

Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária - MAARA



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF

A PESQUISA DE ARROZ NO BRASIL NOS ANOS 80: avaliação crítica dos principais resultados

IV REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ

4 a 8 de junho de 1990

Goiânia, GO

Apoio: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

**GOIÂNIA
1994**

**AVALIAÇÃO CRÍTICA DOS PROJETOS DO PNP-ARROZ NA ÁREA DE
FERTILIDADE DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, NO PERÍODO DE 1980
A 1990: REGIÃO SUDESTE E ESTADO DO PARANÁ**

Nand Kumar Fageria⁽¹⁾

1. INTRODUÇÃO

Durante o período 1980-1990, foram aprovados, pelo PNP-Arroz, 14 projetos de pesquisa na área de fertilidade de solos e nutrição de plantas, envolvendo cinco instituições de pesquisa da Região Sudeste e do Estado do Paraná. Nestes projetos foram propostos 34 experimentos, 16 dos quais em condições de campo e 18 em casa-de-vegetação. Dentre esses projetos, um foi cancelado, nove foram concluídos, dois estão em andamento e, de dois outros, até o momento da realização deste trabalho, a Coordenadoria do Programa não havia recebido os relatórios correspondentes (Tabela 1).

2. RESULTADOS OBTIDOS DOS PROJETOS DE PESQUISA

Estão explicitadas, a seguir, as questões que se constituíram em objeto de estudo dos 14 projetos de pesquisa, cujos títulos estão relacionados na íntegra na Tabela 1 e na mesma sequência estabelecida para este item. Desse modo, visando destacar quais respostas foram buscadas pelos pesquisadores da

⁽¹⁾ Pesquisador, EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 74001-970 Goiânia, GO.

área de fertilidade de solos e nutrição de plantas, nessa última década, todos os estudos, independentemente de terem derivado resultados, são mencionados.

1. Tolerância à toxidez por ferro

Para este projeto foram avaliadas oito cultivares de arroz irrigado quanto a tolerância à toxidez por ferro, em condições de campo. Os resultados obtidos relativos à produtividade e ao teor de ferro na parte aérea são apresentados na Tabela 2.

A produtividade das cultivares foi considerada alta, variando de 7,8 a 9,62 t/ha; enquanto que os teores de ferro na parte aérea das plantas variaram de 142 a 191 ppm, valores, estes, mais baixos que aqueles considerados tóxicos. Tais resultados revelam que na área selecionada para o desenvolvimento desse estudo não havia problema de toxidez por ferro.

2. Níveis de N e plantio de leguminosas em sucessão à cultura de arroz

Deste projeto, até então, não havia sido obtido qualquer resultado.

3. Efeito do gesso em solo de várzea cultivado com arroz

Em um solo aluvial, foram estudados os efeitos da aplicação de doses de gesso sobre a produção e os seus componentes nas cultivares de arroz MG 2 e INCA. No solo onde foram aplicadas doses de 0, 300, 600, 1200 e 2400 kg de gesso/ha, as duas cultivares citadas alcançaram as produtividades indicadas na Tabela 3.

Os resultados parciais deste projeto vem comprovando os efeitos benéficos da aplicação do gesso, tendo sido verificado um

aumento na produtividade do arroz, quando aplicados até 1200 kg de gesso/ha, em solos inundados.

4. Química de solos inundados em relação à nutrição de arroz

As principais alterações químicas que ocorrem nos solos do Paraná, após inundação, foram avaliadas em condições de campo e em laboratório. Os resultados demonstraram uma elevação do pH com o tempo de inundação, atingindo um valor máximo aos 45 dias (pH 6,8). Esta alteração do pH foi acompanhada por diminuição nos teores de alumínio, manganês, cobre, zinco e ferro. Alguns solos apresentaram teores de Fe^{+2} na solução em concentrações superiores ao nível tolerado pelas plantas de arroz. Dos experimentos conduzidos em casa-de-vegetação, com as plantas de arroz em um solo inundado, foram obtidas respostas acentuadas   aplicação de fósforo, mas nenhuma quanto ao potássio. Se, por um lado, a calagem reduziu a eficiência da adubação fosfatada, por outro, aumentou a resposta ao zinco. A adição de gesso provocou respostas positivas das plantas de arroz.

N  obstante a divulgação de todos esses resultados, há que ser relevado o fato deste trabalho ter sido desenvolvido somente por um ano. Além disso, como o relatório final deste projeto não foi enviado, seus resultados não devem ser considerados conclusivos.

5. Efeito do gesso no controle da toxidez por ferro em solos de  rzeas inundados

Deste projeto, a Coordenadoria do PNP-Arroz não dispõe de qualquer informação, dado que nenhum relatório de andamento dos estudos nele propostos foi recebido pela mesma.

6. Manejo de água, calagem, aplicação de P, K e Zn em arroz irrigado, em solos com problemas de toxidez por ferro

Em casa-de-vegetação, foi conduzido um experimento com quatro tipos de solos e os seguintes tratamentos:

1. Inundação a partir de 20 dias de germinação (I20) - Testemunha
2. Inundação 40 dias antes do plantio
3. Inundação 40 dias após a germinação
4. I20 com drenagem aos 10, 20, 30 dias após inundação
5. I20 + calagem
6. I20 + calagem + P_2O_5
7. I20 + calagem + P_2O_5 + K_2O

Constatou-se, neste estudo, que, em relação à testemunha, não houve ganho em produção. Nenhum dos tratamentos aplicados foi eficaz a ponto de solucionar o problema de toxidez por ferro.

7. Problemas de solos de várzeas cultivados com arroz

Neste projeto foi realizado o levantamento nutricional do arroz, através de coletas de amostras de solo e material vegetal desta cultura, em várzeas das regiões sul e centro-norte de Minas Gerais. Na região sul, as deficiências de N, K, Ca, Mg e S foram identificadas como fatores limitantes à produtividade do arroz. No centro-norte, além das deficiências de N, P, Ca e Mg, a toxidez por ferro também contribuiu para a baixa produtividade. Em trabalho desenvolvido em casa-de-vegetação, com amostras de dois tipos de solos da região centro-norte, verificaram-se respostas do arroz à adubação N, P, K e calagem, em um solo, e à adubação N, P, K, calagem, boro, cobre e silício, no outro. Para avaliar cultivares/linhagens de arroz quanto a tolerância a toxidez por ferro, em solução nutritiva e condições de solo, foram conduzidos dois experimentos. Em solução nutritiva, foram testadas doze cultivares/linhagens com 5 e 150 ppm de Fe. As

cultivares mais tolerantes foram a GA 3914, MG-2 e GA 3459 e as sensíveis foram a GA 3880, INCA e Matão. As mesmas cultivares/linhagens, avaliadas no experimento em solução nutritiva, foram testadas também em condições de solo, em casa de vegetação. Quando submetidas a dois níveis de ferro, sem adição de Fe e com adição de 450 ppm do elemento através de FeCl_2 , destacaram-se como mais tolerantes a GA 3914 e a GA 3451 e como mais sensíveis a INCA e Chorinho.

8. Adubação orgânica na cultura de arroz

O uso da leucena como adubo verde para a cultura de arroz de sequeiro constituiu a proposta de estudo deste projeto que, não tendo sido executado apropriadamente, não gerou qualquer resultado, o que, conseqüentemente, impossibilitou a sua avaliação.

9. Toxidez de elementos minerais e substâncias do solo na cultura do arroz

Foram avaliadas, neste projeto, 22 cultivares/linhagens de arroz quanto a tolerância à toxidez por ferro e manganês, em solução nutritiva e em condições de solo. As cultivares regionais Prata e Chorinho foram as que demonstraram maior tolerância ao excesso de ferro. Já em relação à toxidez por manganês, as mais tolerantes foram as cultivares IR 36, INCA e Nanicação. Em um outro experimento, desenvolvido em solução nutritiva, foi estudado o efeito do ferro e manganês no crescimento da cultivar IR 841. Constatou-se que a redução do peso da matéria seca da raiz foi maior do que a do peso da matéria seca da parte aérea, com altas concentrações de ferro. No caso do manganês, o crescimento da parte aérea foi mais afetado do que o sistema

radicular. Tanto para o Fe como para o Mn, a concentração de 50 ppm se mostrou tóxica para a cultivar IR 841.

10. Calibração de análise de solo para P com a cultura do arroz irrigado

A proposta original deste projeto pressupunha um estudo de calibração de análise de solo para fósforo; no entanto, tal proposição foi desconsiderada, ficando a pesquisa limitada à avaliação das respostas de quatro cultivares de arroz, quanto a aplicação de diferentes doses de fósforo, em quatro tipos de solo. Os dados resultantes desse estudo, expostos na Tabela 4, não foram analisados estatisticamente, portanto, a interpretação dos mesmos não foi apropriada.

Por último, deve ser ressaltado que experimentos dessa natureza devem ser repetidos, no mínimo, três anos, para que a recomendação de adubação fosfatada esteja suficientemente fundamentada.

11. Eficiência da adubação nitrogenada no rendimento de três cultivares de arroz irrigado

Para este projeto, foram avaliadas as respostas de cultivares de arroz irrigado, quando submetidas a doses crescentes de nitrogênio (0, 40, 80 e 160 kg/ha e 0, 80, 160 e 320 kg/ha), em solos aluviais. Essa avaliação incluiu as seguintes cultivares: IR 661-1-140-3-2, IR 341-63-5-L-9-33, CICA 4 e IAC 899. A análise econômica dos dados disponíveis dessa pesquisa revelou que para a cultivar IR 661-1-140-3-2 a dose ótima de nitrogênio é de 160 kg/ha, para uma produção estimada em 4.952 kg/ha. Já no segundo ano, a máxima eficiência econômica obtida foi com 107 kg de N/ha, correspondendo a uma produção estimada em 3.634 kg/ha. Os níveis econômicos recomendados são

muito elevados, considerando a produtividade média atual do arroz irrigado.

12. Eficiência da utilização de N, P e K em arroz

Foi desenvolvida uma metodologia para selecionar, em solução nutritiva, plantas de arroz mais eficientes na absorção e utilização de nitrogênio, fósforo e potássio. O crescimento de linhagens de arroz em solução nutritiva, com 60 mg de N/l, permitiu diferenciá-las em eficientes e ineficientes. Das 47 linhagens de arroz de sequeiro avaliadas, 16 foram classificadas como eficientes e 17 como ineficientes. Com relação às linhagens de arroz irrigado, das 39 avaliadas, dez foram classificadas como eficientes e sete como ineficientes quanto a absorção e utilização do nitrogênio para produção de matéria seca. Tal diferenciação ocorreu devido, principalmente, à capacidade de uso de nitrogênio, uma vez que a relação de eficiência (matéria seca produzida por unidade de N absorvida) foi a variável que apresentou o maior coeficiente de correlação com o peso de matéria seca total. As linhagens classificadas como eficientes, cujo crescimento deu-se em menos tempo, alteraram o pH das soluções nutritivas mais rapidamente que aquelas julgadas ineficientes.

Devido a sua estreita base genética, as linhagens de arroz de sequeiro, comparadas às de arroz irrigado, apresentaram uma amplitude de variação menor no que se refere às características estudadas.

Na técnica desenvolvida para selecionar genótipos de arroz mais eficientes na absorção e utilização do fósforo, em solução nutritiva, com baixo nível de P (6,4 mg/vaso de 1,7 l), os materiais genéticos diferenciaram-se quanto ao peso da matéria seca da parte aérea e das raízes, à quantidade total de fósforo nas plantas e à relação de eficiência (matéria seca produzida por

unidade de P absorvido). Dentre estes parâmetros, utilizou-se para classificação dos genótipos o peso da matéria seca total, considerado o mais adequado para a diferenciação e seleção.

Os melhores genótipos selecionados, tanto de arroz de sequeiro como de irrigado, possuíam uma ascendência genética comum, sendo resultantes de cruzamentos envolvendo as cultivares IAC 1246 e IAC 120. De maneira geral, os genótipos de arroz de sequeiro revelaram maior eficiência na absorção do fósforo da solução nutritiva, enquanto os de arroz irrigado demonstraram maior eficiência na utilização do fósforo para o perfilhamento e produção de matéria seca.

Para o crescimento de plantas, em solução nutritiva, com 30 mg de K/l, a técnica empregada permitiu a diferenciação das linhagens de arroz de sequeiro quanto à eficiência na absorção e utilização do potássio. Dentre tais linhagens, foram observadas diferenças na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, sendo as plantas classificadas em grupos (eficientes, medianamente eficientes e ineficientes) de acordo com o peso total da matéria seca. Destaca-se que a forma de utilização de potássio pelas plantas foi o mecanismo responsável pelo crescimento diferencial entre as linhagens. Por outro lado, salienta-se que o processo de absorção de potássio pelas raízes não foi considerado fator limitante.

13. Deficiências nutricionais da cultura do arroz na região norte fluminense

O trabalho efetivamente executado, neste projeto, ficou restrito à avaliação das respostas das cultivares IR 841 e IR 8208 à adubação com nitrogênio e fósforo, cujos resultados compõem a Tabela 5. Foi verificado que não houve resposta significativa às adubações nitrogenadas e fosfatadas.

14. Avaliação das necessidades de nutrientes em culturas de arroz irrigado e sequeiro

Este projeto foi cancelado.

3. ANÁLISE CRÍTICA DA PESQUISA DESENVOLVIDA

Os principais objetivos da pesquisa com arroz, na área de fertilidade de solos e nutrição, são gerar tecnologias para corrigir a deficiência e/ou toxidez nutricional e manter todos os nutrientes essenciais nos níveis adequados, tendo como metas o aumento e a estabilidade da produtividade da cultura. Analisados os 14 projetos que foram aprovados pelo PNP-Arroz na década de 80, constata-se que a maioria deles teve como objeto de pesquisa somente o nitrogênio, fósforo e potássio. Por conseguinte, para que as metas estabelecidas sejam atingidas é imperativo que nos projetos de pesquisa estejam contemplados estudos relacionados não somente a esses três nutrientes, como também à calagem, aos micronutrientes e à rotação de culturas.

No que diz respeito à forma de execução das pesquisas, verificou-se que na maioria das vezes os experimentos não foram conduzidos de acordo com a metodologia preestabelecida. Cita-se, como exemplo, um certo projeto, em que se desenvolveu um estudo de calibração de fósforo para o qual não foi feita análise de solo. Ademais, em alguns projetos, foram propostos experimentos para avaliar os efeitos de fósforo em áreas cujo teor deste elemento apresentava-se alto. Além de dificultar o atingimento dos objetivos desses projetos, tais procedimentos aumentam a probabilidade de se obter resultados inexatos.

Deve ser enfatizado que, do total de projetos aprovados, poucos foram conduzidos sistematicamente, o que, provavelmente,

colaborou para que a análise e interpretação dos dados não tenham sido realizadas adequadamente na quase totalidade dos projetos.

É importante que se entenda que as críticas, formuladas neste item, procederam-se em termos genéricos para evidenciar quão diversas foram as causas que impossibilitaram o pleno cumprimento das metas estabelecidas, no início da década de 80, para o Programa Nacional de Pesquisa de Arroz. Especificamente sobre cada projeto analisado, foram tecidos breves comentários, que são apresentados na Tabela 6.

TABELA 1. Projetos de pesquisa integrantes do PNP-Arroz, no período 1980-1990, na área de fertilidade de solos e nutrição de plantas, da Região Sudeste e Estado do Paraná.

TÍTULO DO PROJETO	SISTEMA DE CULTIVO	EXPERIMENTOS PROPOSTOS		SITUAÇÃO ATUAL	UNIDADE DE PESQUISA
		CAMPO	C. VEG.		
1. Estudo da tolerância à toxidez por ferro	Irrigado	1	2	Concluído	EPAMIG/MG
2. Níveis de N e plantio de leguminosas em sucessão à cultura do arroz irrigado	Irrigado	2	0	Em andamento	EMCAPA/ES
3. Efeito do gesso em solo de várzea cultivado com arroz	Irrigado	1	0	Em andamento	EPAMIG/MG
4. Química de solos inundados em relação à nutrição do arroz	Irrigado	1	1	Relatório não enviado	IAPAR/PR
5. Avaliação do efeito de gesso no controle da toxidez por ferro em solos de várzeas inundados	Irrigado	0	2	Relatório não enviado	EPAMIG/MG
6. Manejo de água, calagem, aplicação de P, K e Zn em arroz irrigado, em solos com problemas de toxidez por ferro	Irrigado	0	1	Concluído	EPAMIG/MG
7. Problemas de solos de várzeas cultivados com arroz	Irrigado (*)	2	2	Concluído	EPAMIG/MG
8. Adubação orgânica na cultura do arroz	Sequeiro	2	0	Concluído	EPAMIG/MG
9. Toxidez de elementos minerais e substâncias do solo na cultura de arroz	Irrigado	0	3	Concluído	EPAMIG/MG
10. Calibração de análise de solo para P com a cultura do arroz irrigado.	Irrigado	2	0	Concluído	EMCAPA/ES
11. Eficiência da adubação nitrogenada no rendimento de três cultivares de arroz irrigado	Irrigado	3	0	Concluído	EMCAPA/ES
12. Eficiência da utilização de N, P, K em arroz	Irr./Seq.	0	7	Concluído	IAC/SP
13. Deficiências nutricionais da cultura do arroz na região norte fluminense	Irrigado	3	0	Concluído	PESAGRO/RJ
14. Avaliação das necessidades de nutrientes em culturas de arroz irrigado e sequeiro.	Irr./Seq.	2	0	Cancelado	IAC/SP
TOTAL		16	18	15	24

(*) Foram feitos levantamentos de análise de solo e do estado nutricional das culturas em nível de produtor.

TABELA 2. Produtividade e teor de ferro na parte aérea de oito cultivares de arroz irrigado.

CULTIVAR	PRODUTIVIDADE (t/ha)	TEOR DE FERRO NA PARTE AÉREA (ppm)
MG 380	9,36	153
MG 363	9,62	142
RJ 007	8,94	161
MG 1	9,09	152
CNA 4898	8,78	191
INCA	9,00	165
CN 4978	7,80	186
MG 2	8,23	161

TABELA 3. Efeito da aplicação de diferentes doses de gesso na produtividade das cultivares de arroz MG 2 e INCA, plantadas em solo aluvial.

DOSES DE GESSO (kg/ha)	PRODUTIVIDADE ⁽¹⁾ (kg/ha)
0	3256 a
300	3501 a
600	4202 b
1200	4917 c
2400	5209 c
DMS Tukey 5%	314

⁽¹⁾ Os valores referem-se à média obtida das duas cultivares.

TABELA 4. Respostas de quatro cultivares de arroz à aplicação de diferentes doses de fósforo em solos do Estado do Espírito Santo.

CULTIVAR	TIPO DE SOLO	LOCAL	P ₂ O ₅ (kg/ha)	PRODUTIVIDADE (kg/ha)
CICA 4	Orgânico	Serra	0	3570
			100	3882
			200	3559
			300	3604
			400	3257
IR 661	Aluvial Distrófico	Guarapari	0	2431
			25	3315
			50	2934
			75	3343
			100	3472
IR 661	Aluvial Eutrófico	Linhares	0	1811
			30	2047
			60	2165
			120	2175
			240	2583
ICA 899	Aluvial Eutrófico	Linhares	0	4773
			30	4455
			60	4880
			120	4050
			240	3889

TABELA 5. Efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada nas produtividades das cultivares de arroz IR 841 e IR 8208, em Campos (RJ) e Itaperuna (RJ), respectivamente.

NITROGÊNIO (kg/ha)	PRODUTIVIDADE (kg/ha)		P ₂ O ₅ (kg/ha)	PRODUTIVIDADE (kg/ha)	
				IR 8208	
	IR 841 ⁽¹⁾	IR 8208 ⁽²⁾		C/Calcário	S/Calcário
0	1936 a	2911 a	0	3849 a	3391 a
40	1850 a	3482 a	40	3788 a	4236 a
80	2102 a	3234 a	80	4027 a	4671 a
120	2186 a	2848 a	120	4470 a	4486 a
160	2302 a	3557 a	160	3888 a	4079 a
200	2020 a	3069 a			

(1) Em Campos, RJ.

(2) Em Itaperuna, RJ.

TABELA 6. Comentários sucintos referentes a cada projeto analisado, da área de fertilidade de solos e nutrição de plantas, integrantes do PNP-Arroz, na década de 80.

TÍTULO DO PROJETO	COMENTÁRIO
1. Estudo da tolerância à toxidez por ferro.	Os ensaios programados para serem realizados em casa-de-vegetação não foram conduzidos.
2. Níveis de N e plantio de leguminosas em sucessão à cultura do arroz.	Pelo relatório de andamento, ainda não se dispõe de qualquer resultado.
3. Efeito do gesso em solo de várzea cultivado com arroz.	Na identificação do problema, na revisão de literatura e nas hipóteses formuladas, o enxofre é enfocado como o objeto de estudo deste projeto, no entanto, o título e os objetivos do mesmo referem-se ao uso do gesso.
4. Química de solos inundados em relação à nutrição de arroz.	O trabalho proposto é interessante, mas foi desenvolvido somente por um ano.
5. Avaliação do efeito do gesso no controle da toxidez por ferro em solos de várzeas inundados.	Foi aprovado em 1987, mas não se sabe sequer se tal projeto foi implantado, mesmo porque nenhum relatório foi recebido pela Coordenadoria do PNP-Arroz, até então.
6. Manejo de água, calagem, aplicação de P, K e Zn em arroz irrigado, em solos com problemas de toxidez por ferro.	Os resultados obtidos não poderão ser utilizados nem pelos produtores nem pela pesquisa.
7. Problemas de solos de várzeas cultivados com arroz.	Pelo fato dos dados deste projeto não terem sido analisados estatisticamente, a interpretação dos resultados ficou comprometida.
8. Adubação orgânica na cultura do arroz.	Executado inadequadamente, não gerou qualquer resultado que pudesse ser usado pelos produtores ou pela pesquisa. Sugere-se que projeto dessa natureza não sejam aprovados pelo PNP-Arroz.
9. Toxidez de elementos minerais e substâncias do solo na cultura de arroz.	Os experimentos foram bem conduzidos e o relatório final foi elaborado de maneira satisfatória.
10. Calibração de análise de solo para P com a cultura do arroz irrigado.	Não foi feita a análise de solo para cada parcela ou tratamento, procedimento de fundamental importância para estudos que visam a calibração de solos. Com isso, devido ao alto teor de fósforo evidenciado nos locais selecionados, os objetivos propostos não foram alcançados. A metodologia aplicada foi inadequada.
11. Eficiência da adubação nitrogenada no rendimento de três cultivares de arroz irrigado.	As produtividades de arroz obtidas, de 3,6 a 4,9 t/ha, são muito baixas para as doses de nitrogênio recomendadas, de 107 e 160 kg/ha.
12. Eficiência da utilização de N, P e K em arroz.	Muitos dados foram gerados; a maioria, contudo, sem objetividade.
13. Deficiências nutricionais da cultura do arroz na região norte fluminense.	Apesar de a calibração de análise de solo para fósforo ter sido proposta neste projeto, nada foi feito nesse sentido.
14. Avaliação das necessidades de nutrientes em culturas de arroz irrigado e sequeiro.	Foi cancelado.