50 | 0,15 | |
| RN | | | | 17,00 | 17,00 | 17,00 | 6,38 | 0,04 | |
| Total (calcário) | 10.725,00 | 19.659,00 | 20.435,00 | 12.093,80 | 15.617,00 | 17.055,80 | 15.324,04 | 100,00 | |
| Ca (1.000 t) | 1.838,27 | 3.369,55 | 3.502,56 | 2.072,88 | 2.676,75 | 2.923,36 | 2.626,54 | 67,10 | |
| Mg (1.000 t) | 900,90 | 1.651,36 | 1.716,54 | 1.015,88 | 1.311,83 | 1.432,69 | 1.287,22 | 32,90 | |

*Média 1990-97.

Fonte: ABRACAL: Comercialização de Calcário Agrícola no Brasil (informação pessoal, 1998).

Tabela 7. Importação de fertilizantes (1993-1996).

| Produto | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | Média |
|---|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| | x 1.000 t produto | | | | |
| Sulfato de amônio | 826,3 | 839,4 | 914,0 | 1.043,5 | 905,8 |
| Uréia | 471,1 | 472,8 | 324,0 | 378,7 | 411,6 |
| Nitrato de amônio | 15,0 | 13,0 | 40,5 | 68,3 | 34,2 |
| Nitrato de cálcio | 14,1 | 10,5 | 20,4 | 26,5 | 17,9 |
| Nitrato de Ca e Mg | 1,0 | 3,0 | 3,0 | 9,2 | 4,0 |
| Sulfônito | 2,5 | 5,6 | 3,0 | | 2,8 |
| Superfosfato simples | 152,8 | 104,9 | 68,5 | 73,2 | 99,8 |
| Superfosfato triplo | 194,4 | 311,8 | 170,5 | 271,8 | 237,1 |
| Monoamônio fosfato | 479,2 | 560,6 | 427,2 | 555,9 | 505,7 |
| Diamônio fosfato | 102,9 | 131,1 | 58,5 | 37,1 | 82,4 |
| Cloreto de potássio | 2.559,8 | 2.675,7 | 2.495,6 | 2.978,6 | 2.677,4 |
| Sulfato de potássio | 44,4 | 37,6 | 45,6 | 49,7 | 44,3 |
| Sulfato de K e Mg | 2,0 | 2,0 | | | 1,0 |
| Salitre sódico | | | 6,8 | | 1,7 |
| Salitre potássico | 79,9 | 82,9 | 101,6 | 82,2 | 86,6 |
| Nitrato de potássio | 16,5 | 11,7 | 10,2 | 3,3 | 10,4 |
| Fert. complexos | 4,9 | 4,8 | | 1,5 | 11,2 |
| Total produto | 4.963,9 | 5.274,4 | 4.682,5 | 5.579,6 | 5.125,1 |
| N x 1.000 t | 475,2 | 494,2 | 426,0 | 494,6 | 472,5 |
| P ₂ O ₅ x 1.000 t | 417,6 | 517,2 | 341,2 | 445,8 | 430,4 |
| K ₂ O x 1.000 t | 1.577,6 | 1.642,6 | 1.539,1 | 1.825,6 | 1.646,2 |

Fonte: ANDA (1995, 1997).

As culturas que mais utilizaram fertilizantes foram: soja (22,7% do total), milho (19,4%), cana-de-açúcar (18,1%), seguidas pelo café, arroz e feijão (com 5,8% cada). Estas seis culturas respondem por quase 80% do consumo de fertilizantes no país.

Assim, chegou-se às seguintes quantidades médias anuais de macronutrientes entrando na agricultura brasileira, no período considerado:

- 1.133,6 mil toneladas de N,
- 1.623,5 mil toneladas de P₂O₅ (ou 708,9 mil toneladas de P),
- 1.759,3 mil toneladas de K₂O (ou 1.466,0 mil toneladas de K),
- 3,6 milhões de toneladas de cálcio (Ca),
- 1,4 milhão de toneladas de magnésio (Mg) e
- 580 mil toneladas de enxofre (S).

Como o porcentual da área ocupada pelas 15 culturas estudadas era de 92,9% da área total, foi feita a devida correção porcentual obtendo-se, então, para estas culturas:

- 1.053,1 mil toneladas de N,
- 1.909,9 mil toneladas de P₂O₅ (ou 658,6 mil toneladas de P),
- 1.634,4 mil toneladas de K₂O (ou 1.362,0 mil toneladas de K),
- 3.344 mil toneladas de Ca,
- 1.300,6 mil toneladas de Mg e
- 538,8 mil toneladas de S.

3. SAÍDA DE NUTRIENTES DA AGRICULTURA BRASILEIRA

A produção média das principais culturas brasileiras no período de 1993-1996 encontra-se na Tabela 9, o teor em macronutrientes na parte colhida na Tabela 10 e o de micronutrientes na Tabela 11.

A saída de nutrientes através da colheita da agricultura brasileira foi calculada multiplicando-se a concentração de nutrientes na parte colhida pela respectiva produção anual do país. A Tabela 12 mostra a quantidade de macronutrientes exportada pela agricultura brasileira, média anual do período 1993-96, e a Tabela 13 a de micronutrientes, também média anual para o mesmo período.

Pela extensa área plantada (mais de 11 milhões de hectares) e pela alta concentração de N nos grãos, a soja é a maior exportadora de N da agricultura brasileira, com mais de 1,4 milhão de toneladas de N/ano. Duas importantes gramíneas seguem-na: o milho, com 738 mil toneladas, e a cana, com 378 mil toneladas. No balanço considerou-se todo o N exportado pela soja e pelo feijão como proveniente da fixação biológica. De todos os nutrientes, o nitrogênio é o exportado em maior quantidade, com 3,08 milhões de toneladas de N/ano, transferidas das lavouras através da colheita.

O milho, com 153,6 mil toneladas, é o maior exportador de P, seguido pela soja com 125,6 mil toneladas. A cana-de-açúcar exporta muito pouco fósforo através da colheita, apenas 80 gramas por tonelada de colmo colhido, o que daria 8 kg de P em uma produtividade de 100 toneladas de colmos/ha, equivalente ao P exportado em apenas 1,7 tonelada de milho. Em média foram exportadas ao redor de 380 mil toneladas de P/ano.

A soja, além de maior exportadora de N, também é a maior exportadora de K, com 451,7 mil toneladas K/ano, seguida pela cana-de-açúcar (320,3 mil toneladas de K) e pelo milho (212,4 mil toneladas de K). No total foram exportadas, em média, no período, perto de 1,3 milhão de K por ano.

Causa surpresa a pequena quantidade total de cálcio e magnésio exportada através da colheita. O milho exporta 100 g de cálcio e 1,8 kg de magnésio por tonelada de grãos, ou seja, 1 kg de Ca e 18 kg de Mg para cada 10 toneladas de grãos. O Ca, apesar de ser o nutriente mais absorvido pela planta citrica, é, no entanto, exportado nos frutos em quantidade muito pequena, ao redor de 0,5 kg/tonelada de fruta. Assim, uma produção de 40 toneladas/ha de laranja exporta apenas 20 kg de Ca/ha. Com a adoção do sistema de plantio direto, no qual a matéria orgânica tem papel importante na neutralização dos efeitos tóxicos do alumínio pela complexação deste pelos ácidos orgânicos, e ainda com a redução das perdas por erosão, é possível que as necessidades de calcário na agricultura sejam sensivelmente diminuídas.

A soja é também a maior exportadora de S (77,3 mil toneladas de S/ano) da agricultura brasileira, seguida de perto pelo milho, com 68,6 mil toneladas/ano. A deficiência de S é muito comum nas regiões com predomínio de utilização de formulações concentradas, muitas vezes desprovidas deste elemento.

Excetuando-se o ferro, para o qual admite-se que o solo tem suprimento suficiente (nem sempre verdade), os dois micronutrientes mais exportados através da colheita são o manganês e o zinco, com cerca de 5 mil toneladas/ano cada um. A seguir, o boro, com cerca de 2 mil toneladas/ano, o cobre, perto de 1,4 mil toneladas/ano, e o molibdênio, com 134 toneladas/ano, todos os valores expressos na forma elementar.

Tabela 8. Consumo de fertilizantes na agricultura brasileira (1993-1996).

| Cultura | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | Média | % |
|--|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|-------------|
| ----- 1.000 t de fertilizantes ----- | | | | | | |
| * de exportação (A) | | | | | | |
| Café | 580 | 635 | 619 | 827 | 665 | 5,8 |
| Soja | 2.440 | 2.633 | 2.486 | 2.796 | 2.589 | 22,7 |
| Laranja | 300 | 353 | 349 | 382 | 346 | 3,0 |
| Cana-de-açúcar | 2.090 | 2.105 | 1.914 | 2.139 | 2.062 | 18,1 |
| Cacau | 70 | 62 | 58 | 57 | 62 | 0,5 |
| Fumo | 240 | 236 | 228 | 282 | 247 | 2,2 |
| Algodão herbáceo | 300 | 319 | 258 | 187 | 266 | 2,3 |
| Amendoim | 10 | 14 | 11 | 12 | 12 | 0,1 |
| Subtotal | 6.030 | 6.357 | 5.923 | 6.682 | 6.248 | 54,8 |
| * de consumo interno (B) | | | | | | |
| Arroz | 600 | 781 | 632 | 621 | 659 | 5,8 |
| Feijão | 580 | 821 | 671 | 585 | 664 | 5,8 |
| Milho | 1.910 | 2.325 | 2.027 | 2.582 | 2.211 | 19,4 |
| Mandioca | 70 | 91 | 66 | 84 | 78 | 0,7 |
| Batata | 300 | 324 | 405 | 369 | 350 | 3,1 |
| Tomate | 75 | 96 | 106 | 97 | 94 | 0,8 |
| Trigo | 320 | 289 | 207 | 311 | 282 | 2,5 |
| Subtotal | 3.855 | 4.727 | 4.114 | 4.649 | 4.336 | 38,0 |
| * outras (C) | | | | | | |
| Total (A + B + C) | 10.543 | 11.959 | 10.839 | 12.248 | 11.397 | 100,0 |
| A/Total (%) | 57,2 | 53,2 | 54,6 | 54,6 | 54,8 | |
| B/Total (%) | 36,5 | 39,5 | 38,0 | 37,9 | 38,1 | |
| (A + B)/Total (%) | 93,7 | 92,7 | 92,6 | 92,5 | 92,9 | |
| N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (%) | 9,6-14,7-15,1 | 9,9-14,6-15,2 | 10,5-13,8-15,5 | 9,8-13,9-15,9 | 9,9-14,2-15,4 | |
| N:P ₂ O ₅ :K ₂ O | 100:153:157 | 100:147:153 | 100:131:147 | 100:142:162 | 100:143:155 | |
| N (1.000 t) | 1.012,1 | 1.183,9 | 1.138,1 | 1.200,3 | 1.133,6 | |
| P ₂ O ₅ (1.000 t) | 1.549,8 | 1.746,0 | 1.495,8 | 1.702,5 | 1.623,5 | |
| K ₂ O (1.000 t) | 1.592,0 | 1.817,8 | 1.680,0 | 1.947,4 | 1.759,3 | |
| N + P ₂ O ₅ + K ₂ O (1.000 t) | 4.153,9 | 4.747,7 | 4.313,9 | 4.850,2 | 4.516,4 | |

Fonte: ANDA (1995, 1997).

Tabela 9. Área plantada, produção e produtividade da agricultura brasileira (média do período 1993-96).

| Cultura | Área plantada | | Produção | Produtividade |
|---------------------------------|------------------|---------------|------------|---------------|
| | 1.000 ha | % | | |
| * de exportação (A) | | | | |
| Café | 2.031,50 | 3,85 | 2.423,00 | 1.192,7 |
| Soja | 11.336,50 | 21,46 | 24.156,50 | 2.130,9 |
| Laranja | 927,25 | 1,76 | 21.992,50 | 23.718,0 |
| Cana-de-açúcar | 4.698,00 | 8,89 | 291.370,61 | 62.020,3 |
| Cacau | 711,25 | 1,35 | 305,75 | 429,9 |
| Fumo | 317,00 | 0,60 | 526,00 | 1.659,3 |
| Algodão herbáceo | 925,75 | 1,75 | 1.230,25 | 1.328,9 |
| Amendoim | 88,75 | 0,17 | 158,00 | 1.780,3 |
| Subtotal | 21.036,00 | 39,83 | | |
| * de consumo interno (B) | | | | |
| Arroz | 4.116,25 | 7,79 | 10.464,50 | 2.542,2 |
| Feijão | 5.313,50 | 10,06 | 2.904,00 | 546,5 |
| Milho | 14.116,50 | 26,73 | 32.690,00 | 2.315,7 |
| Mandioca | 1.952,50 | 3,70 | 24.080,37 | 12.332,8 |
| Batata | 180,00 | 0,34 | 2.549,61 | 14.164,4 |
| Tomate | 61,50 | 0,12 | 2.590,00 | 42.114,0 |
| Trigo | 1.526,50 | 2,89 | 2.268,25 | 1.485,9 |
| Subtotal | 27.266,75 | 51,62 | | |
| * outras (C) | 4.516,25 | 8,55 | | |
| Total (A + B + C) | 52.819,00 | 100,00 | | |

Fonte: ANDA (1995, 1997).

Tabela 10. Exportação de macronutrientes por tonelada de produto colhido.

| Cultura | N | P | K | Ca | Mg | S |
|--------------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| * de exportação | | | | | | |
| Café (côco) | 17,45 | 1,20 | 26,40 | 3,40 | 1,40 | 1,35 |
| Soja ⁽²⁾ | 60,60 | 5,20 | 18,70 | 1,90 | 2,20 | 3,20 |
| Laranja ⁽³⁾ | 2,00 | 0,20 | 1,50 | 0,50 | 0,13 | 0,14 |
| Cana-de-açúcar ⁽⁴⁾ | 1,30 | 0,08 | 1,10 | 0,14 | 0,20 | 0,12 |
| Cacau ⁽⁵⁾ | 33,00 | 2,00 | 8,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 |
| Fumo ⁽⁶⁾ | 39,00 | 6,70 | 45,00 | 12,30 | 30,70 | 10,00 |
| Algodão herbáceo ⁽⁴⁾ | 22,30 | 3,00 | 18,40 | 8,40 | 3,70 | 7,70 |
| Amendoim ⁽⁵⁾ | 34,00 | 2,00 | 9,00 | 0,50 | 1,00 | 2,00 |
| * de consumo interno | | | | | | |
| Arroz (grãos + casca) ⁽⁷⁾ | 12,40 | 2,20 | 4,40 | 1,00 | 1,00 | 1,40 |
| Feijão ⁽⁸⁾ | 35,40 | 4,00 | 15,30 | 3,10 | 2,60 | 5,40 |
| Milho | 22,60 | 4,70 | 6,50 | 0,10 | 1,80 | 2,10 |
| Mandioca ⁽⁵⁾ | 2,00 | 0,20 | 1,95 | 0,60 | 0,30 | 0,08 |
| Batata ⁽⁹⁾ | 3,60 | 0,22 | 3,30 | 0,15 | 0,18 | 0,40 |
| Tomate ⁽⁵⁾ | 2,40 | 3,60 | 2,70 | 0,14 | 0,22 | 0,28 |
| Trigo ⁽⁴⁾ | 25,00 | 5,00 | 4,00 | 1,00 | 3,00 | 1,60 |

Fontes: ⁽¹⁾Malavolta (1986), ⁽²⁾Tanaka et al. (1993), ⁽³⁾Malavolta & Violante Neto (1989), ⁽⁴⁾Malavolta (1984), ⁽⁵⁾Malavolta et al. (1997), ⁽⁶⁾Hawks & Collins (1983), ⁽⁷⁾Barbosa Filho (1987), ⁽⁸⁾Oliveira & Thung (1988), ⁽⁹⁾Cooke, 1974.

Tabela 11. Exportação de micronutrientes por tonelada de produto colhido.

| Cultura | B | Cu | Fe | Mn | Mo | Zn |
|---------------------------------|-----|------|------|------|-------|------|
| * de exportação | | | | | | |
| Café ⁽¹⁾ | 25 | 16,5 | 105 | 25 | 0,006 | 39,3 |
| Soja | 30 | 15 | 100 | 20 | 3 | 42,5 |
| Laranja ⁽³⁾ | 2,2 | 1,2 | 6,6 | 2,8 | 0,008 | 0,9 |
| Cana-de-açúcar ⁽²⁾ | 2 | 1,8 | 25 | 12 | 0,02 | 5 |
| Cacau ⁽²⁾ | 12 | 16 | 80 | 28 | 0,04 | 47 |
| Fumo ⁽⁵⁾ | 22 | 14 | | 249 | 32 | |
| Algodão herbáceo ⁽²⁾ | 33 | 10 | 243 | 14,6 | 0,15 | 12,3 |
| * de consumo interno | | | | | | |
| Arroz ⁽²⁾ | 4,4 | 6,3 | 60,9 | 25,2 | 0,16 | 40,9 |
| Feijão ⁽²⁾ | 70 | 10 | | 17 | 1 | 30 |
| Milho | 1,5 | 8 | 40 | 8 | 1 | 40 |
| Mandioca ⁽⁶⁾ | 1,8 | 0,8 | 24 | 1,6 | | 4,6 |
| Batata ⁽⁶⁾ | 2 | 2 | 20 | 20 | 1 | 4 |
| Tomate ⁽⁴⁾ | 5 | 10 | 25 | 24 | 0,012 | 25 |
| Trigo ⁽²⁾ | 133 | 10 | | 30 | | 17 |

Fonte: ⁽¹⁾Haag et al. (1991), ⁽²⁾Malavolta et al. (1997), ⁽³⁾Malavolta & Violante Neto (1989), ⁽⁴⁾Malavolta (1984), ⁽⁵⁾Howeler (1981), ⁽⁶⁾Burton (1989).

Tabela 12. Exportação de macronutrientes pela agricultura brasileira.

| Cultura | N | P | K | Ca | Mg | S |
|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| * de exportação | | | | | | |
| Café em côco | 42.281,4 | 2.907,6 | 63.967,2 | 8.238,2 | 3.392,2 | 3.271,1 |
| Soja | 1.463.883,9 | 125.613,8 | 451.726,6 | 45.897,4 | 53.144,3 | 77.300,8 |
| Laranja | 43.985,0 | 4.398,5 | 32.988,8 | 10.996,3 | 2.859,0 | 3.079,0 |
| Cana-de-açúcar | 378.592,5 | 23.298,0 | 320.347,5 | 40.771,5 | 58.245,0 | 34.947,0 |
| Cacau | 10.089,8 | 611,5 | 2.446,0 | 305,8 | 611,5 | 305,8 |
| Fumo | 20.514,0 | 3.524,2 | 23.670,0 | 6.469,8 | 16.148,2 | 5.260,0 |
| Algodão herbáceo | 27.434,6 | 3.690,8 | 22.636,6 | 10.334,1 | 4.551,9 | 9.472,9 |
| Amendoim | 5.372,0 | 316,0 | 1.422,0 | 79,0 | 158,0 | 316,0 |
| * de consumo interno | | | | | | |
| Arroz | 129.759,8 | 23.021,9 | 46.043,8 | 10.464,5 | 10.464,5 | 14.650,3 |
| Feijão | 102.801,6 | 11.616,0 | 44.431,2 | 9.002,4 | 7.550,4 | 15.681,6 |
| Milho | 738.794,0 | 153.643,0 | 212.485,0 | 3.269,0 | 58.842,0 | 68.649,0 |
| Mandioca | 48.136,5 | 4.813,7 | 46.933,1 | 14.441,0 | 7.220,5 | 1.925,5 |
| Batata | 13.761,0 | 841,0 | 12.614,3 | 573,4 | 688,1 | 1.529,0 |
| Tomate | 621,6 | 9.324,0 | 6.993,0 | 362,6 | 569,8 | 725,2 |
| Trigo | 56.706,3 | 11.341,3 | 9.073,0 | 2.268,3 | 6.804,8 | 3.629,2 |
| Total | 3.082.733,8 | 378.961,1 | 1.297.777,9 | 163.473,0 | 231.250,1 | 240.742,2 |

Tabela 13. Exportação de micronutrientes pelas principais culturas brasileiras.

| Cultura | B | Cu | Fe | Mn | Mo | Zn |
|-----------------------------|----------|----------|-----------|----------|---------|----------|
| • de exportação | | | | | | |
| Café | 60,58 | 39,98 | 254,42 | 60,58 | 0,015 | 95,22 |
| Soja | 724,70 | 362,35 | 2.415,65 | 483,13 | 72,47 | 1.026,65 |
| Laranja | 48,38 | 26,39 | 145,15 | 61,58 | 0,176 | 19,79 |
| Cana-de-açúcar | 582,45 | 524,21 | 7.280,63 | 3.494,70 | 5,82 | 1.456,13 |
| Cacau | 3,67 | 4,89 | 24,46 | 8,56 | 0,012 | 14,37 |
| Fumo | 11,57 | 7,36 | 0,00 | 130,97 | 16,83 | 0,00 |
| Algodão herbáceo | 40,60 | 12,30 | 298,95 | 17,96 | 0,185 | 15,13 |
| • de consumo interno | | | | | | |
| Arroz | 46,04 | 65,93 | 637,29 | 263,71 | 1.674 | 428,01 |
| Feijão | 203,28 | 29,04 | 0,00 | 49,37 | 2,904 | 87,12 |
| Milho | 49,04 | 261,52 | 1.307,60 | 261,52 | 32,69 | 1.307,60 |
| Mandioca | 43,32 | 19,25 | 577,64 | 38,51 | 0,00 | 110,71 |
| Batata | 5,10 | 5,10 | 51,00 | 51,00 | 2,55 | 10,20 |
| Tomate | 12,95 | 25,90 | 64,75 | 62,16 | 0,031 | 64,75 |
| Trigo | 301,68 | 22,68 | 0,00 | 68,05 | 0,00 | 38,56 |
| Total | 2.133,35 | 1.406,90 | 13.057,53 | 5.051,79 | 135,364 | 4.674,25 |

4. BALANÇO

Os balanços para macro e micronutrientes, ou seja, a diferença entre a entrada e a saída de macro e micronutrientes encontram-se nas Tabelas 14 e 15, respectivamente. Considerando-se, hipoteticamente, eficiência de utilização de 100% (na prática isso não ocorre), todos os nutrientes, excetuando-se o nitrogênio, apresentam saldo positivo. Para este nutriente, mesmo considerando como proveniente da fixação biológica todo o N da soja e do feijão, ainda assim ter-se-ia um déficit de 466,7 mil toneladas de N, correspondente a mais de 1 milhão de toneladas de uréia. Deve-se lembrar, novamente, que este balanço foi calculado supondo-se uma eficiência de utilização dos nutrientes de 100%. De fato, isto não ocorre. Perdas consideráveis e reduções temporárias das disponibilidades de nutrientes ocorrem por erosão, lixiviação, adsorção, volatilização e imobilização microbiana. Assim, o nitrogênio é muito sujeito às perdas gasosas, através da volatilização da amônia e por desnitrificação. Parte do fósforo fica fortemente retido na fração argila do solo, reduzindo sua disponibilidade na solução do solo, de onde é absorvido pelas raízes das plantas. O potássio é muito sujeito às perdas por lixiviação, principalmente nos solos arenosos desprovidos de matéria orgânica.

O grande saldo positivo de cálcio e magnésio deve-se ao fato de que o cálculo da entrada no sistema para estes dois nu-

trientes é feito com a finalidade de neutralizar a toxidez de alumínio e/ou aumentar a saturação por bases, e não para as reais necessidades dos mesmos, como nutrientes.

O enxofre apresenta balanço positivo, sendo óbvio que as culturas que utilizam o superfosfato simples e o sulfato de amônio estão sendo beneficiadas. O oposto também é verdadeiro. Assim, é muito importante verificar se o adubo utilizado está suprindo as necessidades de S das culturas.

Para fins especulativos, supondo eficiências de utilização de 60% para o nitrogênio, 30% para o fósforo e 70% para o potássio, índices condizentes com a realidade prática, observa-se então que todos os macronutrientes primários apresentam-se deficitários:

- -2.454,64 mil toneladas de N, ou -887,96 mil toneladas de N, após descontar a contribuição da fixação biológica de nitrogênio para a soja e o feijão;
- -180,92 mil toneladas de P, ou -414,30 mil toneladas de P_2O_5 e
- -344,38 mil toneladas de K, ou -413,26 mil toneladas de K_2O .

Observa-se também balanço positivo para todos os micronutrientes, ou seja, a entrada é maior que a saída. Entretanto, é pre-

Tabela 14. Balanço de macronutrientes na agricultura brasileira.

| Nutrientes | N | P | K | Ca | Mg | S |
|--------------------------------|------------|--------|----------|----------|----------|--------|
| - 1.000 t de nutrientes | | | | | | |
| Entrada | 1.053,10 | 658,60 | 1.362,00 | 3.344,40 | 1.300,60 | 538,80 |
| Saída | 3.082,73 | 378,96 | 1.297,78 | 163,47 | 231,25 | 240,74 |
| Balanço | - 2.029,63 | 279,64 | 64,22 | 3.180,93 | 1.069,35 | 298,06 |

Tabela 15. Balanço de micronutrientes na agricultura brasileira.

| Nutrientes | B | Cu | Fe | Mn | Mo | Zn |
|--------------------------|----------|----------|-----------|-----------|--------|-----------|
| - t de nutrientes | | | | | | |
| Entrada | 9.000,00 | 6.000,00 | | 17.000,00 | 390,00 | 20.000,00 |
| Saída | 2.133,35 | 1.406,90 | 13.057,53 | 5.051,79 | 135,36 | 4.674,25 |
| Balanço | 6.866,65 | 4.593,10 | | 11.948,21 | 254,64 | 15.325,75 |

ciso lembrar que a eficiência de utilização dos micronutrientes geralmente é menor que a dos macronutrientes. Finck (1982) cita que o aproveitamento no ano da aplicação de manganês, cobre e zinco varia entre 0,5 a 5,0%. Nas áreas de solos de cerrados, onde se faz a correção de macró e micronutrientes nas doses recomendadas pela EMBRAPA, observa-se que altas produtividades de soja são atingidas já no primeiro ano de abertura do cerrado. Pode-se até especular se os vários anos de espera na chamada "doma do cerrado" não seria, de fato, o tempo para a correção dos baixos teores de micronutrientes do solo, correção lenta devida à pequena quantidade de micronutrientes que se aplicava no passado.

A EMBRAPA (1997) recomenda para a correção dos baixos teores de micronutrientes, em solos de cerrados, as seguintes doses: Zn = 4,0 a 6,0 kg/ha, B = 0,5 a 1,0 kg/ha, Cu = 0,5 a 2,0 kg/ha, Mn = 2,5 a 6,0 kg/ha, Mo = 50 a 250 g/ha e Co = 50 a 250 g/ha. O efeito residual dessa recomendação é para um período de cinco anos, pelo menos.

Dividindo assim as doses médias desta recomendação por 5 (número de anos de efeito residual), obtém-se 1,0 kg de Zn/ha, 0,15 kg de B/ha, 0,25 kg de Cu/ha, 0,8 kg de Mn/ha, 30 g de Mo/ha e 30 g de Co/ha. Especulando ser estes valores as doses de manutenção destes micronutrientes, obter-se-ia para os 50 milhões de hectares da agricultura brasileira a seguinte necessidade anual de micronutrientes:

- Zn = 50 mil toneladas,
- B = 7,5 mil toneladas,
- Cu = 12,5 mil toneladas,
- Mn = 40 mil toneladas,
- Mo = 1,5 mil toneladas e
- Co = 1,5 mil toneladas.

Sem dúvida, os últimos anos ensinaram a técnicos e agricultores a importância da adubação balanceada, principalmente dos micronutrientes. Com o aumento das áreas sob plantio direto, e consequente aumento do teor de matéria orgânica do solo, é de se esperar que o cobre venha a causar problemas de deficiência devido à sua complexação pela matéria orgânica.

5. CONCLUSÕES

O consumo aparente de fertilizantes na agricultura brasileira em 1996 foi de 5,1 milhões de toneladas de nutrientes, sendo 1,3 milhão de toneladas de N; 1,7 milhão de toneladas de P₂O₅ e 2,1 milhões de toneladas de K₂O.

No período 1993-96, em média, 47,1% dos nutrientes foram produzidos no país e 52,9% importados. A produção local respondeu por 61,3% do N, 74,0% do fósforo e apenas 11,6% do potássio consumido na agricultura brasileira.

Além do cloreto de potássio, que representou a principal fonte de potássio importada, foram também importadas quantidades expressivas de sulfato de amônio, uréia, MAP e superfosfato triplo.

A comercialização de calcário está concentrada nas áreas de agricultura tradicional, com os Estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que empregaram mais da metade do calcário utilizado no país.

As culturas que mais utilizaram fertilizantes foram soja (22,7% do total), milho (19,4%), cana-de-açúcar (18,1%), seguidas por café, arroz e feijão (com 5,8% cada). Estas seis culturas responderam por quase 80% do consumo de fertilizantes no país, no período considerado.

O balanço para os macronutrientes, assumindo eficiências médias de utilização de 60% para o nitrogênio, 30% para o fósforo e 70% para o potássio – valores condizentes com a realidade prática –, mostrou o seguinte resultado:

- a) déficit de 887,96 mil toneladas de N, mesmo considerando todo o N da soja e do feijão como proveniente da fixação biológica;
- b) déficit de 180,92 mil toneladas de P ou 414,3 mil toneladas de P₂O₅ e
- c) déficit de 344,38 mil toneladas de K ou 413,26 mil toneladas de K₂O.

É difícil fazer balanço confiável para micronutrientes devido à falta de dados estatísticos sobre quantidades produzidas, importadas e comercializadas no país. Apesar do aparente balanço positivo, ou seja, entrada maior que saída, é bastante provável a ocorrência de deficiências e de fomes ocultas. É possível que muito do que se chama de tempo para "doma do cerrado" seja, de fato, o tempo necessário para a correção, também e principalmente, dos baixos teores de micronutrientes, e não apenas de P, K e acidez do solo.

Felizmente observa-se uma crescente conscientização da importância da adubação balanceada em macro e micronutrientes, que é refletida nas recomendações técnicas de alguns consultores e empresas de fertilizantes, preocupados com o aumento da produtividade máxima econômica.

6. LITERATURA CITADA

- ANDA. Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes, 1993. São Paulo, 1994. 156p.
- BARBOSA FILHO, M.P. Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado). Piracicaba: POTAPOS, 1987. 120p. (POTAPOS. Boletim Técnico, 9)
- BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H. (eds.). *Cultura do milho*. Piracicaba: POTAPOS, 1993. p.63-145.
- BURTON, W.G. *The Potato*. 3.ed. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1989.
- HAAG, H.P.; DECHEN, A.R.; CARMELLO, Q.A. de C. Culturas Estimulantes. In: FERREIRA, M.E. & CRUZ, M.C.P. da (eds.). *Micronutrientes na Agricultura*. Piracicaba: POTAPOS, 1991. p.501-548.
- HOWELER, R.H. *Mineral nutrition and fertilization of cassava (Manihot esculenta Crantz)*. Centro Internacional Agric. Tropical – CIAT, 1981.
- IFA – International Fertilizer Industry Association. *IFA World Fertilizer Use Manual*. Paris, 1992.
- MALAVOLTA, E. *Micronutrientes na adubação*. São Paulo: Nutriplant, 1986. 70p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e calagem para o cafeíro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (eds.). *Cultura do cafeíro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAPOS, 1986. p.165-274.
- MALAVOLTA, E. *Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras*. Piracicaba: POTAPOS, 1984. 91p. (POTAPOS. Boletim Técnico, 4)
- MALAVOLTA, E. & VIOLENTE NETTO, A. *Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação de citros*. Piracicaba: POTAPOS, 1989.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. *Avaliação do Estado Nutricional das Plantas – princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAPOS, 1997. 319p.
- OLIVEIRA, I.P. de & THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, J.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (eds.). *Cultura do feijoeiro; fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAPOS, 1988. p.175-212.
- SIACESP – Sindicato de Adubos e Corretivos Agrícolas do Estado de São Paulo, 1997.
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; BORKERT, C.M. Nutrição mineral da soja. In: ARANTES, N.E. & SOUZA, P.I. de M. de (eds.). *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba: POTAPOS, 1993. p.105-135.