



EMBRAPA

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA ARROZ, FEIJÃO
GOIÂNIA - GO.

RESUMOS DE TEMAS TÉCNICOS--CIENTÍCOS

APRESENTADOS EM SEMINÁRIOS REALIZADOS
NO CNPAF

Junho - 1980

A P R E S E N T A Ç Ã O

Com o intuito de ampliar os conhecimentos técnico-científicos de pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz - Feijão (CNPAP), a Coordenadoria de Seminários Internos fez realizar uma programação de seminários.

Para participar foram convidados pesquisadores que se destacaram dentro do contexto científico nacional, bem como representantes do próprio CNPAP.

Os temas livres, dentro da especialização de cada seminarista, procuraram expressar as experiências adquiridas e motivar as atenções a problemas de importância dentro da agricultura.

Visando um maior aproveitamento das informações contidas nos seminários, grupamos os mesmos sob a forma desta publicação. No entanto, gostaríamos de que nossos leitores encarassem-na como uma tentativa de transmitir, sem metodologia ou norma de redação, um pouco dos conhecimentos a nós oferecidos.

Esperando ser esta a primeira de uma série de compilações deste gênero, deixamos nossos agradecimentos àqueles que colaboraram para o sucesso deste.

ELCIO PERPÉTUO GUILMARÊS
Coordenador de Seminários Internos

ÍNDICE

	pág.
Epidemiologia e Controle de Brusone - Progresso e Perspectiva - <i>Anne Sítarama Prabhu</i>	1
Uso de Agentes Mutagênicos em Sementes de Arroz - <i>Elcio Perpétuo Guimarães</i>	17
Fixação Biológica de Nitrogênio em Gramíneas - <i>Johanna Döbereiner</i>	22
Aspecto Fisiológico da Produção de Grãos de Arroz - <i>Nand Kumar Fagēria</i>	26
Entomologia Econômica - <i>Octávio Nakano</i>	50
Pesquisa e Produção de Semente de Feijão Livre de Patógenos - <i>Edson Herculano Neves Vieira</i>	75
Competição Intergenotípica em Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>): Estimação da Capacidade Competitiva - <i>Ricardo José Guazzelli</i>	80
Problemas de Ecologia dos Cerrados - <i>Mário G. Ferri</i>	92
A Pesquisa Fitopatológica em Arroz no CNPAF: Sucessos, Limitações e Perspectivas - <i>Anne Sítarama Prabhu</i>	114
Ensaio Internacionais de Arroz - <i>Nguyen Van Tan</i>	128

EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE DE BRUSONE - PROGRESSO E PERSPECTIVA

Anne Sitarama Prabhu
Pesquisador-CNPAF.

EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE DE BRUSONE - PROGRESSO E PERSPECTIVA¹

ANNE SITARAMA PRABHU²

1. INTRODUÇÃO

Um vasto conhecimento sobre epidemiologia e controle de brusone vem sendo acumulado, desde a identificação de seu agente causal, em 1891 (*Pyricularia oryzae* Cav.) por CAVARA, na Itália. A principal característica deste fungo é que ele tem se adaptado a diferentes condições ecoclimáticas e encontra-se distribuído em quase todas as regiões do mundo onde se cultiva arroz. No Brasil, a doença foi constatada pela primeira vez em 1912, por AVERNA-SACCA, em São Paulo e, em 1935, no Rio Grande do Sul, por PIMENTEL (1935). Atualmente é considerada como a principal doença tanto do arroz irrigado como nas condições de sequeiro. Embora não haja uma estimativa quantitativa das perdas causadas por esta doença, constitui-se ela na maior e mais geral preocupação dos produtores de arroz de sequeiro. É difícil avaliar o seu papel sobre as atitudes sociais dos produtores, o que poderá levá-los a mudanças nos seus sistemas de cultivos. Esta é uma evidência circunstancial.

A pesquisa sistemática sobre o controle de brusone começou há cerca de 60 anos, no Japão. Vários métodos foram desenvolvi

¹ Seminário proferido no CNPAF em 11/10/1976

² Pesquisador na área de Fitopatologia de arroz, do Centro Nacional de Pesquisa - Arroz, Feijão - EMBRAPA - Goiânia, GO.

dos. Estes métodos que resolviam os problemas traziam novos problemas. O resultado é que a doença ainda permanece sendo o maior problema pelo mundo, e a busca de novos métodos ainda continuará. A experiência do passado tem mostrado novos conceitos e princípios para a investigação dos problemas de hoje. Tanto os progressos como as necessidades contínuas devem ser trazidos à luz. O nosso propósito, hoje, é revistar a respeito de epidemiologia e controle, o que tem sido feito no passado, em várias partes do mundo, os novos conceitos em pesquisa, a pesquisa atual em arroz de sequeiro no Brasil e suas perspectivas futuras.

2. HISTÓRICO

Têm-se buscado três formas de controle: a - Uso da resistência varietal; b - Controle químico; e c - Controle através de práticas culturais. O conceito de causa é chamado de etiologia. No caso de brusone, foi extensivamente estudada e parou quando a causa foi definitivamente determinada. Quando a etiologia cessou, a epidemiologia começou a ser estudada, e vem sendo acumulado bastante conhecimento sobre os fatores que afetam as várias fases do desenvolvimento da doença.

2.1. - Melhoramento para resistência à brusone

O melhoramento, visando a resistência à brusone, iniciou há cerca de 50 anos, na Índia e no Japão, quando a especialização fisiológica de *P. oryzae* era desconhecida. Na Índia, CO-4 e GEB-24 foram usados como pais, em cruzamentos para re

sistência. Mais tarde, a resistência do GEB-24 foi quebrada. No Japão, desde 1936, foram usados os genes de Norin 22 para resistência. A procura de novos genes é contínua, em vista de ser a resistência alterada por novas raças.

Nos EE.UU., Zenith, Nira e Fortuna foram as cultivares mais resistentes, em Arkansas, durante os testes de 1940 a 1942. Em 1954, Zenith foi cultivada em mais de 50% da área dos estados do sul. Ela tornou-se suscetível às raças 1 e 7, sendo substituída por Nato, que também se tornou suscetível às raças prevalentes, em 1962. Após uma série de testes, a variedade "Nova" foi liberada em 1963 porque mostrou resistência moderada a 8 dentre 10 raças. Esta foi quebrada pelas raças 7 e 8. A variedade "Dawn" foi lançada em 1966.

A partir de 1963, foi dada maior ênfase ao melhoramento para resistência a raças específicas, no IRRI, após a descoberta de raças fisiológicas em *P. Oryzae*, em 1960, por LATERAL et al. (1960). Diversas cultivares têm sido liberadas, baseado em testes feitos em vários locais do mundo. Revisando os trabalhos de resistência no passado, OU (1972) afirma que pode ser reconhecido considerável sucesso, mas, na maioria dos casos, não foi obtido um alto grau de resistência. Mesmo que se faça muito esforço, para incorporação de resistência a uma raça específica, isto não seria uma solução. O processo de melhoramento varietal e a quebra da resistência são contínuos. Deve ser feito esforço no sentido de procurar a resistência horizontal, mesmo que se saiba muito pouco com referência à brusone do arroz.

No Brasil, as cultivares de arroz de sequeiro não foram criadas visando a resistência à brusone. Foi dada prioridade à qualidade dos grãos e ao comportamento sob condições de seca. As cultivares melhoradas e mais comumente plantadas, como IAC 1246, IAC 47 e IAC 25, são suscetíveis. Somente em São Paulo e no Rio Grande do Sul foram feitos trabalhos registrando a ocorrência de raças fisiológicas.

2.2. - Controle químico

A primeira tentativa para controlar brusone foi feita por BOKURA, 62 anos atrás, sob condições de campo, com calda bordaleza. Desde 1923, calda bordaleza e outros compostos de cobre foram intensivamente usados no Japão, até que GOTO et al (1955) descobriram seus efeitos fitotóxicos e a redução da produção. Após a 2ª guerra mundial, as misturas fungicidas, à base de cobre com organo-mercuriais, como o acetato de fenil mercúrio, foram usadas. Depois elas foram substituídas por formulações em pó, de compostos organo-mercuriais, que eram usadas, também, para o tratamento de sementes. A descoberta do antibiótico Cefalotecina (YOSHII 1949), produzido pelo fungo *Cephalotecium* sp., marcou uma nova etapa no controle da brusone. Diversos antibióticos foram produzidos, mas nenhum deles pôde ser usado na prática, até que a Blastidina-S, originada de *Streptomyces griseochromogenes*, foi produzida, em 1955. A partir de 1961, tornou-se usada no Japão, vindo a ser produzida em larga escala. O sucesso de Bla-S estimulou a pesquisa e muitos organo-metálicos foram desenvolvidos recentemente e es

tão sendo usados em condições de campo, substituindo Bla-S. Os mais importantes deles, que estão sendo comercializados no Brasil, são Kasumin (Kasugamicina), Kitazin (tiofosfato de o-di-etil-s-benzil) e Hinosan (tiofosfato de O-etil-s-difenil). Hinosan e Bla-S têm atividade comparável em suas ações protetoras e erradicativas. Kasumin é superior em sua ação erradicativa em relação ao Bla-S e Hinosan (KOZAKA-1969). Foi provado que Benlate é mais efetivo na atividade sistêmica, contra brusone, que qualquer outro fungicida específico para controlá-la.

2.3. - Controle através de práticas culturais

O sucesso inicial do controle de brusone, com químicos, permitiu o uso de mais fertilizantes. Isto criou o grande problema da alta incidência de brusone e a redução da eficiência do fungicida. As várias práticas culturais sob o sistema de cultivo intensivo de arroz irrigado foram revisadas por KOSAKA (1963). Há dois conceitos básicos sobre práticas culturais empregadas para o controle: 1 - evitar excesso de absorção de nitrogênio, até o emborrachamento; e 2 - aumento de conteúdo de sílica da planta. Isto ajudaria no desenvolvimento de métodos de práticas culturais apropriadas para locais de diferentes condições sócio-econômicas e para os atuais sistemas de produção.

2.4. - Pesquisa epidemiológica

A pesquisa epidemiológica sobre brusone foi concentrada nos fatores que afetam a germinação dos esporos, fases

pré e pós-infecção pelo fungo, esporulação, reação a diferentes estágios de crescimento, dispersão de esporos, fonte de inóculo, etc. O grau de infecção é determinado pela interação patógeno-hospedeiro-ambiente, no tempo e espaço. Muito pouco foi feito no estudo da relação quantitativa entre as variáveis. A publicação de um livro famoso "Plant Diseases, Epidemics and Control", por J.E. VAN DER PLANK, trouxe uma nova forma para a fitopatologia como ciência quantitativa.

3. CONCEITOS MODERNOS EM EPIDEMIOLOGIA

Epidemiologia é a ciência da doença em populações (VAN DER PLANK 1963). Neste sentido, a palavra epidemia é derivada do grego "dentre pessoas" e foi usada por HIPÓCRATES, a 2000 anos antes. Para o propósito de análise, a epidemia é definida como um aumento de doença em relação ao tempo. Controle de doença é uma parte da epidemiologia e é orientado para prevenção do aumento da doença. O tempo é um fator importante. Uma epidemia é descrita pela medida do progresso da doença com o tempo. A matemática da epidemia foi introduzida por VAN DER PLANK (1963). A epidemia é descrita por uma taxa de infecção aparente (r), que é a taxa com a qual a população do patógeno aumenta. O valor " r " significa tudo sobre uma epidemia. " r " é o coeficiente de regressão de uma proporção de folhas doentes, expressa em logaritmos em relação ao tempo.

$$r = \frac{2,3}{t_2 - t_1} \log_{10} \frac{x_2 (1 - x_1)}{x_1 (1 - x_2)} \quad \text{onde,}$$

r = taxa de infecção aparente

x_1 = doença no tempo t_1

x_2 = doença no tempo t_2

3.1. - Epidemia e controle

A um tempo qualquer (t), durante o curso de uma epidemia, a quantidade de doença (x) é determinada por quanto inóculo havia no início (x_0) e quão rápido a doença desenvolveu (r). A relação é exemplificada na equação:

$$x = x_0 \cdot e^{rt} \quad \text{onde}$$

$e \rightarrow$ base no logarítmo neperiano.

- o) controle é dirigido no sentido de reduzir x_0 , r ou t .
- a) Os métodos de controle para reduzir " t " são plantio de cultivares mais precoces, ou de plantio mais cedo, para o escape.
- b) Métodos para o controle de " x_0 " são sanidade, resistência vertical e erradicação com químicos.
- c) Medidas de controle que reduzem " r " são a resistência horizontal e fungicidas protetores.

Sanidade é o processo de redução de inóculos do qual uma epidemia inicia. Redução de " x_0 " pode ser por sementes sadias, sementes tratadas ou rotação de culturas. O uso de erradicantes para reduzir x_0 também é considerado sanidade.

3.2. - Resistência vertical e horizontal

A resistência vertical reduz o inóculo inicial (x_0), e a resistência horizontal reduz a taxa de infecção (r). A re

sistência vertical é a resistência na qual a hipótese gen-por-gen é aceitável, e a resistência horizontal é a resistência para a qual a hipótese gen-por-gen é inaceitável (VAN DER PLANK 1975). Quando a cultivar é resistente a algumas raças é chamada de resistência vertical ou perpendicular, e quando a resistência é contra todas as raças é dita horizontal ou lateral.

Diversos termos foram usados para denotar a resistência vertical e horizontal. A resistência horizontal foi também chamada resistência de campo, generalizada, não-específica, quantitativa, poligênica, uniforme e resistência parcial. A resistência vertical foi também chamada de específica, racial, monogênica, quantitativa e diferencial. Os méritos e defeitos dos vários termos usados são discutidos por VAN DER PLANK (1975).

3.3. - Terminologia segundo Robinson

DEME system - Ele usou o sufixo deme para o hospedeiro e Tipo para o patógeno. Para ambos usou o prefixo Pato.

Um PATÓDEMO é uma população de hospedeiros na qual todos os indivíduos têm uma resistência em comum. Um PATÓTIPO é uma população de patógenos na qual todos os indivíduos têm uma patogenicidade em comum. Interações diferenciais mostram evidência de resistência vertical, embora haja algumas exceções. A Fig. 1 mostra a interação diferencial entre patódemo e patótipo. As populações do hospedeiro são, então, denominadas patódemos verticais e, do patógeno, patótipos verticais. Quando não há interação diferenciadora significativa (Fig. 2), as populações e suas características são descritas como horizontal. Então uma ordem

constante dá melhor indicação de resistência horizontal.

Patótipo Vertical	PATÓDEMO VERTICAL			
		A	B	C
	a	4	0	0
	b	0	4	0
c	0	0	4	

Patótipo Horizontal	PATÓDEMO HORIZONTAL			
		D	E	F
	d	2	3	4
	e	1	2	3
f	0	1	2	

Fig. 1. Interação diferencial

Fig. 2. Ordem constante (não tem interação diferencial)

Robinson(1973)

3.4. - Métodos de avaliações de resistência

O tipo de resistência, que é comumente empregado no melhoramento e bem conhecido dos melhoristas, é qualitativo. Os indivíduos das progênes são classificados como resistentes ou suscetíveis. Não é necessário nenhum método especial para medir a resistência. A relação das populações segregantes concordam com as leis mendelianas na maneira pela qual a herança de um ou poucos genes causam a resistência. A experiência mostrou que este tipo de resistência não tem valor contra patógenos com *P. oryzae*, com alta mutabilidade vertical.

As possibilidades de medir formas intermediárias de resistência, baseado em métodos epidemiológicos, abriu um novo caminho na filosofia de melhoramento. A resistência quantitativa ou parcial ou horizontal não seguiu a lei de herança mendeliana. Nenhuma classe distinta de resistência pode ser notada, e métodos especiais de avaliação são necessários. O valor numérico

da resistência parcial (RES) pode variar de 0 a 1 (ZADOKS 1972). Quando RES é zero, a planta teste está tão doente quanto o mais suscetível padrão. Quando RES é 1, nenhuma doença é encontrada e a resistência é completa. A resistência parcial é aquela que está entre os valores $0 < RES < 1$. A resistência parcial é subdividida em componentes que podem ser medidos por métodos quantitativos, como relação de infecção (n° de lesões divididos pe lo n° de esporos aplicados), período latente, velocidade de esporulação, crescimento da lesão, período infeccioso. Estes termos são bem claros, de acordo com a teoria epidemiológica de VAN DER PLANK (1963).

Cada hospedeiro possui alguma resistência horizontal a cada doença. Mas este nível pode ser tão baixo que não tenha valor. É possível medir a resistência horizontal quando a vertical está também presente (ROBINSON 1973). Uma técnica para melhoramento de arroz para resistência horizontal, sugerida por ROBINSON, é usar somente pais, nas quais haja ausência de resistência vertical a *P. oryzae*. Entretanto, estes pais podem não ser encontrados na prática e outra técnica, alternativa, é selecionar um patótipo vertical de *P. oryzae* e usar somente pais que tenham suscetibilidade vertical a ele.

Um novo método experimental de melhoramento para resistência horizontal contra todas as doenças envolve policruzamento ao acaso de cultivares selecionadas após eliminação da resistência vertical. Isto é feito por um gameticida masculino (Ethrel - R.H. 351.2-cloro-etil ácido fosfônico). O problema de este produto afetar a emergência da panícula pode ser contornado pe

la aplicação do ácido giberélico. A população é exposta a uma forte pressão de seleção contra as doenças mais importantes, às pragas e para características agronômicas, durante as sete gerações de policruzamento.

3.5. - Relação custo/benefício de várias medidas de controle

As perdas de lavouras podem ser vistas como o aspecto econômico e social da epidemiologia. A medida da intensidade de doença, perda de produção ou qualidade são importantes aspectos das epidemias.

Para avaliação das perdas, duas hipóteses foram propostas por VAN DER PLANK (1963):

1. A injúria é proporcional à quantidade de doença; isto é válido, se o desenvolvimento dos grãos continua até a época da colheita;
2. A injúria é proporcional à duração da doença na lavoura. Em outras palavras, é proporcional à área sob curva de progresso da doença.

4. O ARROZ DE SEQUEIRO NO BRASIL E A PESQUISA EM PROCESSO

A brusone é o principal problema do arroz no Brasil Central, seguida pela escaldadura, que vem crescendo em importância. No primeiro ano de cultivo, a escaldadura foi encontrada com maior frequência que a brusone, o que indica a possibilidade de hospedeiros para o agente causal. O inóculo aumenta na palhada doente e plantas remanescentes, aumentando a intensidade nos anos subseqüentes. A ausência de informação sobre as per

das causadas pela brusone e a economicidade de uso de químicos para o controle torna necessário iniciar estudos em epidemiologia quantitativa e controle, além da busca de fontes de resistência.

Com o objetivo de desenvolver um sistema de controle integrado, está sendo feita uma tentativa no sentido de identificar variáveis neste sistema, bem como as suas inter-relações. Estes estudos conduzirão ao desenvolvimento de modelos para previsão da doença, perdas da produção e para adequação do uso de fungicidas em cultivares moderadamente resistentes. As etapas envolvidas neste estudo são a identificação de um estágio crítico, a intensidade de brusone que causa perda significativa na produção, estimativa de doença neste estágio baseado na quantidade de inóculo inicial, a perda esperada com dada intensidade de brusone, determinação da época e intervalo de pulverizações e o aumento em produção com cada pulverização de fungicida, a eficiência do controle baseado no grau de resistência de uma dada cultivar, a redução do inóculo inicial pela sanidade, etc.

4.1. - Algumas medidas quantitativas e inter-relações

Foram obtidas as seguintes inter-relações:

- a) Taxa de aumento de brusone em 20 cultivares de sequeiro pela geração de curvas de progresso.
- b) Inter-relação entre percentagens de controle e o grau de resistência, baseado na infecção das folhas e grãos.

- c) Inter-relação entre o inóculo inicial da brusone e a intensidade de brusone no emborrachamento.
- d) Correlação de doença nas duas últimas folhas e a infecção de panículas, baseado no levantamento realizado em fazendas.
- e) Efeito de duas intensidades de brusone no estágio vegetativo sobre a maturação dos grãos.
- f) Percentagem de aumento de panículas com brusone em relação ao tempo.
- g) Relação entre estágio de formação de grão e percentagem de infecção.
- h) Percentagem de perda de peso dos grãos em relação à época da infecção da panícula com brusone.
- i) Percentagem de perda de peso dos grãos em relação à época de infecção da panícula e percentagem de panículas infectadas.
- j) Proporção de aumento do peso de grãos com o tempo.

5. PERSPECTIVAS

Existem dois sistemas de cultivo de arroz de sequeiro contrastantes, no Brasil.

O sistema de produção extensivamente mecanizado, no Brasil-Central, onde o tamanho da fazenda é grande e a população de plantas por unidade de área é maior, constituindo um grande meio de cultura para *Pyricularia*, particularmente nos segundos e terceiros anos de cultivo. Esta situação, com a intensificação de práticas culturais, constitui-se em perigo constante

de epidemias. Estes sistemas permitem, portanto, o uso de tecnologia moderna.

Em contraste, em outro extremo, estão o Pará e Maranhão, onde o tamanho de fazenda é pequeno, com práticas ainda primitivas, não permitindo a criação de condições ótimas para a brusone. Neste caso, os recursos naturais limitados e as condições sócio-econômicas proíbem a utilização de técnicas modernas.

Estas duas situações enfatizam a crescente responsabilidade de pesquisar métodos eficientes para estas diferentes condições.

A maior parte da produção de arroz ainda está originando de culturas com brusone. De acordo com análises recentes, somente cerca de 9% da área cultivada é parcialmente protegida pelo uso de fungicida. A tendência para uso de fungicida, como um insumo normal, está aumentando. Com o uso de tecnologia moderna, há perspectivas de mais altas produções de arroz, quando a pulverização de fungicida se tornar mais econômica do que no presente.

Uma nova estratégia de pesquisa deve ser o melhoramento das cultivares de arroz para resistência horizontal. A pesquisa fitopatológica deve ser orientada para o desenvolvimento de métodos para medir a resistência uniforme, na qual os geneticistas podem estudar o padrão de herança.

A época das pulverizações com fungicidas, baseada na previsão da doença e perdas nas variedades com resistência horizontal, poderá, certamente, revolucionar a produção de arroz nas condições de sequeiro.

LITERATURA CITADA

- JAMES, W. Clive. Assesment of Plant diseases and losses. Ann. Rev. Phytopathol. 10:253-76, 1974.
- KOZAKA, T. Control of rice blast by cultivation practices in Japan, in the rice blast disease. Proc. Symp. at IRRI, July, 1963: 421-438. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins Press.
- _____. Chemical control of rice blast in Japan. Rev. Pl. Prot. Res. 2:53-63, 1969.
- KRANZ, J. Comparison of epidemics. Ann. Rev. Phytopathol. 10: 355-373, 1974.
- LUKE, H.H.; CHAPMAN, W.H. and BARNETT, R. D. Horizontal resistance of Red Rustproof Oat to Crown Rust. Phytopathology. 62:414-417, 1972.
- OU, S.H. Rice Diseases. Kew, Surrey, England. C.A.B. 342 pp. 1973.
- PARLEVLIET, J.E. Partial resistance of barley to trafr rust, Puccinia hordei. II. Relationships between field triale, microplot tests and latent period. Euphytica. 24:293-303. 1975.
- _____. Evaluation of the concept of horizontal resistance in the barley Puccinia hordei host. Pathologen relation ship. Phytopathology. 66:494-496, 1976.

REGINA, E.M.A. and RIBEIRO, A.S. Rice diseases in Brazil. Se
gunda Reunion Pelotas, Rio Grande do Sul, 6-11 Dec. 1971.

ROBINSON, R.A. Vertical resistance. Rev. Pl. Path. 50:233-239.
1971.

_____. Horizontal resistance. Rev. Pl. Path. 52:483-501,
1973.

_____. The Nature of physiologic specialization in plant
parasitism. (Unpublished) 1976.

TURKENSTEEN, L.J. Partial resistance of tomatoes against
Phytophthora infestants, the late blight fungus. Agricultu-
ral Research Reports 810. Wageningen. 84 pp. 1973.

USO DE AGENTES MUTAGÊNICOS EM SEMENTES DE ARROZ

Elcio Perpétuo Guimarães
Pesquisador-CNPAF.

USO DE AGENTES MUTAGÊNICOS EM SEMENTES DE ARROZ¹ELCIO PERPÊTUO GUIMARÃES²

O termo mutação foi usado pela primeira vez em 1904 por Hugo de Vries, que assim se expressou para definir aquelas alterações espontâneas, que ocorriam em *Oenothera lamarckiana*, e eram transmitidas às gerações seguintes. No entanto, tais mudanças podem ser induzidas por agentes físicos e químicos.

O primeiro a obter resultados positivos no emprego de agentes físicos foi MULLER (1927) que, aplicando raios-X na Mosca *Drosophila melanogaster*, obteve maior freqüência de mutação que a espontânea e desenvolveu um método de análise para estudar os efeitos dos agentes mutagênicos.

Em seguida, esses estudos passaram a ser feitos em plantas superiores, e STADLER (1928 a, b) obteve resultados em milho e cevada, ICHIJIMA (1934) em arroz, e uma gama de outras culturas apresentaram resultados positivos ao uso dos raios-X.

Com o advento da II Guerra Mundial, um novo agente mutagênico foi descoberto e, desta vez, o primeiro agente químico, o gás mostarda. AUERBACH & ROBSON (1942)³ usaram-no sobre a mesma mosca estudada por MULLER, e os resultados alcançados foram semelhantes.

¹Seminário proferido no CNPAF em 25/08/1978.

²Pesquisador na área de Fitomelhoramento de arroz do Centro Nacional de Pesquisa - Arroz, Feijão - EMBRAPA, Goiânia, GO.

³Citado por Auerbach (1949).

Após a descoberta e os testes iniciais com os agentes mutagênicos físicos e químicos, o campo da indução de mutações evoluiu rapidamente, e as chances de se encontrarem mutações de maior interesse agrônômico cresceram, e com novos testes e novos agentes sendo descobertos, passaram a ocupar a posição de um novo método de melhoramento.

Os mutagênicos mais usados nos estudos de indução de mutação são: os raios-X, as radiações gama, os neutrons, os agentes alquilantes, como o metano sulfonato de etila (EMS), sulfato de dietila (DES), etilenoimina (EI) e outros.

Para esse tipo de estudos, os agentes mais adequados são as plantas autógamas, e sobre essas embasou-se a maior parte deles, analisando-se danos fisiológicos (germinação, sobrevivência, altura de plântulas, etc.) e efeitos genéticos (mutações gênicas e cromossômicas).

No melhoramento de plantas, visa-se obter da indução de mutações baixos danos fisiológicos e altos efeitos genéticos, pois apenas o segundo pode ser transmitido de uma geração a outra e usado em programas específicos.

Mutagênicos físicos (radiação gama, neutrons térmicos - 0,025 eV e neutrons rápidos - 0,5 a 2,0 MeV) e químicos (sulfato de dietila-DES e azida sódica-SA) foram aplicados em sementes de arroz da cultivar 'Dourado Precoce', e aquilatou-se a sensibilidade desse material, medindo-se os efeitos de: sobrevivência e altura de plântulas M_1 , fertilidade de plantas M_1 e mutação de clorofila em plântulas M_2 .

Dentre os efeitos medidos, a maior importância reside na fre

qüência de mutação de clorofila em plântulas M_2 , que foi calculada por dois métodos distintos: (1) número de mutações por 100 panículas M_1 ; e (2) número de mutantes M_2 pelo total de plântulas M_2 ; e classificada de acordo com o tipo em (1) albina, (2) viridis, (3) xantha e (4) outros.

As plântulas M_1 , provenientes de tratamentos com radiação gama (8-16-24 e 32 KR), não mostraram reduções drásticas na sobrevivência e na altura; no entanto, a fertilidade de plantas M_1 sofreu bem mais, chegando ao nível de 25% de fertilidade com a maior dosagem.

A frequência de mutação de clorofila manteve-se crescente até a dosagem de 24 KR, após o que (32 KR) verificou-se uma queda, devido à baixa fertilidade, a qual estaria eliminando possíveis mutantes.

Os mutagênicos químicos foram usados em tratamentos de 8 horas a 25°C , 0,5 ml de solução por semente. Nessas condições, com o DES, (0,0036; 0,0072; 0,0145 e 0,0290 M) houve baixo grau de danos fisiológicos e ausência de indução de mutações.

Os tratamentos com SA (pH 3,0 4,0 5,0 e 6,0 a concentrações de 1×10^{-3} , 5×10^{-3} , 1×10^{-2} e 5×10^{-2} M) receberam também o pré-tratamento por 8 horas em água destilada e, de um modo geral, o aumento nas concentrações e na acidez induziu danos fisiológicos crescentes. A frequência de mutação de clorofila em plântulas M_2 mostrou-se máxima a pH = 4,0, para ambos os métodos de determinação.

Como conclusões finais, pode-se dizer que: (1) a fertilidade foi o parâmetro mais sensível ao estudar-se a sensibilidade de

semente de arroz; (2) a SA comportou-se como o mais eficiente agente mutagênico empregado; e (3) o pré-tratamento das sementes em água destilada implicou em maior ação do mutagênico.

Dos resultados e conclusões obtidos, pode-se visualizar que a indução de mutações é um método de melhoramento bastante eficiente, desde que sejam feitos estudos básicos sobre as condições mais favoráveis de tratamento.

LITERATURA CITADA

- AUERBACH, C., 1949. Chemical mutagenesis. *Biol. Rev.*, Cambridge, 24:355-391.
- GUIMARÃES, E.P & A. ANDO, 1978. Estudos da sensibilidade de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) a radiação gama, neutrons, sulfato de dietila (DES) e azida sódica (SA). Piracicaba, ESALQ/USP, 99 p. (Dissertação de Mestrado).
- ICHIJIMA, K. 1934. On the artificially induced mutations and polyploid plants of rice occurring in subsequeute generations Proc. Imp. Acad. Jap., Japan, 10:388-391.
- MULLER, J.J., 1972. Artificial transmutation of the gene. Science. Washington, 66:48-87.
- STADLER, L.J., 1928 b. Mutations in Barley Induce by X-rays and radium. *Science*. Washington, 68:186-187.

FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM GRAMÍNEAS

Johanna Döbereiner
Pesquisadora-SNCLS

FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM GRAMÍNEAS¹JOHANNA DÖBEREINER²

INTRODUÇÃO

Com a crise mundial de energia, a atenção da pesquisa no mundo inteiro retornou aos problemas da fixação biológica de nitrogênio como alternativa para suprir o nitrogênio necessário a crescente demanda em alimentos protéicos. A intensificação da pesquisa neste ramo, na última década, revelou uma série de novas possibilidades de explorar as reservas ilimitadas da atmosfera, em nitrogênio, com o uso da energia solar em vez de combustíveis fósseis necessários à produção de fertilizantes nitrogenados.

Além da exploração mais intensa dos sistemas conhecidos de leguminosas, há, hoje, possibilidades de se obterem também gramíneas e cereais que possam obter parte de seu nitrogênio necessário através de associação com bactéria fixadoras de N_2 (NEYRA e DÖBEREINER 1977). O potencial de uma grande variedade de práticas agrícolas, de aumentar a fixação de nitrogênio no campo, é consideravelmente maior do que a da simples inoculação.

A aplicação de fósforo, além de aumentar o crescimento de várias leguminosas forrageiras, tem efeito pronunciado na fixação de nitrogênio, tendo aumentado o peso de nódulos e o nitro

¹ Seminário proferido no CNPAF em 08/11/1978.

² Responsável pelo Programa de Fixação Biológica de Nitrogênio - EMBRAPA - SNCLS, Rio de Janeiro, RJ.

gênio total incorporado de 10 e 25 para 200 e 100 mg/pote, respectivamente, em solos de cerrado e do Estado do Rio de Janeiro (FRANÇA et al 1973). Semeio de sementes de siratro com pellet de F.T.E. (mistura de micronutrientes), em pastos de gordura de morro, estabeleceu esta leguminosa por mais de cinco anos sob pastejo, o que não ocorreu sem o "pellet" (FRANCO 1977). Feijão suprido com os demais elementos necessários pode obter todo o nitrogênio necessário, através da fixação biológica para produzir 3000 kg de grão por ha. Problemas de assimilação de Mo, principalmente em solos ácidos, em muitos casos são responsáveis pela baixa fixação de nitrogênio por esta leguminosa (FRANCO 1977). Em alguns casos, a adição de pequenas doses de N mineral pode aumentar a produção sem diminuir a contribuição da simbiose.

O último limite da fixação biológica em leguminosas, quando não há deficiências nutricionais, é a fotossíntese. Gramíneas tropicais, incluindo milho e sorgo, têm uma via fotossintética duas vezes mais eficiente e, portanto, teriam o dobro de produtos fotossintéticos disponíveis para alimentar a fixação biológica de nitrogênio. Foi demonstrado potencial considerável de fixação de nitrogênio em várias gramíneas forrageiras e cereais (NEYRA e DÖBEREINER 1977). A sua melhor exploração depende da identificação dos fatores limitantes e de práticas agronomicamente viáveis, de eliminá-los. As associações das gramíneas com *Azospirillum* são muito menos perfeitas que as simbioses das leguminosas e, portanto, as variações devidas a efeitos ambientais são muito maiores. Nos cereais, há um ciclo pronunciado

com fixação elevada apenas durante a fase reprodutiva (BÄLLOW e DÖBEREINER 1975). Diferenças entre linhagens na largura deste pico e ainda na interação com adubos nitrogenados indicam possibilidades fito-genéticas. Em forrageiras, estudos sobre a interação entre fixação biológica de nitrogênio, assimilação de nitrogênio mineral do solo e denitrificação mostraram também efeito do genótipo da planta e correlação negativa entre fixação e denitrificação de nitrogênio (PEREIRA et al 1977). Foram encontradas mutantes de *Azospirillum* que não reduzem o nitrato e que fixam nitrogênio, mesmo na presença de elevadas dosagens de nitrogênio.

Estudos mais profundos do funcionamento desta nova associação simbiótica são essenciais, para que se possam embosar métodos de sua exploração em fundamentos mais sólidos.

Inconscientemente, milhões de barris de petróleo estão atualmente sendo economizados devido à fixação biológica de N_2 atmosférico na agricultura brasileira. Entretanto, a falta de conhecimento sobre os vários fatores de solo, clima, planta e bactéria, que interferem na fixação de N_2 , tem limitado o seu melhor aproveitamento. O presente projeto visa o uso do nitrogênio marcado (^{15}N), como medida direta, in situ da fixação de nitrogênio em sistemas intactos, no campo.

LITERATURA CITADA

- BÄLLOW, J.F.W. von & DÖBEREINER, J. 1975. Potential for nitrogen fixation in maize genotypes in Brazil. Proc. Nat. Acad. Sci. (USA). 72:2389-2393.
- FRANÇA, G.E. de, BAHIA FILHO, A.F.C. and CARVALHO, M.M. de 1973. Influência do magnésio, micronutrientes e calagem no desenvolvimento e fixação simbiótica de nitrogênio na soja peregrina var. Dinaroo (Glycine wightii) em solo de cerrado. Pesq. Agropec. Bras. Sér. Agron. 8:197-202.
- FRANCO, A.A. 1978. Micronutrient requirements of legume Rhizobium symbiosis in the tropics. In: DÖBEREINER et al (eds.) Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. Plenum Press, New York.
- NEYRA, C.A. and DÖBEREINER, J. 1977. Nitrogen Fixation in Grasses. Adv. Agron. 29:1-38.
- PEREIRA, P.A.A., NEYRA, C.A. and DÖBEREINER, J. 1978. Nitrogenase activity, assimilation of NO_3^- and denitrification in Brachiaria cores. In: DÖBEREINER et al (eds.) Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. Plenum Press, New York. p. 367-368.

JD/erc.

ASPECTO FISIOLÓGICO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS DE ARROZ

Nand Kumar Fagêria
Pesquisador-CNPAF.

ASPECTO FISIOLÓGICO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS DE ARROZ¹NAND KUMAR FAGÊRIA²

Pode-se alcançar alta produção de grãos de muitas culturas, quando se conseguem uma boa combinação de cultivares, meio ambiente e práticas culturais. Os processos fisiológicos envolvidos na produção de grãos, tais como crescimento vegetativo, formação de órgãos armazenadores e enchimento de grãos, determinam a melhor combinação dos fatores acima e podem ser feitos melhoramentos, para se obterem maiores aumentos em rendimentos de grãos, sob uma dada condição.

Neste seminário, desejamos discutir os seguintes aspectos fisiológicos de produção de grãos de arroz:

1. Duração do crescimento e modelo de crescimento da cultura do arroz: para se entender o aspecto fisiológico de produção de grãos de arroz é necessário conhecer os estágios de desenvolvimento e modelo de crescimento da cultura de arroz. Portanto, apresenta-se, na Fig. 1, o modelo de crescimento da cultivar IAC 47, baseado em experimento sob condições de campo. O ciclo da planta de arroz pode ser dividido em três estágios de crescimento: vegetativo, reprodutivo e maturação (Fig. 1).

O período vegetativo estende-se da germinação à iniciação

¹ Seminário proferido no CNPAF em 04/05/1979

² Pesquisador na área de Fertilidade do Solo de arroz, do Centro Nacional de Pesquisa - Arroz, Feijão - EMBRAPA - Goiânia, GO.

do primórdio floral e é grandemente caracterizado pelo perfilhamento. O período reprodutivo estende-se da iniciação do primórdio floral ao florescimento, durante o qual, a panícula se desenvolve. Morfologicamente, a fase reprodutiva caracteriza-se pela evolução do internódio. Durante este estágio, determinam-se o número de espiguetas e o tamanho potencial do dreno da cultura de arroz. Neste estágio, a planta de arroz é muito sensível a "estresses" ambientais, como baixa temperatura, baixa radiação solar e deficiência de água e nitrogênio. O amadurecimento ocorre do florescimento à maturação. A maior parte do carboidrato do grão é produzido pela fotossíntese, durante o período de maturação, ainda que algum carboidrato, nos colmos e bainhas, antes do florescimento, se translate para os grãos. Assim, o ciclo da planta de arroz tem desenvolvimento sequencial nestes três estágios.

A variação na duração do crescimento se deve à diferença no período de crescimento vegetativo. Há, contudo, uma correlação positiva entre a duração do crescimento e a extensão do período da iniciação da panícula à floração. Deste modo, uma cultura de arroz de maturação precoce tem um período de crescimento da panícula relativamente curto. A redução do crescimento da panícula é freqüentemente acompanhado por decréscimo no rendimento de grãos (YOSHIDA 1972). A questão, portanto, é saber se o período de crescimento da panícula pode ser dilatado independentemente da duração total do crescimento.

Em geral, o crescimento da panícula é o produto da taxa de crescimento pela duração de crescimento. Portanto, o dilatamen

to do período de crescimento é um meio para se aumentar o tamanho da panícula.

Em cereais, as panículas e folhas crescem simultaneamente. Entretanto, a distribuição de assimilados entre as panículas e as folhas determinam o tamanho da panícula. Não é surpresa que muitas cultivares de arroz de alto rendimento tenham a folha bandeira pequena. Isto é porque a folha bandeira compete com a panícula em desenvolvimento, em assimilado.

2. Duração de material seco e produção de grãos: existe uma relação entre produção de grãos e material seco como de finida pela seguinte equação (DONALD e HAMBLIN 1976):

$$\text{Produção (Econômica)} = \text{Produção (Biológica)} \times K \text{ (Econômica)}$$

A produção biológica refere-se ao total de matéria seca, e a produção econômica refere-se à parte do valor econômico da produção biológica. K (econômica) ou índice de colheita é a proporção da produção de grãos com a produção biológica. Esta simples equação diz-nos que a produção econômica, por exemplo a produção de grãos, também pode ser aumentada, aumentando-se o total de produção de material seco ou aumentando o índice de colheita. Produção total de matéria seca é a proporção integral de crescimento do cereal por todo o período de crescimento e está relacionada com a produção de grãos pelo índice de colheita.

Em vários estudos de causas fisiológicas de variação na produção de cereais, foi provado que a variação na área foliar e duração eram as principais causas de diferenças na produção (WATSON 1947). Em outras palavras, a área foliar que intercep

ta a radiação solar é o fator mais importante. Alguns resultados obtidos neste Centro, relacionados com índice de área foliar, são apresentados nas Fig. 2 e 3. IAF é o mais variável e pode ser mudado com manipulação e densidade das plantas e com a aplicação de fertilizantes. Contudo, o objetivo máximo das práticas agronômicas é atingir um IAF para produção máxima de cereais. Aumentando o IAF, aumenta-se a produção de matéria seca, mas esta relação não se mantém, visto que, conforme o IAF aumenta, a proporção de fotossíntese por unidade de área foliar diminui. Há índices críticos de índice de área foliar. Por exemplo, para soja, 3,2 (SHIBLES e WEBER 1965); trigo 6 a 9 (KING et al 1967); arroz 4 a 7 (TANAKA et al 1966; TANAKA e KAWANO 1966); e milho 5 (WILLIAMS et al 1965).

3. Desenvolvimento da capacidade de produção

O objetivo final do plantio de arroz é aumentar a produção. A aplicação de fertilizantes e os cuidados devem ser sempre feitos, tendo em vista o aumento da produção de arroz. Para este fim, é necessário saber quanto e como a produção de arroz é determinada durante o ciclo da planta de arroz. A produção de grãos é determinada pela seguinte fórmula:

$$\text{Produção de grãos} = (\text{Número de panículas}) \times (\text{Número de espiguetas por panícula}) \times (\% \text{ de grãos cheios}) \times (\text{Peso de um grão}).$$

Assim, para se saber quando e como a produção se determina, é necessário esclarecer como os quatro componentes contribuintes são determinados no ciclo da planta do arroz (Fig. 1 e 4).

- a. Número de panículas: O estágio principal, no qual o número de panículas é determinado, é o de perfilhamento mais ativo, alcançando o último período de 20 dias antes do estágio de máximo número de perfilhos. O número de panículas é mais fortemente afetado pelas condições ambientais durante este período. Em geral, o número de panículas é determinado cerca do 10º dia depois do estágio de máximo número de perfilhos.
- b. Número de espiguetas por panícula: O número de espiguetas por panícula é determinado pela diferença entre o número de espiguetas diferenciadas e número de degeneradas. O número de espiguetas diferenciadas começa a ser afetado principalmente pelas condições ambientais, a partir do estágio de diferenciação do primórdio e é afetado mais adversamente cerca de 24 a 27 dias antes da floração, e poucos ou nenhum efeito adverso é causado pelas condições ambientais depois do estágio de diferenciação do primórdio de espiguetas. No estágio da divisão ou redução, ou por volta dele, há uma altura na qual o primórdio de espiguetas será determinado cerca do 5º dia antes da data de floração (isto é o estágio final da divisão e redução).
- c. Percentagem de grãos maduros: isto indica a proporção da % de grãos completamente maduros x o número total de grãos produtivos. Começa a haver um efeito adverso na % de grãos maduros principalmente desde o início do estágio do primórdio floral. No estágio de divisão e redução,

floração e o estágio de amadurecimento mais ativo, há uma altura na qual a % de grãos maduros é mais prontamente afetados, mas a % de grãos maduros será finalmente fixada cerca de 25 a 30 dias depois da floração.

- d. Peso do grãos: o peso dos grãos depende primeiramente do tamanho da casca, o qual é determinado antes da floração e, em segundo lugar, depende da percentagem de cascas cheias com cariopsis. Como resultado, se um grão de tamanho foi formado, os miolos não podem crescer devido às restrições mecânicas do tamanho da casca, não importando sejam favoráveis às condições ambientais depois da floração. Em vista disto, o peso dos grãos tem relação direta sobre os dois períodos: 1) o período desde o estágio de diferenciação do primórdio de espiguetas (cerca de 10-15 dias antes da floração até ao estágio de redução e divisão); 2) o estágio mais ativo de amadurecimento (cerca de 10-25 dias depois da floração).
- e. Formação ou sistema de assimilação de produção de arroz: há outra escola de pesquisadores que esperam ter culturas altamente produtivas, com que tencionam melhorar as produções de arroz, tendo em vista um longo período de maturação.

O princípio é conseguir levar o IAF da planta de arroz à sua condição máxima, tão depressa quanto possível, de modo a contribuir para a posição da planta e manter o período de amadurecimento, tão longo quanto possível. Eles estão tentando estender o período de amadurecimento de 30 dias.

(presentemente) até 80 dias, de modo a obterem 42 t/ha de arroz em casca.

Como não sou melhorista, não estou capacitado a comentar esta idéia. Contudo, será difícil para um pesquisador de solo conseguir que esta cultivar alcance o seu potencial máximo no estágio presente de conhecimento de manejo de solos e aplicação de fertilizantes. A Fig. 5 mostra a comparação entre estes dois tipos de cultivares, isto é, presente e futuro.

- f. A duração do crescimento da panícula: A produção do período de crescimento afeta o crescimento da panícula. Possivelmente o número de espiguetas por ano nos cereais pode ser aumentado, aumentando a duração do período de crescimento da panícula.

No arroz, contudo, encontra-se uma grande variação de ciclos de crescimento, mas relativamente pouca diferença no período desde o início de panículas até a floração, sob condições normais. A pequena duração para o crescimento de panículas é, muitas vezes, acompanhada da diminuição de produção de grãos. Em cereais de grãos, contudo, a panícula e as folhas crescem ao mesmo tempo. Portanto, a distribuição de assimilados entre as panículas e as folhas também determinarão o tamanho da panícula. As cultivares de arroz de mais alta produção têm uma pequena folha badeira; isto possivelmente porque a folha badeira compete com a panícula em desenvolvimento por assimilados. A Fig. 6 mostra a curva de crescimento da paní

cula do arroz. Características da planta com relação a capacidade de produção; características morfológicas relacionadas com produção de grãos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens das características contrastantes da planta

Características da planta	Vantagens e desvantagens
Altura da planta: Baixa Alta	Aumento de resistência ao acamamento Supressão de invasoras
Inclinação de folha: Erecta Caindo	Utilização de energia solar eficientemen <u>te</u> quando IAF é alto Utilização de energia solar mais eficient <u>e</u> quando IAF é baixo Supressão de invasoras Umidade relativa alta e relacionada em al <u>ta</u> incidência de Doenças e Pragas
Perfilhamento: Alto Baixo	Adaptação a uma larga faixa de espaçamen <u>to</u> , capaz de compensar a densidade de po <u>pulação</u> da área foliar (arroz transplanta <u>do</u>) Pode usar semeadura direta
Raiz: Rasa e relação raiz/ parte aérea mais bai <u>xa</u> Profunda e relação alta R/PA	Maior assimilação e utilização pela parte aérea de produtos fotossintéticos Aumenta a resistência à seca
Tamanho de grãos: Pequeno Grande	Relacionado com rápido vingamento de grãos adaptado em locais onde ocorre se <u>ca</u> na fase final de maturação Associado com altas produções
Ciclo: Precoce Tardio	Aumenta a produção de grãos por dia Aumenta a eficiência de utilização de á <u>gua</u> Precisa de espaçamento estreito para con <u>seguir</u> potencialidade de produção Adaptado a baixa fertilidade
Sensibilidade ao fotoperíodismo: Sensível Insensível	Adaptado à área onde possui períodos lon <u>gos</u> de chuva Pode ser cultivado em qualquer época do ano, e usado e sistema de cultivos múlti <u>plos</u>
Crescimento em fase inicial: Rápido: Lento	Supressão de ervas daninhas; essencial pa <u>ra</u> cultivares precoces Relacionado com baixa produção.

4. Influência climática na produção do arroz

Fatores climáticos, tais como temperatura, intensidade de luz e precipitações, influenciam o crescimento e, conseqüentemente, a produção do arroz, de dois modos. Diretamente, eles afetam fisiologicamente os processos que envolvem a produção de grãos, como crescimento vegetativo, formação de espiguetas e tamanho de grãos. Indiretamente, afetam a produção de grãos, através da incidência de doenças e insetos.

a. A temperatura e a sua influência: a temperatura é um dos fatores climáticos dominantes, que afetam o crescimento e a produção de arroz. Há temperaturas críticas, tanto baixas quanto altas para cada uma das diferentes fases do crescimento do arroz. As temperaturas baixas, alta e ideal para cada fase de desenvolvimento são apresentadas na Tabela 2 (YOSHIDA 1977).

Tabela 2 - Resposta da planta de arroz a temperaturas variáveis, nas diferentes fase de desenvolvimento

Fase desenvolvimento	Temperatura crítica		
	Baixa	Alta	Ideal
Germinação	16° - 19° C	45°C	30° - 35° C
Emergência e estabelecimento da plântula	9° - 16° C	33°C	25° - 31° C
Iniciação de primórdio floral	15°C	35°C	25° - 30° C
Emergência de panícula	15° - 20° C	30°C	25° - 28° C
Floração	22°C	35° - 36° C	30° - 33° C
Maturação	12° - 18° C	> 30°C	20° - 29° C

A temperatura influencia bastante o grande crescimento, ime

diatamente depois da germinação; quanto maior a temperatura maior o grau de crescimento, (YOSHIDA 1973). De três a cinco semanas depois da sementeira, a temperatura afeta apenas levemente o grau de perfilhamento e o crescimento relativo. Durante o estágio reprodutivo, a uma temperatura entre 22 e 31°C, o número de espiguetas por planta aumenta conforme a temperatura baixa. Assim, a temperatura ideal parece decrescer conforme o crescimento avançado do estágio vegetativo ao reprodutivo. Por essa razão, áreas de alta altitude deverão ser relativamente mais produtivas do que áreas de baixa altitude nos trópicos, a não ser que a baixa temperatura cause dano ao arroz. O arroz é mais sensível à baixa temperatura, cerca de 9 dias antes da floração (SATAKE 1976). Com o problema de baixa temperatura, tanto do dia como da noite, parece afetar a esterilidade da espiguetas.

Uma temperatura média diurna de menos de 20°C pode causar esterilidade. Por outro lado, o arroz é mais sensível a altas temperaturas no antésis (YOSHIDA 1978). A temperatura diurna alta, de 35°C no antésis, pode aumentar a esterilidade da espiguetas.

- b. A luz solar e a sua influência: a radiação solar necessária ao arroz difere de um estágio de crescimento para outro (Tabela 3) (YOSHIDA e PARA0 1976).

Tabela 3 - Efeito de radiação solar na produção e componentes de produção, em diferentes estágio de crescimento de IR 747B2-6

Radiação Solar %	Produção t/ha	Índice de colheita	Grãos Cheios %	Peso de 1000 grãos (g)
<u>Fase Vegetativa</u>				
100	7,11	0,49	88,9	20,0
75	6,94	0,48	89,9	19,9
50	6,39	0,51	89,5	19,9
25	6,33	0,51	84,3	19,8
<u>Fase Reprodutiva</u>				
100	7,11	0,49	84,9	20,0
75	5,71	0,47	87,8	20,3
50	4,49	0,40	89,4	19,5
25	3,21	0,36	89,4	19,1
<u>Fase Maturação</u>				
100	7,11	0,49	88,9	20,0
75	6,53	0,49	81,1	20,0
50	5,16	0,44	64,5	19,50
25	3,93	0,38	54,9	19,10

Sombra durante o estágio vegetativo afeta apenas levemente a produção e os componentes da produção. Durante o estágio reprodutivo, contudo, a sombra tem um efeito muito pronunciado no número de espiguetas e, conseqüentemente, na produção. A sombra du

rante o período de maturação também reduz consideravelmente a produção de grãos, por causa de uma diminuição na percentagem de grãos (Tabela 3). Comparando a importância relativa da radiação solar nos diferentes estágios de crescimento, em termos de produção de grãos, o efeito pode ser visto e ser mais marcante no estágio reprodutivo, seguido do estágio de maturação (Tabela 3).

Os efeitos gerais da radiação solar durante o estágio vegetativo na produção de grãos são extremamente pequenos. Uma produção de 4 t/ha pode ser obtida com $200 \text{ cal/cm}^2/\text{dia}$ durante o estágio reprodutivo (YOSHIDA 1978). Para alcançar a mesma produção é necessária menos radiação solar durante o período de maturação. Assim, o efeito da radiação solar é aparente apenas quando a produção de grãos é superior a 4 - 5 t/ha. Abaixo deste nível de produção de grãos, a luz solar, por si só, não tem nenhum significado direto na produção de arroz. Por outras palavras, produção de 4 a 5 t/ha deve ser alcançada na estação úmida, se escolher uma cultivar certa e feito um manejo apropriado.

c. A água e sua influência: a necessidade de água no arroz é afetada tanto pelo clima como pelos fatores de solo. A radiação solar, a temperatura, a velocidade do vento e a umidade do ar são os determinantes primários de evapotranspiração. Os fatores de solo, tais como textura do solo, profundidade do lençol de água e topografia determinam a percolação profunda e a perda pela erosão. A necessidade total de água para o arroz irrigado é de cerca de 124 mm por cultivo (YOSHIDA 1978). Os resultados rela

cionados com a evapotranspiração em arroz de sequeiro, obtidos neste Centro, são apresentados na Fig. 7. Os resultados mostram que são consumidos 30% de água na fase vegetativa, 55% no estágio reprodutivo e 15% na fase de maturação. Os resultados relacionados, sob três regimes de água, estão apresentados na Fig. 8 (FAGERIA 1980). Quando a água não foi um fator limitante, a produção aumentou significativamente com os níveis de fósforo até 150 kg P_2O_5 /ha. Quando a água foi limitante por 40 dias, o rendimento foi consideravelmente reduzido. Quando a água foi deficiente por 20 dias, houve redução, também, no rendimento normal.

LITERATURA CITADA

1. DONALD, C.M. and HAMELIN, J. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Advanc. Agron.* 25:361-405.
2. FAGERIA, N.K. 1980. Deficiência hídrica em arroz de cerrado e resposta ao fósforo. *Pes. agropec. bras.* (Impresso).
3. KING, R.W.; WARDLAW, I.F. and EVANS, L.T. 1967. Effects of assimilate utilization on photosynthetic rate in wheat. *Planta, Berl.* 77:261-276.
4. SATAKE, T. 1976. Sterile-type cool injury in paddy rice plants. In *climate and rice*, International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, pp. 281-300.
5. SHIBLES, R.M. and WEBER, C.R. 1965. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans, *crop. sci.* 5:575-577.
6. TANAKA, A, and KAWANO, K. 1966. Effects of mutual shading on dry-matter production in the tropical rice plant. *Plant Soil* 24:128-144.
7. TANAKA, A.; KAWANO, K. and YAMAGUCHI, J. 1966. Photosynthesis, respiration and plant type of the tropical rice plant. *Int. Rice Res. Inst. Tech. Bull.* 7 pp. 46.
8. WATSON, D.J. 1947. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. variation in net assimilation

- rate and leaf area between species and within and between years. *Ann. Bot. N.S.* 11:41-76.
9. WILLIAMS, W.A.; LOOMIS, R.S. and LEPLEY, C.R. 1965. Vegetative growth of corn as affected by population density. II. components of growth, net assimilation rate and leaf area index. *Crop. Sci.* 5:215-219.
 10. YOSHIDA, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 23:437-464.
 11. YOSHIDA, S. 1973. Effect of temperature on growth of the rice plant in a controlled environment. *Soil Sci. Plant Nutr.* 19:299-310.
 12. YOSHIDA, S. 1977. Rice, pp. 57-37. In: *Ecophysiology of Tropical crops*, Ed. Paulo T. Alvin and T.T. Kozlowski. Academic Press Inc. New York, San Francisco, London.
 13. YOSHIDA, S. 1978. Tropical climate and its influence on rice, paper presented at International Rice Research Conference, IRRI, Los Baños, Philippines, April 17-21.
 14. YOSHIDA, S. and PARAO, F.T. 1976. Climatic influence on yield components of lowland rice in the tropics. pp. 471-494. *Climate and rice. International Rice Research Institute*, Los Baños, Philippines.

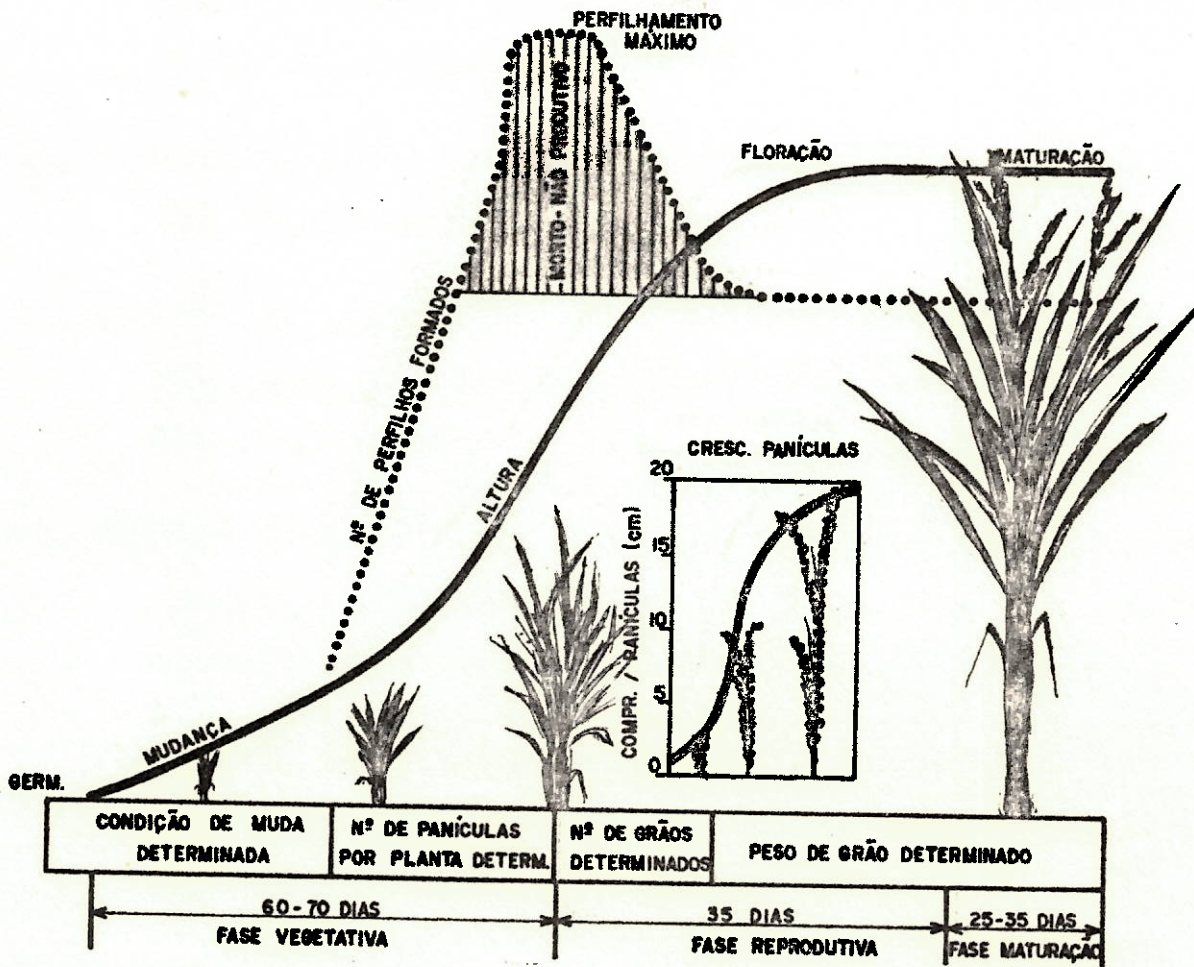


FIG. 1 - Crescimento da planta de arroz - Ciclo da cultivar 135 a 140 dias

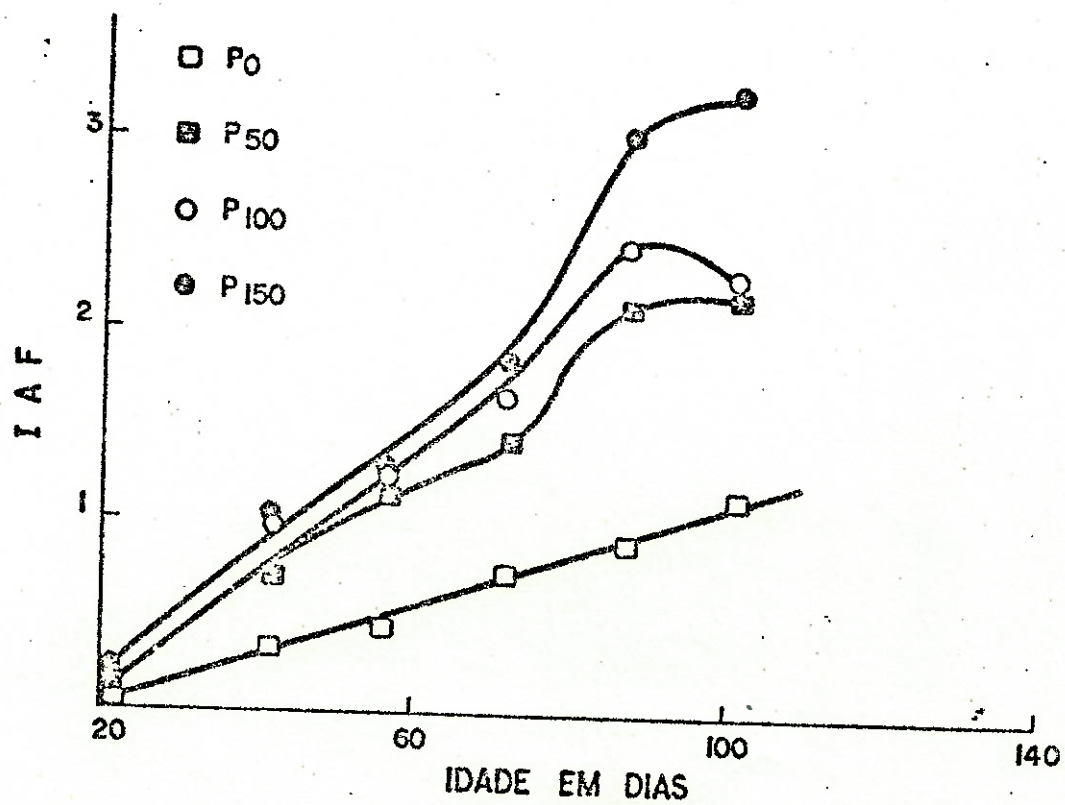


FIG. 2 - Índice de área foliar com diferentes tratamentos de fósforo em arroz irrigado

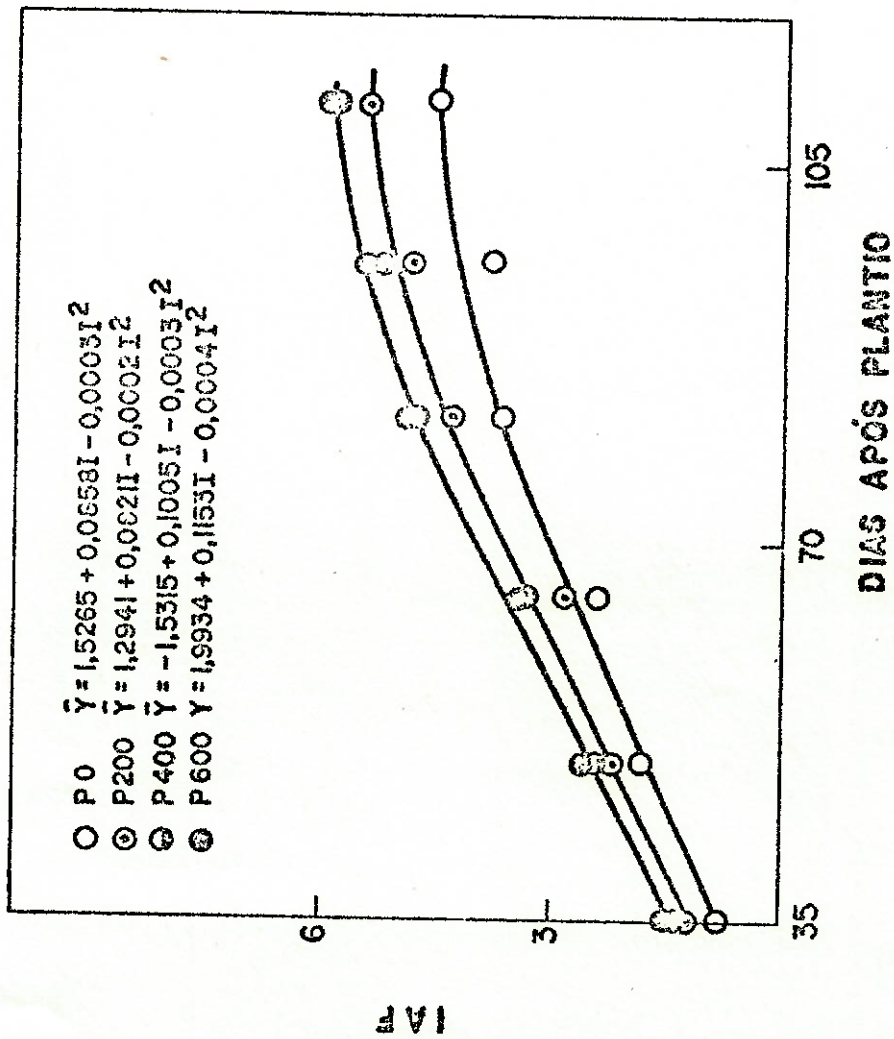


Fig. 3.- Influência de diferentes níveis de fósforo sobre o índice de área foliar durante o período de crescimento da cultura de arroz.

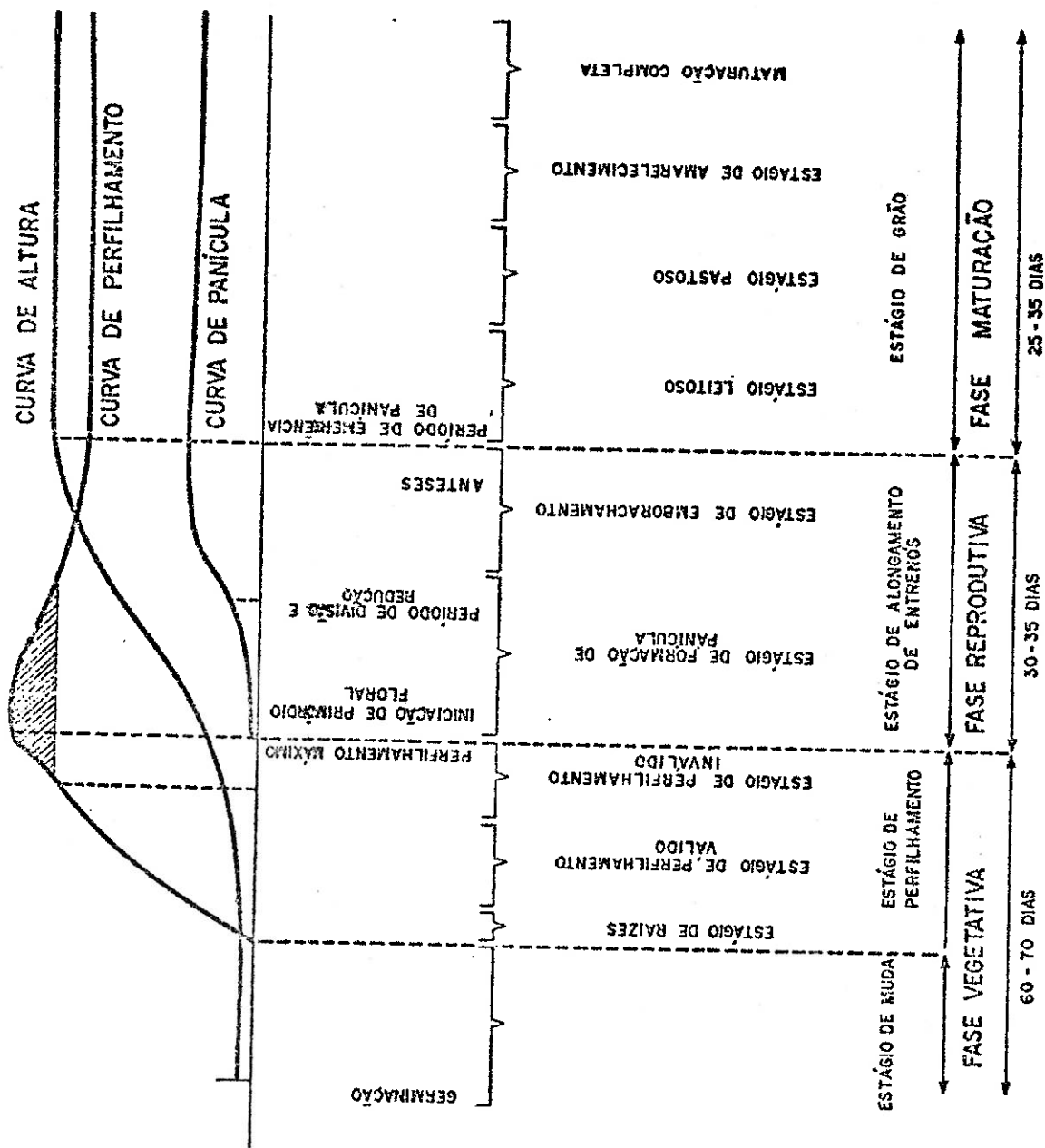


FIG. 4 - Diferentes fases de desenvolvimento de arroz

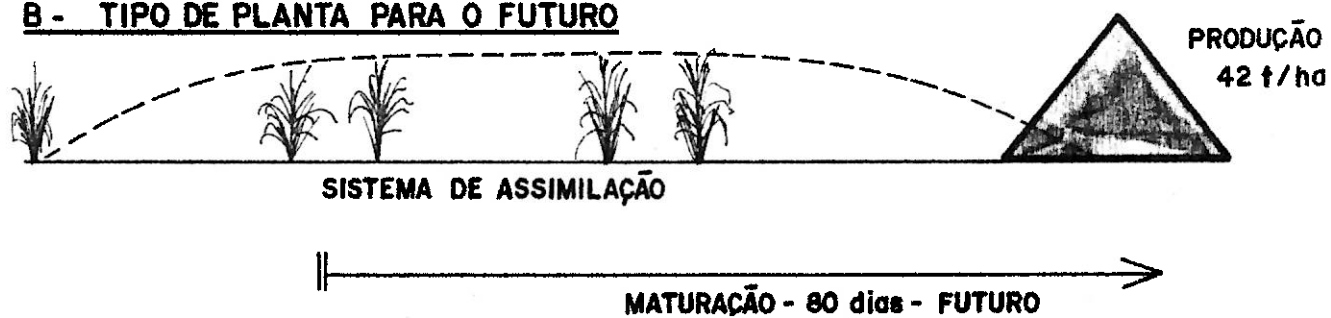
A - TIPO DE PLANTA EXISTENTE**B - TIPO DE PLANTA PARA O FUTURO**

FIG. 5 - Formação de sistemas de assimilação e produção de arroz

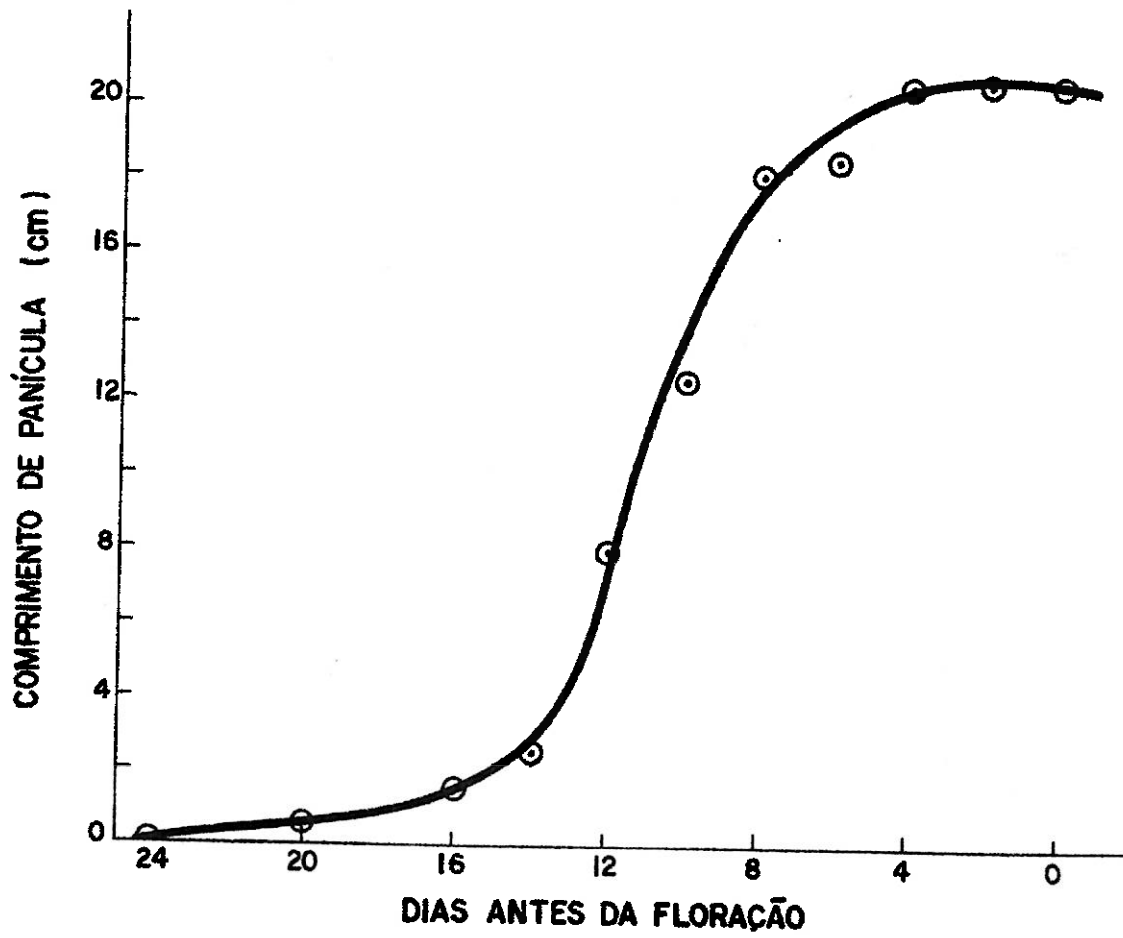


FIG. 6 - Crescimento da panícula em função da idade

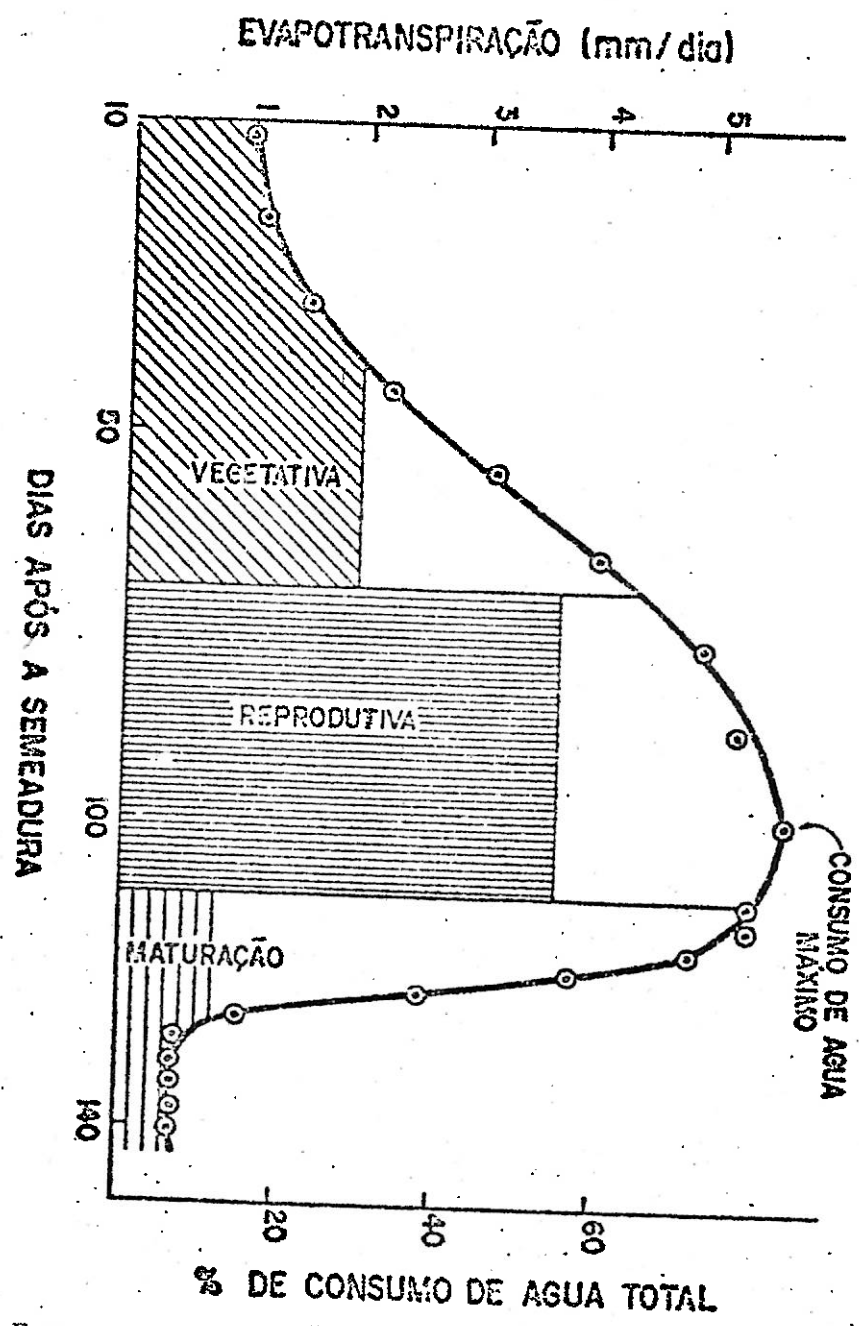


Fig. 7 - Evapotranspiração em arroz de sequeiro no campo experimental da Faz. Capivara, do CNPAF

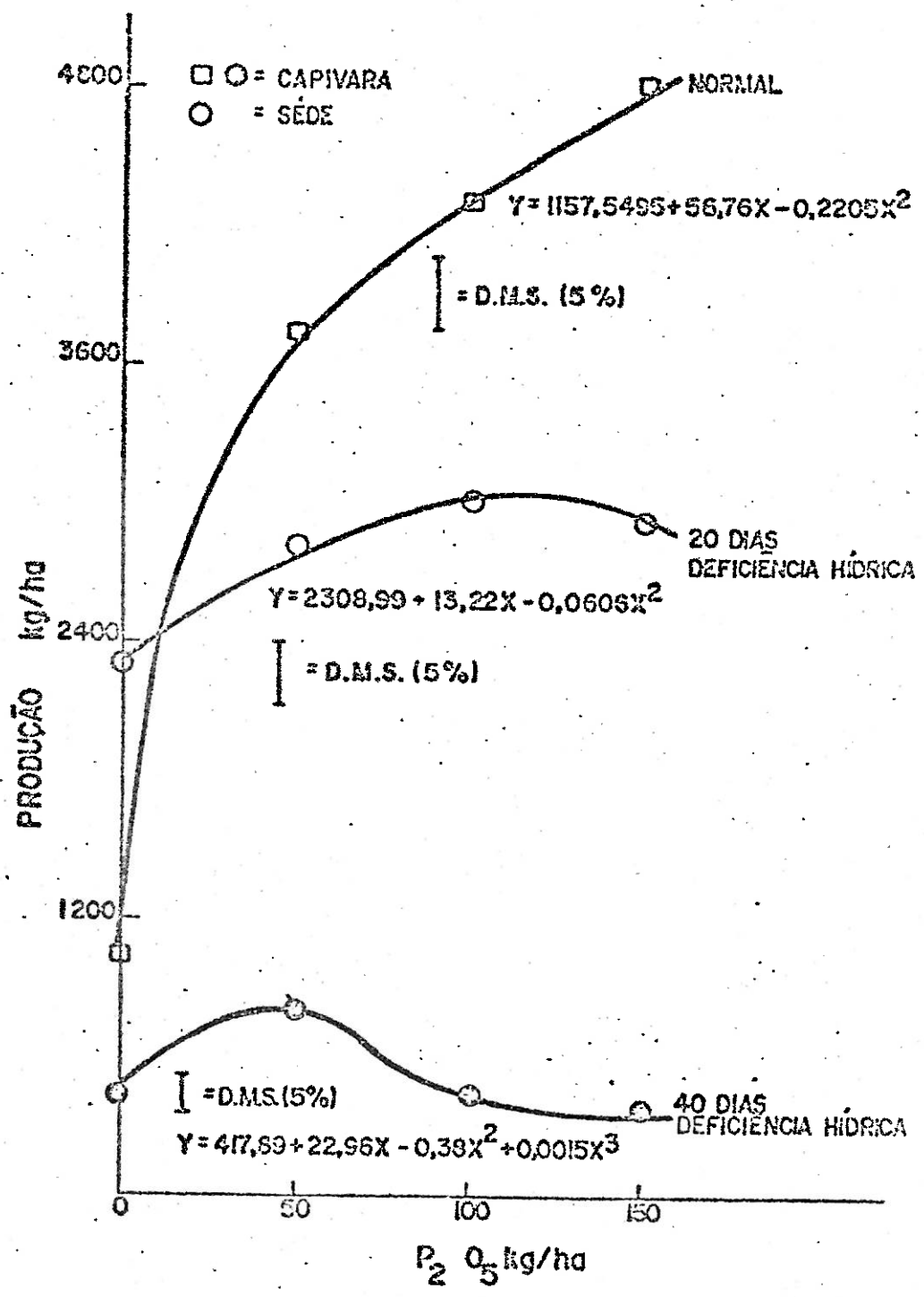


Fig. 8 - Produção de arroz com diferentes doses de fósforo sob diferentes condições de água

ENTOMOLOGIA ECONÔMICA

Octavio Nakano
Professor-ESALQ

ENTOMOLOGIA ECONÔMICA¹

Octavio Nakano²

Não tem sido fácil ao homem descobrir meios para o aumento da produtividade sem que medidas artificiais sejam colocadas à sua disposição. As adubações e o uso de defensivos para o controle das pragas e doenças têm auxiliado a humanidade na solução dos problemas relativos aos alimentos.

A teoria de Darwin, referente a "luta pela sobrevivência" entre os seres vivos, demonstra que tudo tende ao equilíbrio. O e levado desenvolvimento populacional da raça humana rompeu desde há muito esse equilíbrio e, para mantê-lo, o homem se vê obrigado a empregar meios artificiais, uma vez que, se deixado a cargo da natureza, levarão anos para que esse restabelecimento se ja feito, naturalmente através do sacrifício humano, pois a natureza não faz distinção entre um homem e uma minhoca.

Na medida em que os alimentos se tornaram mais necessários, foi preciso aumentar a área de plantio, favorecendo também o de desenvolvimento das pragas que antes se mantinham em níveis razoáveis, devido às limitações do alimento disponível. Favorecendo desenvolvimento das pragas, foi necessário pesquisar processos para combatê-las, evitando, assim, a sua concorrência. Dos di

¹Seminário proferido no CNPAF em 11/05/79.

²Professor do Departamento de Entomologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba, SP.

versos meios disponíveis, os defensivos constituem medidas mais rápidas e mais seguras para proteção das lavouras, embora não sejam eles recomendados para todos os casos, devido aos problemas de resíduos tóxicos que podem deixar. O emprego indiscriminado dessas substâncias pode agravar os problemas com as pragas, causando, inclusive, desastres ecológicos, pondo em risco vidas humanas.

Como o emprego de qualquer medida de controle das pragas en carece o custo de produção e devido aos problemas toxicológicos já mencionados, são pesquisados, dentro da Entomologia Econômica, o nível populacional das pragas permitindo para cada cultura, evitando, com isso, aplicações desnecessárias de inseticidas.

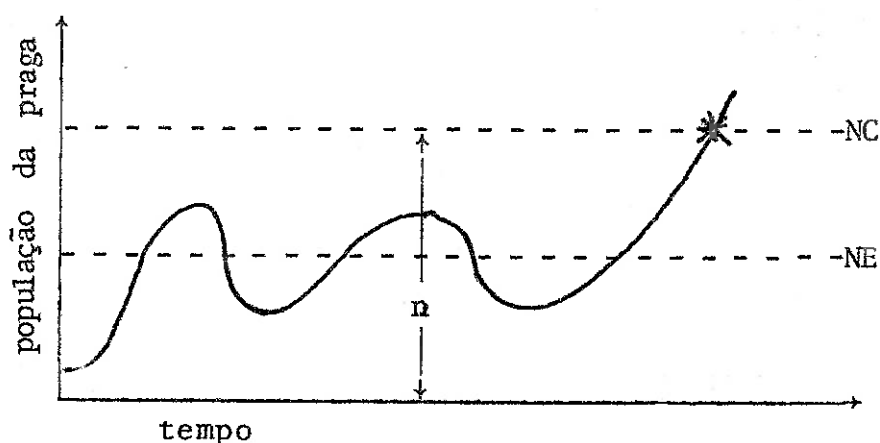
Considerando que as condições climáticas regula o desenvolvimento das pragas, ocorre que, muitas vezes, elas desaparecem sem que medida alguma seja tomada pelo homem. Os pulgões, que vivem nas folhas das plantas, são facilmente levados pelas chuvas intensas; o excesso de umidade favorece as doenças fúngicas que a atacam as cochonilhas; as baixas temperaturas dificultam as atividades dos insetos.

Inúmeros são os inimigos naturais, como os insetos predado res ou parasitos, os fungos, as bactérias, os vírus, os nematôides, etc., que também podem reduzir a população das pragas. Por esse motivo, as lavouras devem ser inspecionadas periodicamente, avaliando-se a flutuação da praga e de seus inimigos naturais. Assim sendo, quando a situação permite, deve-se esperar que todos os recursos naturais se esgotem antes de aplicarmos os de defensivos. Uma pequena margem de perda precisa ser admitida quan

do se admite tal esquema. Consiste em aceitar que a população da praga atinja um nível cujo prejuízo é igual ao custo do tratamento.

Desse modo, estamos dando uma chance para que a natureza, através dos fatores climáticos ou parasitos ou predadores, mantenha, a níveis não prejudiciais, a praga. Caso ela não consiga resolver o problema, quando o nível que chamamos de nível de controle (NC) é alcançado, só aí se aplica o defensivo. A Fig.1 ilustra o esquema preconizado.

FIG.1 - Flutuação da praga durante vários anos.



NC = nível de controle da praga;

NE = nível de equilíbrio;

n = natureza

Entretanto, a determinação do nível de controle das pragas não é tão simples como parece. São necessários outros conhecimentos como a reação da planta em função do dano produzido. Sabe-se, por exemplo, que certas plantas produzem folhas em excesso; a eliminação de um certo número delas poderia, inclusive, favorecer a produção, pois, com excesso de folhas, sobrecarrega o sistema a

limentar e, como consequência, a produção pode diminuir.

A fase em que se encontra a planta também tem influência; é sabido que a soja não sofre redução na produção quando se eliminam até 30% das folhas antes da floração. Um cafeeiro com bastante folhagem também admite uma certa desfolha sem prejuízos na produção.

Baseando-se nos dados de danos produzidos por certas pragas, é possível estabelecer o momento exato para aplicação de inseticidas. Um bom exemplo para isso é a determinação dos níveis de dano econômico para pragas que produzem defoliação. O modelo apresentado baseia-se no trabalho de STONE & PEDIGO (1972) em cultura de soja.

Algumas considerações devem ser feitas para que esta análise matemática seja possível:

1 - que a planta não vai produzir nenhuma folha nova durante o período em que o desfolhamento ocorre;

2 - que a relação entre a % da defoliação e a % de redução no campo depende unicamente do estágio de crescimento da soja e esta relação deve ser conhecida;

3 - que, se o controle for executado, o dano será evitado;

Após essas considerações, o nível teórico de dano econômico, ou seja, o nível de controle pode ser calculado a partir dos dados:

- 1 - L_k - área foliar por metro linear da cultura;
- 2 - k - estágio de desenvolvimento da cultura;
- 3 - F - quantidade de alimento consumido pela lagarta;
- 4 - C_1 - valor em cruzeiro de kg da soja;

5 - C_2 - valor em cruzeiro do custo de tratamento ou da aplicação do inseticida/ha;

6 - Y_k - relação entre a % de defoliação e a % de perda, dada pela fórmula:

$$Y_k = \alpha_k \cdot D + \beta_k \cdot D^2$$

7 - D - % de defoliação;

8 - N - a produção esperada em kg/ha com zero defoliação;

9 - P_k - densidade populacional de lagarta no estágio k .

Com esses dados obtêm-se a fórmula:

$$P_k = \frac{0,005 L_k}{\beta_k F} - \alpha_k + \sqrt{\alpha_k + 400 \frac{C_2 \beta_k}{C_1 N}}$$

Considerando o caso da *Plusia* sp

$$F = 105 \text{ cm}^2 \text{ (por lagarta)}$$

$$C_1 = \text{Cr\$ } 5,00 \text{ o quilo}$$

$$C_2 = \text{Cr\$ } 300,00/\text{ha}$$

$$N = 2.000 \text{ quilos/ha}$$

$$L_1 = 3.629 \text{ cm}^2 \text{ por metro linear de rua}$$

$$L_3 = 11.788 \text{ cm}^2$$

$$L_5 = 35.864 \text{ cm}^2$$

$$L_7 = 49.850 \text{ cm}^2$$

$$L_9 = 48.952 \text{ cm}^2$$

$$Y_k = \alpha_k \cdot D + \beta_k \cdot D^2 \text{ (de Stone \& Pedigo, 1972).}$$

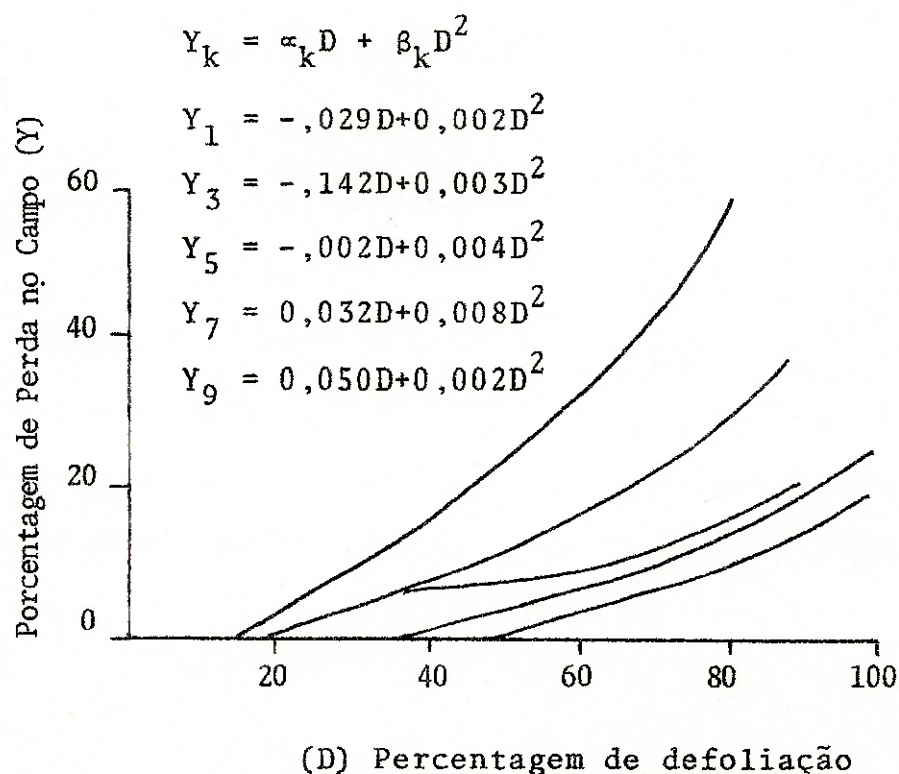


FIG.2 - Regressão de porcentagem de defoliação baseada em de foliação mecânica (Metcalf & Luckmann, 1975).

Portanto, para o estágio L_7

$$P = \frac{0,005(49.850)}{0,008(90)} \left[-0,032 + \sqrt{0,032 + 400(0,008 \frac{300,00}{5,00(2.000)})} \right]$$

$P = 96$ lagartas por metro linear de rua

PRAGAS DO FEIJOEIRO

O feijão é uma das principais fontes de proteína e constitui a base da alimentação do povo brasileiro. Mesmo assim, a cultura não tem merecido a devida atenção por parte dos órgãos responsá

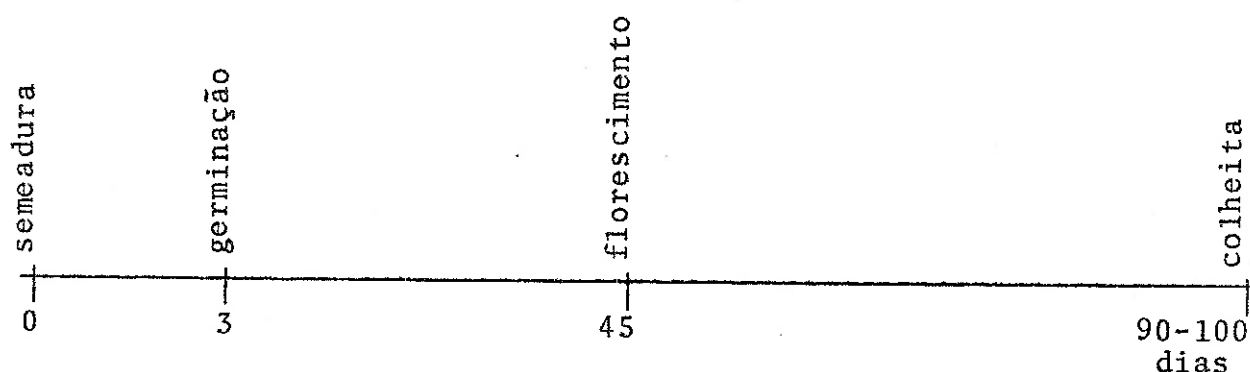
veis pelo abastecimento dessa leguminosa.

A maior safra de feijão foi colhida em 1967, com 2,55 milhões de toneladas em uma área cultivada de 3,65 milhões de hectares. O rendimento médio foi, portanto, de 690kg/ha. Observa-se que a produtividade média dessa cultura vem caindo de ano para ano, o que vem sendo compensada pelo aumento da área cultivada.

A crença generalizada de que o feijão não compensa os tratamentos fitossanitários tem sido um dos motivos dessa baixa produtividade; a Seção de Leguminosas do Instituto Agrônomo de Campinas tem mostrado que, com o uso de sementes selecionadas, pode-se obter um rendimento acima de 1200 kg por hectare; algumas cultivares, como a "Carioca", chegam até a 1750 kg, pondo em evidência o aumento de produção, quando a técnica é observada.

O espaçamento recomendado para o feijão é de 0,40m entre fileiras deixando-se duas plantas a cada 0,20m, nas fileiras. A colheita é feita de 90 a 100 dias após o plantio.

O ciclo vegetativo do feijoeiro é variável, dependendo da cultivar; para as cultivares precoces podemos estabelecer o seguinte:



Para as pragas do feijoeiro, existem alguns trabalhos que possibilitam o estabelecimento do momento exato para o controle de

algumas pragas. Com relação às pragas que destroem as folhas, como a *Anticarsia gemmatalis*, *Urbanus proteus*, *Plusia* spp. e outras, GREENE & MINNICK (1967) observaram que a remoção de 33% das folhas do feijoeiro por ocasião do florescimento não reduziu significativamente a produção. GREENE (1971) estabeleceu que antes da floração, o feijoeiro pode perder até 66% de suas folhas sem que a produção seja afetada. A cultivar utilizada "Grown Harvester" no estágio de florescimento apresentou 10 folhas (com 3 folíolos cada) e a média de área foliar de 2175 cm² por planta, nesse estágio.

Sabendo o consumo de área foliar de cada lagarta, pode-se determinar o nível populacional da mesma que atinge o limite estabelecido, logo após o florescimento.

$$\textit{Anticarsia} = 90 \text{ cm}^2$$

$$\textit{Urbanus} = 195 \text{ cm}^2$$

$$\textit{Plusia} = 144 \text{ cm}^2$$

No caso acima, considerando a área foliar de 2175 cm² e 66 % de sua área foliar = 1435 cm² e dividindo-se essa área por 90 teremos a quantidade da lagarta *Anticarsia* que pode ser tolerada até que se inicie o tratamento = 16 lagarta/planta. Entretanto, sendo esses dados obtidos em condições diferentes da nossa, é óbvio que eles devem ser utilizados com reserva, até que se consigam pesquisas com nossas cultivares.

Ácaro branco: *Polyphagotarsonemus latus*

(Acarina-Tarsonemidae)

Ensaio realizado por ARRUDA (1960) mostram que para o cultivo "bico roxo" os danos desse ácaro foram da seguinte ordem:

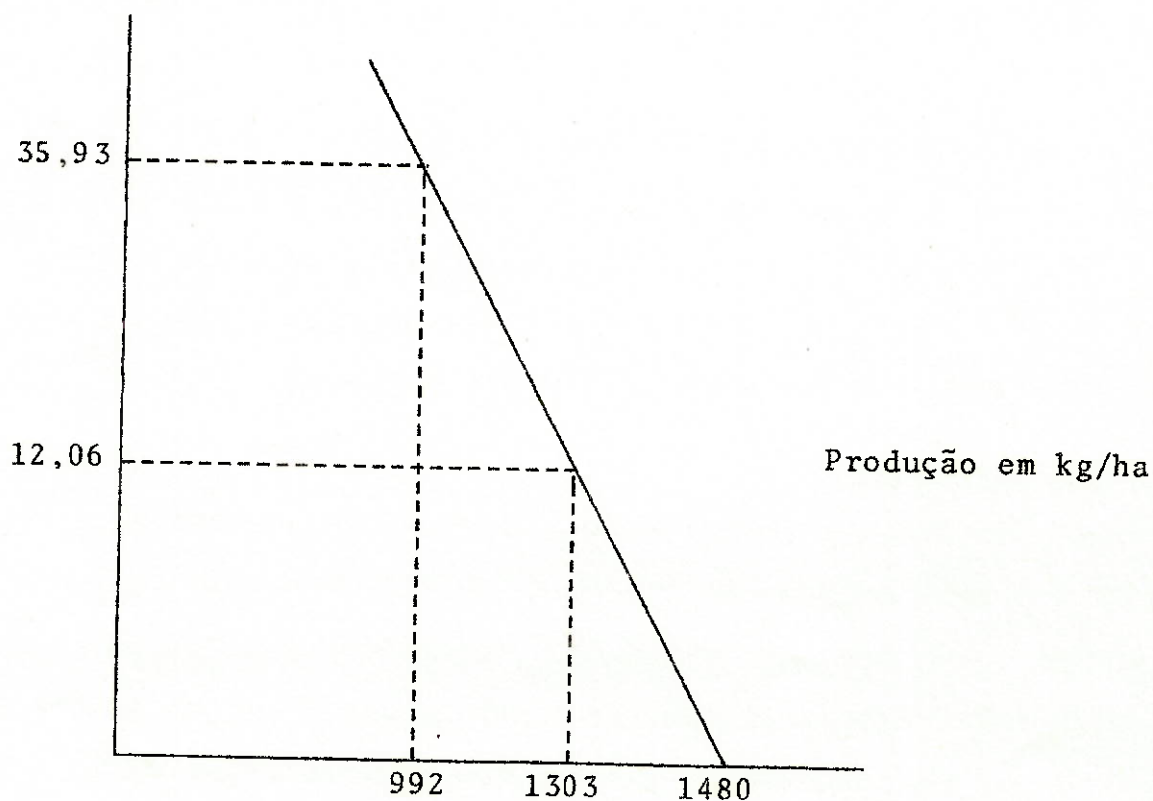
Por ocasião do florescimento ou aos 41 dias após a germinação das plantas, tomando-se 15 folíolos/parcela de 9 m^2 , obteve-se uma infestação média de ácaro na proporção:

$$12,26 \text{ ácaros/folíolo} = 3,52 \text{ quilos/ } 27 \text{ m}^2 = 1303 \text{ quilos/ha}$$

$$35,93 \text{ ácaros/folíolo} = 2,68 \text{ quilos/ } 27 \text{ m}^2 = 992 \text{ quilos/ha}$$

Com os dados acima, elaborando-se um gráfico, pode-se chegar ao nível populacional do ácaro onde medidas de controle são necessárias.

ÁCAROS/FOLÍOLO



Considerando o custo do tratamento com um acaricida no valor de Cr\$ 300,00, tem-se que o NC = ± 3 ácaros/folíolo aos 41 dias de idade das plantas.

Lagartas das vagens: *Thecla jebus* (Godt 1819)
(Lepidoptera - Lycaenidae)

Heliothis zea (Bod, 1850)
(Lepidoptera - Noctuidae)

o consumo de grãos por lagarta é de:

Thecla = 5 a 6 grãos

Heliothis = 7 grãos

Embora o dano causado por unidade de lagarta seja maior em presença de lagarta *Heliothis zea*, a mais comum é a *T.jebus* podendo causar prejuízos da ordem de 20 a 30%. Se considerarmos que cada planta produz grãos, pesando cada grão 0,25 gramas, o nível de controle para as lagartas serão:

Com um custo de tratamento = Cr\$ 300,00

Estimativa de produção = 1200 quilos

Preço do feijão a Cr\$ 10,00 o quilo

5 a 6 grãos pesam = 1,5 gramas

Espaçamento da cultura = 0,40m x 0,20m = 25000m lineares/ha

Nº lagartas/metro linear = Nº

$$N^{\circ} = \frac{30.000 \text{ gramas}}{C/L \times 25.000m}$$

C/L = consumo por lagarta em gramas

Thecla = 1,5 gramas

Heliothis = 1,75 gramas

Cigarrinha verde do feijão: *Empoasca kraemerii* Ross & More 1957
(Homoptera-Cicadellidae).

Esta praga, ao contrário do que muitos pensam, não é vetora de viroses; os seus danos se caracterizam pela sucção da seiva e inoculação de toxinas que comprometem o desenvolvimento da planta e sua produção. Ensaio realizado por PEDROSA (1977) re

velam a importância dessa praga no início do desenvolvimento da cultura.

A Fig.3 mostra que, após 40 dias da germinação das sementes, a proteção torna-se desnecessária, uma vez que a presença do inseto não mais afeta a produção.

FIG.3

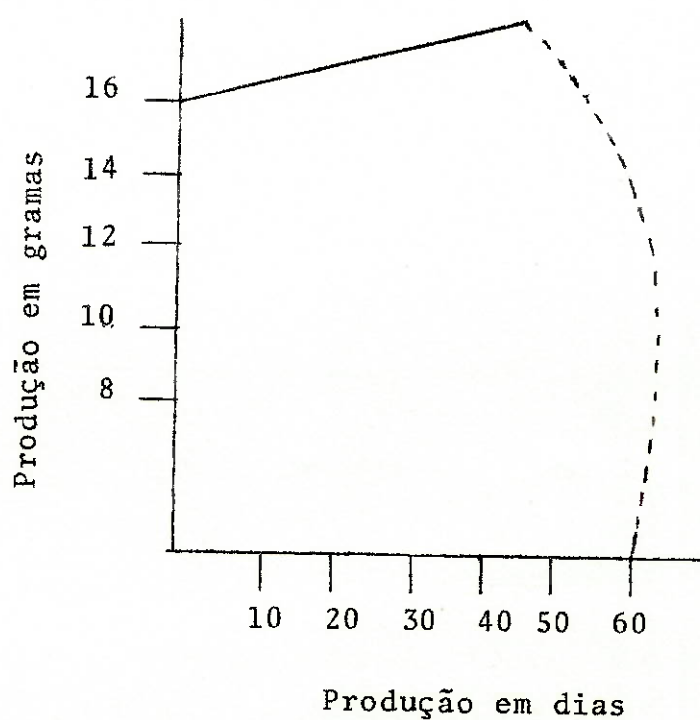


FIG. 4.- Representação gráfica da equação

$$Y = 3.417,1125 - 28,5144 X$$

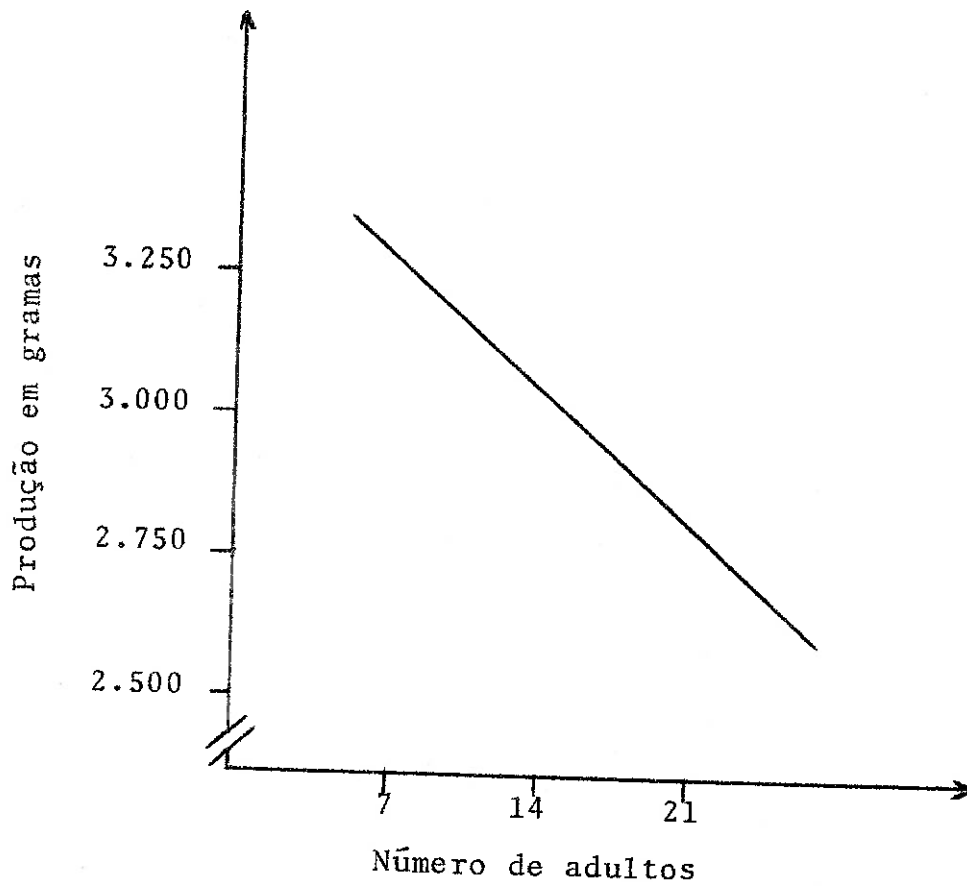


FIG. 5.- Representação gráfica da equação

$$Y = 622,0551 + 2,8763 X$$

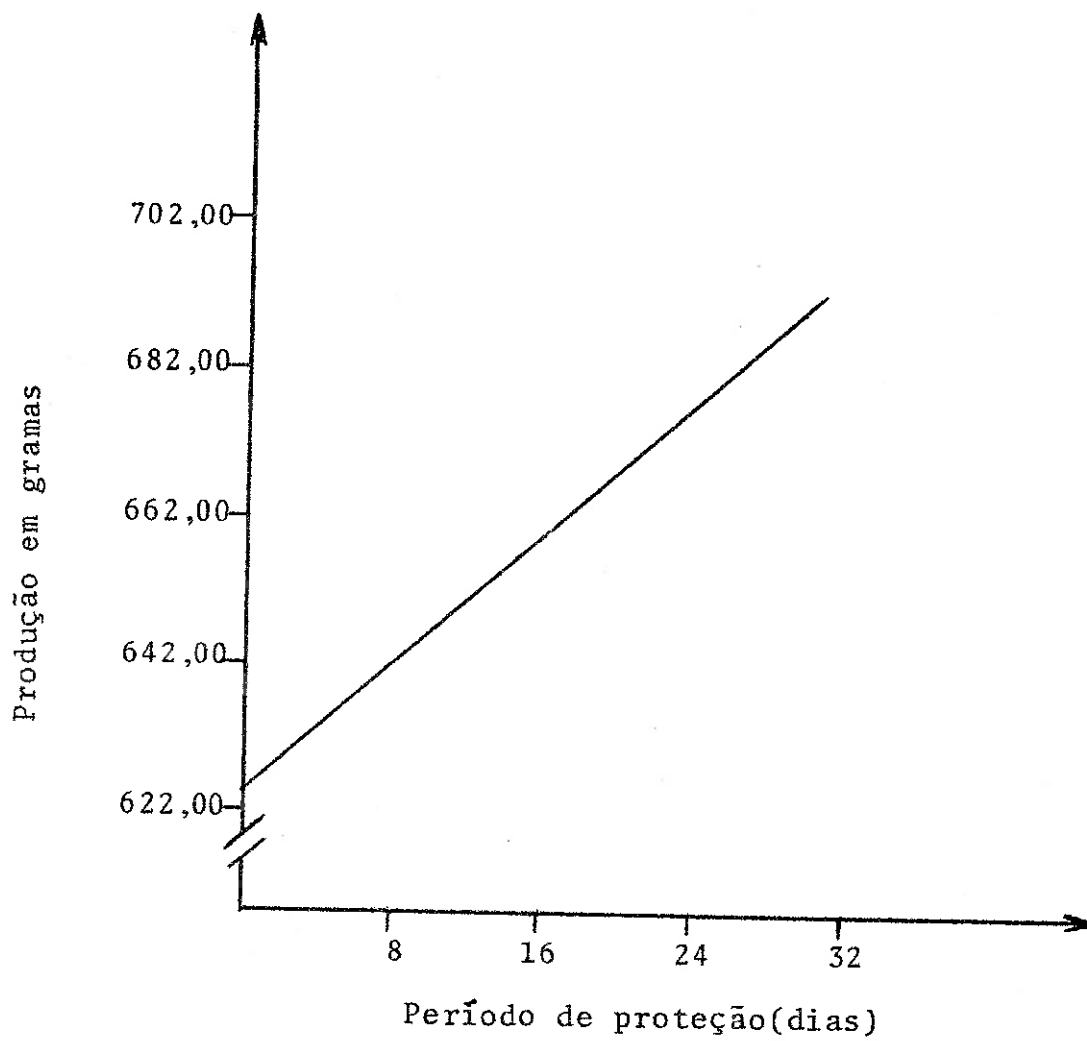


FIG. 6.- Representação gráfica da equação

$$Y = 801,1752 - 0,6749 X$$

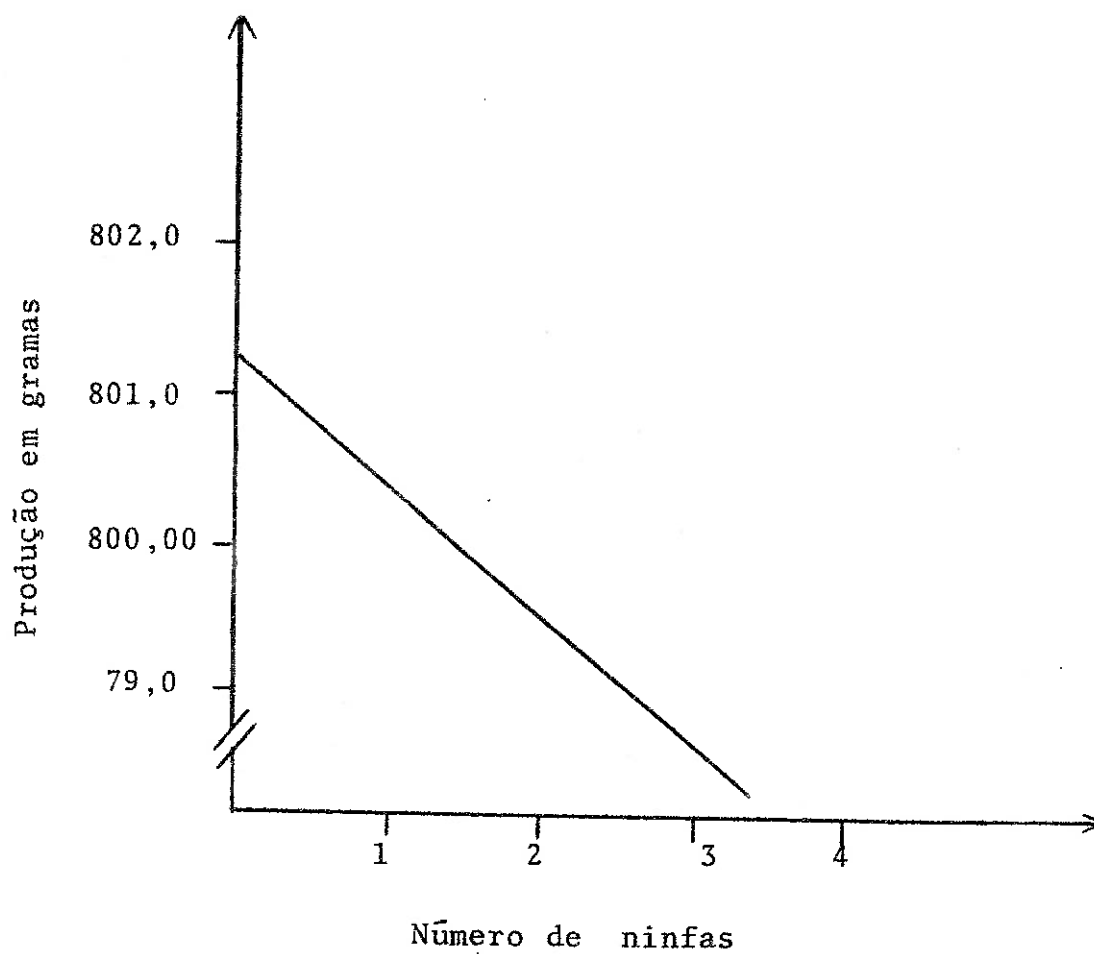
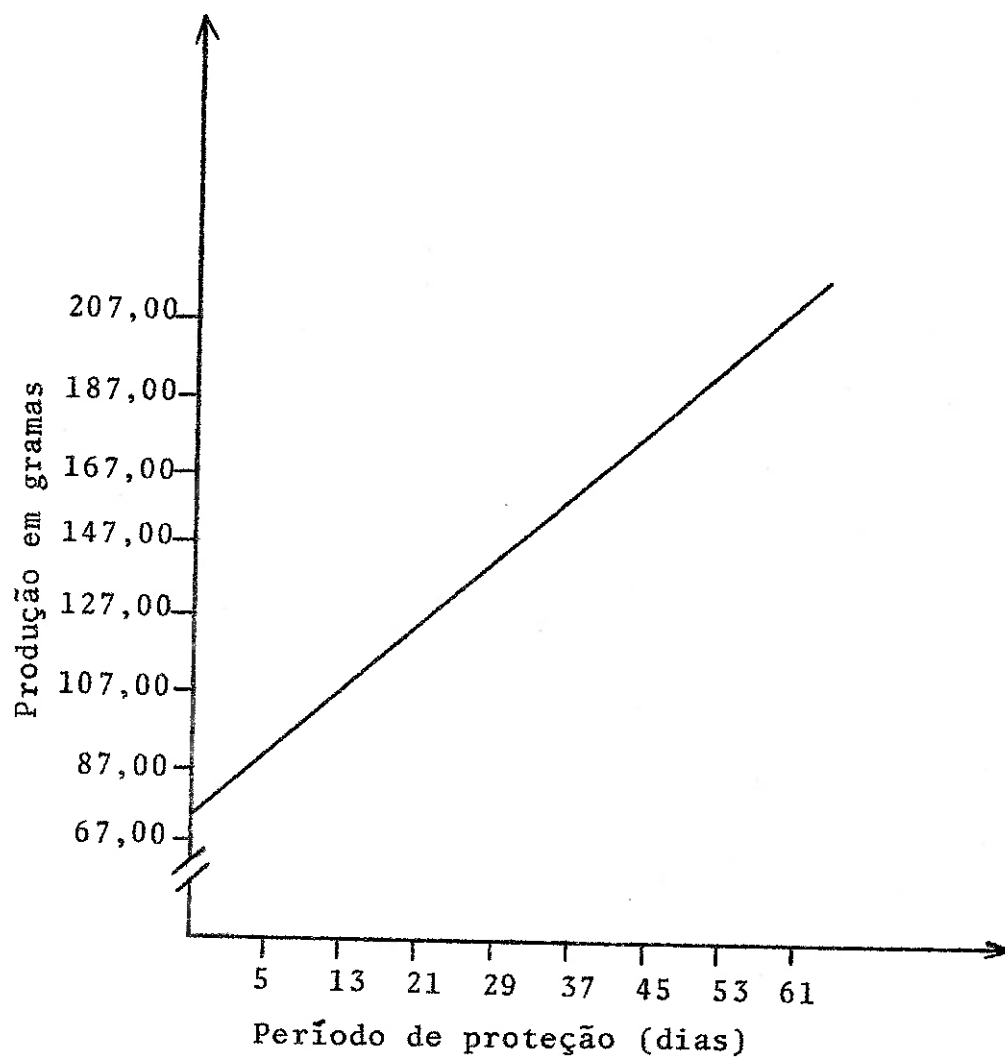


FIG. 7.- Representação gráfica da equação

$$Y = 67,9142 + 2,0341 X$$



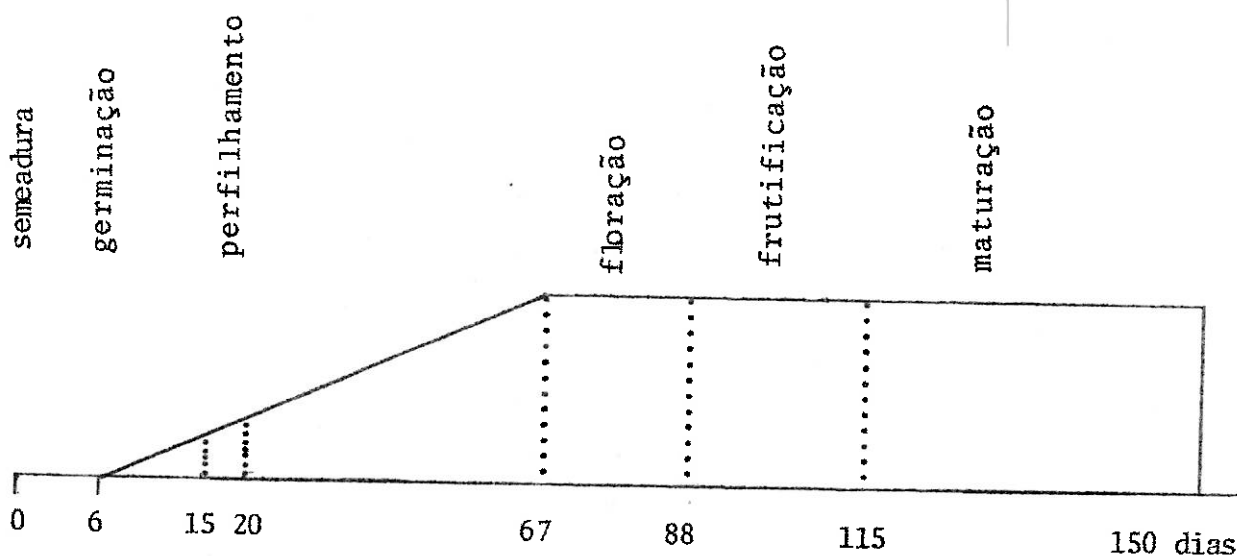
PRAGAS DO ARROZ

O Brasil produz anualmente mais de 5 milhões de toneladas de arroz em casaca, sendo cultivado em maior ou menor escala em todos os estados e territórios. Entretanto, a produção está concentrada em seis estados, que detêm cerca de 82% da área cultivada e, aproximadamente, 83% da produção.







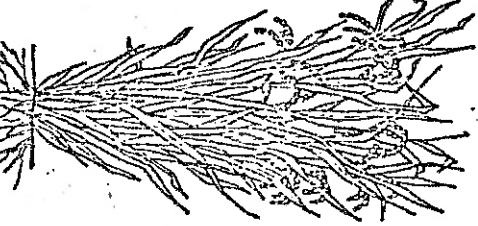
O arroz pode ser cultivado em terras altas ou em baixadas, em várzeas que podem ou não sofrer irrigação. O arroz de sequeiro ou de terras altas é uma cultura incerta, pois fica na dependência de chuvas por ocasião do florescimento e frutificação. Já o cultivo em várzeas tende a suavizar o problema da água, mesmo quando não é irrigado.

A maior produção é obtida naturalmente em plantações irrigadas, com uma média de 60 sacos de 50 kg de grãos em casca/ha. Para o arroz não irrigado a produção cai para 30 sacos/ha.

O ciclo vegetativo do arroz pode ser esquematizado da seguinte maneira:



estágios de crescimento de arroz.

ESTÁGIOS VEGETATIVOS		ESTÁGIOS PRODUTIVOS				
ESTÁGIO 0	ESTÁGIO 1 (Transplante)	ESTÁGIO 2	ESTÁGIO 3	ESTÁGIO 4	ESTÁGIO 5	ESTÁGIO 6
<p>Pré-emergência</p> 	<p>Plântula</p> <p>11.0 folha 12.1 folha 14.3 folhas</p> 	<p>Mudas para transplante</p> 	<p>Perifoneamento</p> <p>31. início 33. maior 36. final da emergência 38. máximo número de panículo</p> 	<p>Desenvolvimento da panícula (Emborrachamento)</p> <p>41. formação da panícula 42. largamento da panícula</p> 	<p>Emergência da panícula (Pacotamento)</p> <p>51. início (5%) 55. emergência intermediária (15.50%) 57. 75% emergência total 59. completa.</p> 	<p>Maturação</p> <p>61. grão leitoso 64. grão pastoso 68. consistência maciço 69. maturação limpa</p> 
FOLHAS	1-7	0	3-20	15		
PERFILHOS	0	0				

Percevejo da haste: *Tibraca limbatriventris* Stal 1860

(Hemiptera - Pentatomidae)

Ao contrário do que muitos julgam, este percevejo não suga os grãos; introduz seu estilete ao longo das hastes e em consequência as panículas tornam-se chochas, quando ainda não se formaram. O maior dano é devido à inoculação da saliva, que é tóxica para a planta.

TRUJILLO (1970) realizou importante trabalho sobre essa praga. Os estudos foram feitos em planta em crescimento e planta crescida; 12 a 24 horas após a alimentação, tanto os perfilhos, como as inflorescência, ou panículas ficam esbranquiçadas e murchas. A sintomatologia interna mostra uma estrangulação na medula do caule, de coloração castanha, ligada a um minúsculo ponto da mesma cor no exterior que corresponde ao local da picada.

O autor determinou que a lavoura de arroz está sujeita ao ataque desta praga a partir do 20º dia de emergido, pois o inseto necessita de uma certa consistência da planta para introduzir o seu estilete. Os danos causados pelo percevejo na cultivar de arroz "Blue Rose" foram da ordem 9% de perfilhos perdidos para uma média de 4 percevejos/m² e 2% para uma média de 1,4 percevejos m².

4 percevejos/m ²	9% perfilhos perdidos
1,4 percevejos/m ²	2% perfilhos perdidos

Se 100% perfilhos atacados	—————	3000 kg x Cr\$ 5,00
		(15.000,00)

x	—————	300,00
---	-------	--------

$$x = \frac{300}{150} = 2\% \text{ de perfilho atacado}$$

$$= 1,4 \text{ perc./m}^2$$

Lagarta Elasmó: *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller 1848)
(Lepidoptera - Phycitidae)

Sabendo-se que a lagarta ataca os perfilhos e conhecendo sua capacidade de produção, pode-se estabelecer o nível de controle (NC) em função dos perfilhos atacados.

100% de perfilhos atacados	_____	1.500 x 5,00
		(7.500,00)
x	_____	300,00
x = 4% de perfilhos atacados		

como o ataque não é facilmente visível, recomenda-se trabalhar com 2% de perfilhos atacados.

Cigarrinha do arroz: *Sogatodes oryzicola*

Segundo JENNINGS (1963), os danos causados pela cigarrinha na cultivar Bluebonnet 50 devido à transmissão da virose "folha branca" pode ser avaliado através da equação de regressão.

$$Y = 1.724,85 - 160,21.x + 21,38 \text{ g/unidade de escala}$$

onde x = escala visual de sistema de ataque nas folhas variando de 0 a 9.

0 = sem doença

9 = ataque severo

no Brasil a doença ainda não foi constatada, mas ocorre a espécie *Sogatodes oryzicola*, uma das vetoras do vírus.

Percevejo do arroz: *Oebalus poecila* (Dallas 1851)

(hemiptera - Pentatomidae)

Os prejuízos causados por este percevejo são consideráveis, pois tanto os adultos como as ninfas sugam o grão, deixando-o chocho ou então prejudicando a sua qualidade. Os grãos sugados, quando

conseguem desenvolver-se, tornam-se gessados e se quebram facilmente no beneficiamento.

HEIM (1954) estabeleceu que os percevejos da espécie *O. pugnax* deixaram o arroz manchado e que um nível de 2 percevejos/passo de 38 cm, indica o seu nível de controle.

Estudos realizados por SWANSON & NEWSOM (1962) mostraram que quando a espécie acima citada ataca os grãos na fase de formação do endosperma, pode haver atrofia completa do grão. Mas quando a alimentação se dá no final da formação do endosperma, o grão fica com uma mancha descolorida ao redor do ponto de sucção. Tal mancha deprecia o produto comercialmente, pois torna a região a tacada enfraquecida que se quebra por ocasião do beneficiamento. Trabalhando com infestações em telados, no interior de arrozais, verificaram que para a cultivar de grãos longos-Bluebonnet-50, uma média de 80 percevejos/m² causaram redução no peso de 56%. Para a cultivar de grão médio Zenith, 51 percevejos/m² causaram uma perda de 69%.

Para uma estimativa de produção de 3.000 quilos/ha ao preço de Cr\$ 5,00 o quilo teremos:

Cr\$ 15.000,00 = 100% dano

Cr\$ 300,00 = 2% dano

Para a cultivar Bluebonnet 50

se 80 perc/m² = 56% dano

y = 2% dano

y = ± 3 perc/m² = NC

Para a cultivar Zenith

se 51 perc/m² = 69%

z = 2%

z = 15 perc/m² em média = NC

LITERATURA CITADA

- ARRUDA, H.V. 1960. Efeito de inseticidas e acaricidas, em cultura de feijão. Bragantia, vol. 19, 1^a parte: 221-228.
- GREENE, G.L. Pest management of the velvetbean caterpillar in a soybean eco-system. (no prelo).
- GREENE, G.L. & MINNICK, D.R. 1967. Snap bean yields following simulated insect defoliation. Fls. State Hort. Soc. 8:132-134.
- HELM, R.W. 1971. Pecky rice caused by rice sting bug during 1953. Rice Jour. 57(8):29.
- JENNINGS, P.R. 1963. Estimating yield in rice caused by hoja blanca. Phytopathology, vol. 53(4):492.
- NAKANO, O. & SILVEIRA NETO, S. 1975. Entomologia Econômica. Mimeog. Piracicaba, S.P., 387 pp.
- PEDROSA, F.N.T. 1977. Estudo de *Empoasca kraemeri* Ross & More, 1957 (Homoptera-Cicadellidae) em cultura de feijão. Diss. apresentada à ESALQ para obtenção do título de M.S.-Piracicaba, SP 89 pp.
- STONE, J.D. & PEDIGO, L.P. 1972. Development and economic injury level of the Green Clerworm on soybean in Iowa. J. Econ. Ent. 65(1): 197-200.
- TRUJILLO, M.R. 1970. Contribuição ao conhecimento do dano e da biologia de *Tibraca limbatriventris* Stal, 1860 (Hemiptera-

Pentatomidae) praga da cultura do arroz. Tese de M.S. apresentada à ESALQ, Piracicaba, 63 pp.

ZUCCHI, R.A.; NAKANO, O. & MARCHINI, L.C. 1975. Uma eventual praga do feijoeiro. *Thecla jebus* (Godt 1819) (Lepidoptera-Lycaenidae). Científica, ano 2 vol. 3(2):332. Jaboticabal, SP.

.../waa.

PESQUISA E PRODUÇÃO DE SEMENTE DE FEIJÃO LIVRE DE PATÓGENOS

Edson Herculano Neves Vieira
Pesquisador-CNPAF

PESQUISA E PRODUÇÃO DE SEMENTE DE FEIJÃO LIVRE DE PATÓGENOS¹

EDSON HERCULANO NEVES VIEIRA²

Estudos procurando identificar os principais problemas na área de tecnologia de semente evidenciam que no Brasil há grande deficiência de produção e uso de semente básica e fiscalizada. O Estado de São Paulo conseguiu, nos últimos anos, elevar em 6% a taxa de utilização de semente fiscalizada. No entanto, nos outros estados, o uso de semente não era superior a 0,1%, até 1977, e nos últimos dois anos, o aumento do uso de semente fiscalizada no Brasil vem se acentuando (Quadro 1), principalmente nos estados do Sul e de Minas Gerais.

Os produtores de feijão, na sua grande maioria possuidores de pequenas propriedades, fazem uso sucessivo de sua própria semente, as quais apresentam alto grau de incidência de patógenos transmissíveis por semente, ocasionando a disseminação e transmissão de doenças de um cultivo para outro, o que pode, por vezes, causar a perda total da lavoura. Por outro lado, o uso continuado dessa semente faz com que as características genéticas das cultivares venham sendo perdidas através do tempo.

A produção em pequenas lavouras, cujos proprietários normalmente apresentam grau mínimo de aceitação e adoção de novas

¹ Seminário proferido no CNPAF em 20/07/1979

² Pesquisador na área de Tecnologia de Sementes de feijão do Centro Nacional de Pesquisa - Arroz, Feijão - EMBRAPA - Goiânia, GO.

tecnologias e têm difícil acesso ao crédito, dificulta o comércio de semente e a assistência técnica. Também os riscos da cultura e a necessidade de mão-de-obra na lavoura, principalmente durante a colheita, desencorajam a produção da cultura solteira em grandes áreas.

O Brasil apresenta grande diversidade de clima e solo, entretanto, o feijão é cultivado indiscriminadamente em todas as regiões, o que evidencia a necessidade de estudos visando determinar áreas mais apropriadas à produção dessa leguminosa, definindo zonas de clima favorável à produção de sementes com grau de sanidade elevado. As condições climáticas dos Estados do Brasil Central, norte de São Paulo e Minas Gerais e zonas do nordeste brasileiro permitem a produção de semente "livre de doenças". No entanto, o clima do sul do Brasil já torna esse processo inviável ou muito difícil no atual estágio de conhecimento de técnicas de produção de semente. Uma opção talvez fosse a concentração de produção de "semente sadia" em áreas adequadas e previamente escolhidas e o deslocamento dessa produção para cultivo em áreas onde fosse inviável a obtenção de semente com baixo índice de patogenicidade.

Mas ainda não é seguro afirmar-se da impossibilidade de se produzir semente com boa qualidade fitossanitária em regiões onde ocorrem doenças de uma maneira indiscriminada. Para se ter informações precisas sobre este problema, experimentos visando testar a ocorrência de doenças em sementes produzidas com alto grau de sanidade estão sendo executados no sul e sudeste do Brasil (Fig. 1).

Outro fator de importância a ser considerado é a realização de testes de sanidade em sementes de feijão, como prática rotineira de laboratório. O uso de testes de vigor e o conhecimento do potencial de armazenamento são práticas complementares recomendáveis, evitando que sementes armazenadas percam a viabilidade antes da época de comercialização e/ou plantio.

Também a efetiva participação das sub-comissões estaduais de semente ou organismos similares destinados a coordenar programas estaduais contribuem para melhor estudo e solução dos problemas de semente nos diversos estados, uma vez que essas sub-comissões contam com representantes de diversos órgãos ligados ao progresso da cultura, com capacidade para difusão de novas técnicas e práticas adequadas à melhoria da qualidade da semente produzida.

É importante a criação de novas cultivares com características superiores às atuais, bem como um maior número de técnicos especializados, dedicados à pesquisa em semente em algumas regiões brasileiras, principalmente nas regiões Norte e Centro-Oeste.

LITERATURA CITADA

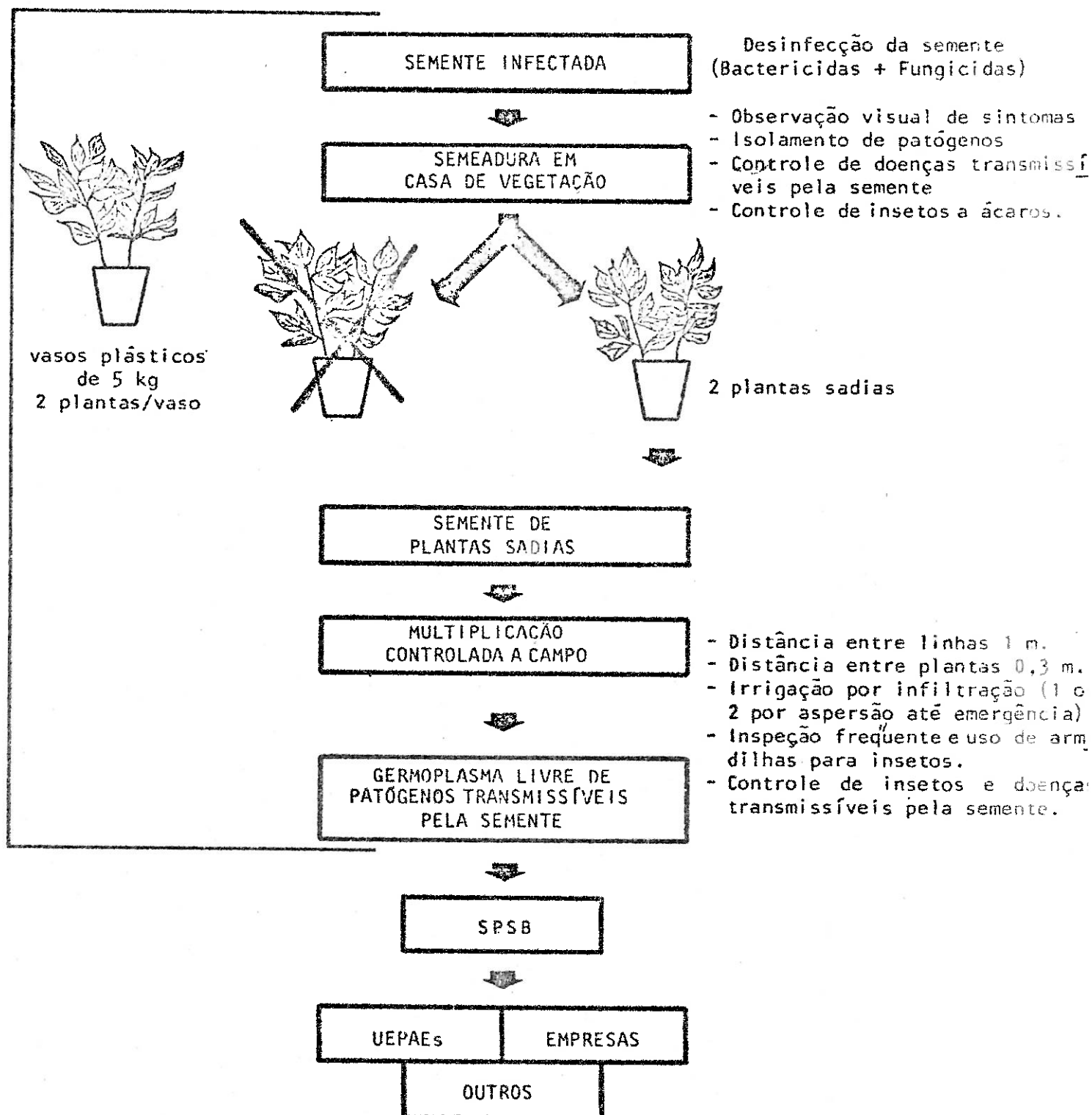
1. EMBRAPA - CNPAF. Programa Nacional de Pesquisa em Feijão. 1975.
2. EMBRAPA - CNPAF. Programa Nacional de Pesquisa em Feijão. 1977/78.
3. Ministério da Agricultura. Diretriz Nacional para o Feijão. 1977.
4. VIEIRA, E.H.N. Pesquisa em Semente de Feijão no Brasil - Iº Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Semente. Brasília, DF. 1978.

QUADRO 1. Produção de sementes de feijão nos principais Estados produtores, nos últimos três anos, em toneladas.

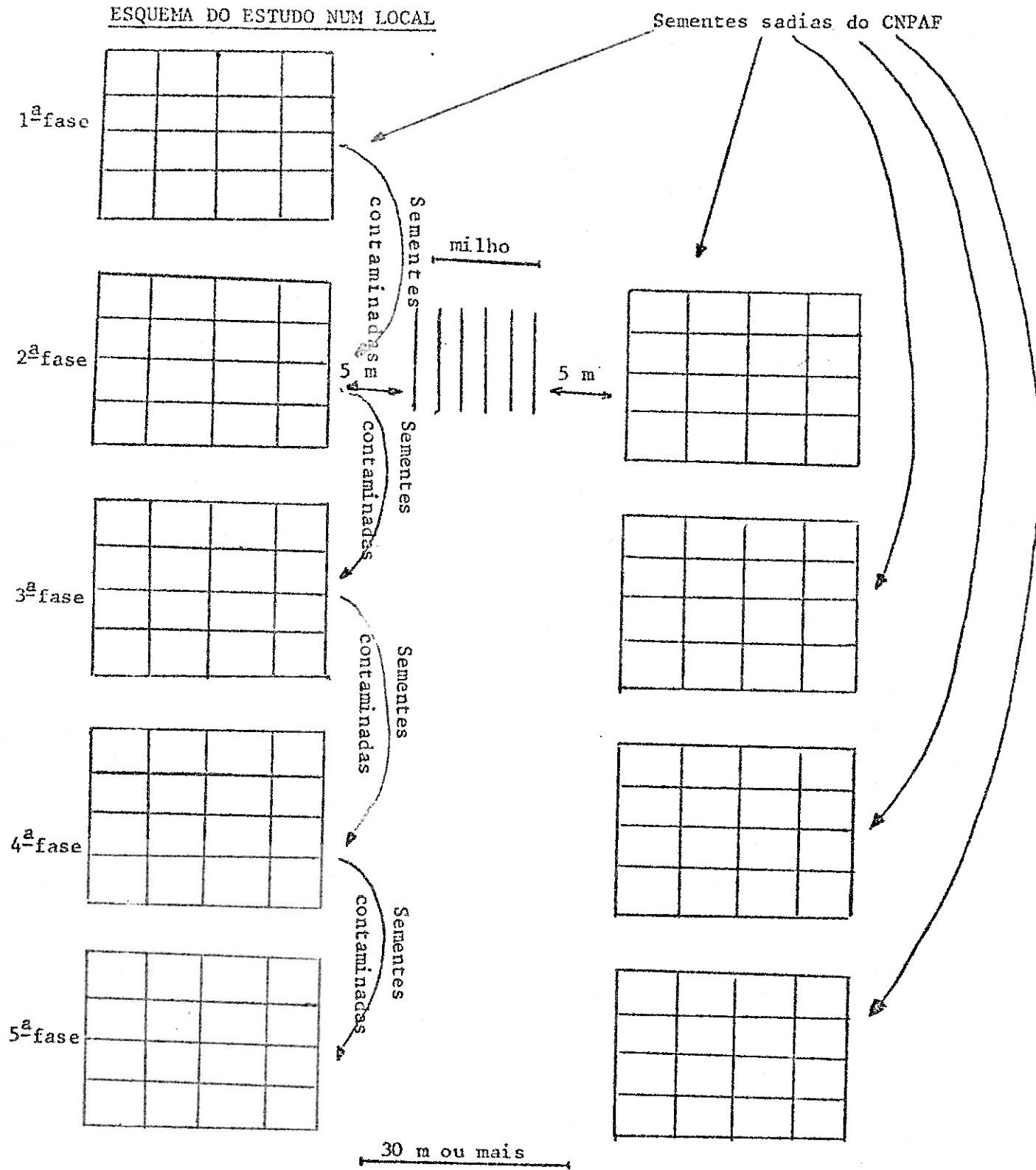
	Unidade da Federação									
	PR	MG	SP	BA	SC	RS	GO			
76/77		117*	2.737 F 23 C							
77/78	3.528* 1.825 PB 1.343	355*	1.986 F 208 C				3,6			
78/79	8.736* 5.665 PB	500*	2.823 F 276 C	800	729	1.455 P 953 V	57*			

* Estimativa
 F Fiscalizada
 C Certificada
 P Produzida
 V Vendida
 PB Produção Bruta

FIG. 1 - ESQUEMA DE OBTENÇÃO DE GERMOPLASMA DE FEIJÃO LIVRE DE PATÓGENOS TRANSMISSÍVEIS PELA SEMENTE



ESQUEMA DO ESTUDO NUM LOCAL



COMPETIÇÃO INTERGENOTÍPICA EM FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.):
ESTIMAÇÃO DA CAPACIDADE COMPETITIVA

Ricardo José Guazzelli
Chefe Adjunto Técnico
e Pesquisador-CNPAF

COMPETIÇÃO INTERGENOTÍPICA EM FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.):
ESTIMAÇÃO DA CAPACIDADE COMPETITIVA¹

RICARDO JOSÉ GUAZZELLI²

Segundo FRANKEL- (1938), antigamente era prática comum o uso de misturas de cultivares e de culturas associadas. No século XIX, as cultivares puras começaram a substituir as cultivares misturadas, por influência da modernização da agricultura, diminuindo, com isto, a variabilidade que vinha sendo acumulada.

Os primeiros trabalhos experimentais sobre o uso de misturas varietais, em revisão de SIMMONDS (1961), são de RÜMCKER (1892), MONTGOMERY (1912), ENGELKE (1912) e NÜDING (1936), nas culturas de trigo e aveia. Seguiram-se trabalhos com outros cereias, leguminosas e forrageiras.

As misturas demonstraram ter menores interações com o ambiente e, em consequência, davam maior estabilidade à produção. Apresentavam maior resistência às doenças e às pragas, por oferecer substrato descontínuo para esses organismos. Contribuíam, além disso, para a manutenção de maior variabilidade genética. Apresentavam, entretanto, um componente a mais a se observar, que é a competição entre as variedades ou linhas componentes da mistu

¹Seminário proferido no CNPAF em 14/09/79.

²Chefe Adjunto Técnico e Pesquisador na área de Fitomelhoramento de Feijão do Centro Nacional de Pesquisa - Arroz, Feijão - EMBRAPA - Goiânia, Goiás

ra, que pode ter efeitos negativos ou positivos na produção. A identificação de linhas ou cultivares que reagem positivamente à competição para com elas compor misturas mais eficientes é campo aberto à investigação.

REVISÃO DE LITERATURA

Competição entre Plantas

De acordo com MATHER (1961), a competição tem lugar entre organismos co-habitando num ambiente quando a soma das suas necessidades excede os suprimentos disponíveis ou ainda quando a soma das atividades desenvolvidas ultrapassa os objetivos a que se quer chegar.

Quando as necessidades estão abaixo desses limites, um indivíduo não interfere no ambiente do outro. As interrelações são de indiferença ou neutralidade. Pode, também, acontecer que a presença de uma necessidade mínima estimule e beneficie a presença mútua, ocorrendo a cooperação entre os componentes da mistura.

Competição intra-genotípica

Foi descrita por SAKAI (1961) como aquela que se desenvolve entre plantas duma mesma linhagem ou clone, devendo, assim, todos os componentes ter o mesmo genótipo. As variações observadas são devidas a ambiente. Esse tipo de competição não é de interesse para melhoramento. Nesse ambiente influem causas sistemáticas, como densidade de plantio, fertilidade do solo, clima, etc.

Competição intergenotípica

É aquela que ocorre entre plantas com genótipos diferentes. As variações do ambiente sobrepõem-se às de influência genética. Tem maior interesse para o melhoramento, uma vez que a sua atuação pode variar tanto o crescimento vegetativo como a produção de grãos.

A competição intergenotípica por luz, água e nutrientes nem sempre está associada a características botânicas, agronômicas ou vigor de híbrido, conforme o demonstraram diversos autores.

Atributos agronômicos associados com competição foram estudados por HARLAN e MARTINI (1938), em trabalho clássico, envolvendo misturas varietais de cevada. Nesse estudo, as cultivares Coast e Trebi tinham os melhores atributos agronômicos e foram as mais competitivas. Já no trabalho de SUNESON e WIEBE (1942), também com cevada, a cultivar Vaughn, agronomicamente mais perfeita, foi suplantada por Atlas, mais competitiva.

Como Avaliar a Competição

MÉTODO 1 - consiste em medir a taxa de propagação relativa de cada cultivar componente da mistura. Foi usado por Harlan e Martini no trabalho citado, em mistura de onze cultivar de aveia, em 1938. Mais recentemente, com feijão, por CARDOSO e VIEIRA (1972), é um outro exemplo dentre os diversos citados na literatura. Nesse último trabalho, quatro misturas, sendo duas delas com dois componentes e duas com três, foram analisadas por quatro plantios sucessivos. Foram determinadas as proporções em que cada

cultivar se fazia representar em cada geração. Somente em uma mistura, um componente não dominou o outro. Nas outras três, um dos componentes aumentou rapidamente na população, dominando os outros. A mistura mais produtiva rendeu 18,6% mais do que a produção média dos seus componentes; uma outra mistura produziu 8,8 % menos. Nas conclusões, os autores recomendaram o uso de cultivares que, quando misturadas, mantivessem o equilíbrio por mais tempo.

O método 1 vem sendo estudado há algumas décadas, sendo comuns as conclusões: 1) um dos componentes da mistura sobressai e domina os demais nos plantios sucessivos; 2) a mistura tem estabilidade por ambientes para produtividade, porém, a sua média raramente é superior à média do melhor componente.

Estes inconvenientes, somados ao tempo que gasta para observar as alterações na mistura, no correr dos anos, contribuíram para acarretar desinteresse pelo método.

MÉTODO 2 - consiste em determinar a capacidade de competição, ou seja, medir preliminarmente a diferença observada na produção de cada componente quando em monocultura e quando em mistura varietal.

A capacidade de competição pode ser medida misturando uma cultivar com outras, segundo um esquema dialélico, ou cada variedade é misturada com uma ou mais cultivares testemunhas, usadas para compor a mistura.

Cultivares com capacidade competitiva produzem mais quando em mistura. Caso contrário, produzem mais quando em monocultura. Vários trabalhos foram feitos nas últimas três décadas, como os

de SAKAI (1953), (1961), com arroz e trigo; JENSEN E FEDERER (1965), com trigo; BRIM e SCHUTZ (1968), SCHUTZ e BRIM (1967); SCHUTZ, BRIM e USANIS (1968), com soja; e ALLARD e ADAMS (1969), com cevada e com trigo.

Os últimos autores conduziram, durante dois anos, ensaios envolvendo quatro cultivares de cevada, comparando os rendimentos em monocultura com os de quatro arranjos básicos. No primeiro deles, a variedade sob teste, colocada na cova central, era cercada por oito plantas de cultivar competidora numa parcela de nove covas dispostas três a três. No segundo arranjo, a cultivar sob teste era circundada por igual número de plantas da variedade teste e da cultivar competidora. Finalmente, no terceiro arranjo, a cova central era cercada pelas quatro cultivar do teste, sendo duas de cada cultivar. Os resultados obtidos nos três arranjos foram semelhantes. Os aumentos observados de cultivar de cevada em mistura foram discretos, não superiores a 2%. No ensaio envolvendo quatro variedades de trigo, o incremento médio sob competição foi de 4% em um ano e 4,3% no ano seguinte.

Um terceiro ensaio foi conduzido, utilizando oito famílias de um composto de cevada obtido por inter-cruzamento de trinta e uma cultivares de origens geográficas diversas. Esse trabalho foi realizado por SUNESON (1956), que o denominou "Composite Cross V". Cada família derivou da auto-fecundação de uma planta tomada ao acaso na Geração F_{18} do composto. Observou-se que o genótipo 3 beneficiou-se da competição nos dois anos do teste, com aumentos médios de 13% em cada ano. O genótipo 8 foi significativamente inferior em rendimento quando em competição em presença dos tipos 3 e 7. Comparando os resultados de cultivares com famílias do "Compo

site Cross", observa-se que raramente os incrementos, devido à competição, foram significativos para cultivares, enquanto 40% das combinações entre genótipos do composto deram ambientes grandes e significativos. A explicação dada por ALLARD e ADAMS é de que as cultivares foram desenvolvidas de forma a identificar tipos superiores em monocultura. Os genótipos do composto, entretanto, têm pelo menos dezoito gerações de seleção natural, em competição com genótipos heterogêneos. A seleção, aparentemente, atua selecionando genótipos que têm a denominada "capacidade de combinação ecológica", isto é, são bons competidores e também são bons vizinhos. O arranjo das plantas nas parcelas, para obter a capacidade competitiva, foi estudado por SCHUTZ e BRIM com soja. Foram comparados arranjos com fileiras XXX, XXY e YXY, onde X e Y são, respectivamente, uma fileira do genótipo teste e uma fileira do genótipo competidor. No plantio em covas, cada parcela tinha covas equidistantes dispostas três a três, sendo o genótipo teste colocado na cova central; nas covas circundantes, os diferentes arranjos de cultivares competidoras. A esse tipo de parcela os autores atribuem ter removido 70% da variação tendenciosa de competição, exibida por covas sem bordaduras e ter usado menos terra e sementes. ALLARD e ADAMS usaram o mesmo tipo de parcela e verificaram que o uso de misturas mais complexas, para avaliar competição, não se mostrou mais eficiente do que o uso de uma cultivar tanto para trigo como para cevada.

Os efeitos da competição intergenotípica foram interpretados e classificados por SCHUTZ, BRIM e USANIS.

Quando se considera o genótipo X_1 como teste (cova central), re

sulta um efeito de interação sobre o genótipo/s X_j competidor. Esse efeito é denominado $K_{i/j}$. Do mesmo modo, denomina-se $K_{j/i}$ o efeito de interação inverso que o genótipo/s competidor exerce sobre o teste X_i . Usando esse conceito, formularam a classificação de efeitos:

NEUTROS - Quando $K_{i/j} = K_{j/i} = 0$. Nenhum genótipo é afetado pela competição

COMPLENTEARES - Quando $K_{i/j} + K_{j/i} = 0$, ou seja, quando o ganho obtido numa combinação é anulado por perda equivalente, ocorrente em outra.

SUBCOMPENSATÓRIOS - Quando $K_{i/j} + K_{j/i} < 0$. Quando o ganho obtido numa combinação corresponde à perda maior na outra, ou quando ocorrer desvantagens mútuas.

SOBRECOMPENSATÓRIOS - Quando $K_{i/j} + K_{j/i} > 0$. No caso, existe cooperação com vantagens mútuas ou, então, o ganho obtido numa combinação não é completamente anulado por perda ocorrida na outra.

Herança de Competição

A participação genética em competição é aceita, porém, são escassos os trabalhos demonstrativos. Alguns dados são obtidos dos trabalhos de SAKAI e colaboradores, nas décadas de 1950 e 1960.

OKA (1960) determinou a herdabilidade de capacidade competitiva para número de panículas de arroz por planta e peso da planta,

obtendo os valores de, respectivamente, 0,12 e 0,025, que são considerados baixos.

GUAZZELLI (1976) determinou, para 4 cultivares de feijão, a herdabilidade da capacidade competitiva para produtividade, obtendo valores que variaram de 5,2 a 9,2%, a nível de plantas em competição.

MATERIAL E MÉTODO

Cultivares pretas usadas no ensaio:

- A - San Fernando
- B - Costa Rica
- C - Rico 23
- D - Porto Alegre vagem roxa
- E - Veranic 2
- F - Cal 123 N
- G - Cuva 168 N
- H - Preto Uberabinha
- I - Preto G
- J - Iguazu (49245)
- K - Preto Marico
- L - Preto Catarinense
- M - Preto EEP 12-551
- N - BH 4935
- O - Jamapa

Critério para escolha: produtividade, razoável adaptação a ambientes diversos, comportamento satisfatório com relação a doenças e pragas, ciclo adequado, maturação relativamente uniforme, caracter

rísticas dos grãos e outros atributos agronômicos e comerciais.

Delineamento experimental: parcelas subdivididas, colocando nelas as cultivares e nas subparcelas as classes de competições, sendo usadas 25 repetições. Usou-se a parcela de 9 covas, sendo colocada na cova central do arranjo três por três a cultivar a ser testada. Nas oito covas circundantes à cova central, é plantada uma mistura das 15 cultivares, sendo mantidas duas plantas por cova, espaçadas de 0,3 x 0,3m. O plantio foi feito em 30/08/1973, sendo usada irrigação por aspersão. Adubou-se o experimento por ocasião do plantio, com 20 -40-10 kg/ha

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amplitude da produtividade em monocultivo foi de 2.482kg/ha, em Preto Catarinense, a 3.534 kg/ha, na cultivar Preto G. A produtividade média foi de 3.083 kg/ha. O ciclo variou de 86 dias em Preto Marico a 96 dias em Jamapa.

Na comparação da competição dentro de cultivares, somente a Preto G, obteve resultado altamente significativo de capacidade de competição. O aumento foi de 39,5% da produção da cultivar em monocultura. A cultivar Costa Rica aproximou-se bastante da significação, com 27,0%.

Comparando as quinze cultivares como um todo, ou seja, a produção das nove covas em monocultura comparadas com as nove covas em mistura, a diferença a favor da monocultura é pequena e não significativa. Este resultado indica um efeito complementar ($K_{j/h} + K_{j/i} = 0$). A nível de cova central, essa diferença foi de

8,5%, favorecendo o efeito de competição sobre monocultura.

Com base nesses dados, deveriam ser retiradas, num futuro ensaio, as cultivares com tendência a produzir mais em monocultura. Isto favoreceria a obtenção de efeito sobre compensatório de competição entre as cultivares restantes.

CONCLUSÕES

1. O método adotado permitiu a identificação e a determinação da magnitude da capacidade de competição.

2. Foi encontrada heterogeneidade entre e dentro de cultivares para capacidade de competição.

3. Foi observada interação complementar entre as quinze cultivares usadas.

4. A cultivar Preto G₁ obteve resultado altamente significativo para capacidade de competição, com aumento de 39,5% sobre a produção da mesma cultivar em monocultura. A cultivar Costa Rica aproximou-se com 27,0% sobre monocultura.

LITERATURA CITADA

- ALLARD, R.W. e ADAMS, J. Population Studies in Predominantly Self Pollinated Species. XIII - Intergenotypic Competition and Population Structure in Barley and Wheat. The Amer. Nat. 103: 621-644. 1969.
- BRIM, C.A. e SCHUTZ, W.M. Intergenotypic Competition in Soybeans. II - Predicted and Observed Performance of Multiple Mixture. Crop. Sci. 8: 735-739. 1968.
- CARDOSO, A.A. e VIEIRA, C. Progressos nos Estudos sobre Misturas Varietais de Feijão, *Phaseolus vulgaris* L. Ceres, Viçosa. 100:465-477. 1968.
- HARLAN, H.V. e MARTINI, M.L. The effects of Natural Selection in a Mixture Barley Varieties. Jr. Agr. Res. 57:189-199. 1938.
- JENSEN, N.F. e FEDERER, W.T. Adjacent Row Competition in Wheat. Crop. Sci. 4: 641-645. 1965.
- MATHER, K. Competition and Cooperation. Symp. Soc. Exp. Biol. 15: 264-281. 1961.
- SAKAI, K.I. Competitive Ability in Plants. Its Inheritance and some Related Problems. Symp. Soc. Exp. Biol. XV:245-263. 1961.
- SCHUTZ, W.M. e BRIM, C.A. Intergenotypic Competition in Soybeans. 1 - Evaluation of Effects and Proposed Field Plot Design. Crop. Sci. 8:61-66. 1967.

SCHUTZ, W.M.; BRIM, C.A. & USANIS, S.A. Intergenotypic Competition in Plant Population. 1 - Feedback System with Stable Equilibria in Population of Autogamous Homozygous Lines. Crop. Sci. 7:371-376. 1968.

SIMMONDS, N.W. Variability in Crop Plants its Use and Conservation. Biol. Rev. 37: 422-465. 1961

SAKAI, K. Competition in Plants and its Relation to Selection. Cold Spr. Harb. Symp. on Quant. Biol. XX: 137-157. 1955.

RJG/waa.

PROBLEMAS DE ECOLOGIA DOS CERRADOS

Mário G. Ferri
Professor-USP.

PROBLEMAS DE ECOLOGIA DOS CERRADOS¹MÁRIO G. FERRI²

1. DIFERENTES TIPOS DE CERRADOS

"Cerrado é, em sentido genérico, um grupo de formas de vegetação que se apresentam segundo um gradiente de biomassa. À forma de menor biomassa chamamos campo sujo de cerrado. Seguem-se-lhe, o campo cerrado, o cerrado e o cerradão.

Enquanto que os três primeiros termos se enquadram no grande grupo das formações campestres, o quarto dispõe-se entre as formações florestais". (Relatório à EMBRAPA 1975).

Entende-se por formação campestre a que tem um estrato contínuo de herbáceas revestindo o solo e como estrato descontínuo outro formado por arbustos e árvores. É o que em língua inglesa se chama "savanna" e em francês "savanne". Pode-se usar em português savana, desde que se tenha em conta ser este termo de significado apenas fisionômico.

As formações florestais são, ao contrário das campestres, as que têm como estrato contínuo o constituído por árvores e o descontínuo formado por espécies herbáceas.

Não existe uma distinção nítida entre os diversos tipos do gradiente que conduz da forma campestre à florestal. Podem-se

¹ Seminário proferido no CNPAF em 26/09/1979

² Professor do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP.

delimitar nesse gradiente, como acima indicamos, com relativa facilidade, quatro tipos, em seu máximo de expressão, mas entre eles há toda uma gama de tipos que se sucedem fazendo a transição de um a outro.

Os três primeiros tipos que indicamos, são formas savanôides de vegetação, e o quarto se identifica com certas florestas secas.

Como já dissemos, esta distribuição baseia-se na fisionomia da vegetação. Quando, no entanto, se estudam essés mesmos tipos, levando em conta a composição florística, deve colocar-se o cerrado no grande domínio do cerrado, visto que numerosas famílias, gêneros e espécies do cerrado, são comuns aos demais tipos de cerrado, enquanto que as dessemelhanças entre o cerrado e os diferentes tipos de florestas são muito acentuadas, do ponto de vista da composição florística.

2. O DOMÍNIO DO CERRADO

Os diferentes tipos de cerrado distribuem-se, no Brasil, em duas áreas principais: a área "core" essencialmente de cerrados, no Planalto Central, interessa principalmente aos Estados de Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais; a área periférica, distribui-se pelo Norte (região Amazônica, ocorrendo mesmo ao Norte do Equador), pelo Nordeste (região das Caatingas) e pelo Sul. Aqui tem expressão maior no Estado de São Paulo e seus últimos vestígios ocorrem no Estado do Paraná (Campo Mourão, a 24^o2'33" de latitude Sul).

Uma estimativa de ALVIM e ARAÚJO (1952) indica que o cerra

do ocupa na área "core" 1,5 milhão de km². Assim cerca de 2 milhões de km², ou seja entre 20 e 25% da área total do território brasileiro são revestidos por vegetação de cerrado.

"SANCHEZ, LOPES e BUOL (1974), Relatório à EMBRAPA, 1975, mencionam a cifra de 22% e indicam a seguinte distribuição:

Tabela 1 - Distribuição aproximada das áreas dos cerrados do Brasil.

Estado ou Território	Área de Cerrado (milhões de ha)	Distribuição no Estado	Percentual do Cerrado no País
Goiás	55,5	88	30
Mato Grosso	47,9	39	26
Minas Gerais	30,8	53	17
Piauí	11,5	46	6
Bahia	10,5	19	6
Maranhão	9,8	30	5
Roraima	4,4	19	2
São Paulo	4,1	17	2
Pará	3,9	3	2
Amazonas	2,0	1	1
Amapá	1,9	14	1
Distrito Federal	0,6	100	1
Outros	---	---	--
T o t a l	182,9		100

Existem ainda cerrados em Rondônia, Paraíba, Pernambuco e Paraná, mas em reduzidas extensões. Assim, há ocorrência de

cerrados em 17* unidades constituintes do País. Não é, pois, sem razão que esse tipo de vegetação desperta muito interesse em todo o País. Sua extensão e sua ocorrência em tantos Estados e Territórios, aliadas ao fato de encontrar-se Brasília no Centro de sua área "core", tudo isso justifica o mencionado interesse.

Há, porém, outras razões que merecem até precedência, pois o cerrado despertou o interesse de naturalistas viajantes, como Saint-Hilaire (séc. XIX) entre tantos que, no passado, visitaram nosso país. Essas razões são de natureza científica.

Razões de ordem econômica surgiram bem mais tarde e foram tornando-se mais imperiosas, à medida que a população brasileira crescia e passava a demandar mais alimento, mais madeira para construção de móveis e imóveis, mais tecidos, mais papel, entre tantos outros bens de consumo de origem vegetal. As boas "Terras de cultura" tornam-se cada vez mais raras e mais caras.

O cerrado, com sua topografia em geral conveniente à mecanização extensiva, com solos de excelentes qualidades físicas, e com regime pluviométrico favorável durante grande parte do ano, apresenta potencial demasiado grande para o desenvolvimento da Agricultura, da Pecuária e da Silvicultura, para ser ignorado. (Cf. Rel. à EMBRAPA).

3. PRIMEIROS ESTUDOS DE FISILOGIA ECOLÓGICA NO BRASIL

Visitando-se o cerrado, mesmo antes das primeiras chuvas,

* Hoje são 17 porque o Estado de Mato Grosso, que aqui figura como apenas uma unidade, foi dividido em dois.

encontram-se muitas plantas em brotação vegetativa ou floral. A maioria das espécies, mesmo no auge da seca, não apresenta sinais de sofrimento por falta de água.

Observações como essas levaram RAWITSCHER, FERRI e RACHID a duvidar de que a vegetação de cerrado fosse condicionada pelo fator água. E, depois de alguns anos de estudos em um cerrado em Emas, próximo a Pirassununga, Estado de São Paulo, portanto na área periférica do domínio dos cerrados, esses autores chegaram às seguintes observações e conclusões essenciais (1943):

1. As precipitações anuais ficam ao redor de 1.300 mm;
2. as reservas de água no solo, em geral de 20 m ou mais de profundidade, correspondem às precipitações médias de 3 anos;
3. 1 metro abaixo da superfície os teores de umidade em percentagem de peso de solo são elevados, mesmo durante a estação seca (9,4%-junho, julho); a partir desse nível os valores sobem muito, chegando a cerca de 40% a 17 metros, em camadas próximas do lençol freático (19 metros);
4. numa coluna de 1 m² de solo, da superfície até essa profundidade, a quantidade de água armazenada seria equivalente às precipitações de 3 anos, se nenhuma água se perdesse por evaporação, transpiração ou escoamento; como, porém, todos esses fenômenos ocorrem, é claro que a água encontrada representa apenas o que restou, o excesso de adubação sobre consumo;
5. a maioria das plantas permanentes do cerrado possuem sistemas radiculares profundos; as raízes de *Andira humilis*

podem chegar até ao lençol; também *Anacardium pumilum* forma sistemas radiculares de muita profundidade; embora a maioria das árvores e arbustos não formem raízes tão profundas, sistemas radiculares de 5 a 10 metros são co muns;

6. os estômatos da grande maioria das plantas permanentes estão abertos o dia todo;
7. em sua quase totalidade, essas plantas transpiram sem restrição;
8. apesar disso, os deficits de saturação das folhas são baixos, os maiores encontrados eram da ordem de 6%, em *Palicourea rigida*;
9. as observações acima levaram à conclusão de que a vegetação nativa permanente de cerrados, como o estudado, não está sujeita a condições de aridez, como geralmente se acreditava; o aspecto da vegetação deveria, pois, ser de vido a outras causas e não determinado por falta de água;
10. as precipitações da região são suficientes para a manu tenção de uma floresta seca (Catanduva) ou mesmo de florestas úmidas como existem no Noroeste do Estado de São Paulo, onde as disponibilidades de água não são maiores.

Mais tarde, FERRI (1944) estudou amplamente, no mesmo cerrado em Emas, a transpiração de plantas permanentes da vegetação nativa. Empregou, para isso, o método de pesagens em balança de torção. Simultaneamente acompanhou as aberturas estomáticas com infiltração dos limbos por xilol. Estudou a anatomia fo liar e os deficits de saturação das folhas, bem como a transpi

ração cuticular. Os primeiros resultados desse estudo podem resumir-se da seguinte forma:

1. De um modo geral, não se verificam restrições da transpiração nas plantas permanentes estudadas na vegetação nativa do cerrado, em Emas; pequenas restrições, de curta duração, no entanto, podem ocorrer em algumas espécies;
2. os estômatos, na maioria das espécies, permanecem inteiramente abertos o dia todo e, em vários casos, mesmo à noite;
3. a transpiração cuticular é, em geral, elevada, não obstante serem as cutículas, da maioria das espécies estudadas, muito espessas;
4. apesar de consumirem água livremente, mesmo durante a seca mais pronunciada, os deficits de saturação das folhas são pequenos. O maior valor foi constatado em *Erythroxylum tortuosum* no início da seca (maio-5,3% do peso da folha saturada) e quase no fim (agosto) em *Didymopanax vinosum* (6,5%);
5. as estruturas tidas habitualmente como indicativas de adaptação a condições de seca estavam presentes com frequência: pêlos de diversos tipos revestindo toda a lâmina foliar, ora só na face inferior, ora em ambas; cutículas e camadas cuticulares espessas, estômatos em covinhas formadas pela cutícula e camadas cuticulares ou por aprofundamento da própria epiderme, tecidos mecânicos (esclerênquima, escleritos) abundantes, epiderme bisseriada, hipoderme, parênquimas de reserva de água freqüentes.

Com base nessas observações e experimentos, o autor concluiu que:

- a. As plantas permanentes estudadas não têm, absolutamente, o comportamento de xerófitas, embora apresentem forte xeromorfismo;
- b. poder-se-ia assimilar as condições do cerrado de Emas, no que concerne às plantas permanentes, às de um brejo que fosse separado da superfície por uma camada de solo que pode secar anualmente até certa profundidade;
- c. as herbáceas que, como as gramíneas, limitam suas raízes a 1-1,5 metro superficial do solo, podem ser afetadas pela seca e, por isso, vegetam apenas na estação chuvosa; as árvores e arbustos, no entanto, de sistemas radiculares profundos podem vegetar permanentemente, porque exploram camadas mais profundas, sempre úmidas, do solo.

Água não é, pois, o fator limitante dessa vegetação permanente do cerrado. As precipitações da região seriam suficientes para a manutenção de uma vegetação bem mais exuberante.

Em seu trabalho de 1947, RACHID estudou a transpiração e os sistemas subterrâneos de diversas espécies efêmeras da vegetação de cerrado, em Emas. As plantas estudadas foram reunidas em três grupos:

1. Com raízes até 1 metro de profundidade;
2. com raízes de 1 a 2 metros de profundidade;
3. com raízes atingindo a mais de 2 metros de profundidade.

O último grupo foi incluído apenas para termo de comparação com os dois anteriores.

A autora verificou, essencialmente, o que segue:

- a. Quanto mais superficiais os sistemas radiculares das es pécies estudadas, tanto mais rápidos são os estômatos em seus movimentos;
- b. as espécies de raízes superficiais apresentam restrição da transpiração nos períodos mais secos do dia;
- c. seus valores de transpiração podem ser muito baixos, em bora as cutículas sejam, às vezes, bem delgadas;
- d. este grupo de plantas revelou estruturas denotando um xeromorfismo muito menos acentuado que o das plantas per manentes. *Craniolaria integrifolia*, por exemplo, tem uma epiderme unisseriada revestida por fina cutícula; essa epiderme apresenta estômatos ao nível das demais células ou mesmo projetados para o exterior; ambas as faces apre sentam estômatos e pêlos glandulares de dois tipos, um longo, outro curto; sob a epiderme superior há um parên quima paliçádico clorofiliano, de uma camada, seguido de um tecido esponjoso pluriestratificado, munido de gran des câmaras, que vão até a epiderme inferior; faltam ele mentos mecânicos e outras estruturas tidas como de adap tação a ambientes secos.

De duas observações, comparadas com as de autores que a an tecederam, a autora argumenta como segue:

"Podem os campos cerrados de Emas ser considerados um am biente seco?" "Se considerarmos as camadas superficiais do so lo no inverno, a resposta será afirmativa e, no verão, será ne gativa; se, porém, tratarmos das camadas mais profundas e sem

pre úmidas, a resposta será sempre negativa, mesmo no inverno".

Se levarmos em conta que para as plantas permanentes, de raízes profundas, o ambiente nunca é seco e que as raízes superficiais só vegetam no verão, época das chuvas, quando "sua rizosfera recebe água com certa regularidade" e que, assim também para estas não falta água no período em que vegetam, deveremos concluir forçosamente que o cerrado não apresenta problemas de abastecimento de água, quer com relação às plantas permanentes, quer no que tange às espécies efêmeras.

4. PSEUDO-XEROMORFISMO

Em 1958, ARENS publicou uma hipótese geral sobre o xeromorfismo foliar aplicando-a "para interpretar as causas do escleromorfismo foliar da vegetação dos cerrados (ARENS 1958)". Admitiu "então, que o escleromorfismo manifestado principalmente na estrutura foliar seja causado por qualquer fator limitante do crescimento" (ARENS 1963, p. 288).

Em resumo, ARENS, conhecedor dos resultados de nossas pesquisas no cerrado e sabedor, através da literatura mundial, de que deficiências nutricionais, em condições satisfatórias de suprimento de água, CO₂ e luz, podem levar a um acúmulo de carboidratos, procurou explicar o escleromorfismo foliar da vegetação do cerrado, como um caso de pseudo-xeromorfismo.

Não havendo condições xéricas, não poderia existir, realmente, xeromorfismo. O xeromorfismo aparente seria, em verdade, escleromorfismo resultante das condições oligotróficas dos solos de cerrado.

Por falta de diversos nutrientes essenciais à síntese de proteínas, haveria excesso de carboidratos, excesso esse que seria utilizado na produção de pêlos, cutículas espessas, camadas cuticulares, paredes numerosas e grossas, súber, esclerênquima, escleritos e tudo mais que dá à planta caráter xeromorfo.

ARENS, FERRI e COUTINHO (1958), numa tentativa de testar essa hipótese, realizaram algumas experiências em Emas, em *Ouretea spectabilis* e *Styrax camporum*. Trataram tais plantas por pulverização ou pincelagem de folhas, ou por fornecimento, através de um ramo cortado, de uma solução de um ou mais dos seguintes nutrientes: uréia, diidrogênio fosfato de potássio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e nitrato de amônio, em concentrações variáveis, até o máximo de 0,02M.

Todos os tratamentos induziram, em ambas as espécies estudadas, maior mobilidade estomática e certa baixa de nível de transpiração.

Os dados obtidos foram interpretados como indicativos de que os tratamentos teriam estimulado certas reações metabólicas, por terem propiciado, ao protoplasma, condições nutricionais mais convenientes.

Claro que esses dados são apenas sugestivos e em hipótese alguma devem ser tomados como definitivos.

Eles parecem sugerir que condições nutricionais interferem com o comportamento de plantas do cerrado, no que tange à sua economia hídrica.

Para determinar se condições nutricionais podem interferir

com estruturas dessas plantas, e em que grau, experimentos di
versos têm que ser executados. Isso não foi cogitado pelos au
tores do trabalho que acabamos de comentar.

5. A TOXIDEZ DO ALUMÍNIO E O ESCLEROMORFISMO OLIGOTRÓFICO DO CERRADO

Em 1969, GOODLAND, em sua tese de doutoramento, reuniu os
dados que obteve em cerrados do Triângulo Mineiro. Ele teve, co
mo primeiro objetivo, examinar e quantificar, de um ponto de
vista fisiológico, as classes fisionômicas estabelecidas por
EITEN. Estudou o gradiente campo sujo, campo cerrado, cerrado
e cerradão, numa divisão arbitrária, baseada principalmente na
densidade da vegetação, que aumenta do campo sujo até o cerra
dão.

GOODLAND analisou cerrados em 110 lugares: cerca de 25% de
campo sujo, 22% de campo cerrado, 27% de cerrado e 25% de cer
radão. Em todos os lugares coletou dados sobre biomassa, densi
dade, frequência, altura, diâmetro e outras características das
espécies coletadas. Depois de analisar muito cuidadosamente
seus inúmeros dados e observações, GOODLAND tirou diversas
conclusões de importância para a compreensão da ecologia do
cerrado.

Desde que os métodos que usou para analisar os dados produ
ziam resultados semelhantes, ele concluiu "That the whole range
of the vegetation" poderia estar reagindo a um fator ecológico
intenso, muito importante. Assim, decidiu estudar o ambiente,
coletando dados principalmente sobre diversos fatores do solo

(pH, C, N, matéria orgânica, Ca + Mg, K, Al, PO₄), visto ser o solo o meio no qual as plantas crescem e já que outros autores pareciam ter excluído a água como fator limitante e tinham proposto a hipótese de desempenhar o solo um papel importante.

GOODLAND verificou que todos os fatores do solo, que estudou, aumentavam em teor do campo sujo ao cerradão, com exceção do alumínio. Assim ocorre campo sujo em solos mais ácidos, com menos matéria orgânica e nutrientes. Os dois tipos intermediários, campo cerrado e cerrado, apresentam condições intermediárias de fertilidade do solo. O cerradão é o tipo de vegetação que cresce em solo de melhores qualidades no gradiente considerado.

Reportando-se a ARENS (1958, 1963) e a ARENS e COL. (1958) e utilizando seus próprios resultados e experiências, com uma abordagem do problema totalmente diversa, GOODLAND admitiu que "the theory of 'oligotrophic scleromorphism' (pseudoxeromorphism) is strongly supported: this theory can now be extended to explain also the cerradão - campo sujo gradient".

Depois de um pormenorizado estudo do alumínio, nos quatro níveis do gradiente, GOODLAND concluiu: "O gradiente do cerradão (floresta) ao campo sujo (quase "grassland") é, num sentido fisionômico, de xeromorfismo crescente. Esta redução em densidade e estatura das árvores, pode ser relacionada com a crescente saturação do solo em alumínio, variando de 35% no cerradão a 58% no campo sujo".

GOODLAND (1969, 1970, 1971) fez um estudo pormenorizado no íon Al que, de acordo com FOY e BROWN (1963, 1964), pode di

minuir a permeabilidade, por coagular proteínas e, também, inibir a divisão celular. O alumínio tem uma ação fundamental nos solos do cerrado. Seu papel principal é aumentar a acidez que, por seu turno, causa deficiência de nutrientes. Mas o alumínio também diminui a disponibilidade de nutrientes críticos, diretamente: fosfato e potássio. Ele também retém o cátion mais abundante, o cálcio, aumentando, assim a acidez do solo.

Muitas plantas freqüentes no cerrado pertencem a famílias que são tolerantes ao alumínio, ou, mesmo, são acumuladoras desse elemento: Vochysiaceae (*Qualea*, *Vochysia*, *Salvertia*), *Me*lastomaceae, Rubiaceae, etc. Importantes espécies do cerrado, conhecidas como acumuladoras, pertencem aos gêneros *Neea*, *Strychnos*, *Miconia*, *Psychotria*, *Antonia*, *Rapanea*, *Roupala*, *Rudgia* e *Palicourea*.

Caules lenhosos, folhas coriáceas, com venação conspícua, limbos que se tornam verde-amarelados quando secos, frutos azul claros, são algumas características de plantas acumuladoras de alumínio. São também características da vegetação de cerrado. Todos estes fatos sugerem um papel importante do alumínio sobre a vegetação que estamos considerando.

Em resumo: GOODLAND chegou à conclusão de que parte do escleromorfismo devido ao oligotrofismo, é causada pela toxidez do alumínio. Chamou a atenção para o fato de que outros elementos, como Mn e Fe, podem complementar a ação do Al.

Com POLLARD, GOODLAND (1973) chegou à conclusão de que há um gradiente de fertilidade a explicar o gradiente campo sujo-cerradão, já mencionado.

6. CONCLUSÃO

Supomos ter resumido, nas páginas antecedentes, tudo o que de mais importante existe sobre a ecologia dos cerrados.

Não tivemos a intenção de fazer uma análise dos trabalhos existentes sobre o cerrado, pois essa não era a nossa tarefa. Isso já foi feito diversas vezes, sendo as últimas a de GOODLAND (1969), a de EITEN (1972), a de FERRI (1973) e a de HUBER (1974). Este último não se limitou aos cerrados, mas intersou-se pelas savanas neo-tropicais de um modo geral.

Como se pode depreender do que foi apresentado, a maior parte de nossos conhecimentos sobre a ecologia do cerrado repousa em conhecimentos de apenas um tema, embora correlacionado com vários outros: a economia hídrica da vegetação de cerrado.

Com efeito, quem estuda a economia hídrica tem que considerar problemas de clima e de solo, além de fazer correlação necessária entre diversos temas e problemas biológicos: taxonomia e fisionomia da vegetação; os grupos que a constituem; a morfologia externa das folhas, dos caules e dos sistemas subterrâneos; a anatomia, principalmente das folhas, com particular consideração dos estômatos; absorção, condução e transpiração. Como nem sempre é possível estudar os três elos desta cadeia de processos fisiológicos, concentra-se a atenção, em geral, no último, que, bem interpretado, fornece indicações quanto aos dois outros. Com referência à transpiração, mister se faz estudá-la em seu todo e em seus componentes, durante todo o dia, para se estabelecer seu andamento, nas diversas estações do ano, para verificar se esse andamento se altera cor

relatamente.

Deve medir-se, não só a transpiração total, em seus valores absolutos e também em termos relativos, expressos como percentagem da evaporação de uma superfície livre, de água, mas, também, a transpiração estomatar e a cuticular.

É evidente que a rapidez dos movimentos estomáticos é estudo de grande importância. Por isso mede-se a rapidez dos movimentos hidroativos e fotoativos de abertura e fechamento dos estômatos.

Acompanhar o grau de abertura das fendas estomáticas, no decurso do dia e das estações, em várias plantas, não é tarefa simples, mas fornece dados de valor.

A coleta de dados exatos sobre deficiêts de saturação das folhas é, também, de grande importância na interpretação dos fenômenos relacionados com a economia hídrica.

Estas considerações bastam para dar idéia da complexidade a que o estudo da economia hídrica de qualquer tipo de vegetação está sujeito, mormente sabendo-se que muito pode ser conseguido através da comparação com o comportamento de outros tipos de vegetação (Cf. FERRI 1955).

E as dificuldades metodológicas, nesse campo, são inúmeras. Por isso erra quem tente diminuir o que já foi realizado. Erra, igualmente, quem pretenda supor que o essencial, senão tudo, já foi feito. Muito ainda está por ser realizado. Dentre os inúmeros fatores que certamente devem desempenhar importante papel sobre a ecologia da vegetação do cerrado, gostaríamos de salientar apenas um: o fator luz, sobre o qual nenhum estudo

sério foi feito entre nós.

É de todos sabido que a disponibilidade de radiação solar no cerrado é imensa. Impõe-se estudar rapidamente essa disponibilidade sob vários aspectos, em diversas épocas do ano: como quantidade, como qualidade e como duração. Em todos estes aspectos, estamos certos de que dados muito importantes para o melhor conhecimento da ecologia do cerrado serão obtidos.

Em pequeno artigo de 1955, FERRI admitiu que, não havendo escassez de água no cerrado, deve ser possível sua utilização para reflorestamento e outras culturas sem irrigação, sendo necessário estudar previamente quais as espécies nacionais ou exóticas, que apresentam rápido crescimento das raízes, para que seja possível atravessar a zona do solo sujeita à seca, antes do término da estação chuvosa. Acrescentou que a única informação segura de que dispomos refere-se a *Eucalyptus saligna* que, no cerrado de Emas, em 3 meses, formou raízes de mais de 2 m de profundidade.

Haverá outras plantas com igual possibilidade, mas observações minuciosas sobre o assunto são escassas. GURGEL (1953) procurou reunir dados sobre o crescimento de espécies do próprio cerrado. Trabalhos como esse são indispensáveis, do mesmo modo que a procura de dados similares relativos ao comportamento de plantas de diversas origens, nacionais ou exóticas, cultivadas nas condições dos ambientes do cerrado.

É indiscutível que, queiramos ou não, teremos que nos servir cada vez mais de terras de cerrado, para a agricultura, a silvicultura e a pecuária.

Aumenta, dia a dia, a população, e isso determina a necesidade de produção sempre crescente de alimento. De outro lado, as boas terras de cultura tornam-se cada vez mais raras e mais caras, mormente nas vizinhanças dos centros de maior densidade demográfica.

Embora quimicamente pobres têm os cerrados, freqüentemente, boas qualidades físicas e topografia favorável à mecanização.

É fora de dúvida que eles podem e devem ser aproveitados. Indispensável, entretanto, é incrementar os estudos básicos sem os quais a agricultura, a silvicultura e a pecuária não podem ser bem sucedidas, nas condições de cerrado, como, aliás, em quaisquer outras.

Felizmente, as pesquisas no cerrado estão sendo valorizadas e incrementadas. Grande impulso se deve a dois fatos essenciais: a criação do CPAC-EMBRAPA e a instalação do Polocentro.

No CPAC, em Planaltina, muito trabalho experimental se realiza com soja, arroz, trigo, mandioca, sorgo, plantas frutíferas, etc. Além disso, trabalhos orientados por técnicos do Centro, em larga escala, estão em andamento em fazendas, em áreas de cerrado.

Temos certeza, hoje mais do que nunca, de que o sucesso de nossa agricultura, silvicultura e pecuária, está forçosamente ligado às áreas de cerrado.

Cana-de-açúcar e mandioca, inclusive para produção de álcool como fonte alternativa de energia, reflorestamento com Pinus e Eucalyptus, fruticultura, formação de pastagens são, entre inúmeras outras, as possibilidades a serem exploradas.

Por fim: creio que, em futuro próximo, a nossa cafeicultura se instalará no cerrado, evitando, assim, o flagelo das geadas freqüentes, nas regiões onde hoje ela impera.

Ao término desejo informar que, ainda este ano, GOODLAND e FERRI publicaram o livro "Ecologia do Cerrado", contendo, basicamente, a tese de 1969, do primeiro, e uma atualização bibliográfica, do segundo, no período 1968-1977, bem como documentação fotográfica pertinente.

LITERATURA CITADA

- ALVIM, P. T. e ARAÚJO, W. de. 1952. El suelo como factor ecológico en el desarrollo de la vegetación en el centro-oeste del Brasil. Turrialba 2(4):153-160.
- ARENS, K. 1958a. Considerações sobre as causas do xeromorfismo foliar. Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letr. USP. 224 Botânica 15:25-56.
- ARENS, K. 1958b. O cerrado como vegetação oligotrófica. Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letr. USP. 224 Botânica 15:59-77.
- ARENS, K. 1963. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências minerais do solo. Simpósio sobre o Cerrado. Ed. USP. 285-303.
- ARENS, K.; FERRI, M.G. e COUTINHO, L.M. 1958. Papel do fator nutricional na economia d'água de plantas do cerrado. Rev. Biol. Lisboa 1:313-324.
- EITEN, G. 1972. The Cerrado Vegetation of Brazil. Bot. Rev. 38(2):341 pág.
- FERRI, M.G. 1944. Transpiração de plantas permanentes dos cerrados. Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letr. USP 41. Botânica 4:159-224.
- FERRI, M.G. 1955. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Estudo comparativo do balanço d'água de sua vegetação. Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letr. USP 195, Botânica

12:1-170.

- FERRI, M.G. 1964. Informações sobre a ecologia dos cerrados e sobre a possibilidade de seu aproveitamento. *Revista Técnica do Serviço Florestal do Est. de São Paulo* 3:43-60.
- FERRI, M.G. 1973. Ecological problems in Latin America. pág. 5-24. in *Genes, Enzymes and Populations*. Ed. by Adrian Srb. Plenum Publ. Corp. 359 pág. New York.
- FOY, C.D. and BROWN, J.C. 1963. Toxic factors in acid soils. I. *Soil Sci. Amer. Proc.* 27:403-407.
- FOY, C.D. and BROWN, J.C. 1964. Toxic factors in acid soils. II. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 28:27-32.
- GOODLAND, R. 1969. An Ecological Study of the Cerrado Vegetation of South Central Brasil. McGill University, Montreal, Canadá, tese mimeografada. 224 pág.
- GOODLAND, R. 1970. The Savanna Controversy: Background Information on the Brazilian Cerrado Vegetation. McGill University. Savanna Research Series nº 15, 66 pág.
- GOODLAND, R. 1971a. A physiognomic Analysis of the Cerrado Vegetation of Central Brazil. *J. Ecol.* 59:411-419.
- GOODLAND, R. 1971b. Oligotrofismo e Alumínio no Cerrado. pág. 44-60. in III Simpósio sobre o Cerrado. Coordenador Mário G. Ferri. Ed. USP e Ed. Edgard Blücher. 239 pág.

- GOODLAND, R. e FERRI, M.G. 1979. Ecologia do Cerrado. Ed. USP e Ed. Itatiaia. 196 pág. São Paulo e Belo Horizonte.
- GOODLAND, R. and POLLARD, R. 1973. The Brazilian Cerrado Vegetation: A Fertility Gradient. J. Ecol. 61:219-224.
- GURGEL FILHO, O. do A. 1963. Silvicultura no Cerrado. Simpósio sobre o Cerrado. Editora da Universidade de S. Paulo.
- HUBER, O. 1974. Le Savane Neotropicali. Ist. Italo-Latino Americano con la col. dell'Ist. Bot. dell'Univ. di Roma. 855 pág.
- RACHID, M. 1947. Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas. Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letr. USP 80. Botânica 5:1-140.
- RAWITSCHER, F.K.; FERRI, M.G. e RACHID, M. 1943. Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil Meridional. An. Acad. Brasil. Ciênc. 15:267-294.

A PESQUISA FITOPATOLÓGICA EM ARROZ NO CNPAF: SUCESSOS,
LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS

Anne Sitarama Prabhu
Pesquisador-CNPAF

A PESQUISA FITOPATOLÓGICA EM ARROZ NO CNPAF: SUCESSOS , LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS¹

ANNE SITARAMA PRABHU²

Este tópico foi escolhido para divulgar o esforço que tem sido feito durante os últimos anos, no Centro Nacional de Pesquisa - Arroz, Feijão, em relação à pesquisa fitopatológica. Mesmo que a pesquisa sistemática sobre as doenças de arroz, com ênfase principal em brusone nas condições de sequeiro, tenha começado em 1975, no CNPAF, o problema em geral tem sido estudado por quase seis décadas em diferentes partes do mundo, inclusive no Brasil. Grande quantidade de informações já foi acumulada; os problemas foram diagnosticados e analisados. Apesar disso, os estudos continuam, porque após cada análise surgem novas indagações que precisam ser investigadas. O pesquisador tende a se desviar do problema original, que investiga. Entretanto, as análises colaterais são importantes quando pequenos fragmentos de informações são agrupadas de uma maneira sistemática que é a síntese. O CNPAF/EMBRAPA tem induzido uma filosofia de pesquisa de que tudo deve ser orientado para resolver os problemas específicos, implicando que o todo é mais importante que a soma dos fragmentos.

¹Seminário proferido no CNPAF em 12/10/1979

²Pesquisador na área de Fitopatologia de arroz do Centro Nacional de Pesquisa - Arroz, Feijão - EMBRAPA - Goiânia, GO.

Quais eram estes problemas específicos? Quais eram os conceitos pré-estabelecidos? Como encaramos no passado e como resolvemos isto agora? Quais eram os métodos e procedimentos que foram adotados, os sucessos e os fracassos? Estas são algumas perguntas que necessitam ser respondidas e certamente merecem a discussão de hoje.

A sistemática adotada em qualquer tipo de pesquisa segue uma seqüência de eventos. Ela tem sido descrita por DE GROOT (1969), como um ciclo empírico. Ela começa com observação e termina com conclusão.

A observação começa com a coleção e classificação dos dados. Estas são as primeiras atividades de qualquer pesquisador antes de iniciar sua pesquisa. Isto tem sido realizado no CNPAF e, em 11 de outubro de 1976, foi dado o primeiro seminário intitulado "Epidemiologia e controle de brusone: progresso e perspectivas". Neste seminário, as pesquisas anteriores foram resumidas, os conceitos antigos e modernos foram focalizados.

A conclusão tirada de um conjunto de observações limitadas, que são de uma validade geral, é chamada de indução. A indução ou generalização leva a uma hipótese como, por exemplo, "brusone aumenta com aumento de adubação nitrogenada".

A generalização obtida por indução deve ser aplicada a novas situações. Esta nova situação não pertence ao conjunto de situações de onde foram obtidas as observações usadas na indução. Se a hipótese for verdadeira, uma predição específica pode ser derivada dela em condições especiais. Este é o processo de dedução. Se a hipótese geral sobre relação entre dose de nitrogê

nio e incidência de brusone é verdadeira, ela conduz a três pre
dições ou hipóteses específicas que necessitam ser verificadas:

1. Aumento de dose de nitrogênio diminui a produção nas condi
ções de sequeiro;
2. As doses usadas pelos produtores de arroz de sequeiro au
mentam a produção, mesmo com aumento de brusone; e
3. Pulverizações com fungicidas permitem o uso de doses al
tas de nitrogênio. Um experimento de campo com diferen-
tes níveis de nitrogênio e de pulverizações com fungici-
das (0, 1 e 2 vezes) foi realizado durante dois anos. Os
resultados foram positivos para a hipótese geral de que a
brusone aumenta com o aumento de nitrogênio. A primeira
predição foi confirmada, e a segunda e a terceira foram re
jeitadas.

Então começa um período difícil de avaliação . Se a hipótese
não pode ser rejeitada, ela é aceita por enquanto. Logo surgem
as seguintes perguntas: Quais são as consequências da aplica-
ção dos resultados? Qual a contribuição desse resultado para co
nhhecimento geral do problema? No presente exemplo a hipótese de
que o aumento de adubo nitrogenado diminui a produção é confir
mada, mas o nível de generalização é muito limitado, é válido
somente para as condições de sequeiro não favorecido, quando a
seca é prolongada. Quando a predição deve ser rejeitada, há ne-
cessidade de procurar erros na experimentação ou na análise. Se
nenhum erro é encontrado, a conclusão a tirar é de que a hipóte-
se esteja errada e necessita de modificação. A hipótese de que
pulverização com fungicida permite o uso de doses altas de ni

trogênio não foi confirmada.

Os resultados de avaliação levam a uma série de conclusões. A conclusão pode servir como uma nova observação ou hipótese modificada, iniciando um outro ciclo empírico:

1. A eficiência do fungicida é reduzida com altas doses de nitrogênio;
2. O nitrogênio aumenta a produção do arroz, mesmo com brusone, sob condições de sequeiro favorecido.

Retornando ao problema original, foi dada prioridade à pesquisa sobre o controle de brusone em condições de sequeiro (Diagnóstico, CNPAF 1975). A pesquisa foi iniciada com algumas das seguintes observações e hipóteses específicas:

1. Brusone é um dos principais fatores limitantes da produção de arroz nas condições de sequeiro;
2. A infecção de panícula aumenta com o aumento da doença nas folhas;
3. Brusone nas panículas é responsável pela maioria da perda de produção;
4. O desenvolvimento dos grãos é interrompido após determinado nível de brusone nas folhas;
5. A perda de peso dos grãos depende da época de infecção nas panículas;
6. O aumento de brusone está diretamente relacionado com a quantidade de inóculo inicial e com a taxa de seu progresso;
7. O controle de brusone, nas condições de sequeiro, é anti-econômico;

8. A mistura de fungicidas dá maior eficiência no controle de outras doenças do arroz, além de brusone;
9. Altas doses de nitrogênio aumentam a brusone e diminuem a produção;
10. As aplicações de fungicidas permitem o uso elevado de doses de nitrogênio;
11. Os fatores climáticos são mais favoráveis ao desenvolvimento da doença, em determinados períodos, durante o ciclo do arroz; e
12. Tratamento de sementes diminui o inóculo inicial e reduz a incidência de brusone. Algumas das hipóteses foram rejeitadas e outras confirmadas. Foram obtidas as seguintes conclusões, após a análise de experimentos, e formaram uma base sólida para novas hipóteses.

A produtividade média de cultivares comerciais de arroz pode ser aumentada mais que 35%. Foi obtida relação exponencial entre o peso de grãos e a época de incidência de infecção no pescoço. O desenvolvimento de grãos não pára, mesmo com altas intensidades de brusone nas folhas, na fase vegetativa. A queda de rendimento, devido à brusone nas folhas, foi maior do que a das panículas. O aumento de brusone nas panículas não foi diretamente proporcional ao aumento de infecção nas folhas. Os resultados demonstram ainda possibilidade de previsão de perdas causadas por brusone, baseado na doença nas folhas. (PRABHU & FARIA 1977; PRABHU et al 1978).

Os baixos rendimentos da cultura de arroz não produzem retornos suficientes para utilização de elevado número de pulveriza-

ções para o controle de brusone. Recomenda-se pulverização uma vez na época da emergência de panículas ou florescimento (PRA BHU & FARIA 1978). Não houve diferenças significativas entre pulverização com apenas benlate e misturas de benlate e manzate.

Brusone nas folhas e panículas aumenta com doses elevadas de nitrogênio. A incidência de mancha parda nas folhas foi alta, tanto nos níveis baixos quanto nos altos, de nitrogênio. O controle de brusone nas panículas, com uma ou duas pulverizações, não refletiram na produção. Os resultados indicam ainda, que, com maiores dosagens de nitrogênio, há maior risco com veranicos longos (FARIA et al 1978).

Os fatores climáticos foram favoráveis durante todo o ciclo da cultura. O ponto máximo de população de conídios foi atingido na época da emissão de panículas, nas condições de sequeiro. Foi determinado o gradiente de infecção, iniciando no campo infectado como foco.

Tratamento de sementes aumentou o inóculo inicial de brusone. Foi indicado o método para estimação de brusone com antecedência, baseado no número inicial de lesões nas folhas. (FARIA & PRABHU 1977, MARTINS et al).

Com base nesses conhecimentos, tem-se demonstrado somente que a incorporação de resistência nas cultivares comerciais diminui o risco do uso de insumos e aumenta a produtividade, nas condições de sequeiro.

Mesmo que a identificação de fonte de resistência tenha começado em 1975, o programa de melhoramento de cultivares resistentes à brusone, no CNPAF, iniciou-se em 1977 e passou pelas seguintes fases:

1. Identificação de novas fontes de resistência à brusone entre material introduzido e nativo;
2. Avaliação de cultivares nacionais para resistência horizontal;
3. Iniciação do programa de hibridação para criar as cultivares resistentes, combinada com outras características como resistência à seca, produtividade e qualidade;
4. Iniciação de programa para incorporação de diversas fontes de genes resistentes nas cultivares comerciais, com a finalidade de desenvolver quatro séries de multilinhas;
5. Iniciação de programas para diversificação regional de genes resistentes, como uma das alternativas para controle de brusone;
6. Desenvolvimento de métodos de avaliação e identificação de fontes de resistência à escaldadura; e
7. Iniciação de programa para padronizar as técnicas de inoculação e avaliação de germoplasma resistente à mancha parda e estudar a variação patogênica dentro do *Helminthosporium oryzae*.

Atingiu-se considerável progresso. Foram identificadas as diversas fontes de genes de brusone resistentes e estáveis. Foi detectada a existência das diferenças entre as cultivares nacionais, quanto à resistência horizontal. Foi demonstrada a possibilidade do uso de Ethrel como gameticida para indução de macho esterilidade, visando desenvolvimento de métodos para incorporação de resistência poligênica. (GUIMARÃES et al 1979). Foram feitos cruzamentos, utilizando fontes resistentes de brusone para desenvolvimento de duas séries de multilinhas de IAC 47 e

IAC 25. Foram realizados dois retrocruzamentos e feitos novos cruzamentos, usando um total de 18 fontes resistentes. (PRABHU & TAN 1979). Foram desenvolvida, uma técnica de avaliação de germoplasma resistente à escaldadura, em casa de vegetação, e identificado considerável número de cultivares relativamente resistentes (FARIA & PRABHU 1979), bem como um alto grau de tolerância para infecção no grão, da cultivar Comecru Zebu. As perdas estimadas, do peso de grãos, como parâmetro, podem ser usadas para medir a tolerância entre diferentes cultivares. As cultivares IAC 1246 e IAC 47 sofreram menos, devido à mancha parda, quando comparada com CICA 4, Canela de Ferro, Chatão e Comecru Zebu (PRABHU et al 1979).

Foram investigados os efeitos de idade da planta e concentração de conídios na indução de epifitotias (BEDENDO & PRABHU 1979).

Com base no que foi dito anteriormente, conclui-se que tem sido feita uma tentativa, a fim de testar algumas observações sob novas situações, quantificar relacionamentos não estabelecidos, identificar fontes de resistência às doenças, desenvolver novas técnicas de avaliação genética e iniciar novas estratégias, para resolver o problema de brusone nas condições de sequeiro.

LIMITAÇÕES

As limitações da pesquisa fitopatológica pode ser caracterizada em fatores abióticos e bióticos. O aspecto sócio-econômico

do problema e o fator tempo podem ser considerados como fatores abióticos. O arroz é cultivado como desbravador de terra. O desenvolvimento de baixo nível de tecnologia, que não permite o aumento do custo de produção, foi um dos objetivos gerais do programa nacional de arroz. As dificuldades de mudança de práticas culturais mais adotadas e padronizadas para o sistema de cultivo existente, períodos prolongados de seca e os altos custos de insumos limitam a geração de tecnologia a curto prazo, a través de manejo do ambiente.

Mesmo que o manejo de plantas, através de melhoramento para resistência às doenças, seja mais econômico, não constitui uma solução permanente. O aparecimento de novas raças do fungo, novas doenças, ou mesmo doenças de menor importância, como a queima das glumelas, tornando-se mais importante, necessitam da criação de novas cultivares, continuamente, qualquer que seja a estratégia de melhoramento a ser adotada. O tipo de pesquisa dessa natureza é a longo prazo e requer desenvolvimento de programa agressivo, que envolva maior esforço no sentido de altos recursos.

PERSPECTIVAS

O arroz, nas condições de sequeiro, tem um lugar importante no Brasil e está recebendo maior atenção com respeito à pesquisa, orientada principalmente para a estabilização da produção. As cultivares existentes são tolerantes às condições de seca e possuem boa qualidade de grão, mas altamente suscetível à brusca

ne. Brusone tem sido mostrada como um dos fatores estabilizadores da produção. A criação de cultivares resistente à brusone, como único meio econômico de controle, tem aceitação geral. A experiência do passado sobre melhoramento para resistência à brusone, em outros países, não teve grande sucesso. Com introdução do conceito de resistência vertical ou oligogênica e resistência horizontal ou poligênica, por VAN DER PLANK (1963), iniciou uma controvérsia, em relação à estratégia a ser adotada, para obter resistência estável nas cultivares. Os fracassos anteriores foram atribuídos ao uso frequente de monogênes. Conseqüentemente, a maioria das opiniões é a favor da resistência horizontal, como meio de obtenção de resistência de longa duração. A indicação preliminar sobre a existência de alto grau de resistência horizontal, nas cultivares Amarelão e Iguape Redondo, tem incentivado a procura contínua de fontes em germoplasma nativo, para aperfeiçoar as técnicas de medidas e desenvolver métodos para incorporação deste tipo de resistência em cultivares comerciais.

Um esforço intenso começou neste Centro para desenvolvimento de cultivares com resistência vertical combinando dois ou mais genes com hereditariedade independentemente (WATSON & SINGH 1954). A identificação de genes que forneçam resistência para um espectro largo de raças constitui uma fase favorável neste sentido.

O desenvolvimento de multilinhas, como uma das principais soluções para o controle de brusone, foi motivado pela disponibilidade de progenitores recorrentes mais preferido pelos produtores, disponibilidade de fontes de genes verticais, existência de

condições ideais para os testes em Goiânia e o sucesso inicial obtido no trigo (BORLAUG & GIBLER 1953), aveia (BROWNING et al 1964; BROWNING & FREY 1969) e cevada (SUNESON 1968). Como as multilinhas contêm várias linhas individuais, cada uma com diferentes genes verticais, a cultivar composta oferece resistência igual àquela obtida por resistência horizontal.

A diversificação de genes resistentes em diferentes regiões do país oferece outras alternativas para evitar epidemias em larga escala. A procura contínua de fontes múltiplas de resistência à brusone, mancha parda, escaldadura e "estresse múltipla das condições adversas", como as doenças, seca e pragas, que está sendo realizado conjuntamente, através de um programa de avaliação de germoplasma, certamente contribuirá para manipulação genética. O aumento do uso de fungicida (SANTAN et al 1978) talvez reduzirá, com a disponibilidade de cultivares resistentes, resultando em redução no custo de produção.

Concluindo, pode ser traçada uma analogia entre o papel de equipe multidisciplinar para realizar este trabalho e filosofia de religião politeísta. No sistema politeísta há muitos deuses cada um com uma forma e função específica. Acreditando na filosofia de "união em diversidade", podem-se buscar todos os deuses para trabalhar juntos com objetivo comum, e os frutos da pesquisa não estarão longe.

LITERATURA CITADA

- BEDENDO, I.P. & PRABHU, A.S. 1979. Epifitotias de *Helminthosporium oryzae* em arroz em condições de casa de vegetação 4:93.
- BROWNING, J.A. & FREY, K. 1969. Multiline cultivars as a means of disease control. *Ann. Rev. Phytopathology* 7:355-382.
- BROWNING, J.A., FREY, K.J. & GRINDELAND, R.L. 1964. Breeding multiline whet varieties for Iowa. *Iowa Farm Sci.* 18, 5-8.
- BORLAUG, N.E. GIBLER, J.U. The use of flexible composite wheat to control the constantly changing stem rust pathogen. *Agron. Abstr.*, 81.
- DE GROOT, A.D. 1969. Methodology, foundation of influence and research in behavioural sciences. The Hague, Mouton, 190 pp. (Citado por Zadocks, J.C. 1972. Methodology of epidemiological research. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 10:253-268.
- FARIA, J.C. & PRABHU, A.S. 1977. Estimativa da intensidade de brusone nas folhas no estágio de emborrachamento baseado no número inicial de lesões sobre a folhagem, em arroz de sequeiro, *Fitopatologia Brasileira*. 2:73-74.
- FARIA, J.C. & PRABHU, A.S. 1979. A glasse house screening technique for evaluation of resistance to leaf scal of rice. *Plant Disease*

(em processo).

- FARIA, J.C. PRABHU, A.S. & ZIMMERMANN, F.J.P. 1978. Incidência de brusone e produtividade do arroz em relação a fertilização nitrogenada e pulverização com fungicida. *Fitopatologia Brasileira* 3:85.
- GUIMARÃES, E.P., PRABHU, A.S. & BEDENDO, I.P. 1979. Indução de macho esterilidade em arroz (*Oryza sativa* L.) através do ácido 2 - cloroetilfosfônico (ETHREL). Pesquisa em andamento CNPAF/EMBRAPA nº 1.2 pp.).
- MARTINS, J.F.S., FREIRE, E., PRABHU, A.S. & ZIMMERMANN, F.J.P. 1979. Implicações do uso preventivo de produtos químicos para controle das principais pragas subterrâneas do arroz de sequeiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília (No prelo).
- PRABHU, A.S. & FARIA, J.C. 1977. Alguns relacionamentos quantitativos entre infecção das folhas e infecção das panículas com brusone e peso dos grãos, em arroz de sequeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 2:97.
- PRABHU, A.S. & FARIA, J.C. 1978. Efeito do número e épocas de pulverizações de fungicida sobre a brusone (*Pyricularia oryzae* Cav.) do arroz de sequeiro. *Fitopatologia Brasileira* 3:102.

- PRABHU, A.S. & TAN, N.V. 1979. Problems and progress of research on rice blast in Brazil. Report presented at discussion session on Breeding for Blast resistance, Third conference on International Rice Testing Program for Latin America, CIAT, Cali, Colombia, May 30- June 2; 1979.
- PRABHU, A.S. FARIA, F.C. & ZIMMERMANN, F.J.P. 1978. An experimental approach to estimate yield loss due to rice blast. Proc. 3rd Int. Congress of Plant Pathology. Munchen, 16 - 23 August 1978. (Abs.).
- PRABHU, A.S., LOPES, A.M. & ZIMMERMANN, F.J.P. 1979. Infecção de folha e do grão de arroz por *Helminthosporium oryzae* e seus efeitos sobre os componentes de produção. Fitopatologia Brasileira 4:
- SANTANA, C.A., DALL'ACQUA, F.M., FARIA, J.C. & PRABHU, A.S. 1978. Análise da tendência do uso de fungicidas para o controle da brusone (*Pynicularia oryzae* Cav.) do arroz no Brasil. Fitopatologia Brasileira. 3:235-240.
- SUNESON. C.A. 1968. Harland barley. Calif. Agr. August, p.9.
- VAN DER PLANK, J.E. 1963. Plant Diseases. Epidemics and control. Academic press., New York, 349 pp.
- WATSON, I.A. & SINGH, D. 1952. The future for rust resistant wheat in Australia. J.Anst. Inst. Agric. Sci.,18: 190-97.
- ASP/waa.

ENSAIOS INTERNACIONAIS DE ARROZ

Nguyen Van Tan
Pesquisador Convênio
IICA/EMBRAPA

ENSAIOS INTERNACIONAIS DE ARROZ¹NGUYEN VAN TAN²

Os ensaios internacionais de arroz são conduzidos no Brasil há mais de cinco anos. O CNPAF participa, desde o início, do Programa Internacional de Teste de Arroz (IRTP), coordenando-o no país desde 1976. Os objetivos deste seminário são: (1) apresentar revisão dos ensaios internacionais do arroz no Brasil; (2) propor uma política de melhor utilização destes ensaios.

De 1975 a 1978, foram introduzidos no Brasil sementes de 109 ensaios internacionais, num total de 6415 cultivares e linhagens de arroz. Em relação a este total, 73 relatórios foram submetidos ao CNPAF. A linhagem IR-442-58-2 do ensaio de rendimento de arroz de sequeiro (IURYN) foi lançada para o Estado do Piauí, em 1979, como cultivar 'Arroz BR 2'. Foram utilizadas 120 cultivares e linhagens no programa de hibridação, do CNPAF, e centenas destas nos programas do IAC, IRGA e UEPAE-UF/Pelotas.

As prováveis razões do baixo aproveitamento dos ensaios internacionais de arroz são: (1) fonte asiática da maioria dos materiais; (2) deficiência na condução dos vários ensaios no país; (3) deficiência na coordenação nacional.

¹ Seminário proferido no CNPAF em 14/12/1979.

² Especialista em Melhoramento Genético de Arroz do Convênio IICA/EMBRAPA - Goiânia, GO.

Apesar das deficiências, os ensaios internacionais foram úteis, especialmente na fase inicial dos órgãos nacionais de pesquisa, como: (1) fonte de material em testes e em cruzamentos; (2) meio de enriquecimento dos bancos de germoplasma; (3) meio de treinamento; e (4) oportunidade de relacionamento internacional e entrosamento dos órgãos nacionais.

Em vista das deficiências dos materiais, a instalação do IRTP para América Latina (IRTP/AL ou PIAL), a pré-avaliação no CIAT dos materiais asiáticos e a inclusão dos materiais latino-americanos nos ensaios já foram feitas. Os materiais, porém, ainda foram deficientes. O esforço para uma melhor coordenação nacional também está sendo feito.

Em vista do citado, recomenda-se que o CNPAF:

- 1) continue participando do IRTP como órgão coordenador no Brasil;
- 2) participe ativamente de decisão a nível internacional sobre os ensaios internacionais, orientando-os para os problemas da cultura de arroz do Brasil, maior produtor de arroz da América;
- 3) aproveite ao máximo o IRTP através do reforço da coordenação dos ensaios no país, de seguintes maneiras:
 - 3.1. mantenha constantemente uma coordenação nacional (um coordenador e um suplente);
 - 3.2. determine, com antecedência (através de reuniões ou correspondências, baseando nas prioridades de pesquisa e nos recursos humanos), a participação dos órgãos na execução dos ensaios;

- 3.3. acompanhe os resultados dos ensaios;
- 3.4. participe das reuniões internacionais do IRTP e das con
ferências internacionais de arroz;
- 4) dirija o maior esforço no presente para as seguintes priori
dades (baseando na qualidade atual dos materiais):
 - 4.1. ensaios de observação de arroz irrigado, no CNPAF e nos
órgãos a serem implantados como polos de pesquisa de arri
roz irrigado;
 - 4.2. ensaios de produtividade de arroz irrigado do IRTP/AL,
com ciclo apropriado, no CNPAF, em polos e também em outr
as entidades;
 - 4.3. ensaios de doenças e de "stress", no CNPAF, em polos e
em outras localidades onde se encontram estes fatores preju
diciais à cultura;
 - 4.4. ensaios de baixa úmida, no CNPAF e em outras localidade
s de regiões de várzeas;
 - 4.5. ensaios de observação de arroz de sequeiro, no CNPAF e
em polos de pesquisa de arroz de sequeiro, especialmente
o do Norte;
 - 4.6. ensaios de produtividade de arroz de sequeiro do IRTP/AL,
no CNPAF e polo de pesquisa de arroz de sequeiro do Norte;
 - 4.7. ensaio de produtividade provenientes do IRRI, somente
no CNPAF.
- 5) o IRTP não deve substituir outros meios de introdução de
germoplasma e de intercâmbio técnico, tais como a relação
bilateral com outros programas nacionais, contatos pesso
ais, viagens e exploração. Os ensaios internacionais

não são substituições dos meios de geração de variação genética, como hibridação com objetivos específicos. De fato, quando o programa de melhoramento amadurece, a maioria de materiais deve ser gerada pelo próprio programa para a seleção em condições locais.

NVT/erc.