

DANIEL CASSETARI NETO

**BRUSONE (*Pyricularia grisea* Sacc.) EM ARROZ DE SEQUEIRO NO ESTADO DE MATO GROSSO:**

**I - IDENTIFICAÇÃO DE RAÇAS FISIOLÓGICAS**

**II - INFLUÊNCIA DO NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO NA INFECÇÃO DO PATÓGENO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

**Orientador:**

**Dr. AUGUSTO FERREIRA DE SOUZA**

**LAVRAS**

**MINAS GERAIS - BRASIL**

**1996**

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da  
Biblioteca Central da UFLA

Cassetari Neto, Daniel

Brusone (*Pyricularia grisea* Sacc.) em arroz de sequeiro no Estado de Mato Grosso: I - Identificação de raças fisiológicas. II - Influência do nitrogênio, fósforo e potássio na infecção do patógeno / Daniel Cassetari Neto. == Lavras : UFLA, 1996.

78 p. : il.

Orientador: Augusto Ferreira de Souza.

Tese (Doutorado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Arroz de sequeiro - Brusone - Controle. 2. Doença fungica. 3. Fungo - *Pyricularia grisea*. 4. Epidemiologia. 5. Prática cultural. 6. Nutrição mineral. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.18944

DANIEL CASSETARI NETO

BRUSONE (*Pyricularia grisea* Sacc.) EM ARROZ DE SEQUEIRO NO ESTADO DE MATO GROSSO:

I - IDENTIFICAÇÃO DE RAÇAS FISIOLÓGICAS

II - INFLUÊNCIA DO NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO NA INFECÇÃO DO PATÓGENO

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

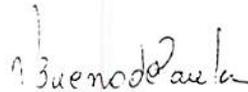
APROVADA em 29 de fevereiro de 1996



Prof. Mario Sobral de Abreu



Prof. Antônio Alves Soares



Pesq. Miralda Bueno de Paula



Pesq. Elizabeth de Oliveira



Prof. Augusto Ferreira de Souza

(Orientador)

À minha esposa, Marlene

Aos meus filhos, Alexandre, Luciana e Alice

E aos que deles vierem

OFEREÇO

À minha mãe, Mafalda

À memória de meu pai, Almir

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por iluminarem meu caminho.

À minha esposa, Marlene Aparecida de Souza e aos meus filhos, Alexandre, Luciana e Alice, pela força, pela paciência, pela confiança e pela torcida.

À Universidade Federal de Lavras, por todas as oportunidades concedidas.

À Universidade Federal de Mato Grosso, especialmente à PROPEP/CAP, pelo apoio durante a condução dos trabalhos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa.

Aos professores Augusto Ferreira de Souza e Mario Sobral de Abreu, pela amizade e orientação.

Ao professor Antônio Alves Soares e às pesquisadoras Elizabeth de Oliveira e Miralda Bueno de Paula, pelas sugestões e pela participação na Banca.

Aos colegas do Curso de Doutorado e Mestrado em Fitossanidade da UFPA, pela amizade e incentivo.

Aos colegas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UFPA, especialmente aos professores Aluisio B. Borba Filho, Maria de Fátima Loureiro, Lucirides Dias Ferreira e Ivo Pereira de Camargo, pela força e pelo apoio.

Às colegas Sonia Regina Nogueira e Leimi Kobayashi, pelo companheirismo e dedicação.

Aos acadêmicos e amigos Eduardo Roberto de A. Bernardo, Antonio Marcos Rodrigues e à técnica Maria Lúcia Paim S. Pimenta pelos trabalhos de computação.

À todos que direta ou indiretamente colaboraram com este trabalho.

À Deus, por tudo.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	ix
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUÇÃO.....	01
CAPÍTULO 1.....	04
TÍTULO: Levantamento de raças fisiológicas de <i>Pyricularia grisea</i> .....	04
1.1 - INTRODUÇÃO .....	04
1.2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	06
1.2.1 - Etiologia e epidemiologia.....	06
1.2.2 - Variabilidade patogênica.....	10
1.3 - MATERIAL E MÉTODOS .....	11
1.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
CAPÍTULO 2.....	18
TÍTULO: Comportamento da brusone em arroz de sequeiro sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio.....	18
2.1 - INTRODUÇÃO .....	18
2.2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.2.1 - Controle da brusone com variedades resistentes.....	20
2.2.2 - Controle da brusone com práticas culturais .....	22

2.2.2.1 - Efeito do nitrogênio .....	25
2.2.2.2 - Efeito do fósforo.....	29
2.2.2.3 - Efeito do potássio .....	31
2.3 - MATERIAL E MÉTODOS .....	35
2.3.1 - Localização do experimento e composição dos tratamentos .....	35
2.3.2 - Plantio e inoculação .....	38
2.3.3 - Parâmetros avaliados .....	39
2.3.4 - Delineamento e unidade experimental .....	40
2.4. - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
2.4.1 - Índice de brusone foliar.....	43
2.4.2 - Brusone no pescoço.....	51
2.4.3 - Peso de 100 grãos.....	54
2.4.4 - Matéria seca .....	58
2.4.5 - Produção de grãos .....	59
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	61
CONCLUSÕES .....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	63
ANEXOS.....	71

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
1. Número de raças de <i>Pyricularia grisea</i> de acordo com a reação exibida pela Série Internacional de Diferenciadoras (Adaptado de Atkins, 1967 e Ling e Ou, 1969). ....	13
2. Escala de avaliação da severidade da brusone e reação exibida pela planta de arroz. ....	14
3. Reações apresentadas pelas indicadoras da Série Internacional de Diferenciadoras, inoculados com 11 isolados de <i>Pyricularia grisea</i> obtido em 92/93 em áreas de produção de arroz em Jaciara e Rondonópolis, Mato Grosso, e raças identificadas. ....	16
4. Efeitos de alguns nutrientes na interação de patógenos com a cultura do arroz. ....	24
5. Resultado da análise química da camada de 0-20cm da área experimental da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano Agrícola 1993/94. ....	37
6. Resumo da análise de variância do índice de brusone foliar avaliado aos 45, 75 e 95 dias após o plantio em arroz de sequeiro submetido a diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94. ....	44
7. Índice médio de brusone foliar avaliado aos 45 dias após o plantio de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94. ....	45

**Tabela****Página**

8. Índice médio de brusone foliar avaliado aos 45 dias após o plantio de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.....	45
9. Índice médio de brusone foliar avaliado aos 75 dias após o plantio de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.....	47
10. Índice médio de brusone foliar avaliado aos 95 dias após o plantio de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94. ....	49
11. Resumo da análise de variância da porcentagem de brusone no nó da panícula em arroz de sequeiro submetido a diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.....	52
12. Porcentagem média de brusone no nó da panícula em arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94. ....	53
13. Porcentagem média de brusone no nó da panícula em arroz de sequeiro, sob diferentes doses de fósforo. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94. ....	54
14. Resumo da análise de variância do peso de 100 grãos, matéria seca e produção de grãos de arroz de sequeiro submetido a diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.....	56
15. Peso médio de 100 grãos (gramas) obtido em arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.....	56

16. Produtividade média (kg/ha) de arroz de sequeiro, submetido diferentes doses de nitrogênio e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.....	60
---	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Precipitação mensal, temperatura média, máxima e mínima e umidade relativa média dos meses de janeiro a julho de 1994. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso.....	42

## RESUMO

CASSETARI NETO, Daniel. **Brusone (*Pyricularia grisea* Sacc.) em arroz de sequeiro no Estado de Mato Grosso: I - Identificação de raças fisiológicas; II - Influência do nitrogênio, fósforo e potássio na infecção do patógeno.** Lavras: UFLA, 1996. 78p.(Tese-Doutorado em Agronomia)\*

O efeito da disponibilidade de nutrientes no solo sobre a severidade da brusone em arroz de sequeiro foi avaliado em um experimento conduzido na Serra de São Vicente, município de Cuiabá, no Estado de Mato Grosso, durante o ano agrícola 1993/94. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos pela associação de três níveis de nitrogênio (25, 50 e 100 Kg/ha), dois níveis de fósforo (60, 120 Kg/ha) e três níveis de potássio (10, 20 e 40 Kg/ha). As doses de nitrogênio foram parceladas em um terço no plantio e dois terços em cobertura aos 45 dias após o plantio. Foi utilizada a cultivar de arroz de sequeiro Guarani, inoculada artificialmente com suspensão de esporos de *Pyricularia grisea* formada pela mistura de raças do fungo encontradas em municípios produtores de arroz (Jaciara e Rondonópolis) do Sul de Mato Grosso. As raças identificadas pela Série Internacional de Diferenciadoras no ano agrícola de 1992/93 foram IB-41, IB-61 e IB-62, consideradas de alta virulência para as variedades comerciais de arroz. Os resultados mostraram que o aumento da disponibilidade de nitrogênio e de fósforo, favorecem a ocorrência de brusone nas folhas e panículas, respectivamente. O potássio, quando aplicado em dose acima da recomendada pela análise de solo, também favoreceu a ocorrência de brusone nas folhas. A severidade da brusone, especialmente nas panículas, foi reduzida em função da ausência de veranico.

---

\* Orientador: Augusto Ferreira de Souza. Membros da Banca: Mario Sobral de Abreu, Elizabeth de Oliveira, Antonio Alves Soares e Miralda Bueno de Paula.

## ABSTRACT

### **BLAST (*Pyricularia grisea* Sacc.) IN UPLAND RICE IN MATO GROSSO STATE:**

#### **I - IDENTIFICATION OF FISIOLOGIC RACES**

#### **II - INFLUENCE OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM IN PATHOGEN INFECTION**

The effect of nutrient availability on soil on the severity of blast in upland rice was evaluated in a study carried out at Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso State, during the 93/94 season. A randomized block experimental design with a factorial scheme was used. The factors were three nitrogen levels (25, 50 and 100 Kg/ha), two phosphorus levels (60 and 120 Kg/ha) and three potassium levels (10, 20 and 40 kg/ha). Nitrogen application was split with one-third at planting and two-thirds 45 days later. The upland rice cultivar Guarani was inoculated with a spore suspension of *Pyricularia grisea* from a three races mixture found in the rice fields (Jaciará and Rondonópolis) of South of Mato Grosso. The races identified by International Set of Differentials during 92/93 season were IB-41, IB-61 and IB-62, with high virulence to rice cultivars. It was found that the increase of availability of nitrogen and phosphorus was favorable to leaf and panicle blast, respectively. Potassium, when applied in greater dose than recommended by the soil analysis favored the leaf blast. The severity of blast, specially on panicles, was reduced by the absence of drought.

## INTRODUÇÃO

A agropecuária é a principal base econômica do Estado de Mato Grosso, colocando-o entre os cinco primeiros maiores produtores do Brasil, com as culturas de soja, arroz, milho e frutas tropicais, abrindo espaço nos últimos quatro anos à agroindústria e à verticalização da agricultura.

Os sistemas de produção agrícola mais frequentes, marcados pela influência direta de agricultores de outros Estados que têm chegado ao Mato Grosso nos últimos dez anos, caracterizam-se por empregar tecnologias adaptadas de centros de pesquisa de outras regiões e nem sempre apropriadas às peculiaridades do ecossistema do Estado, gerando situações problemáticas que requerem solução a curto prazo.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é cultivado em todo o Mato Grosso, concentrando-se em extensas áreas de produção no sul e como cultura de abertura de pastagens no norte do Estado. A área total cultivada é de aproximadamente 750 mil hectares, com 746 mil hectares cultivados sob regime de sequeiro e 4 mil hectares sob regime inundado. A área com potencial para a implantação da cultura de arroz irrigado sob inundação é de 9,5 milhões de hectares (10,8% da área do Estado), com 10 mil hectares já sistematizados (EMPA, 1987).

O uso de cultivares de arroz não adaptadas aos diversos agroecossistemas do Estado e o uso de sistemas de produção inadequados fazem com que a ocorrência de doenças, especialmente a brusone (causada pelo fungo *Pyricularia grisea* Sacc. = *Pyricularia oryzae* Cav.) seja um dos fatores limitantes à obtenção de índices satisfatórios de produtividade após o terceiro ano de cultivo. Nas condições de arroz de sequeiro, predominantes em Mato Grosso, e de arroz irrigado por aspersão, a doença é mais intensa que nas condições de arroz irrigado por inundação (Mackill e Bonman, 1992). Nos casos mais severos a doença ocorre durante

todo o ciclo da planta, podendo causar prejuízos que chegam a 65% da produção (Faria e Prabhu, 1980).

Segundo revisão de Prabhu, Faria e Carvalho (1986), os efeitos da brusone variam com a fase de desenvolvimento do arroz, causando perdas indiretas na produção pela redução de área foliar disponível à fotossíntese e afetando diretamente a formação e enchimento de grãos.

Dentro do diagnóstico apresentado pela EMPA (1987), programas de geração e adoção de tecnologias visando o controle integrado de doenças em arroz, nas condições dos solos de mata e cerrado de MatoGrosso, são prioritários frente a outros problemas que a cultura enfrenta.

Os programas de controle integrado de doenças dispõem de técnicas que agrupam-se basicamente em três categorias: a) uso de agentes químicos, físicos e biológicos; b) resistência genética; c) manejo do ambiente. Essas técnicas são empregadas em níveis diferentes, de acordo com as características de cada associação patogênica (Chester, 1950, Stakman e Harrar, 1957). No caso específico da brusone, o manejo do ambiente assume papel fundamental no programa de controle integrado, devido à grande capacidade de variabilidade patogênica que o agente causal possui, em função da susceptibilidade da maioria das cultivares recomendadas para o sistema de cultivo em sequeiro e devido ao aspecto anti-econômico da aplicação de fungicidas nesse sistema de cultivo (Faria e Prabhu, 1980, Ou, 1987, Ribeiro, 1989).

Entre as técnicas de manejo do ambiente para o controle integrado da brusone, destacam-se o plantio em épocas com temperatura noturna desfavorável ao patógeno, manutenção do sistema de irrigação por inundação (quando a doença limita-se às fases inicial e final do ciclo do arroz) e manejo do estado nutricional da planta. Pesquisas feitas no Japão por Ou (1987) demonstraram que a resposta da associação patogênica entre *P. grisea* e *O. sativa* é variável considerando-se os diferentes níveis de fertilidade e disponibilidade de nutrientes.

Além disso, a reação diferencial da associação patogênica nas regiões tropicais e subtropicais é mais dependente dos graus de resistência do hospedeiro e agressividade do patógeno que das condições climáticas. O metabolismo dos microorganismos fitopatogênicos,

especialmente dos fungos, depende das condições físicoquímicas do ambiente, dependendo, portanto, das condições de nutrição do hospedeiro (Agrios, 1988, Huber, 1980, Marschner, 1986 e Deacon, 1984). Segundo Barbosa Filho (1987), todos os desequilíbrios nutricionais aumentam a predisposição das plantas ao ataque de patógenos que dependem, em última análise, da composição química dos constituintes celulares do vegetal.

Segundo Marschner (1986), a nutrição mineral é um fator do ambiente de fácil manipulação, complementando os métodos clássicos de controle de doenças.

IRRI (1963), Huber (1980) e Ou (1987) acentuam a necessidade de maior volume de resultados referentes à dinâmica da brusone, quando a planta de arroz é submetida a níveis diferentes de disponibilidade de nutrientes, em função do potencial que o manejo do ambiente possui em incorporar-se como tática de manejo integrado dessa doença.

Este trabalho teve os objetivos de conhecer as raças fisiológicas de *P. grisea* que ocorrem no Estado de Mato Grosso e verificar o comportamento da brusone na cultivar de arroz de sequeiro Guaraní submetida a diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio.

## CAPÍTULO 1

### TÍTULO: Levantamento de raças fisiológicas de *Pyricularia grisea*

#### 1.1 - INTRODUÇÃO

A brusone, nome italiano dado à doença causada pelo fungo *Pyricularia grisea* Sacc, é conhecida como “doença da febre do arroz” desde de 1637 (Ou, 1987). Segundo os mapas de distribuição de doenças do Commonwealth Mycological Institute (Johnston e Booth, 1983) a doença está distribuída em 85 países, sendo considerada uma das doenças mais amplamente distribuídas no mundo.

O patógeno tem a habilidade de infectar todos os órgãos da planta de arroz, desde o estágio de plântula até a maturação, produzindo lesões tipicamente elípticas que variam em tamanho e coloração, dependendo da idade da lesão, das condições do ambiente e do grau de susceptibilidade da planta (Ou, 1987). O arroz é afetado pela brusone em todos os estágios de desenvolvimento. Nas condições de sequeiro, a doença ocorre desde a formação da 3ª ou 4ª folha, progredindo até a maturação (Faria e Prabhu, 1980). No arroz irrigado, a doença é comum no viveiro e após a emissão da panícula.

A patogenicidade de *P. grisea* em arroz depende, entre outros fatores, da produção de raças fisiológicas. Através da Série Internacional de Diferenciadoras (Ling e Ou, 1969 e Atkins et al, 1967), podem ser identificadas 256 raças fisiológicas do fungo, de acordo com a reação que as variedades desta série apresentam quando inoculadas.

O objetivo deste trabalho foi conhecer as raças de *P. grisea* que predominam nas principais regiões produtoras de arroz em Mato Grosso.

## 1.2 - REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 - Etiologia e epidemiologia

O patógeno produz lesões na folha, nós e diferentes partes da panícula e grãos (associado à mancha dos grãos - Zapata, 1985), raramente afetando a bainha das folhas. Segundo Ou (1980a), os conídios são produzidos em lesões após cerca de 6 dias da inoculação. Uma lesão típica pode produzir de 2.000 a 6.000 esporos por aproximadamente 14 dias. A maioria dos esporos são produzidos e liberados entre 2 e 6 horas da manhã, através de violentas explosões de células basais do conidióforo. Os esporos podem permanecer na proximidade da fonte de inóculo ou serem carregados por correntes de ar para distâncias de até 200 metros.

De maneira geral o quadro sintomatológico da brusone caracteriza-se por lesões foliares, inicialmente como minúsculas lesões cloróticas; em condições de alta umidade, as lesões evoluem para pontuações necróticas até lesões circulares de 2 a 3 mm de diâmetro com o centro cinza e margem marrom; em cultivares de arroz susceptíveis, as lesões circulares evoluem para lesões elípticas de extremidades pontiagudas, com centro cinza e bordos marrom-avermelhado (Ou, 1987). Nos nós, entre-nós e panícula do arroz, a infecção por *P. grisea* produz lesões de cor avermelhada, podendo provocar a quebra da planta e morte da parte aérea acima do ponto de infecção.

Aspectos da ultraestrutura da infecção da planta de arroz por *P. grisea* discutidos por Bell e Wheeler (1986) envolvem a invasão de células parenquimatosas por apressórios com alta concentração de melanina, estando o grau de infecção determinado pelo número de células invadidas e pelo grau de colapso provocado pela invasão (invaginação excessiva da membrana plasmática e degeneração da mitocôndria e do retículo plasmático). Segundo

Kaur et al. (1983), os processos anteriores à colonização do hospedeiro não são alterados por níveis diferentes de resistência.

Os mecanismos de reação da planta de arroz infectada pelo patógeno são discutidas por vários autores. Mori et al. (1990) encontraram intensa atividade de ácidos graxos em folhas infectadas por *P. grisea*. Tais ácidos, são supostamente a base estrutural para os mecanismos de ação antifúngica. Sekido et al. (1990) caracterizam substâncias denominadas oryzalexinas como responsáveis pelo mecanismo bioquímico de defesa do arroz contra fungos fitopatogênicos.

Dentro de um mesmo nível de resistência, ou considerando-se uma mesma variedade, Van Ik et al. (1989) consideram que plantas mais desenvolvidas, portanto em sítios de maior fertilidade ou com maior capacidade de absorção e utilização de nutrientes, são mais atacadas por *P. grisea* que plantas menos desenvolvidas que, por sua vez, são mais atacadas por *Dreschlera oryzae*.

A brusone apresenta maior grau de severidade em lavouras plantadas no regime de sequeiro. Nessas condições, Huang e Yu (1989) relatam que a cada 1% de infecção, há uma correspondência de decréscimo na produção em 3%, correlação que varia com a região, variedade de arroz e época (flutuação de raças fisiológicas). Ou (1984, 1987) considera 3 mecanismos responsáveis pela maior severidade da doença em condições de sequeiro, comparadas às condições de irrigação por inundação: menor capacidade de absorção de elementos minerais que auxiliam na formação de compostos de defesa, pelas variedades recomendadas para o sistema; menor concentração desses elementos minerais na solução dos solos cultivados sob regime de sequeiro; maior período de orvalho sobre folhas de arroz em sequeiro, favorecendo a formação e disseminação de inóculo. Neste aspecto, Padhi (1987) e Kim (1988) concordam que as características físicoquímicas dos solos têm influência direta no desenvolvimento da brusone, condicionando ou não a ocorrência da doença e o grau de mecanismos de reação da planta depois do estabelecimento do patógeno, já que o teor de umidade do solo não altera os mecanismos de pré-penetração, e que uma mesma variedade pode apresentar diferentes reações em diferentes tipos de solo.

Nestas condições ocorre redução da área foliar, redução do perfilhamento, redução da formação de panículas, diminuição do peso de grãos e morte da planta (IRRI, 1963).

Além das características físicoquímicas do solo, o clima é um condicionante essencial dentro dos fatores do ambiente no desenvolvimento da brusone. Ou (1987) cita que, de maneira geral, a doença ocorre entre temperaturas de 20 a 30° C, com alta umidade relativa (cerca de 93%) e pouca insolação. Estas condições estão estreitamente relacionadas à taxa de transpiração, fotossíntese e produção de compostos fenólicos, menores sob condição de déficit hídrico (Goyal et al., 1985). A temperatura ideal para a germinação dos conídios, crescimento micelial, infecção e esporulação é a mesma e varia entre 25 e 30 °C (os limites máximo e mínimo estão entre 9 e 37 °C). O período de incubação é tanto menor quanto mais próxima a temperatura estiver na faixa de 25 a 30 °C. A formação de orvalho é essencial para a formação e liberação de esporos. Porém, a precipitação diminui a sua dispersão.

Desde 1976 tem sido discutida a etiologia do agente patogênico da brusone quanto à sua nomenclatura. Yaegashi e Herbert (1976) e Ou (1987) consideraram que *P. oryzae* é sinonímia de *Pyricularia grisea* sacc. e, segundo as regras internacionais de nomenclatura, deveria prevalecer o nome mais antigo descrito por Saccardo em 1880 e não o nome descrito por Cavara em 1891. A controvérsia gerada em torno do nome específico do agente patogênico da brusone, discutido por Muchovej e Muchovej (1994) e Purchio e Muchovej (1992b) ocorre, fundamentalmente, pela similaridade morfológica e de dimensões entre os conídios das duas espécies e da não relação à especificidade de hospedeiros infectados. Quanto à patogenicidade a diferentes espécies, Mackill e Bonman (1986) e Purchio e Muchovej (1992a) demonstraram que isolados de *Pyricularia* obtidas de plantas de arroz podem infectar outras gramíneas, bem como isolados de gramíneas infectam o arroz. O uso da “*formae specialis*” para o gênero *Pyricularia* é criticado por Muchovej e Muchovej (1994), já que seu uso depende de uma gama de hospedeiros definida. Além disso, os autores citam que as diferenças entre a patogenicidade de *Pyricularia* para espécies de gramíneas ocorrem entre os isolados do patógeno. Purchio

(1992) e Martynyuk (1988) citam vários gêneros de espécies vegetais como hospedeiros de espécies de *Pyricularia* morfológicamente semelhantes.

Quanto à morfologia e dimensões de conídios do gênero *Pyricularia*, é necessário considerar que as variações existentes dependem das condições de umidade e temperatura nas quais são produzidos e do hospedeiro a partir do qual são isolados (Muchovej e Muchovej, 1994).

Vários autores (Notteghem e Silué, 1992, Ellingboé, 1992, Rossman et al., 1990, Bonman et al., 1992, Purchio, 1992, Muchovej e Muchovej, 1994, Mackill e Bonman, 1992, Silué et al., 1992, Wit, 1992, Valent e Chumley, 1991) têm feito referência ao agente causal da brusone como *Pyriculara grisea* Sacc, ou através de seu teleomorfo *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr.

Considerando a indefinição da literatura em torno do nome específico do gênero *Pyricularia*, foi usado neste trabalho o epíteto específico *grisea* para designar o patógeno causador da brusone em arroz, considerando corretos os argumentos em favor da denominação *Pyricularia grisea* Sacc..

O teleomorfismo em *P. grisea* ainda não foi observado na natureza. Em condições artificiais já foi associado ao ciclo sexual de *Ceratospheeria grisea* Herbert, por Johnston e Booth (1983) e ao ciclo sexual de *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr por Tolmsoff (1983). Muchovej e Purchio (1992) e Muchovej e Muchovej (1994) relatam estudo de pareamento de diversos isolados de *Pyricularia* obtidos em diferentes hospedeiros, mostrando que *P. grisea* e *P. oryzae* não são geneticamente distintos, sendo anamorfos de *M. grisea*.

### 1.2.2 - Variabilidade patogênica

A intensa variabilidade de *P. grisea* é uma característica particular de um grupo de fungos da subdivisão “Deuteromycotina”, que possuem um ciclo parassexual alternativo (Alexopoulos e Mims, 1980, Deacon, 1984). A variabilidade do patógeno já foi estudada por Ou (1980b), Wit (1992) e Valent e Chumley (1991) que mencionam a impossibilidade de definição de uma raça nas Filipinas devido à intensa instabilidade dos isolados. Segundo McDonald et al. (1989), essa variabilidade patogênica depende da estabilidade (proporção de conídios referentes à raça original em um conidióforo) do isolado em estudo e pode ocorrer entre 5 e 95% dos casos. Ribeiro e Menezes (1992) recuperaram 6 raças em 30 genótipos de arroz.

Os modelos de diferença em patogenicidade não são encontrados somente em diferentes isolados, mas também em culturas monospóricas, em conídios de uma única lesão e mesmo em extremidades de hifas de única célula de conídio (Ou, 1987). Ainda assim, alguns autores como Latterell (1975) acreditam na estabilidade desse organismo.

O primeiro mecanismo proposto para explicar a variabilidade de *P. grisea* foi a heterocariose. Contudo, observações em microscópio eletrônico revelaram que células de conídios e hifas são mononucleares, e que a característica multinuclear pode ter sido atribuída quando da fixação de outras organelas, que não núcleos.

O mecanismo mais aceito atualmente para explicar a variabilidade de *P. grisea* é a presença de heteroploidia em cada célula mononucleada do fungo, que apresenta de 2 a 12 cromossomos (Tolmsoff, 1983, Wu e Magill, 1990 e Ou, 1980b). Além da identificação de raças fisiológicas pela Série Internacional de Diferenciadoras, Vales et al. (1986) têm estudado métodos de identificação como eletroforese e requerimentos nutricionais dos isolados.

### 1.3 - MATERIAL E MÉTODOS

As raças fisiológicas de *P. grisea* na região produtora de arroz do sul de MatoGrosso foram avaliadas durante todo o período das safras de 92/93 no Laboratório de Fitopatologia e viveiros da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMEV) da Universidade Federal de MatoGrosso (UFMT). Amostras de plantas de arroz das cultivares Tangará, Araguaia e Guarani com sintomas de brusone, e sementes produzidas nessas lavouras foram coletadas nas regiões de Rondonópolis e Jaciara. Os tecidos com lesões esporulativas foram seccionados em fragmentos de 3cm e acondicionados em freezer (-18° C) até o momento da obtenção dos isolados de *P. grisea*, como proposto por Latterell e Rossi (1986). As sementes foram armazenadas em câmara a 10° C e baixa umidade relativa.

No momento da obtenção dos isolados, os fragmentos de lesões armazenados em freezer foram colocados em placas de Petri de 9 cm de diâmetro com 2 folhas de papel de filtro umidecidas em água destilada e esterilizada e mantidas por 48 horas a 22° C com regime de luz alternada (12 horas luz/12 horas escuro). As sementes (200 semente/amostra) foram incubadas em “blotter” com congelamento (Neergaard, 1973). Em placas de Petri de 15 cm de diâmetro e 3 folhas de papel de filtro umidecidas com água destilada e esterilizada, foram colocadas 25 sementes previamente tratadas em hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2% por 2 minutos. Depois de 24 horas a 22 ° C as placas foram mantidas no freezer (-18° C) por 24 horas e novamente a 22° C com luz alternada (12 horas luz/12 horas escuro) por 4 dias. O período de incubação das sementes por 7 dias recomendado por Neergaard (1973) não foi seguido, uma vez que observações anteriores mostraram que ao final do período de 7 dias, o inóculo de outros patógenos (*Drechslera oryzae* e *Gerlachia oryzae*, principalmente) dificultaram o isolamento de *P. grisea*, mais facilmente obtido com 4 dias de incubação.

Os conídios de *P. grisea* obtidos em câmara úmida e “blotter” foram transferidos, com auxílio de bloco de ágar, para placas de Petri de 9 cm de diâmetro com BDA e mantidos por sete dias no escuro a 28° C e por 10 dias a 22° C com luz alternada (12 horas luz/12 horas escuro). Cada isolado sofreu uma repicagem para multiplicação do inóculo. As alterações nas metodologias propostas por Atkins et al. (1967), Ribeiro e Cardoso (1976), Ribeiro (1980) e Ribeiro e Terres (1987) foram feitas, baseadas em observações anteriores realizadas no laboratório de Fitopatologia da FAMEV/UFMT, que comprovaram a eficiência da metodologia utilizada neste trabalho, na obtenção de isolados de *P. grisea*.

Foram obtidos 11 isolados (4 de Jaciara e 7 de Rondonópolis) separados em 3 grupos com características culturais distintas, variando na coloração das colônias (branco-acinzentado, cinza-claro e cinza-escuro), na consistência do micélio (micélio aéreo e micélio fortemente agregado ao meio de cultura) e na produção de conídios (conídios abundantes nas colônias branco-acinzentadas com micélio aéreo e esparsos nas colônias cinza-escuro com micélio agregado). Observações semelhantes na variação da morfologia de colônias de *P. grisea* foram feitas por Ou (1987).

A identificação das raças fisiológicas foi feita através da inoculação dos isolados na Série Internacional de Diferenciadoras (SID) composta pelas variedades “Raiminad Str - 3”, “Zenith”, “NP - 125”, “Usen”, “Dular”, “Kanto 51”, “Sha-tiao-tSao” e “Caloro” (Ling e Ou, 1969 e Atkins et al. 1967). As raças que podem ser identificadas pela SID com a reação apresentada pelas indicadoras, estão apresentadas na TABELA 1. A nomenclatura final das raças deve obedecer à reação observada pela combinação de todas as indicadoras: IA-1...IA-128, IB-1...IB-64, IC-1...IC-32, ID-1...ID-16, IE-1...IE-8, IF-1...IF-4, IG-1 e IG-2, IH-1, II-1.

As oito variedades da SID foram semeadas em substrato rico em nitrogênio, em bandejas de 40x30x8 cm. Foram mantidas 10 plantas de cada indicadora por bandeja. Cada isolado foi aspergido em 3 bandejas quando as plantas apresentavam-se no estágio de 3 a 4 folhas. O inóculo foi obtido pela lavagem das colônias com água destilada e esterilizada e ajustado com auxílio de câmara de contagem de Neubauer, para a concentração de  $3 \times 10^4$  conídios de *P. grisea* por ml de suspensão. As indicadoras foram mantidas em câmara

úmida (cobertas com saco plástico) 24 horas antes e 24 horas depois da inoculação (Ribeiro e Terres, 1987). A temperatura média durante o período de incubação foi de 28° C.

**TABELA 1** - Número de raças de *Pyricularia grisea* de acordo com a reação exibida pela Série Internacional de Diferenciadoras (Adaptado de Atkins, 1967 e Ling e Ou, 1969).

GRUPO DE RAÇAS	REAÇÃO DAS VARIEDADES INDICADORAS								Nº DE RAÇAS/GRUPO***
	A*	B	C	D	E	F	G	H	
IA	S**	S/R	128						
IB	R	S	S/R	S/R	S/R	S/R	S/R	S/R	64
IC	R	R	S	S/R	S/R	S/R	S/R	S/R	32
ID	R	R	R	S	S/R	S/R	S/R	S/R	16
IE	R	R	R	R	S	S/R	S/R	S/R	8
IF	R	R	R	R	R	S	S/R	S/R	4
IG	R	R	R	R	R	R	S	S/R	2
IH	R	R	R	R	R	R	R	S	1
II	R	R	R	R	R	R	R	R	1
<b>TOTAL DE RAÇAS</b>									<b>256</b>

\* A = "Raminad Str.3", B = "Zenith", C = "NP-125", D = "Usen", E = "Dular", F = "Kanto 51", G = "Sha-tiao-tsao", H = "Caloro".

\*\* S = Susceptível, R = Resistente

\*\*\* O nº de raças por grupo =  $2^x$  onde x = nº de combinações S e R possíveis.

A identificação das raças de *P. grisea* foi realizada 7 dias após a inoculação das indicadoras da SID, segundo escala de reações apresentada por Atkins et al. (1967), associada à escala indicada por Ou (1987). A escala que associa aspectos quantitativos e qualitativos da brusone em arroz e é utilizada também na avaliação de genótipos em programas de melhoramento, é apresentada na TABELA 2.

**TABELA 2** - Escala de avaliação da severidade da brusone e reação exercida pela planta de arroz.

NOTAS	SINTOMAS	REAÇÃO *
0	Ausência de sintomas	R
1	Pequenas pontuações cloróticas	R
2	Lesões necróticas de até 1mm de diâmetro	R
3	Lesões necróticas de até 3mm de diâmetro com o centro cinza e a margem marrom	M
4	Lesões elípticas com o centro cinza e a margem marrom	S
5	Lesões elípticas em até 10% da área foliar	S
6	Lesões elípticas em até 25% da área foliar	S
7	Lesões elípticas em até 50% da área foliar	S
8	Lesões elípticas em até 75% da área foliar	S
9	Lesões elípticas em até 100% da área foliar	S

\* R = resistente

M = moderadamente resistente

S = susceptível

## 1.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 11 isolados de *P. grisea* obtidos de uma região significativa na produção de arroz de sequeiro do sul de Mato Grosso, e inoculados na SID, permitiram a identificação de 3 raças pertencentes ao grupo IB, segundo as reações propostas por Atkins et al. (1967) e Ou (1987), apresentadas na TABELA 2. As reações apresentadas pelas variedades indicadoras da SID e as raças encontradas são apresentadas na TABELA 3. A presença de raças do grupo IB (IB-1, IB-9, IB-13, e IB-41) em cultivares melhoradas de arroz já haviam sido constatadas por Prabhu e Filippi, (1989). Segundo os autores, esse grupo foi predominante em cultivares de arroz, incluindo Guarani e Araguaia.

As mesmas variações morfológicas nas colônias de diferentes isolados de *P. grisea* observadas por Ou (1987), foram encontradas entre os 11 isolados obtidos, permitindo separá-los em 3 grupos diferentes, que não refletem necessariamente o número de raças identificadas.

As raças fisiológicas de *P. grisea* que ocorreram na região de Rondonópolis e Jaciara na safra de arroz de 92/93 pertencem, segundo Ribeiro (1980), ao grupo mais virulento às variedades comerciais de arroz no Rio Grande do Sul, apesar de não ser o mais numeroso entre os isolados avaliados naquele Estado. Nas condições do sul do Rio Grande do Sul, com clima temperado, Ribeiro (1980) relacionou 26 raças de *P. grisea* entre os anos de 1969 e 1978, ocorrendo maior porcentagem de raças do grupo IG. Marchetti et al. (1976) registraram observações semelhantes no sul dos Estados Unidos da América, e discutem que um número elevado de raças de *P. grisea* em uma região representa extrema variabilidade patogênica do fungo, que pode ser controlada com uso de variedades com amplo espectro de resistência.

**TABELA 3** - Reações apresentadas pelas indicadoras da Série Internacional de Diferenciadoras, inoculadas com 11 isolados de *Pyricularia grisea* obtidos em 92/93 em áreas de produção de arroz em Jaciara e Rondonópolis, Mato Grosso, e raças identificadas

ISO-LADOS	INDICADORES DA SID								RAÇA
	Raminad Str.	Zenith	NP-125	Usen	Dular	Kanto-51	Shatiao-tsaio	Caloro	
1	R*	S	R	(M)R	R	R	S	S	IB-61d
2	R	S	R	(M)R	R	R	S	R	IB-62d
3	R	S	R	S	R	S	S	S	IB-41
4	R	S	R	S	R	S	S	S	IB-41
5	R	S	R	(M)R	R	R	S	R	IB-62d
6	R	S	R	(M)R	R	R	S	R	IB-62d
7	R	S	R	(M)R	R	R	S	R	IB-62d
8	R	S	R	S	R	S	S	S	IB-41
9	R	S	R	S	R	S	S	S	IB-41
10	R	S	R	S	R	S	S	S	IB-41
11	R	S	R	S	R	S	S	S	IB-41

\* - R = resistente, S = susceptível, M = reação intermediária

Considerando estas observações, o resultado obtido no sul de Mato Grosso indica, possivelmente, uma baixa estabilidade do patógeno, com ocorrência de um número reduzido de raças. Assim, o controle da brusone com variedades resistentes torna-se mais eficiente se associado ao uso de técnicas culturais de controle.

Sendo este o primeiro levantamento de raças de *P. grisea* em Mato Grosso, não é possível avaliar alterações na flutuação do patógeno em função da pressão de seleção que os genótipos de arroz exercem. Além disso, apesar de realizada em uma região significativa na produção de arroz, o levantamento não contemplou áreas de produção da região norte do Estado.

Ainda assim, pode-se esperar a existência de um número maior de raças de *P. grisea* no Estado, especialmente em regiões onde as cultivares Araguaia e Guarani ainda não demonstraram quebra de resistência.

Entre os anos de 1979 e 1986, Ribeiro e Terres (1987) constataram o surgimento de 24 novas raças fisiológicas do fungo no Rio Grande do Sul, incluindo um isolado da raça IB-61 e um isolado da raça IB-62 também encontrados em Mato Grosso. Naquelas

condições, um maior número de cultivares de arroz pode determinar um maior número de raças de *P. grisea*.

## **CAPÍTULO 2**

**TÍTULO: Comportamento da brusone em arroz de sequeiro sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio.**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

Além de influenciar no metabolismo vegetal, os nutrientes minerais afetam a morfologia, anatomia e composição química das plantas, atuando direta ou indiretamente no aumento ou diminuição de sua resistência aos patógenos (Colhoum, 1973). Segundo Marschner (1986), a resistência pode ser aumentada por alterações anatômicas (aumento de células da epiderme e alto grau de lignificação e silificação), fisiológicas e bioquímicas (aumento na produção de substâncias inibidoras ou repelentes e síntese de fitoalexinas).

Colhoum (1973), Marschner (1986), Agrios (1988), Huber (1980) e Zambolim e Ventura (1993) concordam com o uso de nutrição mineral como um fator ambiente de fácil manipulação a ser associado ao controle integrado de doenças de plantas. Contudo, é fundamental um conhecimento do efeito dos nutrientes minerais no aumento ou diminuição do grau de resistência das plantas, conforme o manejo da cultura.

Para Zambolim e Ventura (1993), esse efeito é marcante em cultivares com graus moderados de susceptibilidade ou resistência, sendo menos consistente em cultivares altamente resistentes ou susceptíveis. Apesar do considerável volume de trabalhos estudando o efeito de nutrientes no controle de doenças de plantas, as informações sobre a aplicação desses resultados em sistemas de controle integrado são escassas, especialmente

nas regiões tropicais onde essa alternativa permite a redução do uso de produtos químicos e um aumento qualitativo e quantitativo da produtividade das culturas. Algumas informações disponíveis sobre os efeitos de nutrientes na severidade de doenças do arroz, resumidas na TABELA 4, indicam que o nitrogênio e o fósforo contribuem no aumento das principais doenças, enquanto o potássio só influencia com o aumento da ocorrência de ponta branca e de *Corticum sasakii*, reduzindo a ocorrência de mancha estreita, mal-do-pé, brusone e mancha parda.

Huber (1980) considera valoroso o papel dos nutrientes na redução da severidade de doenças afetando a virulência dos patógenos, alterando a resistência das plantas, compensando os danos provocados ou ativando mecanismos bioquímicos de controle.

O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento da brusone em arroz de sequeiro submetido a diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio.

## 2.2 - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.2.1 - Controle da brusone com variedades resistentes

A variabilidade do patógeno dificulta a adoção de medidas de controle da doença, principalmente nos trópicos onde conídios viáveis podem ser encontrados durante todo o ano (Ou, 1987) e a frequência de mutação de raças fisiológicas prevalescentes pode ser mensal (Tolmsoff, 1983).

A relação de genótipos de arroz resistentes ao patógeno e a seleção de produtos químicos eficientes no seu controle têm sido uma prática generalizada no âmbito das pesquisas dessa associação patogênica (Lewin et al., 1986, Yamaguchi, 1986, Koh et al., 1987, Alluri et al., 1987, Ribeiro, 1989, Matos et al., 1988).

A resistência horizontal preconizada por Vanderplank (1963), como de caráter durável, não específica quanto às raças do patógeno e governada por genes menores, não pode ser aplicada na associação *P. grisea* x *O. sativa*. Ou (1980a, b e 1987), Yu, Mackill e Bonman (1987) e Mackill e Bonman (1992) relatam que o sistema genético de resistência de cultivares tradicionais de arroz à brusone é governado por treze genes dominantes e que a herança da resistência em cultivares melhoradas segue, provavelmente, o mesmo modelo. A presença de resistência horizontal em variedades de arroz é considerada por Koh, Hwang e Chung (1987), muitas vezes mascarada pela alta susceptibilidade e alta pressão de inóculo nas avaliações nos estágios iniciais de desenvolvimento da planta. Prabhu e Morais (1993) esclarecem que existe efeito residual de genes maiores superado pelo patógeno em cultivares de arroz no Japão, produzindo características epidemiológicas de redução na taxa de desenvolvimento da doença que não refletem, geneticamente, a resistência horizontal. Portanto, o uso da resistência

horizontal. Portanto, o uso da resistência varietal tem sido limitada por dois fatores essenciais: a) grande variabilidade patogênica do fungo e difícil obtenção de resistência horizontal, b) prevalência de raças fisiológicas diferentes condicionadas pelas pressões de seleção e estabilização e por fatores abióticos de cada região, dificultando a ampla utilização de genótipos com resistência vertical (Ou, 1980, Bonman et al., 1992).

Os níveis diferenciais de resistência a uma mesma raça do fungo não são encontrados somente entre variedades geneticamente distintas, mas também dentro de uma mesma variedade, considerando-se a infecção no início e final do ciclo da planta. Segundo Ou (1987), não há correlação entre a resistência à infecção por *P. grisea* nas folhas e panículas. Para Prabhu e Faria (1982), essa correlação é dependente do nível de inóculo inicial, da porcentagem de infecção, da disponibilidade de nutrientes, do clima e da variedade, especialmente em condições de sequeiro. Ahn e Rubiano (1984) admitem uma correlação positiva entre a infecção nas folhas e panículas, sendo que as diferenças observadas são devidas a alterações das condições edafoclimáticas e, conseqüentemente, da fisiologia da planta, durante seu desenvolvimento. O mesmo argumento é usado por Hwang e Kim (1988) e Koh et al. (1987) para explicar o fenômeno da resistência em planta adulta, onde, tanto variedades resistentes como susceptíveis à brusone, tendem a apresentar níveis crescentes de resistência com o decorrer do seu ciclo de vida, demonstrando alterações fisiológicas que refletem, em última análise, alterações no clima e no estado nutricional das plantas.

### 2.2.2 - Controle da brusone com práticas culturais

O controle eficiente da brusone em arroz pode ser alcançado com o uso de medidas associadas, visando não só a proteção da planta como também o manejo do ambiente através da eliminação de fontes de inóculo, de manejo da irrigação e fertilidade do solo (Chiu e Chang, 1982). Segundo Colhoum (1973), os fatores abióticos influenciam na relação patogênica, alterando positiva ou negativamente, tanto o hospedeiro como o patógeno.

As condições de fertilidade e de disponibilidade de nutrientes para a planta de arroz são fatores influenciáveis na relação patógeno-hospedeiro (Ou, 1987), com efeito marcante do nitrogênio, fósforo, potássio e silica.

Huber (1980) e Zambolim e Ventura (1993) discutem os mecanismos que envolvem os nutrientes no controle de doenças: a) o aumento da “tolerância” às doenças é observado nas plantas pela formação de novas raízes, substituindo aquelas danificadas por patógenos no solo. Assim, a disponibilidade de fósforo e nitrogênio reduzem a severidade da podridão de raiz causada por *Pythium* sp. em trigo e cana-de-açúcar, b) o efeito de certos nutrientes pode levar as plantas à evasão, pelo desenvolvimento e maturidade de determinados órgãos. O rápido crescimento de mudas em viveiro é um mecanismo de escape a patógenos que causam tombamento. O ataque de *Phytophthora infestans* em batata e a severidade de ferrugens em cereais é diminuída pela aplicação de fósforo e potássio, tornando os tecido mais resistentes, encurtando o período em que o hospedeiro pode ser infectado, c) os aspectos fisiológicos da resistência estão intimamente ligados ao estado nutricional da planta, refletindo-se na produção e no acúmulo de compostos inibidores da patogênese. O cálcio pode induzir a resistência em plantas através de seu efeito no metabolismo de pectinas, modificando as pectinas hidrossolúveis em polipectatos insolúveis resistentes às enzimas pectolíticas dos patógenos. As enzimas responsáveis pela formação de compostos fenólicos (Nicholson e Hammerschmidt, 1992) são inibidas pela presença de nitrato nas plantas de arroz, alterando sua resposta bioquímica à brusone, d) a virulência e a agressividade dos patógenos é afetada

pelas modificações químicas e físicas no ambiente promovidas pela adubação. As formas catiônicas e aniônicas do nitrogênio no solo estimulam a produção de estruturas que aumentam a densidade de inóculo de certos patógenos. As condições de pH do solo limitam a disponibilidade de micronutrientes essenciais ao crescimento, esporulação e virulência de certas espécies de *Fusarium* que causam murcha em plantas. A flora microbiana do solo, em especial actinomicetos e bactérias, são favorecidas pelo pH elevado do solo e atuam como antagonistas a espécies de *Fusarium*.

Guidice et al.(1983) estudaram a dinâmica de absorção de nutrientes em variedade de arroz submetidas a diferentes regimes de irrigação, concluindo que a absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e magnésio foi crescente e contínua durante todo o ciclo da planta, independente do regime de irrigação. Nas condições de sequeiro, o acúmulo de nitrogênio foi maior nas folhas e o acúmulo de fósforo foi maior nas panículas. O acúmulo de potássio em folhas e colmos foi proporcional.

A exigência em nitrogênio e potássio pela cultura de arroz é maior nas fases iniciais de crescimento, enquanto a demanda de fósforo é maior, podendo exceder a dos demais elementos, durante a floração (EMATER-ES e EMCAPA, 1987).

TABELA 4 - Efeito de alguns nutrientes na interação de patógenos com a cultura do arroz.

PATÓGENO	NUTRIENTES				REFERÊNCIA
	N	K	P	Ca	
<b><u>Bactérias</u></b>					
<i>Xanthomonas oryzae</i>	+	-			Parashar e Sindhan (1988)
<i>Xanthomonas translucens</i>	+				Huber (1980)
<b><u>Nematóide</u></b>					
<i>Aphelenchoides bessey</i>	+	+			Huber (1980)
<b><u>Fungos</u></b>					
<i>Cercospora oryzae</i>	+	-			Zambolim e Ventura (1993)
<i>Gaeumanomyces graminis</i>		-	+	-	Zambolim e Ventura (1993)
<i>Pyricularia oryzae</i> = <i>P. grisea</i>		-	+		Ou (1987) Zambolim e Ventura (1993)
<i>Corticium sasakii</i>	+	+	+		Sujata e Chakrabarti (1988)
<i>Helminthosporium</i> spp.	+	-	+		Huber (1980) Cassetari Neto, Holanda e Carvalho (1992)
<i>Rhynchosporium oryzae</i>	+		+		Huber (1980) Cassetari Neto, Holanda e Carvalho (1992)

+ = aumento de severidade

-- = diminuição da severidade

### 2.2.2.1 - Efeito do nitrogênio

O efeito de adubos nitrogenados em associações patogênicas tem sido amplamente estudado pelo seu papel essencial na produção de aminoácidos, proteínas e hormônios de crescimento, correlacionados com a manifestação da resistência e da susceptibilidade das plantas aos patógenos (Huber, 1980). Segundo Agrios (1988), o tecido jovem e suculento e o atraso na maturação da planta promovido pelo nitrogênio em abundância aumentam sua predisposição ao ataque de patógenos da parte aérea. Entretanto, Huber (1980) relaciona uma diminuição da severidade de ataque de patógenos do solo em plântulas crescidas na presença de nitrogênio. Huber (1980) relaciona algumas alterações na severidade de doenças provocadas por formas nítricas ( $\text{NO}_3 - \text{N}$ ) e amoniacais ( $\text{NH}_4 - \text{N}$ ). O nitrogênio amoniacal é relatado como responsável pelo aumento da severidade de *Rhizoctonia solani* em beterraba, batata e feijão, de *Fusarium moniliforme* e *Helminthosporium* spp. em milho, de *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* em algodão e de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* em tomate. Somente *Phymatotrichum omnivorum* em algodão, *Diplodia zaeae* em milho e *Verticillium albo-atrum* em batata e tomate têm sua severidade reduzida na presença de  $\text{NH}_4 - \text{N}$ . Segundo o mesmo autor, o nitrogênio nítrico tem efeito inverso ao do  $\text{NH}_4 - \text{N}$  sobre essas associações patogênicas.

A forma do nitrogênio ( $\text{NH}_4 - \text{N}$  ou  $\text{NO}_3 - \text{N}$ ) disponível para o vegetal tem mais relevância que sua quantidade na severidade de doenças e na resistência das plantas (Huber e Watson, 1974). Para Agrios (1988), esse efeito relaciona-se a alterações provocadas no pH do solo: doenças favorecidas pelo  $\text{NH}_4 - \text{N}$  são mais severas em pH ácido, enquanto doenças favorecidas pelo  $\text{NO}_3 - \text{N}$  são mais severas em pH neutro a básico. Deacon (1984) esclarece que o  $\text{NH}_4 - \text{N}$  é a forma preferencial de utilização de nitrogênio entre os fungos fitopatogênicos.

Huber (1980) relaciona uma série de fatores que influenciam na relação do nitrogênio com a severidade de doenças: pH, teor de água e outros elementos no solo, temperatura, preferência da cultura, microflora do solo e época de aplicação.

Os efeitos de *Exserohilum turcicum* em milho na Índia tem sido minimizados com aplicação de nitrogênio na forma de uréia, parcelado no plantio, 30 e 45 dias após, reduzindo em 10% os índices de incidência da doença (Sharma e Sharma, 1991).

Marschner (1986) e Agrios (1988) discutem o efeito do nitrogênio na severidade de doenças causadas por parasitas obrigatórios e facultativos, mostrando que altos níveis de nitrogênio favorecem a ocorrência de manchas foliares e murchas, discordando de muitas observações de Huber (1980).

Zambolim e Ventura (1993) relacionam baixos níveis de nitrogênio com aumento na severidade de podridão de raízes de soja, do mal-do-pé em trigo e com aumento nos sinais e sintomas causados por *Heterodera glycines* e *Meloidogyne incognita*. Na revisão apresentada, altos níveis de nitrogênio foram correlacionados com aumento na severidade de *Verticillium albo-atrum* e *Colletotrichum gossypii* em algodão, de *Erysiphe graminis* sp. *tritici* em trigo, de *Erwinia carotovora* em tomate e de PVY em fumo.

Huber e Watson (1974) associam um aumento na severidade de tombamento causado por *Rhizoctonia solani* em alface, feijão e beterraba, a altos níveis de asparagina e glutamina nas plantas, formados a partir da aplicação de doses crescentes de  $\text{NH}_4 - \text{N}$ . A murcha de *Verticillium* em batata, que só ocorre após a formação dos primeiros tubérculos, pode ser reduzida com o atraso na maturação da planta pela aplicação de  $\text{NH}_4 - \text{N}$  ou incrementada pela aceleração na maturação com aplicação de  $\text{NO}_3 - \text{N}$  (Huber, 1980).

As pesquisas sobre o efeito do nitrogênio em doenças de arroz de sequeiro apontam para um aumento da severidade da maioria das doenças com doses crescentes do nutriente. Sujata e Chakrabarti (1988) associaram um aumento de susceptibilidade do arroz à queima das bainhas com o aumento da dose de adubo nitrogenado. Parashar e Sindham (1988) encontraram maior susceptibilidade à *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* em plantas de arroz tratadas com altas doses de nitrogênio, associando esse efeito ao menor teor de fenóis e carboidratos encontrados nessas plantas. Zambolim e Ventura (1993) e Ou (1987) relatam que o nitrogênio na forma nítrica é responsável pela redução da infecção provocada por *P. grisea*, causando, por outro lado, aumento da infecção provocada por *Gaeumanomyces graminis*. O nitrogênio amoniacal apresenta efeito inverso para esses

patógenos, aumentando os danos provocados por *P. grisea* e reduzindo os danos provocados por *G. graminis*.

Marschner (1986) explica que na presença de altas doses de nitrogênio no solo, ocorre a supressão de enzimas-chave (fenilalanina-amoníaco-liase-PAL) na formação de compostos fenólicos e lignina em folhas de arroz, responsáveis, segundo Nicholson e Hammerschmidt (1992), pela manifestação de resistência.

Ou (1987) apresenta vasta revisão sobre o efeito do nitrogênio na severidade da brusone em arroz de sequeiro, admitindo que a intensidade desse efeito varia com as condições do solo e clima, com a forma (catiônica ou aniônica) do nutriente e com o método de aplicação. Experimentos conduzidos pelo Internacional Rice Research Institute (IRRI, 1965) e confirmados por Ou (1987) mostraram que a aplicação de nitrogênio em arroz concentrada no plantio ou após 45 dias após, promovem um aumento dos sintomas da brusone foliar e no último nó da panícula. Huber (1980) relata que o nitrogênio na forma amoniacal acentua a severidade da brusone quando as temperaturas noturnas são próximas de 20° C. Variedades susceptíveis submetidas a temperaturas noturnas acima de 26° C comportaram-se como resistentes à brusone, provavelmente pela redução na síntese de aminas.

A pesquisa assume como regra geral que a presença de nitrogênio na forma amoniacal em altos níveis favorece o desenvolvimento da brusone, com redução da doença na presença de nitrogênio na forma nítrica, nas condições de arroz de sequeiro (Huber e Watson, 1974). Segundo Ou (1987), as hipóteses que explicam esse comportamento são: aumento da permeabilidade das células epidérmicas da planta, diminuição dos teores de silicatos na epiderme e hemicelulose e lignina na parede celular, estímulo à germinação do fungo e produção de apressórios em função do aumento da concentração de aminoácidos na planta. Para Marschner (1986), o aumento dos níveis de compostos de baixo peso molecular no apoplasto de plantas supridas com altas doses de nitrogênio tem forte influência sobre a germinação de conídios e crescimento de hifas de fungos. Além disso, são importantes as reduções no teor de silicatos nas plantas pelo efeito de diluição, pelo crescimento provocado pelo nitrogênio. Ou (1987) considera a presença de compostos

silicatados na planta de arroz como uma barreira física à penetração de *P. grisea*, sem influência no metabolismo do patógeno.

Altos níveis de silicatos nas células de epiderme da planta de arroz aumentam sua resistência à brusone (Colhoum, 1973). Contudo, essa correlação é variável com a cultivar e com as condições do ambiente, especialmente com relação à absorção de nitrogênio que é inversamente proporcional à absorção de silicatos (Ou, 1987).

Segundo EMATER/ES e EMCAPA (1987), altos níveis de nitrogênio, cálcio e fósforo ou níveis deficientes de nutrientes são condições essenciais para a ocorrência de epidemias de brusone em arroz de sequeiro.

Faria, Prabhu e Zimmermann (1982) encontraram uma queda significativa na produtividade do arroz devido à brusone, com a aplicação de mais de 15 Kg/ha de nitrogênio no plantio, combinada com veranicos.

Barbosa Filho (1987) comenta que o nitrogênio, como constituinte da molécula das proteínas, aumenta o número de perfilhos e de panículas, aumenta o número e tamanho de grãos e também seu teor proteico. Porém, estimulando o crescimento, o excesso de nitrogênio (especialmente nas condições de sequeiro) pode levar a uma diminuição na produção pelo grande número de perfilhos e folhas novas formadas e pelo consequente sombreamento e acamamento provocados. Esta situação é agravada pela ocorrência de estiagem e de brusone no período reprodutivo do arroz.

O efeito do nitrogênio na incidência de brusone em arroz de sequeiro, também foi estudado por Li et al. (1986). Os autores concluíram que mesmo em cultivares resistentes, os índices de brusone aumentaram com o aumento das doses de nitrogênio. As análises bioquímicas realizadas mostraram que o nitrogênio, em doses altas, atua na alteração dos mecanismos de resistência da planta de arroz, promovendo aumento na concentração de aminoácidos solúveis e diminuição na concentração de açúcares redutores. Os mesmos resultados quanto à interferência do nitrogênio no mecanismo de defesa da planta, foram encontrados por Kalita et al. (1988), estudando o efeito de adubos nitrogenados e o aumento da incidência de queima das bainhas (causada por *Rhizoctonia solani*).

Montoya (1985) demonstrou que aplicações crescentes de nitrogênio corresponderam a um aumento de produção da variedade de arroz Cica-8, quando a brusone foi controlada com aplicação de fungicidas. Nunes e Garcia (1992) não correlacionam efeito de doses de nitrogênio no controle integrado da brusone em Rondônia, com índices de severidade da doença de até 70%. O controle da brusone naquela região foi obtido com uma ou duas aplicações de fungicidas.

#### 2.2.2.2 - Efeito do fósforo

O fósforo é um nutriente essencial para a síntese e utilização de ácidos nucleicos e carboidratos e como fonte de energia para as plantas. Seu suprimento adequado favorece o desenvolvimento de sementes, o crescimento de raízes, a divisão celular e a redução no período vegetativo. Huber (1980) e Zambolim e Ventura (1993) citaram que a aplicação de fósforo é benéfica na redução de doenças em plântulas e raízes, permitindo a manifestação de mecanismos de escape.

Pelo seu efeito no sistema radicular, o fósforo é considerado benéfico na redução da população de nematóides associados a várias culturas. A aplicação de superfosfato pode aumentar a síntese de proteínas e a atividade celular dos tecidos vegetais, proporcionando aumento da resistência das plantas aos nematóides e criando um ambiente desfavorável à multiplicação destes patógenos. Segundo Zambolim e Ventura (1993) doses crescentes de fósforo no solo reduzem a população de *Meloidogyne* sp. no solo, discordando de algumas observações de Huber (1980), quanto ao efeito do nutriente na severidade de doenças. O autor relata uma maior severidade de infecção de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus penetrans* em amendoim, com aumento da disponibilidade de fósforo no solo. O aumento da severidade de infecção de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* em algodão e *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* em tomate também está relacionada a níveis crescentes de

adubação fosfatada. As bacterioses provocadas por *Pseudomonas syringae* em feijão-de-lima e *Erwinia amylovora* em maçã têm sua severidade reduzida na presença de fósforo.

Agrios (1988) relata a diminuição da severidade do mal-do-pé em cevada causada por *Gaeumanomyces graminis* e da sarna da batata causada por *Streptomyces scabiei* com a aplicação de fósforo. Mesmo promovendo um balanço na absorção de nutrientes e acelerando o processo de maturação da planta, o fósforo é citado como nutriente que incrementa o efeito patogênico do vírus do mosaico do pepino em espinafre e de *Septoria* sp. em trigo, reduzindo os efeitos de *Septoria* em tomate (Huber, 1980).

A presença de fósforo no tecido radicular está relacionada a um aumento de fosfolípidos e conseqüente diminuição de permeabilidade da membrana, com redução na exudação de aminoácidos pelas raízes e redução na severidade de doenças causadas por fungos de solo. O aumento do pH do solo com redução na disponibilidade do fósforo, reduz a agressividade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* em tomate, como observado por Huber (1980). Também o mal-do-Panamá é estimulado pelo excesso de fósforo que afeta a absorção de zinco pela bananeira, interferindo nos mecanismos bioquímicos de resistência da planta (Zambolim e Ventura, 1993).

Segundo Huber (1980), a diminuição do período vegetativo promovido pelo fósforo reduz o período infectivo de patógenos causadores de ferrugens e outras doenças foliares, por acelerar a formação de tecido que não pode ser infectado por estes patógenos. Por outro lado, Sharma e Sharma (1991) correlacionam positivamente doses crescentes de super fosfato simples com aumento nos índices de doença causada por *Exserohilum turcicum* em milho.

O efeito do fósforo sobre patógenos da cultura do arroz tem sido relativamente pouco estudado. Cassetari Neto, Holanda e Carvalho (1992) associaram altas doses de fósforo a um aumento dos índices da doença causada por *Dreschlera oryzae* e *Gerlachia oryzae* em arroz, na presença de doses crescentes de matéria orgânica e água no solo. Em doses constantes de nitrogênio e potássio, doses crescentes de fósforo aumentaram a severidade de queima das bainhas em arroz causada por *Rhizoctonia solani* (Sujata e Chakrabarti, 1988). Efeito inverso sobre *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* foi relatado

por Sindhan e Parashar (1986), quando observaram que doses de até 60 kg/ha de fósforo aumentaram os teores de fenóis em arroz reduzindo a severidade de queima bacteriana.

A influência de fertilizantes fosfatados sobre a brusone, segundo Ou (1987) não é acentuada. Experimentos realizados no Japão têm mostrado que a severidade da brusone aumenta com a aplicação de fósforo quando a disponibilidade de nitrogênio para o arroz é alta. Em solos deficientes em fósforo, seu suprimento reduz a severidade da doença. Porém, quando o crescimento da planta de arroz não é limitado pela falta de nutriente, a aplicação de fósforo aumenta a severidade da brusone.

Segundo Prabhu (1983) a adubação excessiva com fósforo em arroz de sequeiro, associada a veranicos, tende a aumentar a incidência de brusone nas panículas de forma linear.

Os efeitos da combinação do fósforo com nitrogênio e potássio nos tecidos vegetais, promovendo, respectivamente, tecidos suculentos ou rígidos (Huber, 1980), parecem ser relevantes na relação do arroz com *P. grisea*, já que o grau de resistência da planta não interfere na penetração do patógeno, mas sim na sua colonização.

### **2.2.2.3 - Efeitos do potássio**

O potássio desenvolve um papel vital na fotossíntese e está envolvido na ativação de mais de sessenta sistemas enzimáticos. Sua presença na planta facilita o fluxo de água e fotoassimilados no floema, aumentando a concentração desses compostos em frutos, sementes e outros órgãos de reserva. As condições adversas do ambiente como extremos de temperaturas e suprimento deficiente de água são suportados mais facilmente por plantas supridas adequadamente com potássio. O papel deste nutriente no uso eficiente da água pelas plantas está relacionado a uma diminuição na taxa de transpiração pelo seu efeito regulador na abertura dos estômatos. Em cana-de açúcar e seringueira, os efeitos

prejudiciais dos ventos fortes são reduzidos em plantas que recebem doses mais altas de potássio (Potash & Phosphate Institute, 1988).

Malavolta e Crocomo (1982) apresentam uma revisão sobre o efeito do potássio na planta, relacionando sua importância na produção e utilização de fotoassimilados, na ativação de enzimas e no metabolismo de compostos nitrogenados como putrescina, estimulantes do crescimento de microorganismos. Huber (1980) cita o potássio como essencial em todas as funções celulares como fotossíntese, fosforilação, síntese de proteínas, translocação, redução de nitratos e reprodução. Níveis balanceados de potássio induzem à formação de parede celular mais espessa, ao acúmulo de aminoácidos e à produção de tecido novo.

Segundo as revisões de Pretty (1982), os efeitos físicos e químicos provocados pelo potássio nas células são responsáveis pela redução da incidência de doenças de raízes, caules, folhas, sementes e frutos, causadas por fungos, bactérias e vírus. Segundo o autor, o potássio também contribui com a redução nas perdas qualitativas e quantitativas causadas por doenças que afetam sementes, frutos e vegetais após a sua colheita. Malavolta e Crocomo (1982) relacionam o efeito do potássio para diferentes grupos de patógenos. As bacterioses causadas por espécies de *Erwinia* e *Xantomonas* são reduzidas pelo efeito do potássio na formação de tecido cicatricial em lesões anteriores à penetração e pelo espessamento da parede celular. A mesma observação foi feita por Huber (1980) para *Erwinia stewartii* e *Pseudomonas tabaci* que, justificou redução nos índices de doença em milho e fumo, respectivamente, pelo menor acúmulo de nitrogênio inorgânico necessário às bactérias em plantas supridas com potássio. O nematóide *Rotylenchus reniformis* necessita de potássio para completar seu ciclo, e a deficiência do nutriente em plantas de algodão impede a postura de ovos pelo patógeno. Contudo, Agrios (1988) relata um aumento dos danos causados por *Meloidogyne incognita* na presença de altas quantidades de potássio.

O acúmulo de açúcares solúveis utilizados na nutrição de patógenos nos vegetais (Deacon, 1984) são reduzidos com o aumento de suprimento de potássio.

O Potash & Phosphate Institute (1988) credita à adubação potássica em altos níveis a responsabilidade pela redução na severidade de mais de 20 doenças causadas por bactérias, mais de 100 doenças causadas por fungos e 10 doenças causadas por vírus e nematóides.

O efeito do potássio na redução da severidade de doenças parece estar restrito à faixa de deficiência do nutriente, ou seja, a manifestação da resistência aos patógenos cresce enquanto a planta responde ao seu suprimento (Zambolim e Ventura, 1993). Marschner (1986) explica que em plantas com deficiência de potássio, a síntese de proteínas, amido e celulose é inibida, ocorrendo acúmulo de compostos orgânicos de baixo peso molecular. O suprimento de potássio nesses casos promove o crescimento das plantas e consequente redução no conteúdo desses compostos. Assim, a infecção provocada por parasitas obrigatórios como *Puccinia* spp. e *Erysiphe graminis* é mais severa com baixa disponibilidade de potássio, quando a planta acumula compostos que são essenciais na nutrição destes patógenos. O efeito do potássio no aumento da espessura da parede celular, dificultando a penetração de parasitas facultativos e reduzindo a severidade de algumas doenças, também é relatado por Marschner (1986).

Agrios (1988) menciona a redução na severidade da ferrugem do colmo do trigo, da pinta preta do tomate e da podridão do colmo do milho com a aplicação de potássio. O nutriente, segundo o autor afeta diretamente o estabelecimento e desenvolvimento do patógeno no hospedeiro, promovendo aumento na resistência dos tecidos às injúrias que facilitam o processo infeccioso. O aumento de podridão radicular e acamamento em plantas de milho deficientes em potássio é explicado por Huber (1980) pelo acúmulo de ferro nos nós do colmo da planta, interferindo no fluxo de nutrientes.

A síntese de arginina reduz a germinação de esporângios de *Phytophthora infestans*. Esse aminoácido aumenta na presença de potássio e reduz a severidade da queima da batata quando o suprimento de nitrogênio e fósforo não são excessivos (Huber, 1980).

A adubação potássica em arroz é citada como responsável pela diminuição dos danos causados por *Helminthosporium sigmoidium* (Huber, 1980 e Zambolim e Ventura, 1983), *Corticum sasakii* (Sujata e Chakrabarti, 1988 e Huber, 1980), *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* (Parashar e Sindham, 1988, Sindham e Parashar, 1986 e Huber, 1980), *Sclerotium*

*oryzae* e *Cercospora oryzae* (Huber, 1980), provocando apenas aumento da severidade da ponta branca causada por *Aphelenchoides bessey* (Huber, 1980).

Ou (1987) discute o efeito do potássio sobre a brusone. Segundo o autor, até a década de trinta o potássio era amplamente recomendado no Japão por reduzir a severidade da doença. Contudo, a pesquisa mostrou que não há uma correlação consistente entre os níveis de potássio e a incidência e severidade da doença. Experimentos mais recentes têm mostrado que altas doses de potássio aumentam a severidade da doença na presença de altas doses de nitrogênio. Em solos deficientes em potássio, a severidade da brusone é aumentada no início do suprimento do nutriente, sendo reduzida com doses mais elevadas, discordando das observações de Zambolim e Ventura (1993). Em solos ricos em potássio os índices de brusone são aumentados com o suprimento do nutriente.

Observações diferentes foram feitas por Silva e Ritchey (1982) em solos de cerrado, onde a baixa CTC dos solos e o baixo poder tampão do potássio condicionam aos referidos solos uma baixa capacidade de retenção desse nutriente, ocorrendo lixiviação, efeito residual curto e deficiência, refletida na maior susceptibilidade do arroz às doenças. O IRRI (1965) associa altos níveis de potássio e magnésio com a redução dos efeitos da brusone.

Barbosa Filho (1987) e Usherwood (1982) discutem a interação do potássio com outros íons, principalmente com o nitrogênio, afetando a produção de matéria seca, a produção de grãos e a resistência à seca e às doenças. Quando a concentração de nitrogênio é baixa, a correção com potássio inibe o desenvolvimento da brusone. Em níveis altos de nitrogênio, o aumento do potássio aumenta o desenvolvimento da brusone.

Considera-se, de maneira geral, que o aumento da resistência das plantas às doenças, quando exclusivamente o potássio é aplicado, está em função do fortalecimento da parede celular das células localizadas no tecido esclerenquimatoso subepidérmico, com aumento da concentração de lignina (Barbosa Filho, 1987).

## **2.3 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.3.1 - Localização do experimento e composição dos tratamentos**

O experimento foi conduzido durante a safra de 1993/94 (plantio em 24/01 e colheita em 17/05/94) na Fazenda Experimental da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, na Serra de São Vicente, localizada a 89 Km de Cuiabá e a 800 metros de altitude, com clima típico de montanha.

Foi utilizada a cultivar de arroz de sequeiro Guarani, adaptada às condições locais e que vem apresentando reação de susceptibilidade moderada ao patógeno. A cultivar Guarani foi lançada em 1987 nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás, como resistente à brusone e à mancha-de-grãos. Possui ciclo curto (105 a 120 dias) com florescimento entre 75 e 90 dias após o plantio. (Soares et al., 1989)

O solo sobre o qual foi instalado o experimento, cultivado com arroz desde 1990, é franco-argilo-siltoso de topografia plana. Sua característica química, obtida na camada de 0 a 20 cm em 20 pontos amostrais (3 subamostras por ponto amostral) na área experimental foi fornecida pelo Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de MatoGrosso (TABELA 5). As doses dos adubos nitrogenado (sulfato de amônia), fosfatado (superfosfato simples) e potássico (cloreto de potássio) que compuseram os tratamentos foram definidos com base na análise química do solo realizada 90 dias após aplicação e incorporação de calcário.

Através da análise química do solo, foi possível constatar a presença de baixos teores de fósforo, variando de 0,3 a 3,0 ppm, e de teores médios de potássio, variando de 36 a 64 ppm, nos 20 pontos amostrados. Esses teores, segundo Brabosa Filho (1987) indicam a

indicam a necessidade de aplicação de 30 kg/ha de nitrogênio, 60 kg/ha de fósforo e 20 kg/ha de potássio para o cultivo do arroz em solos arenosos ou argilosos no Estado de Mato Grosso. A definição dos tratamentos foi baseada nessa informação, utilizando-se doses recomendadas pela interpretação da análise química do solo, e doses acima e abaixo dessa recomendação, para o nitrogênio, fósforo e potássio.

- Nitrogênio - 25 (N1), 50 (N2) e 100 (N3) kg/ha de nitrogênio correspondentes a 125, 250 e 500 Kg/ha de sulfato de amônio, parcelados em 1/3 no plantio e 2/3 aos 45 dias após o plantio.
- Fósforo - 60 (P1) e 120 (P2) Kg/ha de fósforo correspondentes a 333 e 666 Kg/ha de superfosfato simples.
- Potássio - 10 (K1), 20 (K2) e 40 (K3) Kg/ha de potássio correspondentes a 16,7, 33,4 e 66,8 Kg/ha de cloreto de potássio.

**TABELA 5** - Resultado da análise química\* da camada de 0-20cm da área experimental da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano Agrícola 1993/94.

CARACTERÍSTICAS	VALORES	
pH (H <sub>2</sub> O)	5,40	AcM
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,00	AcM
P (ppm)	1,10	B
K <sup>+</sup> (ppm)	48,40	M
Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> (meq./100cc)	1,20	M
Al <sup>+++</sup> (meq./100cc)	0,04	B
H <sup>+</sup> + Al <sup>+++</sup> (meq./100cc)	4,90	M
S (meq./100cc)	1,30	B
T (meq./100cc)	6,20	M
V (%)	20,97	B
m(%)	2,94	B
Mat. Org. (%)	4,80	A

\* Análise realizada no Laboratório de Solos DSER/FAMEV/UFMT, Cuiabá-MT  
 Extrator utilizado: P e K = Mehlich-1, Ca, Mg, Al = Cloreto de potássio 1N, H + Al = Acetato de cálcio 1N a pH 7,0, pH (H<sub>2</sub>O) = 1:2,5 cm<sup>3</sup>, pH (CaCl<sub>2</sub>) = 1:2,5 cm<sup>3</sup> + solução de CaCl<sub>2</sub> 0,01M, Mat. Org. = método colorimétrico

### 2.3.2 - Plantio e inoculação

As sementes da cultivar Guarani obtidas em campo de produção de sementes no município de Rondonópolis, foram semeadas manualmente a uma profundidade de aproximadamente 3 cm, corrigindo-se o estande para 25 plantas/metro. O lote de sementes utilizado no experimento foi submetido ao teste de sanidade através do método de “blotter” (Neergaard, 1973) com avaliação aos 4 e 7 dias. Foram utilizadas 400 sementes representando o lote, seguindo-se a mesma metodologia descrita no item 3.1. Os patógenos detectados e suas porcentagens de ocorrência foram: *Pyricularia grisea* (1,25%), *Dreschlera oryzae* (6,25%), *Dreschlera* sp. (2,75%), *Gerlachia oryzae* (1,25%), *Fusarium* sp. (2,25%), *Alternaria padwicki* (2,0%), *Curvularia* sp. (2,25%), *Phoma sorghina* (1,25%). Com base nessa avaliação, não foi feito tratamento fungicida nas sementes para o plantio.

O Inóculo foi obtido de lesões de folhas de arroz da cultivar Guarani cultivada em Rondonópolis, Jaciara e ao redor da área experimental a partir de novembro de 1993, como descrito na obtenção de inóculo para a avaliação das raça *P. grisea* no item 3.1.

Foram utilizados isolados de cinco localidades diferentes nas 3 regiões, obtendo-se o mesmo padrão de características culturais observado anteriormente. O inóculo, portanto, foi constituído de uma mistura das três raças de *P. grisea* prevalentes na região.

Na preparação do inóculo, as placas de Petri contendo colônias de *P. grisea* foram lavadas com água destilada e esterilizada e raspadas levemente com bastão de vidro para liberação de conídios das colônias de micélio fortemente agregado. A suspensão de conídios foi ajustada para  $3 \times 10^4$  conídios/ml com auxílio de câmara de contagem de Neubauer.

Foram utilizados quinze litros de suspensão no experimento (5 litros/ bloco), aplicados com pulverizador manual Jacto (capacidade de 5 l).

O inóculo foi pulverizado sobre o experimento aos 45 dias após o plantio, por ocasião da adubação em cobertura. Segundo as observações de Malavolta e Fornasieri

Filho (1983), nesse período, a planta de arroz já desenvolve um processo de absorção e translocação crescente de macronutrientes, estando apta a demonstrar seus efeitos sobre a infecção com *P. grisea*.

### 2.3.3 - Parâmetros avaliados

Foram avaliados o índice de brusone foliar, a porcentagem de brusone no pescoço (nó da base da panícula), o peso de 100 grãos, a matéria seca da parte aérea e o rendimento de grãos.

O índice de brusone foliar (IBF) foi avaliado aos 45, 75 e 95 dias após o plantio. Segundo Guidice et al. (1983), neste período a planta pode manifestar os efeitos da absorção de nutrientes disponíveis no solo. A avaliação foi efetuada em 10 plantas amostradas na área útil das parcelas. Em cada planta foi considerado o perfilho mais infectado. O IBF foi calculado pela fórmula:

$$\text{IBF} = \Sigma (\text{grau de brusone} \times \text{frequência}) / 10$$

onde o grau de brusone foi determinado pela escala proposta por Ou (1987), apresentada na TABELA 2.

A porcentagem de brusone no pescoço (BP) foi determinada pela contagem do número de panículas infectadas no último nó do colmo (pescoço da panícula) na área útil das parcelas, logo após a colheita.

Após a colheita e degranação, as folhas e colmos da área útil de cada parcela foram secas até peso constante em estufa de circulação forçada à temperatura de 45° C. O peso total obtido foi dividido pelo número de plantas colhidas, expressando-se a matéria seca da parte aérea (folhas e colmos) em gramas/planta.

Depois de degranadas, as sementes da área útil de cada parcela foram submetidas à secagem em estufa à temperatura de 45° C, até atingir umidade de 13%. Após a secagem, foram amostradas 1.000 sementes (10 lotes de 100 sementes) por parcela, para obtenção do peso de 100 sementes (média de 10 pesagens) em balança de precisão.

O rendimento de grãos da cultivar Guarani foi obtido pela pesagem do total de sementes produzidas na área útil da parcela corrigido para 625.000 plantas/ ha.

### 2.3.4 - Delineamento e unidade experimental

O esquema experimental utilizado foi um fatorial com 3 fontes de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) sendo 3 níveis de nitrogênio, 2 níveis de fósforo e 3 níveis de potássio, em esquema fatorial, dispostos em blocos ao acaso, resultando em 18 tratamentos com 3 repetições, obedecendo ao modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = m + a_i + b_j + c_k + ab_{ij} + ac_{ik} + bc_{jk} + abc_{ijk} + r_l + e_{ijkl}$$

onde:

$Y_{ijkl}$  : valor observado na parcela que recebeu o tratamento  $ijk$  na repetição  $l$ .

$m$  : média geral

$a_i$  : efeito de doses de nitrogênio ( $i = 1, 2, 3$ )

$b_j$  : efeito de doses de fósforo ( $j = 1, 2$ )

$c_k$  : efeito de doses de potássio ( $k = 1, 2, 3$ )

$ab_{ij}$  : efeito de doses associadas de nitrogênio e fósforo

$ac_{ik}$  : efeito de doses associadas de nitrogênio e potássio

$bc_{jk}$  : efeito de doses associadas de fósforo e potássio

$abc_{ijk}$  : efeito de doses associadas de nitrogênio, fósforo e potássio

$r_l$  : efeito da repetição  $l$  ( $l = 1, 2, 3$ )

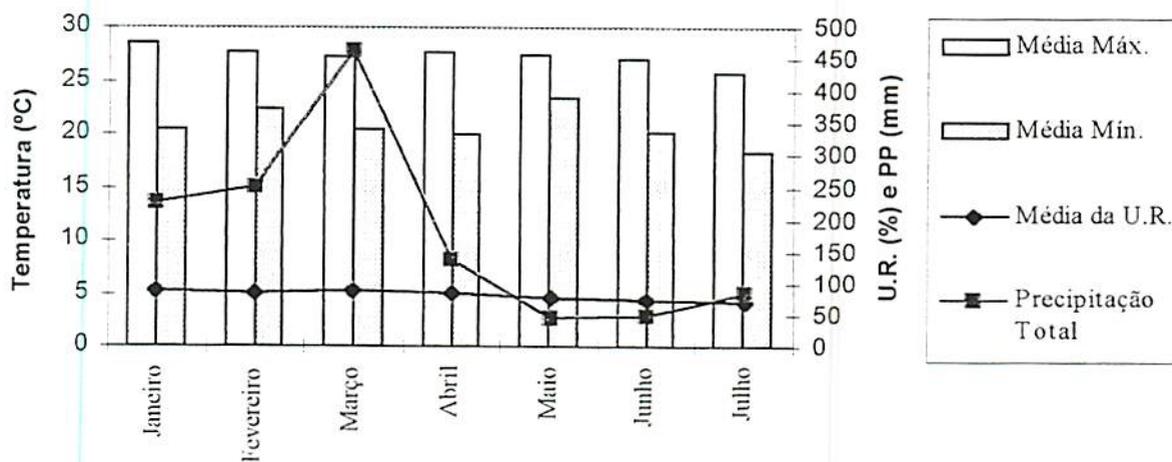
$e_{ijkl}$  : efeito do erro associado a parcela que recebeu o tratamento  $ijk$ , na repetição  $l$ .

A comparação de médias dos parâmetros analisados foi feita pelo teste de Tukey. A unidade experimental foi composta por 6 linhas de 4 m de comprimento espaçadas de 0,40 m, com área total de 9,6 m<sup>2</sup>. A área útil da unidade experimental foi composta pelas quatro linhas centrais, excetuando-se 0,50 m de cada extremidade de linha, totalizando 4,8 m<sup>2</sup>. A cultivar Guarani foi semeada numa densidade de 25 sementes/m linear, segundo as recomendações de Moraes, Silva e Silva (1989).

## 2.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na FIGURA 1 são apresentados os dados meteorológicos fornecidos pela Estação da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá, medidos durante o período de janeiro a julho de 1994.

**FIGURA 1: Precipitação mensal, temperatura média (máxima e mínima) e umidade relativa média dos meses de janeiro a julho de 1994. São Vicente da Serra, Cuiabá, Mato Grosso.**



### 2.4.1 - Índice de brusone foliar

O desenvolvimento de *P. grisea* nas folhas de arroz, avaliado em 3 épocas (45, 75 e 95 dias após o plantio), foi crescente, apesar dos baixos índices observados.

O índice de brusone foliar (IBF) variou significativamente com as diferentes doses de nitrogênio nas 3 épocas avaliadas e nas diferentes doses de potássio aos 75 dias. Foram observadas interações significativas entre o potássio e fósforo aos 45 dias e entre potássio e nitrogênio aos 95 dias, nas avaliações do IBF (TABELA 6).

O IBF avaliado aos 45 dias após o plantio foi influenciado quase que exclusivamente pelo inóculo fornecido pela cultivar Guarani semeada ao redor da área experimental em novembro de 1993.

Malavolta e Fornasieri Filho (1983) relatam que a absorção de nitrogênio e potássio é intensa no início do desenvolvimento da planta de arroz, permitindo que seus efeitos sobre a brusone sejam observados com segurança a partir de 40 dias após o plantio.

**TABELA 6** - Resumo da análise de variância do índice de brusone foliar avaliado aos 45, 75 e 95 dias após o plantio em arroz de sequeiro submetido a diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	GL	QM E SIGNIFICÂNCIA		
		45 DIAS	75 DIAS	95 DIAS
Nitrogênio (N)	2	1,11907 **	2,09685 *	16,07241 **
Fósforo (P)	1	0,39185	0,68907	0,62296
Potássio (K)	2	0,04796	1,38685	0,21129
N x P	2	0,19463	0,23352	0,14574
N x K	4	0,25546	0,78463	2,85379 *
P x K	2	0,49129 *	0,23574	1,51907
N x P x K	4	0,06157	0,71685	0,44102
Bloco	2	0,28241	1,15685	2,23129
Resíduo	34	0,14299	0,42626	1,06855
Média		3,63	3,72	5,34
CV%		10,4	17,5	19,3

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

As dosagens de nitrogênio utilizadas na instalação do experimento (8,4 kg/ha, 16,7 kg/ha e 33,4 kg/ha) flutuaram em torno do estabelecido por Prabhu (1989) e Faria, Prabhu e Zimmermann (1982) para arroz de sequeiro não favorecido, como prática cultural de controle da brusone. O IBF médio, avaliado aos 45 dias após o plantio, coincidiu com essa recomendação, sendo mais elevado quando a dose de nitrogênio no sulco de plantio foi de 26,7 g de sulfato de amônio, equivalente à 33,4 Kg/ha de nitrogênio (TABELA 8). Os resultados também concordam com Huber (1980) que relata o aumento da severidade da brusone na presença de altas doses de sulfato de amônio e temperaturas noturnas próximas de 20° C. A precipitação neste período foi bastante elevada (FIGURA 1) determinando níveis reduzidos de brusone foliar com a formação de lesões circulares e elípticas em menos de 10% da área foliar.

**TABELA 7** - Índice médio de brusone foliar avaliado aos 45 dias após o plantio de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

<b>K<sub>2</sub>O</b> <b>(Kg/ha)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Kg/ha)</b>	
	<b>60</b>	<b>120</b>
10	3,73 a	3,61 a
20	3,83 a	3,31 b
40	3,58 a	3,71 a

\* - médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 8** - Índice médio de brusone foliar avaliado aos 45 dias após o plantio de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

<b>N (Kg/ha)</b>		
<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
3,47 b	3,51 b	3,92 a

\* - médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Isoladamente, o fósforo e o potássio não alteraram o IBF que só apresentou uma redução quando o potássio foi associado à dose mais elevada de fósforo (TABELA 7).

Os baixos teores de fósforo encontrados no solo antes da instalação do experimento fazem acreditar que a aplicação da dose mais elevada de fósforo (120 Kg/ha) permitiu a manifestação do efeito do potássio na redução do IBF até a dose de 20 Kg/ha de potássio. Esses resultados concordam com as observações de Ou (1987) que relata um aumento da severidade da brusone quando a disponibilidade de potássio é reduzida ou elevada. A manifestação do efeito do potássio apenas na presença da dose mais alta de fósforo pode também ser explicada por Ou (1987) e Prabhu (1983) que não relacionam os dois nutrientes, mas explicam que o suprimento de fósforo em solos deficientes reduz a severidade da brusone em arroz de sequeiro e irrigado.

O comportamento do potássio em relação ao nitrogênio foi diferente daquele observado por Ou (1987). Na presença de 50 e 100 kg de nitrogênio/ha, o aumento das doses de potássio esteve associado a uma tendência de redução do IBF.

A relação estabelecida por Prabhu (1983) de aumento do desenvolvimento da brusone com o aumento do suprimento do potássio na presença de altas doses de nitrogênio, não foi registrado na avaliação do IBF aos 45 dias.

A evolução da brusone foliar neste experimento foi diferente daquela encontrada por Prabhu (1985). O autor, trabalhando com a cultivar de sequeiro IAC-47 determinou que a intensidade máxima de brusone foliar ocorreu entre 30 e 34 dias após o plantio, sendo reduzida significativamente a partir dos 72 dias.

Mesmo com a alta precipitação registrada até o início do período de maturação do arroz, podendo ter contribuído inclusive com a lixiviação do nitrogênio aplicado em cobertura, foi observado um sensível aumento do IBF médio avaliado dos 75 aos 95 dias após o plantio.

A segunda avaliação realizada 30 dias após a adubação nitrogenada em cobertura mostra que o IBF foi influenciado pela variação das doses de nitrogênio aplicadas (TABELA 9). A cobertura com nitrogênio (16,6 Kg/ha, 33,3 Kg/ha e 66,6 Kg/ha) acentuou seu efeito sobre a severidade da brusone, concordando com a revisão apresentada por Ou (1987).

O efeito de doses associadas de nitrogênio e potássio sobre o IBF não foi observado aos 75 dias, provavelmente pela ausência de veranico, hipótese levantada por Barbosa Filho (1987) e Prabhu (1983). O IBF sofreu uma tendência de redução na presença da dose mais elevada de fósforo, quando a dose de nitrogênio foi de 25 Kg/ha. O aumento da dose de Nitrogênio para 50 e 100 Kg/ha reduziu a tendência do efeito do fósforo na diminuição do IBF. Esse resultado concorda com as observações de Huber (1980) que credita à interação de altas doses de nitrogênio e potássio, a mais intensa colonização dos tecido da planta de arroz por *P. grisea*. Da mesma forma, Ou (1987) explica que a severidade da brusone é acentuada com a aplicação de fósforo quando a disponibilidade de nitrogênio para o arroz é

alta. Portanto, a redução do IBF com o suprimento de fósforo em solos deficientes desse nutriente, só é eficiente na presença de baixos níveis de nitrogênio.

O efeito de doses de potássio sobre o IBF aos 75 dias, ainda que não detectado pelo teste de comparação de médias, apresentou a mesma tendência observada aos 45 dias. Ou (1987), discutindo o efeito do potássio sobre o IBF, apresenta resultados obtidos no Japão onde a severidade da brusone é alta no início do suprimento de potássio, e na presença de doses acima daquelas requeridas pela planta de arroz. Esses resultados discordam das observações feitas por Silva e Ritchey (1982) em solos de cerrado. Os autores admitem um efeito linear da redução da severidade da brusone com a aplicação de potássio, explicada pela baixa retenção de bases que tais solos apresentam.

**TABELA 9** - Índice médio de brusone foliar avaliado aos 75 dias após o plantio de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

N (Kg/ha)		
25	50	100
3,35 b	3,79 ab	4,02 a

\* - médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Fageria (1982) demonstra que a concentração de potássio nos tecidos da planta de arroz de sequeiro no início da floração é cerca de 50% mais baixa que aquela encontrada no período de perfilhamento (período de máxima concentração de potássio nos tecidos da planta). Essa observação pode explicar a ausência de diferenças estatisticamente significativas no IBF em relação às doses de potássio aplicadas, na avaliação realizada aos 95 dias após o plantio. Nesse período, a cultivar Guarani está em florescimento (Soares et al. 1989) e o potássio disponível será utilizado para o enchimento de grãos (Barbosa Filho, 1989).

Na avaliação do IBF aos 95 dias após o plantio, o efeito do nitrogênio foi marcante no aumento da severidade da brusone. Associando-se os IBF médios apresentados na TABELA 10 com a escala encontrada na TABELA 2, podemos observar que as doses de 50 e 100 Kg/ha de nitrogênio corresponderam a um comprometimento superior a 10 e 25% respectivamente, da área foliar das plantas de arroz, pelas lesões provocadas pela brusone. Esses resultados coincidem com aqueles apresentados pela EMBRAPA (1984)

Apesar do provável efeito de lixiviação do nitrogênio disponível, pela intensa precipitação registrada desde a instalação do experimento, o efeito do nitrogênio sobre o IBF foi crescente em cada época de avaliação, proporcionando o mais baixo IBF sempre na dose de 25 Kg/ha. Aos 45 dias após o plantio as doses de 25 e 50 Kg/ha de nitrogênio, proporcionaram o mais baixo IBF, devendo ser considerado, neste caso, o efeito do parcelamento. As observações de Malavolta e Fornazieri Filho (1983) explicam este efeito, quando citam que a absorção e o consequente acúmulo de nitrogênio na planta de arroz é crescente durante todo o ciclo da planta, permitindo a manifestação dos efeitos já citados por Huber (1980), Marshner (1986) e Ou (1987).

**TABELA 10** - Índice médio de brusone foliar avaliado aos 95 dias após o plantio de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

N (Kg/ha)	K <sub>2</sub> O (Kg/ha)			MÉDIA
	10	20	40	
25	3,92 b	4,08 b	5,05 ab	4,35 c
50	5,97 a	5,63 a	4,68 b	5,43 b
100	5,80 a	6,62 a	6,28 a	6,23 a

\* - médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O efeito das doses de fósforo sobre o IBF aos 95 dias foi inverso àquele observado aos 75 dias após o plantio, apresentando pequena tendência de aumento do IBF na dose de 120 Kg/ha de fósforo, concordando com Ou (1987). Além disso, o efeito citado por Huber (1980) sobre a interação de altas doses de nitrogênio e fósforo no aumento da severidade da brusone foi mantido aos 95 dias.

A interação entre doses de nitrogênio e potássio sobre o IBF avaliado aos 95 dias (TABELA 10) foi semelhante às observações realizadas na primeira avaliação. O aumento do suprimento de nitrogênio pode ser associado a um aumento do IBF na presença de de 10 a 20 Kg/ha de potássio. Quando o suprimento de potássio foi de 40 Kg/ha, o IBF foi reduzido na presença de 50 Kg/ha de nitrogênio, voltando a subir na dose mais alta nitrogênio (100 Kg/ha). Esse resultado concorda com as observações de Prabhu (1983), Huber (1980) e Ou (1987), quando mencionam o aumento da rigidez dos tecidos da planta de arroz, dificultando a colonização de *P. grisea*, quando doses elevadas de nitrogênio e potássio são aplicadas. Porém, neste trabalho, essa relação só foi válida para a dose mais alta de potássio (40 Kg/ha) até 50 Kg/ha de nitrogênio. Esses resultados são válidos, se considerado que níveis excessivos de N-NH<sub>4</sub> no solo, dificultam a absorção de potássio pela planta, reduzindo seus efeitos na manifestação da brusone.

Nas condições em que foi conduzido o experimento, com uma cultivar de arroz de resistência moderada, sob alta pressão de inóculo e com níveis variáveis de adubação, os índices de brusone foliar deveriam ser mais altos que os observados. Segundo Ou (1987) a

formação e liberação de conídios de *P. grisea* é extremamente reduzida quando a umidade relativa é inferior a 93% e com grande variação entre as temperaturas diurna e noturna. Durante os meses de janeiro a maio de 1994 a umidade relativa média observada não foi superior a 90%. Além disso, as diferenças entre as médias das temperaturas máxima e mínima, que não ultrapassaram 8 ° C e as altas temperaturas noturnas contribuíram com a redução do período de deposição de orvalho nas folhas, essencial para a formação e liberação de conídios (Prabhu, 1989 e Prabhu, Faria e Carvalho, 1986).

A precipitação também contribuiu com a redução nos índices de brusone. Desde o estágio de plântula até o início do emborrachamento, a precipitação total mensal foi crescente e elevada, mantendo o solo úmido e contribuindo, provavelmente, com o aumento da silificação da epiderme e redução do conteúdo de nitrogênio e açúcares solúveis nos tecidos da planta. Segundo Prabhu (1989) os prejuízos causados pela brusone em arroz de sequeiro são menores em períodos de alta precipitação.

#### 2.4.2 - Brusone no pescoço

A brusone no nó da base da panícula (BP), avaliada após a colheita pela contagem do número de nós da base da panícula infectados, foi influenciada pela variação das doses de nitrogênio e fósforo (isoladamente) disponíveis para o arroz (TABELA 11). A porcentagem média de panículas infectadas pelo patógeno (5,98%), está acima daquela relatada por Prabhu (1987) para a cultivar Guarani. Esse fato concorre para reforçar as observações de quebra de resistência dessa cultivar provocada pela variabilidade patogênica de *P. grisea*. Faria , Prabhu e Zimmermann (1982), em revisão sobre o efeito do estado nutricional do arroz na severidade da brusone, relatam o efeito do nitrogênio independente das dosagens aplicadas de outros nutrientes. Porém na avaliação da BP, além do efeito do fósforo, o efeito das doses de nitrogênio foi marcante na porcentagem de panículas infectadas.

Prabhu e Faria (1982) relacionaram a ocorrência de brusone nas folhas e panículas de arroz de sequeiro, e sua relação com o peso de grãos. Segundo os autores, a ocorrência de brusone na panícula não depende exclusivamente da ocorrência de brusone nas folhas, mas também de outros fatores como a disponibilidade de nutrientes e da condição climática, além da possibilidade levantada por Ou (1987) da ocorrência de raças diferentes de *P. grisea* nas infecções causadas nas folhas e panículas.

**TABELA 11** -Resumo da análise de variância de porcentagem de brusone no nó da panícula em arroz submetido a diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	GL	QM E SIGNIFICÂNCIA
Nitrogênio (N)	2	96,363763 **
Fósforo (P)	1	68,32127 **
Potássio (K)	2	21,766567
N x P	2	15,57405
N x K	4	4,1441093
P x K	2	7,1944485
N x P x K	4	14,53445
Bloco	2	22,051411
Resíduo	34	8,2874615
Média		5,98
CV%		48,13

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Barbosa Filho (1987) mostra que 65% do nitrogênio e 69% do fósforo absorvidos pela planta de arroz, em condição de irrigação, são encontrados na panícula, sugerindo que estes nutrientes tenham mais influência sobre a BP.

A porcentagem de BP foi crescente com o aumento da disponibilidade de nitrogênio e mais elevada na presença de 100 Kg/ha do nutriente (TABELA 12). Esse resultado concorda com as observações de Faria, Prabhu e Zimmermann (1982), que obtiveram uma porcentagem média de BP (17%) mais elevada com maiores doses de nitrogênio, utilizando variedade de arroz susceptível à brusone.

O efeito da precipitação elevada que ocorreu durante a condução do experimento, com provável lixiviação do nitrogênio disponível para as plantas de arroz, pode ser comparado aos resultados obtidos por Faria, Prabhu e Zimmermann (1982) em condições de intenso veranico. Os autores obtiveram porcentagens médias de BP mais elevadas quando o nitrogênio foi aplicado em doses acima de 30 Kg/ha, inferior à dose necessária neste trabalho, para a ocorrência de uma alta porcentagem de BP

Confirmando as observações de Prabhu (1983), quando menciona que o fósforo contribui para um aumento da BP em doses acima da suficiente para o crescimento normal

da planta de arroz, a TABELA 13 apresenta um aumento substancial da doença no nó da panícula quando a dose de fósforo foi elevada de 60 para 120 Kg/ha. O acréscimo de panículas infectadas pela brusone, com o aumento da dose de fósforo foi de aproximadamente 7,0 % na presença de 25 Kg/ha de nitrogênio, e de aproximadamente 60,0 % na presença de 50 e 100 Kg/ha de nitrogênio, confirmando as observações de Huber (1980).

A ausência de veranico durante a condução do experimento, também contribuiu para que as porcentagens do BP observadas fossem inferiores àqueles obtidas por Faria, Prabhu e Zimmermann (1982), ainda que os autores tenham fixado a dose de fósforo em 60 Kg/ha. Barbosa Filho (1987) confirma a alta contribuição da ausência de chuva no aumento da brusone na panícula, na presença de altas doses de fósforo.

Segundo Prabhu (1989) e Prabhu e Faria (1982), a fase crítica para infecção da panícula por *P. grisea*, e que leva a maiores prejuízos na produção é a fase de grão leitoso. Nas condições em que foi conduzido o experimento, o fluxo constante de conídios de *P. grisea* das folhas para as panículas deveria acarretar maiores índices de doença e maiores prejuízos aos componentes da produção, apesar do uso da cultivar Guarani (moderadamente susceptível). Este fato é explicado por Ou (1987) e Prabhu e Faria (1982). O primeiro autor credita à precipitação pluviométrica a responsabilidade pela redução na disseminação de conídios das folhas, reduzindo a infecção nas panículas. Prabhu e Faria (1982) também responsabilizam a precipitação pela redução na infecção da panícula, mas pela recuperação da massa foliar de planta reduzindo a fonte de inóculo para a panícula.

**TABELA 12** - Porcentagem média de brusone no pescoço em arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

N (Kg/ha)		
25	50	100
3,99 b	5,43 b	8,52 a

\* - médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 13** -Porcentagem média de brusone no pescoço em arroz de sequeiro, sob diferentes doses de fósforo. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

$P_2O_5$ (kg/ha)	
60	120
4,86 b	7,11 a

\* - médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A porcentagem mais elevada de panículas infectadas por *P. grisea* foi encontrada nas parcelas que receberam maior dose de adubo nitrogenado (100 Kg/ha), correspondendo também ao maior IBF obtido aos 75 e 95 dias. Verifica-se que os IBF obtidos neste experimento estão dentro do limite estabelecido por Prabhu e Faria (1982) como fonte de inóculo foliar para as panículas, explicando as variações nas porcentagem de panículas infectadas como decorrência da variação na disponibilidade de nutrientes para as plantas de arroz.

#### 2.4.3 - Peso de 100 grãos

O peso de 100 grãos avaliado no experimento foi influenciado significativamente pela variação na aplicação do nitrogênio (TABELA 14). A média geral do peso de 100 grãos obtida no experimento foi de 3,40 gramas. Fageria (1984) relacionou a importância da adubação fosfatada em condições de seca e de chuva, no peso de grãos. Em condições normais de precipitação, o autor obteve peso de 1000 grãos entre 30 e 31 gramas, para doses de fósforo entre 60 e 120 Kg/ha, semelhantes às obtidas neste trabalho.

O peso médio de 100 grãos apresentado na TABELA 15, concorda com as observações de Fageria (1984). Nas condições em que foi conduzido o experimento, com

ocorrência de precipitação elevada durante a fase vegetativa da planta de arroz, e precipitação normal durante o enchimento de grãos (FIGURA 1), não foi observada a variação no peso de grãos com o aumento das doses de fósforo. Para Barbosa Filho (1987), o efeito do fósforo no peso de grãos só é percebido quando ocorre deficiência hídrica. Contudo, Fageria (1984) não relaciona o efeito do fósforo associado a outros nutrientes para este componente da produção. Na TABELA 15, pode ser percebida uma tendência na redução no peso de grãos com o aumento da dose de nitrogênio de 50 para 100 Kg/ha (mantendo-se ainda acima do peso obtido com 25 Kg/ha de nitrogênio).

Segundo a revisão apresentada por Faria e Prabhu (1982), a brusone afeta o crescimento e o desenvolvimento do arroz de diferentes formas. A brusone foliar causa perdas indiretas na produção de grãos pela redução na fotossíntese e no crescimento e desenvolvimento da planta. A infecção no pescoço da panícula afeta diretamente a formação e o peso de grãos.

**TABELA 14** - Resumo da análise de variância do peso de 100 grãos, da matéria seca e da produção de grãos em arroz submetido a diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

CAUSAS DA VARIÇÃO	GL	QM E SIGNIFICÂNCIA		
		PESO DE 100 GRÃOS	MATÉRIA SECA	PRODUÇÃO DE GRÃOS
Nitrogênio (N)	2	0,1248463 *	5,4635	867833,170
Fósforo (P)	1	0,1251851	0,006667	319396,500
Potássio (K)	2	0,0122351	3,2298667	970175,390
N x P	2	0,0318686	0,258572	70963,015
N x K	4	0,0298518	0,5147083	57657,725
P x K	2	0,0877463	3,7184665	616562,300
N x P x K	4	0,0158462	1,649764	488623,250
Bloco	2	0,2315351 **	3,4818	1224363,400
Resíduo	34	0,0333606	2,3377725	563450,440
Média		3,40	8,99	2.768,000
CV%		5,40	17,01	26,90

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

**TABELA 15** - Peso médio de 100 grãos (gramas) obtidos em arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

N (Kg/ha)		
25	50	100
3,32 b	3,48 a	3,42 ab

<sup>1</sup> - peso de 100 grãos em gramas

\* - médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O nitrogênio influenciou o peso de grãos direta e indiretamente. No primeiro caso, como o nutriente mais exportado para os grãos (Barbosa Filho, 1987), e no segundo caso, como elemento promotor do aumento da severidade da brusone nas folhas e panículas.

As observações de Barbosa Filho (1987) quanto à exportação de nutrientes na planta de arroz discordam de Guidice et al. (1983) que relaciona maiores teores de nitrogênio nas folhas e não nos grãos de arroz. Ainda, segundo Barbosa Filho (1987), apesar do efeito negativo do nitrogênio em arroz, proporcionando crescimento e perfilhamento excessivos nas plantas e promovendo aumento na severidade da brusone, seu papel no incremento do número e tamanho de grãos é essencial. As médias de peso de 100 grãos (TABELA 15) devido às doses de nitrogênio mostram um acréscimo de aproximadamente 5% no peso dos grãos com o aumento da dose de nitrogênio de 25 para 50 Kg/ha. Esses resultados concordam com as observações de Montoya (1985) que relata um incremento nos componentes da produção do arroz com aumento das doses de nitrogênio, quando os índices de severidade da brusone são baixos.

O aumento da severidade da brusone nas folhas e panículas de arroz devido ao aumento das doses de nitrogênio, acompanhou a redução no peso de 100 grãos quando a dose de nitrogênio foi elevada de 50 para 100 Kg/ha, mostrando a resposta do arroz ao nutriente, enquanto a severidade da brusone foi mantida em níveis baixos. Prabhu , Faria e Carvalho (1986) e Prabhu (1989) relatam perdas de peso de grãos da ordem 9 a 12% em cultivares de arroz de sequeiro de ciclo precoce, devido à brusone. A redução no peso de 100 grãos observada na TABELA 15, inferior a 2,0 % pode ser creditada aos pequenos acréscimos nos índices de brusone foliar e no nó da panícula, e à ausência de veranico durante a condução do experimento.

#### 2.4.4 - Matéria seca

O peso da matéria seca médio da parte aérea do arroz (folhas e colmo) obtido neste experimento foi de 8,99 gramas/planta, correspondendo às observações de Malavolta e Fornazieri Filho (1983) e Barbosa Filho (1987). Segundo os autores, o acúmulo de matéria seca total pelo arroz em solução nutritiva pode chegar a 18 g/planta aos 110 dias, sendo que folhas e colmo contribuem com cerca de 11 gramas. O resumo da análise de variância do peso seco da parte aérea (TABELA 14) não apresentou efeito significativo para as diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio.

Prabhu (1989) observa que na presença de chuvas constantes, desde o emborrachamento até a emissão de panículas, o crescimento do arroz é mais rápido que o desenvolvimento da brusone. Nesta situação, com baixos índices de brusone, o acúmulo de matéria seca na parte aérea do arroz sofre pouca influencia da ocorrência da doença que fica restrita às folhas superiores da planta.

Para Barbosa Filho (1989), o nitrogênio e o potássio têm efeito marcante no acúmulo de matéria seca em folhas e colmos de arroz. O acúmulo de matéria seca total é crescente desde o perfilhamento até o momento da colheita.

A ausência de diferenças significativas entre os componentes da produção pode ser interpretada como uma compensação da planta às doses crescentes de nitrogênio. Essa interpretação só é válida quando a ocorrência de chuvas não é limitante para a cultura. Ainda que em baixos índices, a evolução da brusone foi compensada pela rápida formação e desenvolvimento de folhas, confirmando as observações de Prabhu (1989), para períodos com precipitação normal.

Prabhu, Faria e Carvalho (1986), estudando o efeito da brusone sobre matéria seca e outros componentes da produção em arroz de sequeiro, constataram que a intensidade de brusone nas folhas e panículas interfere mais intensamente no peso de 100 grãos entre cultivares de ciclo médio. A interferência da brusone na matéria seca do arroz, segundo os autores, depende do grau de susceptibilidade da cultivar.

### 2.4.5 - Produção

A produtividade média do arroz neste trabalho, de 2.786 Kg/ha, foi obtida sob condições de alta precipitação pluvial e baixa ocorrência de brusone, além de uma distribuição média equilibrada de nutrientes. Para Barbosa Filho (1987) essas condições podem aumentar a produtividade do arroz de sequeiro em até 40 %.

Barbosa Filho (1987) relata que a baixa produtividade do arroz no Brasil está associada à baixa produtividade no sistema de cultivo de arroz de sequeiro que, por sua vez, é decorrente da má distribuição pluvial e do baixo consumo de adubos e corretivos.

Fageria (1984) afirma que na ausência de deficiência hídrica, a adubação fosfatada é essencial para o incremento da produtividade de arroz. Dentro da faixa de adubação fosfatada utilizada neste experimento, de 60 a 120 Kg/ha de fósforo, o autor menciona que a produtividade do arroz sob condições normais de precipitação varia de 3.770 a 4.800 Kg/ha.

A resposta do arroz ao nitrogênio também é relatada por Barbosa Filho (1987). Segundo o autor, doses de nitrogênio acima de 50 Kg/ha em arroz de sequeiro são prejudiciais por promoverem acamamento. Dentro deste limite, o autor menciona que a produtividade do arroz pode chegar a 3,0 t/ha.

A produtividade média do arroz obtida em função das doses de nitrogênio e potássio (TABELA 16) confirma as observações de Barbosa Filho (1987). O autor relata que a resposta em produtividade de cultivares melhoradas de arroz, ao potássio, é maior na presença de doses mais elevadas de nitrogênio.

A relação negativa entre ocorrência de brusone e produtividade do arroz relatada por Faria, Prabhu e Zimmermann (1982) não foi encontrada neste trabalho, especialmente pela ausência de veranicos e conseqüente baixa ocorrência de brusone. Neste caso, a exemplo dos resultados obtidos para o peso seco das plantas, espera-se o mesmo efeito de compensação pela emissão de maior número de perfilhos e desenvolvimento das plantas contra a ocorrência da brusone, válido na situação de elevada disponibilidade de nutrientes e ausência

de veranico. Estes resultados concordam com Prabhu, Faria e Carvalho (1986) que mencionam um menor efeito da brusone na redução da produção de cultivares precoces de arroz, nestas condições.

**TABELA 16** - Produtividade média (kg/ha) de arroz de sequeiro, submetido a diferentes doses de nitrogênio e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

<b>POTÁSSIO (Kg/ha)</b>				
<b>N (Kg/ha)</b>				<b>MÉDIA</b>
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	
25	2.552	2.848	2.443	2.614
50	2.512	2.991	2.629	2.710
100	2.761	3.308	3.032	3.034
<b>MÉDIA</b>	2.608	3.049	2.729	

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

Ficou evidenciado que, durante a condução do experimento, as chuvas excessivas mascararam o efeito de brusone, reduzindo a disseminação de esporos e permitindo maior desenvolvimento foliar. Assim, o efeito compensatório provocado pela precipitação, além da esperada lixiviação do nitrogênio no solo, não permitiu uma visualização mais consistente do efeito da interação entre as doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a severidade da brusone sobre a produção do arroz de sequeiro.

Sendo possível o manejo da brusone através da manutenção adequada da adubação do arroz em condições de sequeiro, melhor será este efeito, onde predominem raças virulentas do patógeno e sob forte pressão de seleção.

Portanto, recomenda-se que mais pesquisas sejam realizadas, especialmente em condições de deficiência hídrica, onde seja possível determinar a dose de máxima eficiência de cada nutriente que permita a ocorrência de um mínimo de brusone e um máximo de produção. É importante que essas pesquisas sejam realizadas com cultivares que apresentem graus diferentes de resistência.

Finalmente, é importante salientar a necessidade da continuação do levantamento das raças de *P. oryzae*, no maior número possível de regiões produtoras no Estado, permitindo a observação e monitoramento da prevalência e flutuação da variabilidade patogênica do fungo.

Assim, espera-se que o produtor de arroz possa lançar mão de variedades produtivas, ainda que com moderada resistência à brusone, desde que o manejo adequado da disponibilidade de nutrientes para a cultura seja utilizado como prática de controle da doença.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que foi desenvolvido este trabalho, pode-se concluir que:

- durante o período, ocorreram três raças de *Pyricularia grisea* pertencentes ao grupo mais virulento às variedades comerciais de arroz;
- o suprimento de nitrogênio favoreceu o desenvolvimento da brusone nas folhas e panículas de arroz, independente do suprimento de fósforo e potássio;
- a severidade da brusone foliar foi reduzida com a aplicação de fósforo e potássio, quando o suprimento de nitrogênio foi baixo;
- a aplicação de potássio acima da dose recomendada pela análise de solo contribuiu com um aumento do índice de brusone foliar;
- a adubação fosfatada e nitrogenada acima dos níveis indicados contribuiu com o aumento da porcentagem de panículas afetadas pelo patógeno;
- apenas o peso de 100 grãos foi reduzido com o aumento da brusone foliar e da porcentagem de panículas infectadas;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 3 ed. United Kingdom: Academic Press. 1988. 803p.
- AHN, S. W.; RUBIANO, M. Relationship between susceptibility to leaf blast and panicle blast severity. **International Rice Research Newsletter**. Manila, v.9, n.5, p.13, sept.1984.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W. **Introductory Microbiology**. 3 ed. New York, J. Willey, 1980. 613p.
- ALLURI, K.; MASAJO, T. M.; JOHN, V. T. Breeding for resistance to rice blast. **International Institute of Tropical Agriculture**, Ibadan, v. 8, n. 2, p. 1, 1987.
- ATKINS, J. G.; ROBERT, A. L.; ADAIR, R.; GOTO, K.; KOZAKA, T.; YAGIDA, R.; YAMADA, M.; MATSUMOTO, S. An international set of rice varieties for differentiating races of *Pyricularia oryzae*. **Phytopathology**. St. Paul, v. 57, n. 2, p. 297-301, 1967.
- BARBOSA FILHO, M. P. Adubação do arroz de sequeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.161, p.32-38, 1989.
- BARBOSA FILHO, M. P. **Nutrição e Adubação do Arroz:(sequeiro e irrigado)**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. 1987. 129p. (Boletim Técnico, 9)
- BELL, A. A.; WHEELER, M. B. Biosynthesis and functions of fungal melanins. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.24, p.44-451, 1986.
- BONMAN, J. M.; KHUSH, G. S.; NELSON, R. J. Breeding rice for resistance to pests. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.30, p.507-528. 1992.
- CASSETARI NETO, D.; HOLANDA, F. S. R.; CARVALHO, J. G. Incidência de mancha parda e escaudadura em arroz cultivado em diferentes tipos de solo. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.17, n.2, p.176-177, 1992.
- CHESTER, K. S. **Nature and Prevention of Plant Diseases**. 2.ed. Ohio, McGraw & Hill, 1950. 525p.
- CHIU, W. F.; CHANG, Y. H. Advances of science of plant protection in The People's of Republic of China. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 20, p. 71-92, 1982.

COLHOUN, J. Effects of environmental factors on plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**. Palo Alto, v.11, p. 343-364, 1973.

DEACON, J. W. **Introduction to Modern Mycology**. 2 ed., Blackwell, Oxford, 1984, 239p.

ELLINGBOÉ, A. H. Segregation of avirulence/virulence on three rice cultivars in 16 crosses of *Magnotropha grisea*. **Phytopathology**, Sy. Paul, v.82, n.5, p.597-601. 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, **Relatório Científico**. Goiânia, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, 1984, p.51-55.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESPÍRITO SANTO; EMPRESA CAPIXABA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do arroz no Estado do Espírito Santo**. Vitória-ES, 1987. 36p. (Articulação Pesquisa-Extensão, 7)

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MATOGROSSO. **Diagnóstico e prioridades para a agropecuária do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá-MT, 1987. 147p.

FAGERIA, N. K. **Adubação e Nutrição Mineral da Cultura do Arroz**. Gioania, EMBRAPA/CNPAF, 1984. 341p.

FAGERIA, N. K. Nutrição e adubação potássica do arroz no Brasil. In: YAMADA, T. et al. (ed.) **Potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, 1982. Anais... Londrina: Fundação IAPAR, 1982. p.421-436.

FARIA, J. C.; PRABHU, A. S. Intensidade de brusone nas folhas em fases avançadas do desenvolvimento do arroz, baseada no número inicial de lesões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.15, n.2, p.143-147, 1980.

FARIA, J. C.; PRABHU, A. S.; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeito da fertilização nitrogenada e pulverização com fungicida sobre a brusone e produtividade do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.6, p.847-852, 1982.

GOYAL, A.; RATHORE, U. S.; KOCHHAR, V. K. Effect of water stress on photosynthesis, proline accumulation and nitrato reductase activity in the leaves of three genotypes of rice (*Oryza sativa* L.). **Indian Journal of Agricultural Research**, Haryana, v.19, p.215-224, 1985.

GUIDICE, R. M.; HAAG, H. P.; THIEBAUT, J. T. L.; DECHEN, A. R. **Absorção cumulativa de nutrientes minerais em duas variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivadas em três diferentes níveis de disponibilidade de água**. Fundação Cargill, Campinas, 1983, 115p.

HUANG, Y. T.; YU, C. M. Relationship between panicle blast and field loss of rice. **Plant Protection Bulletin**, Taiwan, v.31, n.2, p.202-210, 1989.

- HUBER, D. M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL, J. G.; COWLIN, E. B. (eds). **Plant Disease: An Advanced Treatise**. v.5, Academic Press, New York, 1980, p.381-406.
- HUBER, D. M.; WATSON, R. Nitrogen form and plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.12, p.139-165. 1974.
- HWANG, B. K.; KIM, K. D. Carbohydrate, amino acid and phenolic contents of rice leaves in relation to adult-plant resistance of leaf blast severity. **Review of Plant Pathology**, Oxon, v.67, n.2, p.78, 1988.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. The Rice Blast Disease. **Proceedings...** IRRI, Manila, July, 1963. The Johns Hopkins Press, 1965. 513p.
- JOHNSTON, A.; BOOTH, C. (ed.) **Plant Pathologist's Pocketbook**. 2. ed. Commonwealth Micological Institute, Kew, 2.ed., 1983. 439p.
- KALITA, B.; BORAH, R. C.; DUTTA, L. Qualitative changes in carbohydrate and phenolic contents in rice sheaths as influenced by sheath blight infection and nitrogen fertilization. **Review of Plant Pathology**, Oxon, v.67, n.5, p.254, 1988.
- KAUR, S.; KAUR, P.; PADMANABHAN, S.Y. Differential host response to infection by *Pyricularia oryzae*. **Indian Phytopathology**, Uttar Pradesh, v.36, n.1, p.179-180, 1983.
- KIM, C. H. Effect of soil moisture on the pre-penetration activity of *Pyricularia oryzae* on rice leaf epidermis. **Review of Plant Pathology**, Oxon, v.67, n.2, p.78, 1988.
- KOU, Y. J.; HWANG, B. K.; CHUNG, H. S. Adult-plant resistance of rice to leaf blast. **Phytopathology**. St. Paul, v.77, n.2, p.232-236, 1987.
- LATTERELL, F. M. Phenotypic stability of pathogenic races of *Pyricularia oryzae* and its implications for breeding of blast resistance varieties. In: **Proceeding of a Seminar on Horizontal Resistance to Blast Disease of Rice**. Cali, Colombia, CIAT, 1975. p.199-234.
- LATTERELL, F. M.; ROSSI, A. E. Longevity and pathogenic stability of *Pyricularia oryzae*. **Phytopathology**. St. Paul, v.76, p.231-235, 1986.
- LEWIN, H. D.; MARIAPPAN, V.; CHALLIAH, S. Evaluation of new fungicides in controlling blast. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v.11, p.19, 1986.
- LI, X. K.; ZHANG, X. J.; MU, Y. S.; XU, Z. Z. Effect of N fertilizers on blast resistance of rice cultivars. **Review of Plant Pathology**, Oxon, v.65, n.4, p.193, 1986.
- LING, K. C.; OU, S. H. Standardization of the international race numbers of *Pyricularia oryzae*. **Phytopathology**, St. Paul, v.59, p.339-342. 1969.

- MACKILL, D. J.; BONMANN, J. M. Inheritance of blast resistance in near-isogenic lines of rice. **Phytopathology**, St. Paul, v.82, n.7, p.746-749, 1992.
- MACKILL, A. O.; BONMANN, J. M. New hosts of *Pyricularia oryzae*. **Plant Diseases**, St. Paul., v.70, p.125-127, 1986.
- MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 4. ed. São Paulo, Ceres, 1979. 256p.
- MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. O Potássio e a Planta. In: YAMADA, T. et al. (ed.) **Potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, 1982. Anais... Londrina: Fundação IAPAR, 1982. p.95-175.
- MALAVOLTA, E.; FORNAZIERI FILHO, D. Nutrição mineral do cultivo do arroz. In: FERREIRA, M. E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (ed.) **Cultivo do arroz de sequeiro - fatores afetando a produtividade**. Piracicaba. Instituto da Potassa e do Fosfato, Instituto Internacional da Potassa. 1983. p. 95-140.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**. Piracicaba, Potafos. 1989. 201p.
- MARCHETTI, M. A.; RUSH, M. C.; HUNTER, W. E. Current status of rice in the Southern United States. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v.60, n.9, p.721-725, 1976.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. New York, Academic Press, 1986. 674p.
- MARTYNYUK, T. D. Wild Grasses as a reservoirs of *Pyricularia oryzae* infection in the rice growing zone of Primor e region. **Rice Abstracts**, Oxon, v.11, n.1, p. 23, 1988.
- MATOS, T.; SOARES, S. F.; CASSETARI NETO, D.; ARLEU, R. J. **Introdução, avaliação e utilização de germoplasmas de arroz para o Espírito Santo**. EMCAPA, Relatório Técnico Anual, 1987. Vitória-ES, 1988. p.32-38.
- McDONALD, B. A.; McDERMOTT, J. M.; GOODWIN, S. B.; ALLARD, R. W. The population biology of host-patogen interactions. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.27, p.77-94, 1989.
- MONTOYA, M. C. A. Perdida en rendimiento causada por *Pyricularia oryzae* en la variedad de arroz Cica-8 bajo condiciones simuladas de secano favorecido y parametros epidemiológicos para evaluar los niveles de infeccion. **Arroz**, Palmira, v.34, p.15-26, 1985.
- MORAIS, O.P.; SILVA, J.G.; SILVA, S.C. Método, espaçamento, densidade, profundidade e época de plantio. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.161, p. 25-31, 1989.

- MORI, A.; ENOKI, N.; SHINOZUKA, K.; NISHINO, C.; FUKUSHIMA, M. Antifungal activity of fatty acids against *Pyricularia oryzae* related to antifungal constituents of *Miscanthus sinensis*. **Review of Plant Pathology**, Oxon, v.69, n.1, p.5, 1990.
- MUCHOVEJ, A. P.; MUCHOVEJ, J. J. O gênero *Pyricularia* e seus teleomorfos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.2, p.175-208. 1994.
- MUCHOVEJ, J. J.; PURCHIO, A. F. Qual o nome correto do agente etiológico do brusone do arroz? **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.188. 1992.
- NEERGAARD, P. Detection of seed-borne pathogens by culture tests. **Seed Science and Technology**. v.1, p.217-254. 1973.
- NICHOLSON, R. L.; HAMMERSCHMIDT, R. Phenolic compounds and their role in disease resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.30, p.369-389, 1992.
- NOTTEGHEM, J. L.; SILUÉ, DD. Distribution of the mating type alleles in *Magnaporthe grisea* populations pathogenic on rice. **Phytopathology**, St. Paul, v.80, n.4, p.401-424, 1992.
- NUNES, A. M. L.; GARCIA, A. Efeito do controle integrado à brusone e produtividade do arroz de sequeiro em Vilhena-RO. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.175, 1992.
- OU, S. H. A look at worldwide rice blast diseases control. **Plant Disease**, Ohio, v.64, p.439-435, 1980a.
- OU, S. H. Exploring tropical rice diseases: a reminiscence. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.22, p.1-10, 1984.
- OU, S. H. Pathogen variability and host resistance in rice blast disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.18, p.167-187, 1980b.
- OU, S. H. **Rice Diseases**. 3.ed. Kew, Commonwealth, Mycological Institute, 1987. 368p.
- PADHI, B. Blast disease incidence in relation of different types of soils at IRRI, Philippines. **Review of Plant Pathology**, Oxon, v.66, n.12, p.553, 1987.
- PARASHAR, R. D.; SINDHAN, G. S. Effect of nitrogen and potassium nutrition of rice plants on bacterial blight, carbohydrates and phenolic contents. **Rice Abstracts**. Oxon, v.11, n.6, p.320, 1988.
- POTASH & PHOSPHAT INSTITUTE. **Potash: Its Need and Use in Modern Agriculture**. Canada, 1988. 44p.
- PRABHU, A. S. Controle das Principais doenças de arroz de sequeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.161, p.58-63, 1989.

- PRABHU, A. S. Manejo da cultura do arroz de sequeiro: brusone. In: FERREIRA, M. E., YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (ed.) **Cultura do arroz de sequeiro - fatores afetando a produtividade**. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1983. p.303-321.
- PRABHU, A. S. Resistência de cultivares melhorados de arroz de sequeiro a brusone nas panículas em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.131, jul., 1987.
- PRABHU, A. S.; FARIA, S. C. Relacionamentos quantitativos entre brusone nas folhas e panículas e seus efeitos sobre enchimento e peso dos grãos de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.219-223, fev.1982.
- PRABHU, A. S.; FARIA, J. C.; CARVALHO, J. R. P. Efeito da brusone sobre a matéria seca, produção de grãos e seus componentes, em arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.5, p.495-500, maio, 1986.
- PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. As raças fisiológicas de *Pyricularia oryzae* virulentas nas cultivares melhoradas de arroz de sequeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.14, n.2, p.140. 1989.
- PRABHU, A. S.; MORAIS, O. P. Resistência estável às doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.1, p.239-273, 1993.
- PRABHU, A. S.; ZIMMERMANN, F. J. P. Brusone nas folhas em relação à idade da planta e aplicação de fungicida em arroz de sequeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.10, n.2, p.239, jul., 1985.
- PRETTY, K. M. O potássio e a qualidade da produção agrícola. In: YAMADA, T. et al. (ed.) **Potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, 1982. Anais... Londrina: Fundação IAPAR, 1982. p.177-194.
- PURCHIO, A. F. Estudo taxonômico do anamorfo (*Pyricularia*) de *Magnaporthe grisea*. Viçosa, UFV, 1992. (Tese de Mestrado)
- PURCHIO, A. F.; MUCHOVEJ, J. J. Patogenicidade cruzada de isolados de *Pyricularia*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.224. 1992a.
- PURCHIO, A. F.; MUCHOVEJ, J. J. Variação morfológica "in vitro" de conídios de *Pyricularia*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.188. 1992b.
- RIBEIRO, A. S. Estratégias de controle da brusone no arroz irrigado. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.15, p.50-57, 1989.
- RIBEIRO, A. S. Prevalência de raças de *Pyricularia oryzae* CAV. no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.2, p.15-182. 1980.
- RIBEIRO, A. S.; CARDOSO, C. O. N. Efeitos de exsudatos de folhas de arroz sobre o fungo *Pyricularia oryzae*. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.2, p.200-208, 1976.

- RIBEIRO, A. S.; MENEZES, A. D. Variabilidade de raças de *P. oryzae* sob condições de "camas de ou". **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.165. 1992.
- RIBEIRO, A. S.; TERRES, A. L. S. Variabilidade do fungo *Pyricularia oryzae* e sua relação com cultivares resistentes à brusone. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.12, n.4, p.316-321. 1987.
- ROSSMAN, A. Y.; HOWARD, R. J.; VALENT, B. *Pyricularia grisea*, the correct name for the rice blast disease fungus. **Mycologia**, Pennsylvania, v.82, p.509-12. 1990.
- SEKIDO, H.; SUGA, R.; KODAMA, O.; AKATSUKA, T.; KONO, Y.; ESUMI, Y.; TAKEUCHI, S. Qualitative and semiquantitative analysis of oryzalexins in blast or brownspot - diseased rice lines by mass chromatography. **Review of Plant Pathology**, Oxon, v.69, n.3, p.98, 1990.
- SHARMA, J. P.; SHARMA, V. C. Effects of nitrogen and phosphorus on the yield and severity of Turicum blight of maize in Nogaland. **Indian Phathology**, New Delhy, v.44, p.383-385, 1991.
- SILUÉ, D.; NOTTEGHEN, J. L.; THARREAU, D. Evidence of gene-for-gene relationship in the *Oryza sativa* - *Magnaporthe grisea* phatosystem. **Phytopathology**, Palo Alto, v.82, n.5, p.577-580. 1992.
- SILVA, J. E.; RITCHEY, K. D. A adubação potásica em solos de cerrado. In: YAMADA, T. et al. (ed.). **Potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, 1982. Anais... Londrina: Fundação IAPAR, 1982. p. 323-338.
- SINDHAN, G. S.; PARASHAR, R. D. Influence of some nutrients on phenol and carbohydrate contents related to bacterial blight in rice. **Plant Disease Research**, St. Paul, v.1, n.1-2, p.65-68. 1986.
- SOARES, A. A.; GUIMARÃES, E. P.; MORAIS, O. P.; SOARES, P. C. Cultivares de arroz de sequeiro recomendadas para Minas Gerais e região Centro-Oeste do Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.161, p.12-16. 1989.
- STAKMAN, E. C.; HARRAR, J. G. **Principles of Plant Pathology**. New York, Ronald, 1957. 581p.
- SUJATA, N.; CHAKRABARTI, N. K. Effect of NPK nutrition on the susceptability of rice to sleath bligh disease. **Rice Abstracts**. Oxon, v.11, n.6, p.319, 1988.
- TOLMSOFF, W. J. Heteroploidy as a mecanism of variability among fungi. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.21, p.317-340, 1983.
- USHERWOOD, V. R. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T. et al. (ed.) **Potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, 1982. Anais... Londrina: Fundação IAPAR, 1982. p.227-247.

- VALENT, B.; CHUNLEY, F. G. Molecular genetic analysis of the rice blast fungus, *Magnaporthe grisea*. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.29, p.443-467. 1991.
- VALES, M.; TOKPA, G.; OLLITRAULT, P. Comparaison de trois méthodes d'identification des souches de *Pyricularia oryzae* Cav. **L'Agronomie Tropicale**, Nogent sur Marne, v.41, p.242-249, 1986.
- VAN IK, B.; CHUNG, H. M.; ZUBKOV, A. F. Estimation of the harmfulness of rice diseases, taking into account selectivity of plants for pathogens, **Review of Plant Pathology**, Oxon, v.68, n.1, p.24, 1989.
- VANDERPLANK, J. E. **Plant Diseases: Epidemics and Control**. Academic Press, New York. 1963.
- WIT, P. J. G. M. de. Molecular characterization of gene-for-gene systems in plant-fungus interactions and the application of avirulence genes in control of plants pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.30, p.391-418. 1992.
- WU, B. C.; MAGILL, C. W. Studies on the mechanism of high variation in *Pyricularia oryzae* (*Magnaporthe grisea*). **Phytopathology**, St. Paul, v.80, p.992, 1990.
- YAEGASHI, H.; HEBERT, T. T. Perithecial development and nuclear behavior in *Pyricularia*. **Phytopathology**, St. Paul, v.66, p.122-6. 1976.
- YAMAGUCHI, T. Nursery-tray application of fungicides for the control of rice diseases. **Japan Pesticides Information**, Tohoku, v.49, p.10-14, 1986.
- YU, Z. H.; MACKILL, D. J.; BONMAN, J. M. Inheritance of resistance to blast in some traditional and improved rice cultivars. **Phytopathology**, St. Paul, v.77, n.2, p.323-326. 1987.
- ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. **Revisão Anual de Patologia das Plantas**, Passo Fundo, v. 1, p. 275-318, 1993.
- ZAPATA, J. E. Efecto del machado del grano de arroz sobre algunos estados de desarrollo de la planta de arroz. **Arroz**, Palmira, v.34, p.22-26. 1985.

**ANEXOS**

**TABELA 1A** - Índice de brusone foliar avaliado aos 45 dias após o plantio de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

TRATAMENTO	BLOCO			TOTAL	MÉDIA
	I	II	III		
N1P1K1*	3,4	3,1	3,6	10,1	3,37
N1P2K1	3,6	3,4	3,7	10,7	3,57
N1P1K2	3,5	3,4	3,4	10,3	3,43
N1P2K2	3,4	2,8	2,7	8,9	2,97
N1P1K3	2,9	3,7	3,9	10,5	3,50
N1P2K3	4,4	3,4	4,1	11,9	3,97
N2P1K1	3,9	3,4	3,6	10,9	3,63
N2P2K1	4,3	2,9	3,2	10,4	3,47
N2P1K2	4,0	3,4	4,5	11,9	3,97
N2P2K2	2,8	3,3	3,6	9,7	3,23
N2P1K3	3,1	3,5	3,6	10,2	3,40
N2P2K3	3,4	3,3	3,3	10,0	3,33
N3P1K1	4,1	4,1	4,4	12,6	4,20
N3P2K1	3,6	3,8	4,0	11,4	3,80
N3P1K2	4,4	4,3	3,6	12,3	4,10
N3P2K2	4,3	3,5	3,4	11,2	3,73
N3P1K3	4,2	3,8	3,5	11,5	3,83
N3P2K3	4,2	3,9	3,4	11,5	3,83

\* N1 = 25 kg/ha, N2 = 50 kg/ha e N3 = 100 kg/ha de nitrogênio

P1 = 60 kg/ha e P2 = 120 kg/ha de fósforo

K1 = 10 kg/ha, K2 = 20 kg/ha e K3 = 40 kg/ha de potássio

**TABELA 2A** - Índice de brusone foliar avaliado aos 75 dias após o plantio de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

TRATAMENTO	BLOCO			TOTAL	MÉDIA
	I	II	III		
N1P1K1*	3,1	3,9	3,1	10,1	3,37
N1P2K1	3,1	3,1	3,2	9,4	3,13
N1P1K2	2,8	3,1	3,2	9,1	3,03
N1P2K2	3,2	2,6	3,1	8,9	2,97
N1P1K3	3,1	5,1	4,8	13,0	4,33
N1P2K3	3,6	2,8	3,4	9,8	3,27
N2P1K1	3,9	4,3	4,0	12,2	4,07
N2P2K1	4,1	2,4	4,5	11,0	3,67
N2P1K2	3,5	3,4	4,1	11,0	3,67
N2P2K2	3,8	2,3	3,4	9,5	3,17
N2P1K3	4,5	2,8	4,6	11,9	3,97
N2P2K3	4,9	3,4	4,3	12,6	4,20
N3P1K1	4,3	5,1	4,2	13,6	4,53
N3P2K1	3,2	4,6	5,9	13,7	4,57
N3P1K2	4,5	3,3	4,8	12,6	4,20
N3P2K2	3,4	3,2	3,5	10,1	3,37
N3P1K3	3,2	3,6	3,2	10,0	3,33
N3P2K3	3,6	4,1	4,7	12,4	4,13

\* N1 = 25 kg/ha, N2 = 50 kg/ha e N3 = 100 kg/ha de nitrogênio  
 P1 = 60 kg/ha e P2 = 120 kg/ha de fósforo  
 K1 = 10 kg/ha, K2 = 20 kg/ha e K3 = 40 kg/ha de potássio

**TABELA 3A** - Índice de brusone foliar avaliado aos 95 dias após o plantio de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

TRATAMENTO	BLOCO			TOTAL	MÉDIA
	I	II	III		
N1P1K1*	3,1	3,6	3,2	9,9	3,30
N1P2K1	3,4	4,9	5,3	13,6	4,53
N1P1K2	3,4	4,8	4,1	12,3	4,10
N1P2K2	3,1	3,3	5,8	12,2	4,07
N1P1K3	3,9	4,3	7,2	15,4	5,13
N1P2K3	4,9	5,8	4,2	14,9	4,97
N2P1K1	6,4	5,4	4,8	16,6	5,53
N2P2K1	5,6	7,3	6,3	19,2	6,40
N2P1K2	5,1	4,8	6,5	16,4	5,47
N2P2K2	4,2	5,1	8,1	17,4	5,80
N2P1K3	4,6	4,5	5,1	14,2	4,73
N2P2K3	6,2	3,8	3,9	13,9	4,63
N3P1K1	5,4	5,7	5,4	16,5	5,50
N3P2K1	5,1	5,6	7,6	18,3	6,10
N3P1K2	8,2	6,3	6,8	21,3	7,10
N3P2K2	5,5	7,1	5,8	18,4	6,13
N3P1K3	5,4	6,2	6,5	18,1	6,03
N3P2K3	7,3	5,8	6,5	19,6	6,53

\* N1 = 25 kg/ha, N2 = 50 kg/ha e N3 = 100 kg/ha de nitrogênio

P1 = 60 kg/ha e P2 = 120 kg/ha de fósforo

K1 = 10 kg/ha, K2 = 20 kg/ha e K3 = 40 kg/ha de potássio

**TABELA 4A** - Porcentagem de brusone no nó da panícula em arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

TRATAMENTO	BLOCO			TOTAL	MÉDIA
	I	II	III		
N1P1K1*	2,36	3,17	2,18	7,71	2,57
N1P2K1	5,12	3,98	4,48	13,58	4,53
N1P1K2	3,40	12,77	1,65	17,82	5,94
N1P2K2	4,48	3,72	4,84	13,04	4,35
N1P1K3	3,61	4,71	0,90	9,22	3,07
N1P2K3	5,00	4,18	1,37	10,55	3,52
N2P1K1	3,60	6,77	2,96	13,33	4,44
N2P2K1	7,15	3,37	7,43	17,95	5,98
N2P1K2	4,43	5,08	3,65	13,16	4,39
N2P2K2	10,14	2,77	11,84	24,75	8,25
N2P1K3	6,06	3,18	1,77	11,01	3,67
N2P2K3	6,12	8,43	2,93	17,48	5,83
N3P1K1	5,60	7,22	8,00	20,82	6,94
N3P2K1	7,95	2,92	7,67	18,54	6,18
N3P1K2	6,59	10,06	1,90	18,55	6,18
N3P2K2	15,80	17,16	9,61	42,57	14,19
N3P1K3	3,07	11,36	5,08	19,51	6,50
N3P2K3	13,39	12,9	7,12	33,41	11,14

\* N1 = 25 kg/ha, N2 = 50 kg/ha e N3 = 100 kg/ha de nitrogênio

P1 = 60 kg/ha e P2 = 120 kg/ha de fósforo

K1 = 10 kg/ha, K2 = 20 kg/ha e K3 = 40 kg/ha de potássio

**TABELA 5A** - Peso da matéria seca da parte aérea (gramas/planta) de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

TRATAMENTO	BLOCO			TOTAL	MÉDIA
	I	II	III		
N1P1K1*	8,52	10,57	7,48	26,57	8,86
N1P2K1	8,06	8,12	8,93	25,11	8,37
N1P1K2	9,44	10,29	8,58	28,31	9,44
N1P2K2	6,48	9,32	9,27	25,07	8,36
N1P1K3	5,68	7,02	8,56	21,26	7,09
N1P2K3	10,61	9,48	6,96	27,05	9,02
N2P1K1	8,68	7,62	8,91	25,21	8,40
N2P2K1	8,69	6,68	10,91	26,28	8,76
N2P1K2	9,03	10,86	9,11	29,00	9,67
N2P2K2	9,69	9,94	8,09	27,72	9,24
N2P1K3	11,41	7,93	7,25	26,59	8,86
N2P2K3	8,36	6,65	9,53	24,54	8,18
N3P1K1	9,70	8,91	8,67	27,28	9,09
N3P2K1	8,62	9,19	9,38	27,19	9,06
N3P1K2	13,72	9,72	8,36	31,80	10,6
N3P2K2	10,23	10,33	8,14	28,70	9,57
N3P1K3	10,30	10,17	5,91	26,38	8,79
N3P2K3	11,36	10,92	9,06	31,34	10,45

\* N1 = 25 kg/ha, N2 = 50 kg/ha e N3 = 100 kg/ha de nitrogênio  
 P1 = 60 kg/ha e P2 = 120 kg/ha de fósforo  
 K1 = 10 kg/ha, K2 = 20 kg/ha e K3 = 40 kg/ha de potássio

**TABELA 6A** - Peso de 100 grãos (gramas) de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

TRATAMENTO	BLOCO			TOTAL	MÉDIA
	I	II	III		
N1P1K1*	3,15	3,21	3,26	9,62	3,21
N1P2K1	3,29	3,57	3,44	10,30	3,43
N1P1K2	3,40	3,18	3,39	9,97	3,32
N1P2K2	2,54	3,52	3,27	9,33	3,11
N1P1K3	3,00	3,57	3,48	10,05	3,35
N1P2K3	3,36	3,53	3,51	10,40	3,47
N2P1K1	3,22	3,54	3,48	10,24	3,41
N2P2K1	3,68	3,69	3,36	10,73	3,58
N2P1K2	3,42	3,55	3,32	10,29	3,43
N2P2K2	3,40	3,47	3,69	10,56	3,52
N2P1K3	3,33	3,33	3,26	9,92	3,31
N2P2K3	3,61	3,70	3,59	10,90	3,63
N3P1K1	2,99	3,52	3,49	10,00	3,33
N3P2K1	3,35	3,42	3,41	10,18	3,39
N3P1K2	3,30	3,81	3,38	10,49	3,50
N3P2K2	3,44	3,62	3,24	10,30	3,43
N3P1K3	3,25	3,28	3,50	10,03	3,34
N3P2K3	3,27	3,44	3,80	10,51	3,50

\* N1 = 25 kg/ha, N2 = 50 kg/ha e N3 = 100 kg/ha de nitrogênio

P1 = 60 kg/ha e P2 = 120 kg/ha de fósforo

K1 = 10 kg/ha, K2 = 20 kg/ha e K3 = 40 kg/ha de potássio

**TABELA 7A** - Produção de grãos (kg/ha) de arroz de sequeiro, sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Serra de São Vicente, Cuiabá, Mato Grosso. Ano agrícola 1993/94.

TRATAMENTO	BLOCO			TOTAL	MÉDIA
	I	II	III		
N1P1K1*	2652	3334	2339	8325	2775
N1P2K1	2184	2240	2562	6986	2329
N1P1K2	2786	3799	3241	9826	3275
N1P2K2	1468	3242	2552	7262	2421
N1P1K3	1094	2858	2672	6624	2208
N1P2K3	3937	2489	1610	8036	2679
N2P1K1	2335	2519	2608	7462	2464
N2P2K1	2553	1428	3629	7610	2537
N2P1K2	2688	3988	2331	9007	3002
N2P2K2	3145	3816	1977	8938	2979
N2P1K3	4095	2502	2044	8641	2880
N2P2K3	2970	1737	2425	7132	2377
N3P1K1	3453	2546	2791	8790	2930
N3P2K1	2398	2903	2474	7775	2592
N3P1K2	4678	3645	2397	10720	3573
N3P2K2	3182	3536	2407	9125	3042
N3P1K3	3122	2984	1802	7908	2636
N3P2K3	3902	3509	2875	10286	3429

\* N1 = 25 kg/ha, N2 = 50 kg/ha e N3 = 100 kg/ha de nitrogênio

P1 = 60 kg/ha e P2 = 120 kg/ha de fósforo

K1 = 10 kg/ha, K2 = 20 kg/ha e K3 = 40 kg/ha de potássio

