

**INFLUÊNCIA DOS EQUILÍBRIOS NUTRICIONAIS  
NO ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa*) SOBRE A  
RESISTÊNCIA A BRUSONE (*Piricularia oryzae* Cav.) \***

A. M. PRIMAVESI \*\*

A. PRIMAVESI \*\*\*

C. VEIGA \*\*\*\*

**1 — INTRODUÇÃO**

Foi estabelecida uma lei natural por PRIMAVESI (1964) dizendo que “não há doença vegetal sem prévia e determinada deficiência mineral”. Hoje já existem muitos trabalhos que comprovam isso, especialmente de BORYS (1967), BUSSLER (1968) TROLLDENIER (1968). MENGEL (1965) pôde constatar que a adubação abundante nas plantas faz as mesmas susceptíveis à moléstias, verificação feita igualmente por BRUNING e VEBEL (1968) e por muitos outros. Sabemos, porém, que cada excesso de um elemento nutritivo equivale a deficiência de outro, sendo o equilíbrio mais delicado de N com o micronutriente Cu (WALLACE, 1961; SCHARRER e LINSER, 1965; BERGMANN 1967).

Segundo as experiências mais modernas, tanto a deficiência absoluta como a induzida por um excesso de um outro elemento pode causar a susceptibilidade de plantas a moléstias e pragas, sendo o equilíbrio dos elementos mais importante para a produção agrícola que adubações maciças (HOMES, 1953; CHIBA, 1962; TOLGYESI, 1964; SCHILLING, 1967; BUSSLER, 1967, 1970; BERGMANN, 1969). VLASYUR (1966) chama a atenção aos níveis de micronutrientes necessários para a máxima produção agrícola, que, porém, variam segundo o solo e a cultura.

---

(\*) Trabalho apresentado ao XIII Congresso da Soc. Brasileira Ciência do Solo, Vitória, 12 a 22 de julho de 1971.

(\*\*) Prof.<sup>a</sup> Dra. Anna Maria Primavesi, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

(\*\*\*) Prof. Dr. Artur Primavesi, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

(\*\*\*\*) Prof. Assistente Clóvis Veiga, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

Sabemos que existe equilíbrio muito delicado tanto entre os macronutrientes, especialmente entre Ca/K, Mg (HYDER + GREENWAY, 1965; HERNANDEZ, 1970; HOMES, 1953), mas também entre os macro e micronutrientes e entre bases e ácidos, devendo ser, segundo HOMES, esta proporção não muito maior que um, quando expresso em me%. Especialmente BUSSLER (1965), PRIMAVESI (1959, 1961), BERGMANN (1968, 1969) e RAUTERBERG e BUSSLER (1970) publicaram trabalhos a respeito.

Sabemos que os fatores que favorecem a brusone no arroz são: excesso de N, solos arenosos, irrigação deficiente, deficiência de K, clima úmido com temperaturas acima de 20°C, e sombra que pode provir tanto de céu nublado sobre o arrozal como da própria densidade do plantio. Também a deficiente oxigenação é mencionada.

É de se supor que também no ataque por brusone haja desequilíbrios nutricionais, especialmente o excesso de N é condicionado por uma deficiência de Cu. Sabemos que o Cu é um microelemento que age especialmente em enzimas de oxidação (ARNON, 1937, 1950).

Sabemos que nossas análises de solos de arroz são de difícil interpretação por causa da modificação da disponibilidade dos elementos nos solos submersos (BORNEMISZA e LLANOS 1967; SAVANT e ELLIS jr., 1964; YANG e AOMINE, 1966; PRIMAVESI, 1968; MAHAPATRA, 1970). O mais difícil é o controle da quantidade de N em solos de arroz em clima tropical e subtropical, por não correlacionar com o teor em matéria orgânica no solo, nem ser dependente unicamente da adubação como SIMS e BLACKMON (1967) e SIMS e WELLS (1967) verificaram. McRAE e CASTRO (1967), MALO e PURVIS (1964) acusam uma fixação de N até o nível de 75 Kg/ha por ano, por alguns solos tropicais e subtropicais em presença da luz, quando houve incorporação de palha. KAMMLER (1969) calcula que pelas águas pluviais o solo recebe aproximadamente 50 Kg/N por hectare ao ano. Outros denunciam a fixação de N por algas como as verde-azuladas (McRAE e CASTRO, 1967). HANAWALT, (1969) responsabiliza simplesmente fatores ambientais, como riqueza em Ca e P, bem como micronutrientes, que também PRIMAVESI (1970) acusou e DHAR (1964, 1968, 1970) fala de uma fixação foto-química de N de solos tropicais e subtropicais, relacionando-a com a presença de óxido de titano, carbono, fósforo e cálcio, bem como micronutrientes. Este enriquecimento incontrolável dos solos com N podia ser portanto controlado somente através dos nutrientes em equilíbrio mais delicado com o nitrogênio, o cobre e potássio.

Já em 1963 BROCHADO MIRANDA constatou que sem matéria orgânica não há fertilidade de campo de arroz por aumentar o complexo de troca e favorecer a absorção de micronutrientes. De outro lado SIMS e HALL (1967) provam que a alta oferta de N no cedo, faz o arroz acamar e KAMMLER (1969) verificou a diminuição do rendimento em variedades tardias pelo nitrogênio, que ele atribui ao equilíbrio N/K na planta de arroz, dizendo que um excesso de N provoca a deficiência de K. MAHAPATRA (1970) opina que o ataque fungico é um efeito secundário em planta com excesso de nitrogênio e deficiência de oxigênio, que parecem ser sempre ligados. Já em 1966 PALFI e BARKOCZI denunciam um metabolismo totalmente modificado em plantas de arroz com excesso de nitrogênio, dizendo que o "blue spot test" que indica a modificação dos aminoácidos no arroz é indicador seguro para a susceptibilidade e futuro ataque de brusone.

Apesar que a brusone está devastando sempre maiores áreas rizícolas no mundo e que SALLABERRY-RIBEIRO (1970) e SANCHEZ NEIRA (1970) verificaram a ineficiência de fungicidas, aconselhando uma adubação equilibrada como melhor medida de prevenção, há poucas pesquisas a respeito disso para a cultura de arroz, que seria essencial, uma vez que excesso de um elemento pode causar a deficiência de outro e uma adubação com NPK em solo arenoso com fraco potencial de troca facilmente pode desequilibrar a interação dos elementos como WALLACE (1961), BOKEN (1955, 1956), BURLESON e PAGE (1967), PEIVE (1965), PRIMAVESI (1965), BORNEMISZA (1967), YOSHIDA e TANAKA (1969) mostram. A interação entre os elementos nutritivos é, pois, de magna importância (PAULSEN e ROTIMI, 1968). VLAMIS e WILLIAMS mostraram em 1964 que existem variedades que podem absorver até 8000 ppm de Mn sem se prejudicarem, por contrabalançar os níveis de Mn com estes de Fe.

A resposta varietal ficou evidente, tanto às condições oferecidas pelo solo, como pela adubação (MUKERJEE, 1955; BURLE e PAGE, 1967; PAULSEN e ROTIMI, 1968; PRIMAVESI, 1970).

Para arroz de sequeiro PRIMAVESI (1957) podia provar que espigas brancas, eretas, não granadas podiam ser evitadas pela aplicação de zinco. YOSHIDA e TANAKA (1969), estabeleceram para o arroz no Japão 10 ppm de Zn como limite inferior no solo.

Em arroz irrigado PRIMAVESI (1970) verificou no R.G.S. o efeito muito grande de Cu sobre o rendimento, aumentando não somente a quantidade, mas igualmente a qualidade do grão colhido. O rendimento de grãos inteiros na máquina aumentou consideravelmente, sendo entre 59 a 63%.

Análises de solos e de plantas de arroz deviam dar maiores informações sobre as bases nutricionais de plantas susceptíveis à brusone. Ensaio com cobre deviam verificar a possibilidade do controle do excesso de N.

## 2 — PROJETO GLOBAL

2.1 Levantamento analítico do teor de nutrientes em lavouras arrozeiras do R.G.S.

- a) com rendimento abaixo de 75 scs/qq (2100 Kg/ha);
- b) acima de 160 scs/qq (4500 Kg/ha);
- c) com culturas com ataque de brusone acima de 30%.

Os elementos analisados eram: matéria orgânica, pH/água, pH/SMP, P, K, Ca, Mg, Na, S, Zn, Mn, Cu.

2.2 Análises de plantas de arroz via úmida e via seca (de cada amostra) no início da floração, época em que a brusone é determinada com mais segurança.

2.3 Ensaio com micronutrientes comprovadamente necessários à produção e saúde do arroz.

2.4 Ensaio para tentar provocar o ataque das plantas por *Piricularia oryzae* Cav.

## 3 — MÉTODOS E MATERIAIS

3.1. Os métodos utilizados para análises foram:

pH: 1:1 solo/água, pH/SMP na mesma solução usando o buffer SMP modificado por KUTSOW 1/4 sobre a quantidade total da solução solo/água.

Matéria orgânica: com bicromato de potássio pelo método de rotina da Universidade de Wisconsin, calibrado contra o método WALKER-BLACK. Leitura no fotocolorímetro na onda 620 mu.

P. K: com extrator Carolina do Norte (0,05 N HCl e 0,025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

P: foi feito a reação com molibdato de amônio e bismuto com redução por ácido ascórbico. Leitura no fotocolorímetro na onda 660 mu.

K: foi determinado direto no fotômetro de chamas Zeiss, com ar comprimido a 1 Kg/cm<sup>2</sup> e acetileno a pressão de 70 mm WS (coluna de água).

Ca, Mg, Na, S, Mn, Al extraível: extração com NH<sub>4</sub>OAc pH 4,8. Ca e Na foram determinados diretamente no fotômetro de chamas Zeiss, com ar a 1 Kg/cm<sup>2</sup> de pressão e acetileno a 70 mm WS de pressão.

Mn foi determinado diretamente no fotômetro de chama com absorção atômica, Zeiss PMQ II, com lampada específica, onda de 279,8 mm com max 15 mA. A ampliação era de 10/I/II. A pressão de oxigênio era de 0,3 kg/cm<sup>2</sup> e a de acetileno de 100 mm WS.

Mg: foi feito a reação colorimétrica com titan amarelo e lido no fotocolorímetro na onda de 525 mu.

Mo: com fenilhidrazina com leitura no fotocolorímetro na onda de 415 mu.

S foi determinado por turbimetria, precipitando-o com BaSO<sub>4</sub>, juntando algumas gotas de glicerina p.a. para possibilitar sua leitura no fotocolorímetro na onda de 440 mu.

Al extraível foi determinado com a reação de hemateína e lido no fotocolorímetro onda 515 mu. o Al extraível é um índice de drenagem do campo, porque aumenta com o estado anaeróbico. Em terras muito compactadas, porém, também aumenta.

Zn e Cu: a extração foi feita com HCl 0,1 N e determinado no fotômetro de chamas de absorção atômica, Zeiss, PMQ II nas ondas 324,7 nm e 213,8 nm com max. 15 mA respectivamente. A ampliação usada era de 10/10/II.

As análises químicas do arroz foram feitas na época do início da florescência, onde há diferenciação nítida do arroz com brusone deste que foi atacado por cercosporose, ou que apresenta simples deficiência de K ou toxidez de S, uma vez que mesmo análises microbiológicas com contagem de germes por lâmina não podem afirmar o ataque por brusone, pois os esporos podem provir de outros campos, sem prejudicar a lavoura em questão.

Mineralizou-se a planta inteira. As análises foram feitas por ataque via úmida com ácido nítrico e ácido perclórico e a mineralização por via seca por incineração em mufla de 650°C.

As determinações foram feitas como nas análises do solo. O nitrogênio foi analisado após ataque com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, e, presença de uma liga catalizadora em balão Kjeldahl. Porém, a determinação foi por via colorimétrica, apesar de ser algo menos exata.

Todos os resultados são dados em ppm, exceto os que foram transportados para porcentagem, o que é assinalado cada vez.

### 3.2 Ensaios

O solo usado foi podsólico com pronunciado hidromorfismo.

Sua análise era:

| pH  | M.O. | P   | K  | Ca  | Mg | Na  | SAI/ex | Mn  | Cu | Zn  | pH/SMP |
|-----|------|-----|----|-----|----|-----|--------|-----|----|-----|--------|
| 4,9 | 2,0  | 2,0 | 90 | 158 | 50 | 2,4 | 8      | 750 | 19 | 0,8 | 0,7    |
|     | %    |     | e  | m   | p  | —p  | —m     |     |    |     |        |

Teor de areia: 30%, silte: 45%, argila: 25%.

No primeiro ano de ensaio o campo estava em repouso. Os ensaios foram executados durante 5 anos.

3.2.1 Diversos modos de aplicação de Cu no arroz irrigado (E.E.A.)

3.2.2 A área total recebeu uma calagem na base de 1000Kg/ha com calcário dolomítico (42% de CaO e 30% de MgO). Todos tratamentos receberam a mesma adubação básica que era N:  $\text{P}_2\text{O}_5$ :  $\text{K}_2\text{O}$ : 8-70-40. O tamanho dos canteiros foi de 2x3 m e seu número de 24. — Como adubação em cobertura foi dado 20 Kg/ha de N em forma de ureia, junto com o cobre 1,07 Kg/ha. Houve 6 tratamentos: 1 — Testemunha, 2 — Cu na semente pulverizado em solução de 1% de  $\text{CuSO}_4$ , 3 — Cu na semeadura 3 kg/ha  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 4 — 3 kg de  $\text{CuSO}_4$  em cobertura, 5 — semente pulverizada e Cu em cobertura, 6 — 3 Kg/ha  $\text{CuSO}_4$ , colocando-a num saco de estopa na água de irrigação, na época do encanamento.

As variedades usadas foram E.E.A. 404 e Agulha. Foram semeados 48 g/canteiro que corresponde a 80 Kg/ha ou 3 scs/qq com espaçamento de 40 cm, devendo o maior espaçamento proporcionar mais luz e ventilação ao arroz durante a fase vegetativa, evitando-se ataques por fungos (O comum no R.G.S. são de 5 a 11 scs/qq — 140 a 300 Kg/ha).

3.2.3 No ensaio que visava provocar brusone foi usada a variedade E.E.A. 405 susceptível ao fungo. Usaram-se sementes severamente atacadas, (120 germes por lâmina) com um poder germinativo de 27%. Incorporou-se palha de arroz de um campo com infestação maior que 60% e usou-se água de irrigação que provinha de um campo (1000 m de distância) com brusone ao nível de 40%.

Houve 6 tratamentos e 8 repetições. A quantidade de semente era de 65 g/canteiro (110 Kg/ha correspondendo a 4 scs/qq) num espaçamento de 20 cm. O tamanho dos canteiros era de 6 m<sup>2</sup>, seu número de 48.

A calagem foi igual para todos, na base de 1000 Kg/ha. A adubação de N:  $\text{P}_2\text{O}_5$ : $\text{K}_2\text{O}$  foi de 40:50:30 para todos os tratamentos, sendo as doses de P e K diminuídos para pronunciar o desequilíbrio com o N.

Os tratamentos eram: 1 — NPK na semeadura, 2 — NPK em cobertura 45 dias após o plantio, 3 — NPK em cobertura e Cu na semente, 4 — NPK em cobertura e Cu na semente e em cobertura, 5 — NPK na semeadura e Cu em cobertura e na semente, 6 — NPK em cobertura e Cu também em cobertura.

O Cu sempre foi colocado na água de irrigação. Os tratamentos 1, 2 e 3 foram separados por taipas, dos 4, 5 e 6.

Os adubos usados foram ureia, superfosfato triplo, farinha de ossos e KCl a 63%. Dos adubos fosfóricos foi empregada a proporção de 1/3 para superfosfato triplo, e 2/3 de farinha de ossos.

### 3.3 Levantamentos

foram feitas nas lavouras da Depressão Central e Fronteira, amostrando-se 970 lugares; onde o arroz rendeu mais de 160 scs/qq (4500 Kg/ha) e onde rendeu menos de 75 scs/qq (2100 Kg/ha) bem como de lavouras atacadas por brusone.

## 4 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Geral

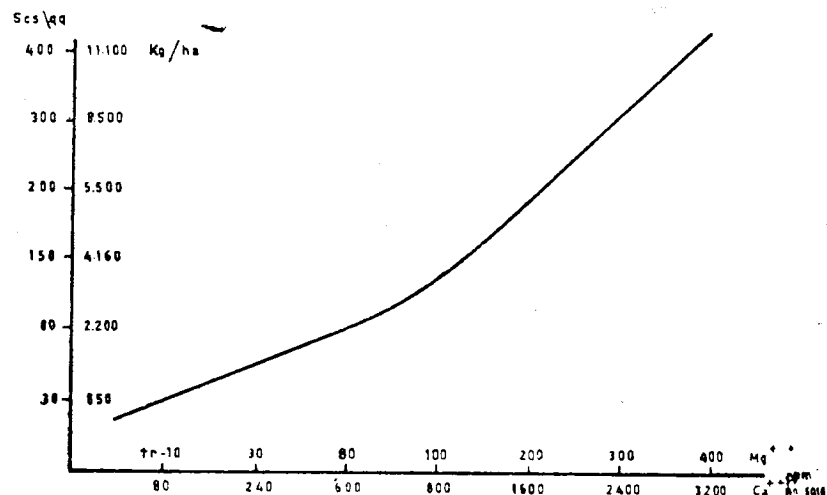
Os resultados mostram de maneira altamente significativa (ao nível de 1%), a importância de Ca e Mg para a produção de altas safras de arroz.

Os níveis médios no RGS, para solos arenosos são 690 ppm de Ca e 190 ppm de Mg e em solos argilosos 2010 ppm Ca e 330 ppm Mg.

Níveis mais baixos limitaram a produção.

Gráfico n.º 1.

Rendimento de arroz irrigado em relação ao Ca e Mg disponível



Os dados analíticos de níveis de Ca e Mg em solos de arroz irrigado no RGS, nos campos, com e sem brusone, mostraram o seguinte quadro:

| Ca ppm                |                   | Mg ppm      |                   |
|-----------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Arroz sadio           | arroz com brusone | arroz sadio | arroz com brusone |
| <b>Solo arenoso:</b>  |                   |             |                   |
| 35-95% areia          |                   |             |                   |
| 350                   | 40                | 150         | 50                |
| 940                   | 470               | 210         | 30                |
| 820                   | 350               | 180         | 60                |
| 600                   | 280               | 200         | 55                |
| 760                   | 450               | 210         | tr.               |
| <b>Solo argiloso:</b> |                   |             |                   |
| 35% areia             |                   |             |                   |
| 1420                  | 950               | 270         | 80                |
| 1380                  | 541               | 300         | 80                |
| 2300                  | 920               | 350         | tr.               |
| 1970                  | 870               | 380         | 60                |
| 3020                  | 830               | 300         | 80                |

Cada número é a média de 50 análises, dependendo as variações das oscilações da textura dos solos.

O fósforo disponível, acima de 10 ppm, em muitos casos, provocou rendimentos menores (significativo ao nível de 5%), bem como o K superior a 70 ppm, uma vez que pela irrigação estes níveis aumentam (PRIMAVESI, 1968).

O pH/SMP mais favorável, porém, pouco significativo, parece ser entre 6,0 a 6,1.

### 4.2 Levantamentos em relação à brusone

Os solos onde aparecia brusone sempre eram de pH, bem como de pH/SMP, baixos. Por outro lado, a água nos tabuleiros, depois de 1 mês de irrigação, sempre apresentou um pH entre 6,7 a 7,3, enquanto este de campos sadios, nunca ultrapassou 5,8.

pH da água nos tabuleiros após 1 mês de irrigação

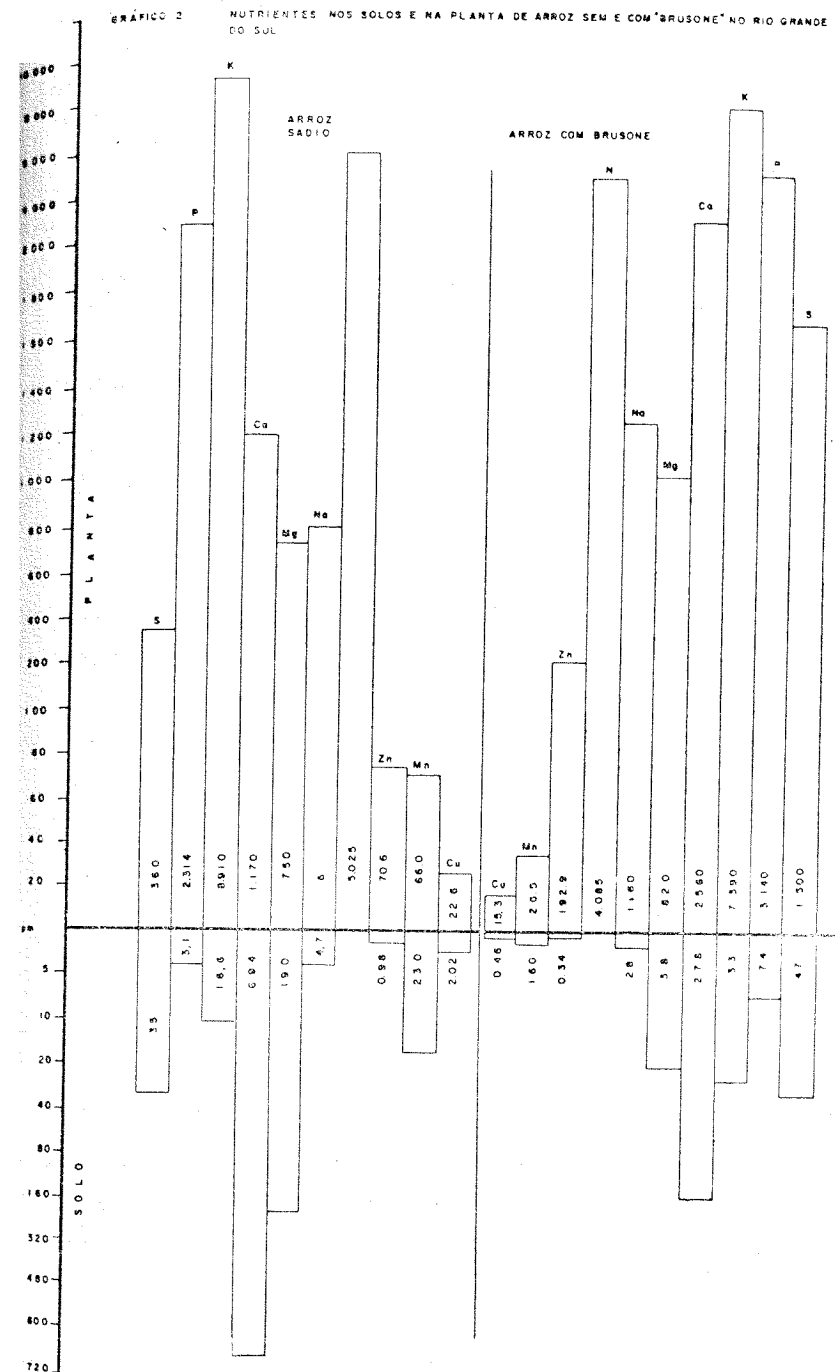
| arroz sadio | arroz com brusone |
|-------------|-------------------|
| 5,6         | 6,8               |
| 5,5         | 6,7               |
| 5,8         | 7,3               |
| 5,7         | 7,0               |
| 5,6         | 7,1               |
| 5,4         | 7,3               |

(Os números são médias de 20 amostras).

Os níveis de P e K, eram geralmente bons e sempre mais elevados do que nos campos com arroz sadio.

Os níveis de Mn e Cu eram muito baixos e geralmente isso também acontecia com a matéria orgânica. Isso acontece mais fácil em solos arenosos, que por experiência, sempre apresentam um arroz mais susceptível à brusone do que solos argilosos.

Uma adubação maciça de N aumenta a susceptibilidade do arroz à brusone.



Os resultados apresentados no gráfico mostram uma superalimentação pronunciada do arroz com brusone, significativo ao nível de 1%, apesar de o arroz provir de terras parcialmente mais pobres que o sadio. VLASYUK e LISNIK (1970) verificaram que a deficiência de Mn aumenta o teor em Na, K, Mg,  $\text{PO}_4$  e  $\text{NO}_3$  nas plantas por aumentar a permeabilidade da membrana-celular, mas diminui o de Ca, caso que aqui em nossos solos não aconteceu, por ter no campo a intervenção de outros fatores não considerados em ensaios de vasos.

Na comparação direta dos dados podia se pensar em engano, apesar do nível de K ser efetivamente mais baixo, com uma significância ao nível de 1%, sendo no arroz sadio na média 0,891%, e no arroz com brusone de 0,739%.

#### 4.3 Níveis de nutrientes

Na comparação das relações entre os elementos porém, verificam-se com toda nitidez as desproporções existentes no arroz doente.

A proporção K/Ca que no arroz sadio é de 7,6, é no arroz atacado por brusone somente de 2,9, afastando-se por muito do nível estabelecido no Japão, onde é de 10,0. Este desnível proporciona uma deficiência aguda de K na planta, que é geralmente observado em arroz doente.

Também os níveis de N no arroz com brusone não mostram, à primeira vista, um excesso apesar que o aspecto das plantas no campo o acusavam. Ao contrário, os níveis de N são mais baixos neste último, apesar que as plantas apresentam todos sintomas de excesso de N. A relação N/Cu porém, que no arroz sadio é de 35, apresenta-se no arroz com brusone 56,2% mais larga, com uma proporção de 54,7, que produz, portanto, um efeito excessivo do nitrogênio, aparentando seu excesso.

#### RELAÇÃO ENTRE OS ELEMENTOS NUTRITIVOS

|                   | arroz sadio | arroz com brusone |
|-------------------|-------------|-------------------|
| K/Ca              | 7,6         | 2,9               |
| Ca/Mg             | 1,5         | 4,0               |
| Ca/Na             | 2,1         | 2,2               |
| K/Na              | 19,1        | 6,4               |
| P/S               | 6,4         | 2,2               |
| N/Cu              | 35,0        | 54,7              |
| P/Mn              | 35,6        | 118,4             |
| Base/ácido        | 3,6         | 2,3               |
| Macroelementos/Mn | 231         | 656,0             |

Verifica-se, pois, uma deficiência pronunciada de Mg, K, Mn e Cu.

Apesar que altos níveis de Ca tendem de diminuir a disponibilidade de Mn para culturas secas, isso não parece ser sempre o caso para culturas submersas como é o arroz onde provavelmente a toxidez de Fe eliminado pelo cálcio é mais importante, evitando desta maneira o bloqueio dos nutrientes na raiz vegetal. Parece que sabemos muito pouco ainda sobre o mecanismo em solos úmidos e não é possível pensar em termos de solos secos, nas reações que ali se processam. Sabemos que normalmente baixa o teor em Mn disponível pela submersão, enquanto que o ferro é mobilizado em grandes quantidades. É possível que a planta de arroz seja capaz de utilizar o Mn imobilizado, mas não pode se defender contra a toxidez do Fe que, penetrando na raiz, bloqueia o movimento dos outros íons.

Apesar da maior quantidade de P no arroz com brusone, existe uma deficiência deste elemento, devido aos altos teores em enxofre. Sabemos que em solos submersos há um equilíbrio muito ativo entre P/S sendo os processos de absorção e desorção permanentes, mobilizando o fósforo em solução o enxofre. Ficou evidente nesta experiência, que a quantidade do elemento disponível acusado nos métodos comuns de análise não coincide com a absorção da planta de arroz, que obedece aparentemente a um processo complicado de interações que HIROCE (1971) constatou também no cafeeiro. É possível —

em face da importância da deficiência de Mn na absorção de outros elementos, que exista no arroz uma absorção controlada por enzimas, uma vez que todos microelementos agem através de enzimas. Isso podia também explicar a resposta varietal à adubação (PRIMAVESI, 1967,1970), bem como o efeito extraordinário — até hoje inexplicável — da pulverização das sementes com micronutrientes (PRIMAVESI, 1967). O caso deveria ser estudado por bioquímicos.

#### 4.4 Discussão dos resultados dos ensaios

Como o solo experimental possuía níveis adequados de Mn (19 ppm) somente o cobre podia ser experimentado bem como parcelamento de K e o efeito do espaçamento que são apresentados separadamente para não complicar demasiadamente a apresentação dos dados.

O cobre é altamente eficiente nos solos arrosos do R.G.S. (PRIMAVESI, 1970) e restava apenas saber qual o melhor método de aplicação. Verificou-se como mostra o gráfico, que a melhor forma é a da aplicação com água de irrigação, sendo significativo ao nível de 1%, alcançando rendimentos de 11,560 kg/ha no ensaio. O arroz tratado com cobre mostrou igualmente um rendimento na máquina entre 65 a 68% e de grãos inteiros de 59 a 63% que é muito elevado, em vista de que o limite oficial foi fixado em 48%.

Gráfico 3

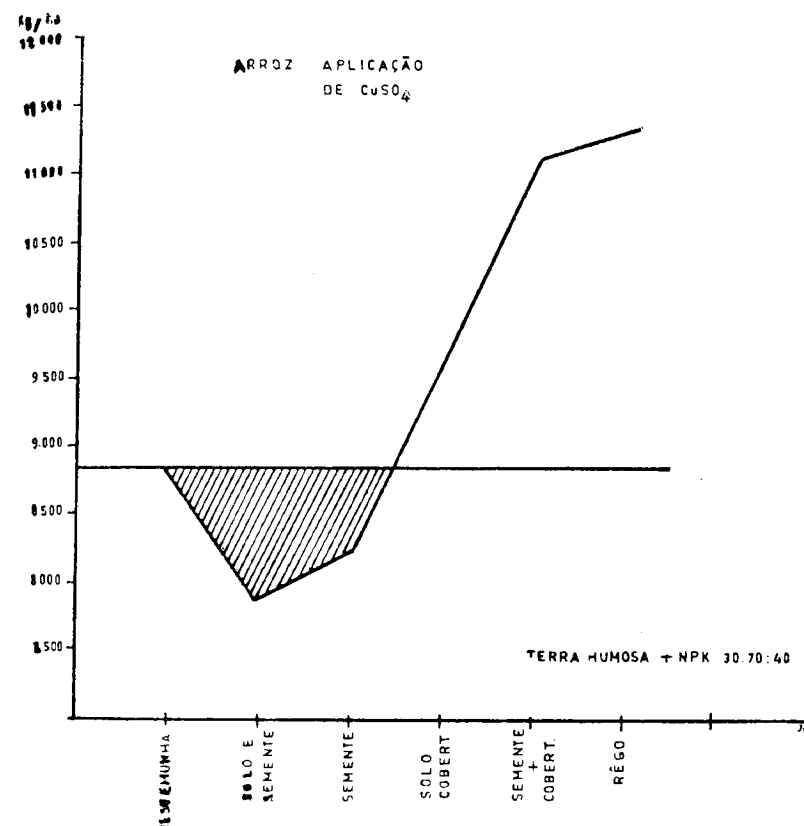
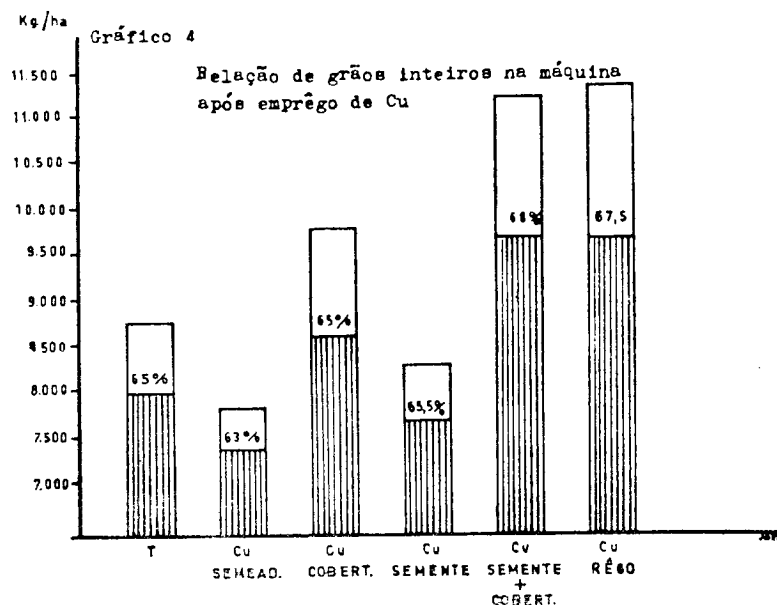




Gráfico 4



O ensaio que pretendia provocar brusone falhou por causa de um vasamento na taipa divisora, que não permitiu manter o nível baixo de Cu que seria necessário.

Ficou, porém, evidente, que a infestação de semente, do solo e da água com esporos de brusone não tem importância alguma sobre a sanidade da cultura, quando a alimentação da planta for equilibrada. Mesmo em variedade susceptível à brusone esta não apareceu. Pode-se julgar portanto que níveis de no mínimo 19 ppm de Mn, e 2 ppm de Cu, são o suficiente para manter a cultura com saúde neste solo. Estabeleceu-se este mínimo, porque houve infestação de brusone em grau 1, isto significa que apareceu de vez em quando uma espiga atacada, de modo que não se podia dizer que a cultura era completamente livre. Em análise fitopatológica encontram-se 5 esporos por lâmina que é um ataque insignificante. Explica-se por outro lado o ataque fácil por brusone em solos muito húmidos, uma vez que diminuem a disponibilidade de Mn.

Ficou evidente que nem o clima, que nestes últimos 3 anos era muito favorável à proliferação de *Piricularia oryzae* Cav., nem a presença do inóculo podem ser responsabilizados pelo ataque devastador nos arrozais, mas sim o desequilíbrio mineral, que torna a planta susceptível ao ataque.

## 5 — RESUMO

Em 970 lavouras de arroz irrigado foram feitas análises de solo com altos (mais que 4500 kg/ha) e baixos (menos de 2100 kg/ha) rendimentos, bem como em lavouras atacadas por *Piricularia oryzae* Cav. de 30 a 100%. Verificou-se que fatores limitantes de altos rendimentos são níveis baixos de Ca e Mg, que devem ser em solos arenosos 690 e 190 ppm, respectivamente, e em solos argilosos 2010 e 330 ppm.

O pH da água dos tabuleiros de arroz atacado é de 6,7 a 7,3, enquanto em lavouras sadias é de 5,6 a 5,8.

As análises do solo de lavouras atacadas mostram níveis baixos de Ca, Mg, Cu, e Mn e índices maiores de P, K, S.

Na análise vegetal verificou-se uma superalimentação das plantas com teores absolutos altos, na maioria dos macroelementos, o que se explica pela deficiência de Mn. O teor menor em nitrogênio nas plantas atacadas, aparenta um excesso grande de N em relação ao teor em Cu. Há portanto deficiência de K, agravada pelo excesso de Ca e um excesso de N induzida pela deficiência de Cu.

Não foi provocado brusone, mesmo em arroz sensível ao fungo *Piricularia oryzae* Cav., plantado em solo arenoso, mesmo usando semente gravemente infestada, infestado o solo e a água de irrigação, aplicando um excesso de N na semeadura e mantida a irrigação deficiente, **quando** existiam níveis suficientes de Mn e Cu. Também o clima favorável a proliferação do fungo, além das demais condições favoráveis mencionadas, não importou.

Para o solo usado podia se estabelecer os níveis de Mn e Cu em 19 e 2 ppm, respectivamente, como limites mínimos, uma vez que houve infestação ao grau 1.

Acredita-se que a absorção de nutrientes do solo é controlada por processos enzimáticos nas plantas, o que explicaria a superalimentação de plantas em nutrientes pouco disponíveis no solo quando faltar Mn.

## 6 — SUMMARY

Influence of nutritional balance of paddy rice relative its resistance to the blast disease: Of different sites were made chemical analysis of paddy soils with yields higher than 4500 kg/ha and lower than 2100 kg/ha as well as of fields with rice attacked by *Piricularia oryzae* between 30 to 100%. It was evident that limiting factors of high yields were low levels of Ca and Mg, which should be in R.G.S. in sandy soils 690 and 190 ppm respectively and in clayey soils 2010 and 330 ppm.

The pH of the water on the irrigated fields was on attacked fields between 6,7 to 7,3 and on healthy fields between 5,6 to 5,8.

Soil analyses of fields with serious *Piricularia* attack show low levels of Ca, Mg, Mn, and Cu and medium levels of P, K, and S.

Plant analyses show a superalimentation of sick plants with high levels of most of the macronutrients, which is explained by Mn deficiency induced absorption. The lower level of N could not be explained comparing the absolute results, but showed in relation to the very low copper level, a great N excess, generally reported from *Piricularia* sick rice. Hitherto,

it is found a calcium induced potash deficiency and a copper induced nitrogen excess.

*Piricularia oryzae* Cav. attack could not be provoked in a susceptible rice variety, planted in sandy soil, utilizing heavy infested seeds and infesting soil and irrigation water, applying heavy N fertilization at the planting and maintaining a deficient irrigation, even under extremely favorable climatic conditions, if there were sufficient high levels of Mn and Cu, which could be established as 19 and 2 ppm as minimum for the soil used.

It may be supposed that nutrient absorption is controlled by enzymatic processes in plant, which could explain the superalimentation of the sick plants on soils with little available nutrients when manganese is lacking.

## 7 — Referências Bibliográficas

- 1) ARNON, D. J. — Ammonium and Nitrate — Nitrogen Nutrition of Barley at Different Seasons in Relation to H<sup>+</sup> ion Concentration, Mn, Cu and Oxygen Supply in Soil. *Soil Sci.* 44: 91-97, 1937.
- 2) ARNON, D. J. — Functional Aspects of Copper in Plants; mencionado em: *Copper Metabolism*, pg. 89, The Hopkins Press, Baltimore, 1950.
- 3) BERGMANN, W. — *Mikronährstoffe und Mikronährstoffdüngung*. Edit. Verb. Deutsch. Landw. Verlag, Berlin, pg. 97-123 e pg. 139-163, 1969.
- 4) BERGMANN, W. et. al. — Erste Ergebnisse über den Einfluss der Kalkung saurer Böden auf Ertrag, Ca, Mg, Mn und Mo Gehalt der Pflanzen. *A. Thier Arch.* 11/10: 931-947, 1967.
- 5) BERGMANN, W. — *Hinweise und Tabellen für Grossschläge bei industriemässig organisierter Pflanzenproduktion*. VEB, Chemiehandel, Berlin, 1968.
- 6) BIRCH, H. E., DOUGALL, E. W. e HODGSON, H. C. — Die Zunahme und Abnahme von NH<sub>4</sub> und P. *Ref. Z. Pflanzenern. Düngung, Bodenk.* 111/3: 246, 1965.
- 7) BOKEN, R. — On the Effect of Ferrous Sulfate on the Available Manganese in the Soil and the Uptake of the Manganese by Plants. *Plant and Soil*, 6: 97, 1955.

- 8) BOKEN, R. — *Plant and Soil* 7: 237 (o mesmo título), 1956.
- 9) BORYS, M. W. — Influência da nutrição mineral na resistência das plantas aos parasitas. **Progressos em Biotinâmica e Produtividade do Solo**, IV: 385-405, Edit. Pallotti, Santa Maria, 1968.
- 10) BORYS, M. W. — Influence of mineral nutrition on the resistance of potato leaves to *Phytophthora* infestans. **Progressos em Biotinâmica e Produtividade do Solo**, IV: 541-543, Edit. Pallotti, Santa Maria, 1968.
- 11) BORNEMISZA, E. e LLANOS, R. — Sulfate Movement, Absorption and Desorption in three Costa Rica Soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 31/3: 356-360, 1967.
- 12) BROCHADO-MIRANDA, V. H. — Adubação orgânica e incorporação de resíduos culturais do arroz. *Agron. Lusit.* 25/5: 745-765, 1963.
- 13) BRÜNING, D. e UEBEL, E. — Einfluss der Düngung auf den Schädlingsbefall bei Roteichen und Robinien am Beispiel der Populationsdichte der Napfschildlaus. *Kalibriefe* 6/1, 1968.
- 14) BURLESON, C. A. e PAGE, N. R. — P-Zn interaction in Flax. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 31: 510-513, 1967.
- 15) BUSSLER, W. — Erfahrungen mit der Methode der systematischen Variationen nach HOMÈS, zur Ermittlung der optimalen Nährstoffverhältnisse für die Düngung der Pflanzen. *Z. Pflanzenern. Düngung, Bodenk.* 113/3: 236-246, 1966.
- 16) BUSSLER, W. — Doenças nutricionais em dependência da fertilização. **Progressos em Biotinâmica e Produtividade do Solo**, IV: 405-411, Edit. Pallotti, Santa Maria, 1968.
- 17) CHIBA, H. — Interrelated Effects of Fertilizing, Nutrients and Crops. *J. Faculty of Agron. Iwate Univ.* 5: 289-415, 1962.
- 18) DHAR, N. R. — Nitrogen Problem. 48<sup>th</sup> **Indian Science Congr.**, 1961.
- 19) DHAR, N. R. — Organic Matter, basic Thomas slag and Soil Productivity. **Progressos em Biotinâmica e Produtividade do Solo**, III: 351-357, Edit. Pallotti, Santa Maria, 1968.

- 20) DHAR, N. R. — Comunicação particular sobre a fixação de  $\text{NH}_3$  pelo solo em presença de  $\text{TiO}_2$ . 1970.
- 21) DRENNAN, D. S., BERRIE, A. M. M. e ARMSTRONG, G. A. — Prevention of Mn Deficiency by Soaking Grains in Solution of  $\text{MnCl}_2$ . *Nature*, 190: 824, 1961.
- 22) GALLO, R., HIROCE, R., BATAGLIA, O. C. e PUPO MORAES, F. R. — Teores de N nas folhas de cafeeiro em relação à adubação química. **XIII Congr. Soc. Bras. Ciência Solo**, Vitória, 1971.
- 23) HANAWALT, R. B. — Influence of Environmental Factors on the Absorption of Atmospheric  $\text{NH}_3$  by Soils. *Soil Sci. Amer. Proc.* 33/2: 231-234, 1969.
- 24) HERNANDEZ, F. V. — Comunicação particular sobre proporções entre os nutrientes Ca/K, Mg e N/P, K. 1970.
- 25) HOMÈS, M. V. — **Alimentation des plantes et le problème des engrais chimiques**. Edit. Maisson et Co., Paris, pg. 1-143, 1963.
- 26) HYDER, S. Z. e GREENWAY, H. — Effect of  $\text{Ca}^{++}$  on the Sensibility of plants to High Concentrations of  $\text{NaCl}$ . *Plant and Soil*, 23: 256-260, 1965.
- 27) KAMMLER, G. — El Abono del Arroz. *Rev. Potasa*, Sec. 9/16a, 1969.
- 28) MAHAPATRA, I. C. e FRASAD, Ranjendra — Response of rice to Potassium. *Fertil. News*: 34-41, February Issue, 1970.
- 29) MALO, A. e PURVIS, E. R. — Soil Absorption of Atmospheric Ammonia. *Soil Sci.* 97: 242-247, 1964.
- 30) McRAE, I. C. e CASTRO, T. F. — Nitrogen Fixation in some Tropical Paddy Rice Soils. *Soil Sci.* 103: 277-280, 1967.
- 31) MENGEL, K. — **Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze**. VEB. Gustav Fischer Verlag, Jena, pg. 246, pg. 303, 1965.
- 32) MIYAMOTO, T. e KÜHN, H. — Über den Einfluss von Samen und Wurzelbehandlung auf den Mikronährstoffgehalt junger Pflanzen. *Bodenkultur* A/14: 15-21, 1963.

- 33) MUKERJEE, H. N. — **Symposium of Potash**. Intern. Potash Inst. Rome: 259-291, 1955.
- 34) PALFI, G., BARKOCZI, M. e SEZSI, L. — Blue Test as an Indicator of Irregular Amino-Acid and Protein Metabolism in Rice. **II Riso XV/4**: 265-292, 1966.
- 35) PAULSEN, G. M. e ROTIMI, O. A. — Phosphorous-Zinc Interaction in two Varieties of Soybean with Different Susceptibility of Reaction to the Nutrient P. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** 32/1: 73-76, 1968.
- 36) PEIVE, Ja. W. — Die Anwendung von Spurenelementen in der Landwirtschaft. **Chemie in der Landw.** 2-10, 1965.
- 37) PRIMAVESI, A. — **O vírus nas plantas e o seu combate**. Edit. Melhoramentos, São Paulo, 1954.
- 38) PRIMAVESI, A. — **A cultura do arroz** — Edit. Melhoramentos, São Paulo, 1956, 1961 e 1965 (3.<sup>a</sup> Edição).
- 39) PRIMAVESI, A. — **Nutrição Racional das Lavouras**. Edit. Melhoramentos, São Paulo, 1959.
- 40) PRIMAVESI, A. e PRIMAVESI, A. M. — Beziehungen zwischen Pflanzenernährung und Pflanzenkrankheiten. — **Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk.** 105/1: 22-27, 1964.
- 41) PRIMAVESI, A. e PRIMAVESI, A. M. — **Deficiências Minerais em Culturas — Nutrição e Produção Vegetal**. Edit. Globo, Porto Alegre, 1965.
- 42) PRIMAVESI, A. M. e PRIMAVESI, A. — Wirkung des Saatgutvorquellens mit Spurenelementen. **Bodenkultur**, 18/1: 57-61, 1967.
- 43) PRIMAVESI, A. M. e PRIMAVESI, A. — Wirkung der Surenelemente in Abhängigkeit der Varietäten bei Getreide und Kartoffeln. **A. Thier-Arch.** 11/3: 233-238, 1968.
- 44) PRIMAVESI, A. M. e PRIMAVESI, A. — Sortenbedingte Düngerwirkung bei Reis und Sojabohnen. **Agrochimica**, XIV/4: 321-326, 1970.
- 45) PRIMAVESI, A. M. — Diferenças dos resultados analíticos de solos secos e irrigados. — **XII Congr. Bras. Ciências do solo**, Curitiba, 1969.

- 46) RAUTERBERG, E., BUSSLER, W. e BADRAWAY, R. — Der Einfluss der prozentualen Verteilung der Nährstoffkationen K, Ca und Mg im Nährmedium auf die prozentuale Verteilung dieser Kationen in der Pflanze. **Z. Pflanzenern. Bodenk.** 125/3: 218-228, 1970.
- 47) SALLABERRY, Ribeiro, A. — Doenças de Arroz. **Lavoura Arrozeira**, XXIII/257: 22-25, 1970.
- 48) SANCHEZ NEIRA, P. — A lavoura de arroz. **Lavoura Arrozadeira**, XXIII/257: 30, 1970.
- 49) SAVANT, N. K. e ELLIS, R. Jr. — Changes of the Redox Potential and the Availability of Phosphorus in Water Logged Soils. **Soil Sci.** 98: 388-394, 1964.
- 50) SCHARRER, K. e LINSE, H. — **Düngung der Kulturpflanzen**. Edit. Springer Verlag, Wien-New York, pg. 333, 1965.
- 51) SCHILLING, G. — Stand und Entwicklungstendenzen der Ernährungsphysiologie. **Sitzungsber. dt. Akademie XVI/6**: 5-32, 1967.
- 52) SIMS, J. L., WELLS, J. P. e TACKETT, D. L. — Determination of Nitrogen Disponibility to Rice. **Soil Sci. Amer. Proc.** 31/3: 672-675, 1967.
- 53) SIMS, J. L., HALL, V. I. e JOHNSTON, T. H. — Timing of Nitrogen Fertilization of Rice. **Agron. J.** 59: 63-66, 1967.
- 54) SIMS, J. L. e BLACKMOON, B. C. — Predicting Nitrogen Availability to Rice. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** 31/3: 676-680, 1967.
- 55) TANAKA, A. e NAVASERO, S. A. — Growth of Rice Plants on Acid Sulfate Soils. **Soil Sci. and Plant Nutr.** 12: 107-114, 1966.
- 56) TÖLGYESI, G. Y. — Trace Element Absorption in Monocotyledons caused by Mistakes in Soil Amelioration. **Agrokémia és Talajtan** 13/3-4: 253-261, 1964.
- 57) TROLLENIER, G. — Cereal Diseases and Plant Nutrition. **Progressos em Biotécnica e Produtividade do Solo**, pg. 509-521, Edit. Pallotti, Santa Maria, 1968.
- 58) VLAMIS, J. e WILLIAMS, D. E. — Interrelation between Fe and Mn in Rice and Barley. **Plant and Soil**, 20: 221-231, 1964.

- 59) VLASYUK, P. A. e LISNIK, S. S. — Effect of Manganese Treatment on Uptake of ions by Plants. **Fiziol. Bio-khim. Kul't. Rast.** 2/4: 348-353, 1966. ....
- 60) VLASYUK, P. A. — Agrochemical Grouping of Soils of the Ukrainian SSR by Microelement Content and Micronutrient Fertilizer Effectiveness. **Pochvov. Amer. Issue**, 2: 138-146, 1966.
- 61) WALLACE, T. — **The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants**. Edit. Her Majesty's Stat. Office, London, pg. 13, 31, 78, 1961.
- 62) YANG, P. S. e AOMINE, S. — Study of the Redox Potential of Soils. **Soil Fertil. Taiwan**, pg. 45, 1966.
- 63) YOSHIDA, S. e TANAKA, A. — Zinc Deficiency of Paddy Rice on Calcium Carbonate Soils. **Soil Sci and Plant Nutr.** 15: 75-80, 1969.

## 8 — AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Profs. Assistentes Peri Veiga e Elocy Minussi do Departamento de Fitotecnia pela execução das análises fitopatológicas no campo e laboratório. Ao Técnico de laboratório, Marcelino Neumaier pela eficiente ajuda na execução das análises e ao Técnico Rural Plínio Niederauer dos Santos pela dedicada colaboração na execução dos ensaios, bem como nas amostragens.