

JOSÉ IRISMAR VASCONCELOS CAVALCANTE

INFLUÊNCIA DO NITROGÊNIO, FÓSFORO, POTÁSSIO E ZINCO
NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE ARROZ

(*Oryza sativa* L.)

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como par
te das Exigências do Curso de Mes
trado em Fitotecnia, para obtenção
do Grau de "Magister Scientiae".

Lavr
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 7 8

JOSE RAIS VA MASCONELOS CAVALCANTI

INFLUENCIA DO NITROGENIO, FOSFORO, POTASSIO E ZINCO
NA GERMINACAO E VIDA DE SEMENTES DE ARROZ

[Illegible text]

Trabalho apresentado à Escola Superior de
Agronomia de Lavras, em 1954, como parte
do curso de Licenciatura em Agronomia, tendo
como orientador o Sr. Dr. [Illegible].



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

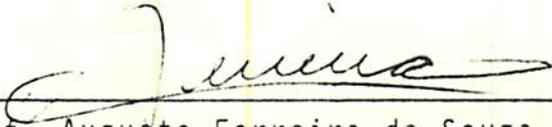


INFLUÊNCIA DO NITROGÊNIO, FÓSFORO, POTÁSSIO E ZINCO
NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE ARROZ
(*Oryza sativa* L.)

APROVADA:



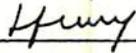
Prof. José Ferreira da Silveira
Orientador



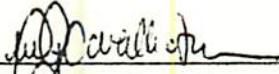
Prof. Augusto Ferreira de Souza



Prof. Joel Fallieri



Prof. Luiz Henrique de Aquino



Prof. Maria das Graças G. C. Vieira

A minha esposa FÁTIMA, ao meu
filho BRENO e a um filho que
está para nascer.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, através de seus Departamentos, especialmente ao setor de sementes do Departamento de Agricultura e do Centro de Estudos e Tecnologia de Sementes.

Ao Ministério da Agricultura, Divisão de Sementes e Mudanças - DISEM, pela excelente oportunidade.

Ao Professor José Ferreira da Silveira, pela dedicada orientação e apoio em todas as fases do trabalho.

Aos Engenheiros Agrônomos Raimundo Ivan Pontes de Souza, Delegado Federal de Agricultura no Piauí e Carlos Alberto de Araújo, Chefe do Serviço de Apoio às Políticas de Produção - SEAPRO, pela indicação e apoio para realização do Curso de Pós-graduação.

Aos Professores Augusto Ferreira de Souza e Maria das Graças G. Carvalho Vieira pela orientação segura e colaboração.

Aos Professores Luiz Henrique de Aquino, Paulo César Lima,

Gilnei de Souza Duarte e Magno Antônio Patto Ramalho pela valiosa ajuda na análise estatística dos dados.

Aos colegas pelo saudável convívio e a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram na realização do curso de mestrado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

JOSE IRISMAR VASCONCELOS CAVALCANTE, filho de Francisco A nastácio Cavalcante e Maria Cotinha Vasconcelos Cavalcante, nasceu na cidade de Sobral, Estado do Ceará, aos 26 de outubro de 1945.

Em julho de 1966 foi admitido na Escola de Agronomia da U niversidade Federal do Ceará, graduando-se Engenheiro Agrônomo em julho de 1970.

No ano de 1971 foi contratado pela Associação Nordestina de Crédito e Assistência Rural do Estado do Piauí (ANCAR-PIAUI), onde exerceu as seguintes funções: Extensionista Local, Supervi sor Regional e Supervisor de Programa.

Em 1976 foi contratado pelo Ministério da Agricultura, Diretoria Estadual do Piauí, tendo exercido as funções de Gerente do Plano Nacional de Sementes e Mudas (PLANASEM) e Chefe Subs tituto do Grupo Executivo de Produção Vegetal.

Foi designado para fazer o curso de mestrado em Fitotec -

nia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais,
em Fevereiro de 1977.

CONTEÚDO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Influência de nutrientes minerais sobre a germinação e vigor de sementes	4
2.2. Germinação e vigor de sementes	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Experimento de campo	17
3.1.1. Localização e condições	17
3.1.2. Cultivar	18
3.1.3. Tratamentos	19
3.1.4. Delineamento experimental	20
3.1.5. Semeadura e adubação	21
3.1.6. Colheita e armazenamento	21
3.2. Experimento de laboratório	21
3.2.1. Delineamento experimental	21

	Página
3.2.2. Teste de germinação	22
3.2.3. Teste de vigor	22
3.3. Análise estatística dos dados	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. Germinação	25
4.2. Vigor	28
4.2.1. Época 1	29
4.2.2. Época 2	30
4.2.3. Época 3	32
4.2.4. Época 4	34
4.2.5. Discussão geral	35
5. CONCLUSÕES	37
6. SUGESTÕES	39
7. RESUMO	40
8. SUMMARY	42
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
10. APÊNDICE	50

1. INTRODUÇÃO

O arroz assume uma posição das mais expressivas dentre as espécies cultivadas. É considerado o cereal mais importante do mundo, em razão do fato de que mais de 60% da população mundial depende dele como principal alimento para o seu sustento. (34).

O contínuo crescimento demográfico tem demonstrado a necessidade de se melhorar a tecnologia aplicada aos diversos ramos de produção de alimentos. O aumento de produção pode ser conseguido, em termos modernos, com o aumento da produtividade, obtido principalmente através do melhoramento de variedades, técnicas de cultivo adequadas e pela utilização de insumos modernos, entre esses, nutrientes minerais e sementes de boa qualidade. (39).

Segundo MALAVOLTA et alii (24), o uso racional de fertilizantes ainda é considerado como o mais importante fator de maximização da produção e oferece um rápido e efetivo meio de suplementação de nutrientes da planta, quando em deficiência.

O arroz é relativamente exigente em elementos minerais

sendo que o nitrogênio, o fósforo, o potássio e o magnésio, são os principais, observados por VIANA E SILVA (44), entre os catorze elementos que normalmente se encontram na composição das plantas.

MALAVOLTA et alii (24), consideram o zinco como principal micronutriente para o arroz no Brasil.

As sementes de boa qualidade dentre os insumos modernos se caracterizam, conforme TOLEDO & MARCOS FILHO (43), como de utilização simples, econômica e, certamente, dos mais eficientes.

GREG et alii (18), atribuem que um dos fatores que diferenciam a agricultura empírica e de subsistência da agricultura de tecnologia avançada é a distinção feita entre o grão utilizado para plantio e a semente de qualidade garantida. A produtividade é resultante direta da melhor qualidade fisiológica das sementes e sem a boa semente não é possível agricultura abundante e rentável.

A participação dos elementos minerais na composição das sementes de arroz, segundo diversos autores, (VAN ROSSEN, 1917; NOVELLI, 1928; GARBANA, 1954; GARGANTINE & BLANCO, 1965), citados por MALAVOLTA et alii (26), é em torno de 50 a 75% de nitrogênio e fósforo absorvido pela planta total, 20% de potássio, 15% de cálcio e 5% de magnésio. Esses dados revelam a importância do fornecimento de nutrientes para o arroz, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio uma vez que são exigidos em grandes proporções para a garantia da produção das sementes.

O máximo de qualidade das sementes é atingido na maturação fisiológica. Nesse ponto, conforme DELOUCHE (11), as sementes apresentam o máximo de vigor.

Desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de verificar, através de testes de germinação e vigor, a influência do Nitrogênio, Fósforo, Potássio e Zinco na qualidade de sementes de arroz.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil, ensaios realizados com uso de fertilizantes em campos de produção de sementes, é praticamente inexistente TOLEDO (42). No entanto, alguns esforços têm sido empreendidos nesse sentido.

2.1. Influência de nutrientes minerais sobre a germinação e vigor de sementes

~~D~~ * ENYI (14), aplicando NPK em arroz conclui que o efeito do superfosfato e sulfato de amônia é favorável ao início de germinação; esse efeito é aumentado pela aplicação de nitrogênio. O sulfato de amônia e superfosfato, sozinhos, reduzem significativamente a população de plantas no campo, enquanto que o potássio não tem efeito significativo.

* STEVENS & GOSS (36), desenvolvendo estudos sobre a aplicação de fertilizantes em sementes de aveia, cevada, trigo e arroz, concluíram, em condições de campo, que os fertilizantes melhoraram o rendimento total e a viabilidade das sementes.

X THOMPSON (40), concluiu, através de estudos sobre a aplicação de NPK na cultura de alface, que as sementes provenientes de plantas adubadas apresentaram germinação significativamente superior às das testemunhas.

CHENG (8) estudando os efeitos de micronutrientes nas sementes de trigo, verificou, em condições de laboratório, que a aplicação de sulfato de zinco proporcionou um expressivo aumento na percentagem de germinação e no crescimento inicial das plantas. Destaca que entre o zinco, cobre, manganês, boro, molibdênio, níquel, cobalto e chumbo, o zinco foi o mais efetivo sobre o crescimento, provocando um aumento de 34,5%, em relação ao tratamento controle.

GOPALAKRISHANAN & VEERANNAH (17) desenvolvendo estudos bioquímicos sobre germinação de sementes de amendoim, com aplicação dos micronutrientes boro, cobre, manganês, zinco e molibdênio, constataram a eficácia dos mesmos, através de testes de laboratório, indicadas pelas alterações bioquímicas na germinação. O manganês, cobre e molibdênio foram efetivos na atividade de enzimas na germinação das sementes. O zinco e molibdênio aceleraram o crescimento da radícula.

ALTEN & SCHULTE (3), procederam adubação de NPK nas culturas de trigo, centeio e milho, conduzindo posteriormente teste de vigor em laboratório, com as sementes provenientes dos ensaios. Concluíram que a presença de fósforo, embora não tenha influenciado no vigor das sementes de trigo e de centeio, apresentou efeitos positivos sobre o vigor das sementes de milho; veri-

ficaram, no entanto, que a análise química das sementes não mostrou relação entre os teores de N, P e K e o vigor. Os mesmos autores enfatizam ainda que o efeito dos fertilizantes pode acarretar diferenças fisiológicas em sementes de plantas geneticamente semelhantes e que o aumento do vigor, quando causado pela adubação, pode ser devido a ação dos nutrientes sobre os enzimas das sementes.

Estudos objetivando verificar a influência de fertilizantes do solo sobre a qualidade de sementes de trigo foram desenvolvidos por FOX & ALBRECHT (16). Mostram que quando o solo se apresenta deficiente em fósforo, a aplicação de doses moderadas desse elemento favorece uma melhor emergência das plântulas, enquanto que as doses altas são prejudiciais. Por outro lado, os resultados revelaram que sementes provenientes de plantas que receberam micronutrientes adicionados a altas doses de macronutrientes, originaram plantas com baixo vigor.

BAGOURY & NIYAZI (5), procurando caracterizar o efeito de fertilizantes na germinação de sementes de trevo, concluíram que, usando diferentes níveis de fertilizantes nitrogenados e potássicos, a porcentagem de germinação e de dormência das sementes foi afetada significativamente, durante o desenvolvimento e armazenamento. A mais alta porcentagem de germinação foi obtida sem a aplicação de fertilizantes e o número de sementes dormentes foi maior com aplicação de altas doses de fertilizantes. O autor atribui o fato dos fertilizantes provocarem um aumento da dormência das sementes, com conseqüente redução na porcentagem de ger-

minação.

X AUSTIN, citado por TURKIEWICZ (41), relata que diversos autores observaram a importância de reservas de fósforo nas sementes, para a obtenção de plantas vigorosas. Cita entretanto, que há poucos estudos sobre condições ambientais que afetam a viabilidade das sementes; porém a composição química das sementes, que pode afetar a viabilidade, é influenciada pela composição mineral das plantas progenitoras.

X RUSSEL & RUSSEL (30) relatando o efeito de nutrientes no solo para o desenvolvimento das plantas, destacam que os cereais com excesso de fósforo têm o processo de maturação acelerado, enquanto que em deficiência deste nutriente, há um retardamento em cada uma das fases do ciclo vegetativo, ressaltando a importância do fósforo em grande número de reações enzimáticas nas plantas.

SZUKALSKI (37) estudando o efeito do magnésio sobre a qualidade de sementes de milho, linho, cevada e feijão, concluiu, em condições de laboratório, que com a aplicação desse elemento surge um aumento do teor de fósforo nas sementes, favorecendo a germinação e o desenvolvimento das plântulas, particularmente as de milho.

ALBRECHT (2), trabalhando com tomate em casa de vegetação, concluiu que o cálcio, como nutriente do solo, proporcionou aumento na germinação de sementes, o que sugere uma possível significância do cálcio no solo para melhorar a germinação destas se-

mentes.

X AIRY et alii (1), através de pesquisas sobre produção de sementes de milho e sorgo, concluíram que a aplicação de fertilizantes se faz necessária a fim de que se obtenha uniformidade no campo, sementes de alta qualidade, maturação precoce e maiores produções.

Em revisão bibliográfica sobre a influência de nutrientes na qualidade de sementes, HARRINGTON (19) destaca diversos trabalhos: IWATA & EGUCHI, observaram, em condições de campo, que baixos níveis de fósforo na cultura de couve chinesa, provocaram redução na produção, no tamanho das sementes e no vigor das plantas, embora que a germinação não fosse afetada; BRANCROFT, concluiu que a germinação de sementes de trevo vermelho, a nível de laboratório, não foi afetada por diferenças nutricionais; SCHUDEL, desenvolvendo trabalhos com aplicação de N, P, K, Ca e S na cultura de cebola, concluiu que a germinação das sementes, em campo, não foi afetada pela aplicação dos fertilizantes; PENDENTLON, ainda citado por HARRINGTON (19), constatou que a aplicação de N e P na produção de sementes de beterraba tem efeitos benéficos sobre a germinação das sementes, em condições de laboratório.

BOZHKOVA (6), aplicando NPK e usando irrigação nas sementes de algodão, concluiu, em condições de campo, que as referidas práticas, não afetam a germinação.

COSTA (10), verificando fatores que afetam as qualidades das fibras e das sementes do algodão, concluiu, em laboratório,

que a germinação, o vigor e o peso de 100 sementes não foram influenciados por diferentes níveis de adubação NPK.

? * HOLZMANN, citado por TURKIEWICZ (41), desenvolveu experimento de campo estudando o efeito de diferentes doses de NPK sobre a qualidade de sementes de trigo. Através de testes de germinação em laboratório, concluiu que o desenvolvimento das plântulas foi linear e diretamente relacionado com o peso das sementes. Procedendo a média de todos os pesos, constatou que o desenvolvimento das plântulas, no laboratório, não foi afetado pelas doses de nutrientes usadas.

* TURKIEWICZ (41) conduzindo trabalho sobre calagem e adubação fosfatada em soja, concluiu que ambas as práticas afetaram a qualidade das sementes. Tanto a ausência de calcário como a presença em doses elevadas de fósforo, revelaram-se prejudiciais a germinação e vigor.

WALKER & CARTER, citados por TURKIEWICZ (41), estudaram a influência da adubação fosfatada e da temperatura de armazenamento sobre a qualidade de sementes de amendoim. Verificaram que as diferentes doses de fósforo não afetaram a percentagem de germinação, embora afetassem o teor de nitrogênio e a percentagem de óleo nas sementes.

HARRIS & BROLMANN (20) concluíram, através de estudos desenvolvidos em ensaios em vasos, que sementes de amendoim produzidas sob deficiência de cálcio, revelaram baixo nível de germinação.

X SCOTT & LONGDEN (32), observando a influência da fertilidade de solos sobre a qualidade de sementes de beterraba, concluiram, trabalhando com dois tipos de solos, que o fósforo e o potássio promoveram aumentos da produção e não influenciaram na germinação das sementes.

AUSTIN & LONGDEN (4), desenvolvendo estudos para verificar os efeitos de adubação mineral na qualidade de sementes de cenoura, concluíram que a aplicação de adubos fosfatados não influenciaram na germinação das sementes produzidas e na emergência de novas plântulas no campo.

* DELOUCHE (12), caracterizando o efeito da fertilidade do solo na qualidade das sementes, ressalta que, respeitando certos limites, as plantas têm a capacidade de compensarem no seu ritmo reprodutivo, as diversas deficiências do meio ambiente; a menor produção se constitui como o efeito mais pronunciado da baixa fertilidade. Enfatiza ainda, que as plantas têm capacidade de compensarem as deficiências ambientais, reduzindo a quantidade e não a qualidade das sementes.* Mesmo assim, DELOUCHE (12), refere-se a existência de trabalhos desenvolvidos que indicaram efeitos negativos de deficiências nutricionais sobre a germinação e potencial de armazenamento de diversas culturas.

∓ Pela revisão realizada, constata-se a escassez de trabalhos sobre o efeito de nutrientes minerais na germinação e vigor de sementes de arroz.

2.2. Germinação e vigor de sementes

X De acordo com POPINIGIS (27), a germinação é o reinício do crescimento do embrião, que havia sido paralizado nos estágios finais de maturação. Percentagem de germinação, segundo TOLEDO & MARCOS FILHO (39) refere-se a capacidade da semente dar origem a uma planta normal sob condições favoráveis.

X BRANDÃO (8), ao se referir a germinação, cita que as sementes de arroz apresentam um período de dormência após a maturação, cuja duração depende da variedade. Segundo o autor, as sementes recém-colhidas têm baixa percentagem de germinação, a qual aumenta rapidamente, após algum tempo da colheita, atingindo cerca de 100%, e assim permanecendo por certo período. CHANDRARATNA et alii, citados por BRANDÃO (8), verificaram que as sementes de arroz apresentam um período de dormência - menos de 80% de germinação - variando de 1 a 6 semanas após a colheita.

X POPINIGIS (28), considera que o poder germinativo das sementes, avaliado pelo teste padrão de germinação, fornece informações úteis para fins de comercialização e densidade de semeadura, porém não prediz o comportamento de um lote de sementes em condições de campo. Os testes de vigor avaliam as transformações degenerativas mais sutis não determinadas pelo teste de germinação, propiciando melhor comparação entre o potencial desempenho de diferentes lotes. O autor ressalta que o conceito de vigor foi estabelecido para definir aqueles atributos de qualidade fisiológica das sementes, não revelados pelo teste de germinação,

X ISELY (22), define vigor como a soma total de todos os atributos das sementes que favorecem o estabelecimento das plantas no campo sob condições desfavoráveis. Classifica os testes de vigor em duas categorias: testes diretos, que simulam as condições de campo e testes indiretos, que medem certos atributos fisiológicos das sementes.

WOODSTOCK (43), caracteriza vigor como uma condição natural que após a sementeira permite que a germinação ocorra rápida e completamente, sob uma ampla gama de condições.

X TOLEDO E MARCOS FILHO (39), definem vigor como característica fisiológica determinada pelo genótipo e modificada pelo ambiente, que governa a capacidade de uma semente de produzir rapidamente uma planta no solo, e o limite ao qual a semente tolera uma série de fatores ambientais. A influência do vigor, conforme os autores, pode persistir através da vida da planta e afetar a produtividade.

DELOUCHE & CALDWELL (13), consideram vigor como uma resistência fisiológica das sementes, não sendo estático, aumentando durante o crescimento e desenvolvimento da semente no campo e que gradualmente declina durante a colheita, processamento e armazenamento. Os mesmos autores ressaltam ainda que o vigor e deterioração são conceitos intimamente ligados, pois o ponto de máximo vigor das sementes, é aquele de mínima deterioração. Deterioração de sementes, na concepção dos autores, inclui toda e qualquer mudança degenerativa e irreversível na qualidade, após a semente ter atingido o seu nível máximo de qualidade.

PEREIRA & ANDREWS (25), referindo-se a qualidade de sementes, concluem que a viabilidade e o vigor atingem o grau máximo na maturação, declinando progressivamente depois. O vigor em declínio é citado como deterioração. O grau de deterioração depende de condições climáticas ainda no campo, da colheita, dos mêtodos empregados no beneficiamento e das condições de armazenamento.

? X SCOTTI (33), assume que o vigor constitui-se num dos atributos mais importantes na determinação da qualidade da semente, uma vez que indica a capacidade da mesma em suportar o armazenamento e produzir plântulas normais, sob condições desfavoráveis de campo. Destaca, o mesmo autor, que os fatores que influem na germinação e vigor das sementes são os principais responsáveis pelo maior ou menor sucesso de uma semente.

HEYDECKER (21), considera vigor como a condição de uma semente que está no auge do seu potencial, quando todos os fatores que possam prejudicar sua qualidade estão ausentes, e aqueles que constituem uma boa semente estão presentes nas proporções certas, prometendo um desempenho satisfatório, na máxima variação de condições ambientais. O autor destaca que a condição de vigor de um lote de sementes pode resultar de: (1) características genéticas de alto ou baixo vigor das sementes; (2) condições ambientais nas quais as sementes são produzidas; (3) interações entre o período compreendido entre a maturação fisiológica e a data de colheita e as condições ambientais a que a semente está sujeita; (4) condições ambientais durante a colheita; (5) danifi

cações mecânicas na colheita, secagem, beneficiamento, manejo e semeadura da semente; (6) maturidade e uniformidade de maturação das sementes na época de colheita; (7) condições ambientais e período de armazenamento, e (8) infestações por microorganismos.

HARRINGTON (19), considera que o alto teor de umidade da semente é o mais importante fator causador da perda de vigor e germinação.

HEYDECKER (21), enumera as seguintes manifestações de baixo vigor das sementes: (1) rápida deterioração durante o armazenamento; (2) limitadas condições ambientais para germinar; (3) lenta germinação sob condições favoráveis; (4) alta sensibilidade ao ataque de microorganismos relativamente benignos; (5) crescimento lento ou anormal das plantas e (6) redução na produtividade.

X TOLEDO (38), referindo-se ao vigor das plantas ascendentes, como condição que afeta a vitalidade das sementes, observa que plantas pouco vigorosas geralmente produzem sementes deficientes de reservas e com embrião mal desenvolvido. Quanto ao uso de fertilizantes em campo de produção de sementes, denota que é praticamente inexistente o número de ensaios relacionados com o assunto.

GRABE, citado por SCOTTI (33), faz uma diferenciação entre vigor e deterioração, reservando o primeiro termo para os atributos positivos de qualidade das sementes, e por isso, diferente da deterioração, que envolve aspectos negativos da qualida

de das sementes.

GILL & VAUGHAN, citados por KRZYZANOWSKY (23), definem o processo de deterioração como a soma de todas as alterações físicas, fisiológicas, químicas e bioquímicas que ocorrem nas sementes, conduzindo-as a perda total da viabilidade.

X SCHOOREL (31), atribui importância ao teste de vigor se a avaliação obtida por este teste corresponder mais verdadeiramente ao comportamento da semente no campo, do que os resultados normais do teste padrão de germinação.

SCOTTI (33), considera dentre os métodos utilizados para se determinar o vigor das sementes, um dos mais modernos e de bastante aceitação, pelos resultados obtidos com algumas espécies, é o denominado envelhecimento rápido, envelhecimento precoce, envelhecimento acelerado ou simplesmente envelhecimento.

DELOUCHE (11), através de estudos objetivando estabelecer um sistema de avaliação da qualidade de sementes de soja, conclui que três tipos de testes de vigor são promissores: envelhecimento rápido, teste de frio e teste de tetrazólio. Enfatiza que os resultados de envelhecimento precoce a 40°C e 100% de umidade relativa, por 48 a 72 horas, seguido do teste de germinação, se correlacionou com os de emergência no campo.

WETZEL (42), procedendo uma ampla revisão bibliográfica sobre a relação entre os resultados do teste de germinação e a emergência, deterioração, conceitos de vigor e métodos de determinação conclui, trabalhando com sementes de arroz, trigo e soja,

que houve uma relação entre a resposta das sementes menos vigorosas ao teste de envelhecimento rápido e o resultado do teste padrão de germinação. As conclusões foram de acordo com a revisão.

FAGUNDES (15), enfatizando a importância do teste de envelhecimento rápido, salienta que este teste tem características de rapidez para determinar o vigor de lotes de sementes. O uso do teste, ressalta o autor, evidencia a qualidade das sementes, nem sempre obtida pelo teste de germinação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Escola Superior de Agricultura de Lavras, através de dois ensaios experimentais. Inicialmente um experimento de campo foi conduzido, objetivando exclusivamente a obtenção das sementes. Após conseguida a produ-
ção conduziu-se um segundo ensaio de laboratório, visando analisar o efeito dos tratamentos na germinação e vigor das sementes, objetivo básico do trabalho.

3.1. Experimento de campo

3.1.1. Localização e condições

O experimento foi instalado em solo argiloso no Campus da Escola Superior de Agricultura de Lavras, cuja análise química e física, realizada pelo Departamento de Ciências do Solo da mesma Escola, revelou as características contidas no Quadro 1.

Foi feita uma calagem com calcário calcítico micropulverizado, 1 ton/ha, conforme resultados da análise.

QUADRO 1 - Análise química e física do solo utilizado.

CARACTERIZAÇÃO	Teor	Conceito
Alumínio trocável mE/100 g	0,3	Baixo
Fósforo assimilável ppm	6,0	Baixo
Ca + Mg mE/100 cm ³	1,6	Baixo
Potássio trocável ppm	59,0	Baixo
pH em água (1:2,5)	5,2	Médio
Areia %	34,4	-
Argila %	63,6	-
Limo %	2,0	-
Classe	-	Argiloso

A altitude do campus da Escola Superior de Agricultura de Lavras é 918 m, e os dados climáticos locais, médias de 18 anos, (1960 a 1977) são: temperatura média anual 20°C, precipitação pluvial anual variando de 1.300 a 1.500 mm, concentrada no período de outubro a março. A umidade relativa do ar é em média 75%.

3.1.2. Cultivar

A cultivar utilizada foi a IAC-47 e as sementes foram provenientes de campos de produção de sementes da Escola Superior de Agricultura de Lavras, safra 76/77.

Essa cultivar, de cultivo em sistema de sequeiro, é originada do cruzamento entre as variedades IAC-1246 e IAC-1391. Algumas características agrônômicas são citadas no Quadro 2.

QUADRO 2 - Características agronômicas da variedade IAC-47.

Ciclo	130 - 135 dias
Altura das plantas	115 - 120 cm
Perfilhamento	Bom
Peso de 1.000 sementes	33 g
Resistência a seca	Boa
Resistência a brusone	Suceptível
Resistência ao acamamento	Moderada
Resistência a helmintosporiose	Resistente

FONTE: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, Projeto arroz, Relatório anual 75/76.

3.1.3. Tratamentos

Foram usados 16 tratamentos oriundos da combinação de Nitrogênio, Fósforo, Potássio e Zinco, conforme mostra o Quadro 3. Como fonte de Nitrogênio utilizou-se o sulfato de amônia, enquanto que superfosfato simples, cloreto de potássio e sulfato de zinco constituíram as fontes, respectivamente de Fósforo, Potássio e Zinco.

As doses utilizadas foram 0 e 20 kg/ha de Nitrogênio; 0 e 60 kg/ha de P_2O_5 ; 0 e 30 kg/ha de K_2O e 0 e 10 kg/ha de zinco.

QUADRO 3 - Caracterização dos tratamentos utilizados.

TRATAMENTO	Níveis do nutriente - kg/ha			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn
1	20	0	0	0
2	20	60	0	0
3	20	0	30	0
4	20	0	0	10
5	20	60	30	0
6	20	60	0	10
7	20	0	30	10
8	20	60	30	10
9	0	60	0	0
10	0	60	30	0
11	0	60	0	10
12	0	60	30	10
13	0	0	30	0
14	0	0	30	10
15	0	0	0	10
16	0	0	0	0

3.1.4. Delineamento experimental

Foi utilizado um esquema fatorial 2⁴, distribuído num delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de três fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m. A área útil de cada parcela foi de 2 m², formada da fileira central, após a eliminação de 0,50 m em cada extremidade.

3.1.5. Semeadura e adubação

As sementes foram semeadas manualmente, numa proporção média de 80 sementes por metro linear.

Os adubos foram aplicados nos sulcos, por ocasião da semeadura.

3.1.6. Colheita e armazenamento

A colheita foi processada manualmente, no dia 18 de abril de 1978, seguida da debulha também manual. Posteriormente as sementes foram submetidas a uma máquina de ar e peneiras, a fim de serem limpas e classificadas. Um processo de secagem natural a sombra foi conduzido até que as sementes atingissem um teor de umidade em equilíbrio com o ambiente, o que foi conseguido com um teor médio de 12,3%.

As sementes assim preparadas foram embaladas em sacos de papel e armazenadas em condições de ambiente, no Laboratório de Análises de Sementes da Escola Superior de Agricultura de Lavras (MG).

3.2. Experimento de laboratório

3.2.1. Delineamento experimental

As determinações de laboratório foram feitas por meio de

um delineamento inteiramente ao acaso. As repetições de cada tratamento do experimento de produção foram homogenizadas, resultando assim 16 amostras, correspondentes aos 16 tratamentos.

As análises de germinação e vigor foram realizadas em quatro épocas, após a colheita das sementes: Época 1 - 15 dias; Época 2 - 30 dias; Época 3 - 60 dias e Época 4 - 90 dias.

De cada tratamento, para cada análise, foram coletadas duas amostras de 100 sementes, as quais constituíram as repetições do delineamento.

3.2.2. Teste de germinação

Os testes de germinação foram realizados de acordo com as REGRAS PARA ANÁLISES DE SEMENTES (29), com duas modificações: uso de 200 sementes por amostra, em vez de 400 sementes e com apenas uma contagem aos 7 dias, em vez de duas contagens aos 7 e 14 dias. A semeadura foi feita em papel, marca Germitest, tipo CEL 065, em folhas de 40,0 x 28,0 cm, aproximadamente, nas quais foram semeadas grupos de 50 sementes. Foram colocadas duas folhas na base e uma na cobertura. O substrato sofreu uma lavagem prévia durante 30 horas em água corrente. O germinador utilizado foi do tipo Mangelsdorf, marca Biomatic, à temperatura de 30°C.

3.2.3. Teste de vigor

O vigor foi avaliado pelo teste de envelhecimento precoce.

Utilizou-se como câmara de envelhecimento um germinador do tipo Mangelsdorf, marca Biomatic, descrito por VIEIRA (45).

Na condução do teste o controle de temperatura foi feito através de um termostato de precisão e termômetro de mercúrio, os quais foram regulados de modo a se obter no interior da câmara temperatura de 42 a 45°C e umidade relativa próxima de 100% e permanência na câmara por 168 horas, WETZEL (42).

As sementes foram colocadas em saquinhos de filô (6 x 18 cm), numa quantidade mínima de 200 sementes para cada tratamento, totalizando 16 saquinhos que eram colocados em três cavaletes de metal, dotados de pequenos ganchos onde os saquinhos eram fixados pela boca. Quando a câmara atingia as condições desejadas de temperatura e umidade relativa, era aberta, colocando-se rapidamente, no seu interior, os cavaletes com as amostras de sementes. Antes da introdução dos cavaletes na câmara, estes eram cobertos com abas metálicas em forma de calhas, para evitar que a água condensada na parte superior e interna da câmara molhasse as sementes contidas nos saquinhos de filô.

Completado o período de envelhecimento rápido, as sementes eram retiradas da câmara e imediatamente postas a germinar, seguindo-se o mesmo método descrito para o teste de germinação, inclusive número de dias para contagem e maneira de avaliação das plântulas normais.

3.3. Análise estatística dos dados

Os dados dos testes de germinação e vigor nas quatro épocas foram previamente transformados em $\text{arc. sen. } \sqrt{\frac{V}{100}}$, conforme BLISS, citado por STEEL & TORRIE (35), e analisados segundo os métodos usuais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados dos testes de germinação e vigor, obtidos através das análises efetuadas durante a condução do trabalho, são a apresentados a seguir.

4.1. Germinação

O resultado da análise de variância (Quadro 4), mostrou e xistirem diferenças significativas, tanto para os tratamentos tes tados, como para as épocas de realização dos testes, não revelan do efeitos significativos na interação tratamentos x épocas.

Procedendo-se a decomposição dos graus de liberdade dos tratamentos, a análise de variância (Quadro 5), indicou valores de F significativos para os efeitos simples de fósforo e zinco e para a interação nitrogênio x potássio x zinco.

Pelos resultados da análise verifica-se que o fósforo pro porcionou redução na germinação das sementes, resultado que con firma citação de ENYI (14), que aplicando NPK em arroz conclui que o superfosfato reduz significativamente a população de plan-

tas no campo.

QUADRO 4 - Análise de variância do teste de germinação.

$$(x = \text{arc sen } \sqrt{V\%})$$

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.
Tratamentos (T)	15	32,4627**
Épocas (E)	3	5818,3739**
T x E	45	12,9087
Resíduo	64	12,6761
* Significativo ao nível de 1%.		C.V. = 3,49%

Com relação ao zinco, constata-se que a presença desse mi cronutriente proporciona uma melhor germinação. Semelhante fato foi observado por GOPALAKRISHANAN & VEERANNAH (17), que desenvolvendo estudos bioquímicos, com sementes de amendoim, verificaram, em laboratório, a eficácia de micronutrientes sobre a germinação das sementes, indicada pelas alterações bioquímicas da germinação, destacando o zinco como elemento acelerador do crescimento da radícula.

Observada a significância da interação nitrogênio x potássio x zinco, procedeu-se ao desdobramento. A análise de variância mostra que a significância revelada pela interação é provocada pelos efeitos do zinco, quando associado a um dos outros dois elementos da interação. Observa-se que o zinco tem efeito favorável sobre a germinação das sementes, quando na presença do ni-

trogênio e ausência do potássio, ou na presença do potássio e ausência do nitrogênio; na presença simultânea de nitrogênio e potássio o zinco não tem nenhuma influência significativa sobre a germinação.

QUADRO 5 - Análise de variância do teste de germinação.

$$(x = \text{arc sen } \sqrt{\%})$$

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.
N	1	46,2842
P	1	120,0281**
K	1	45,9241
Zn	1	63,0143*
NP	1	0,8597
NK	1	9,1967
NZn	1	0,0003
PK	1	10,7358
PZn	1	1,5687
KZn	1	1,1609
NPK	1	29,4433
NPZn	1	38,5113
NKZn	1	53,8593*
PKZn	1	15,7151
NPKZn	1	50,6393
Resíduo	64	12,6761

* Significativo ao nível de 5%

C.V. = 4,86%

** Significativo ao nível de 1%

Analisando-se os dados de germinação nas quatro épocas em que foram realizados os testes, observa-se que a época 1 foi a

que proporcionou menores índices de germinação, diferindo estatisticamente das épocas 2, 3 e 4, que se mostraram semelhantes. (Quadro 6).

QUADRO 6 - Classificação das médias dos testes de germinação dentro das épocas.

EPOCA	Média
15 dias após a colheita	53,1 b
30 dias após a colheita	80,0 a
60 dias após a colheita	79,1 a
90 dias após a colheita	81,4 a

As médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

O caso de ter ocorrido menor germinação nas épocas 2, 3 e 4 em relação a época 1, há uma explicação lógica: as sementes de arroz somente apresentam uma germinação satisfatória, aproximadamente trinta dias após a colheita, quando então é superada uma fase de dormência das sementes, própria dessa espécie, nesse período BRANDÃO (7).

4.2. Vigor

Para o vigor o efeito dos tratamentos foi analisado, iso-

ladamente, dentro de cada época, conforme segue.

4.2.1. Época 1

A análise de variância dos dados de vigor obtidos na época 1 (Quadro 7), revelou significância ao nível de 5% de probabilidade apenas para a interação nitrogênio x potássio x zinco. O desdobramento da interação permitiu isolar os efeitos do nitrogênio, do potássio e do zinco, obtendo-se como resultado o fato de que a significância da interação foi devida a presença do zinco, quando associado ao potássio. O zinco proporcionou efeito favorável sobre o vigor das sementes, quando na presença do potássio.

Conforme sucedeu-se no teste de germinação, o zinco revelou-se também no teste de vigor (Época 1), como um nutriente capaz de melhorar essa característica das sementes, resultado que confirma a sua importância para a cultura do arroz, destacada por MALAVOLTA et alii (24), quando afirma ser o zinco o principal micronutriente para a cultura no país, bem como GOPALAKRISHNAN & VEERANAH (17), ao concluírem que o zinco tem função importante de acelerar o crescimento da radícula.

Embora não apresentando resultados estatisticamente significativos, constata-se, pelas observações dos dados da interação nitrogênio x potássio x zinco, que o potássio somente melhora o vigor das sementes quando junto ao zinco, ou ao nitrogênio. Sozinho, ou na presença simultânea de nitrogênio e zinco, o potássio tem efeito prejudicial no vigor das sementes.

QUADRO 7 - Análise de variância dos dados do teste de vigor da época 1. ($x = \text{arc sen } \sqrt{V}$)

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.
N	1	64,16
P	1	4,54
K	1	7,77
Zn	1	25,55
NP	1	121,95
NK	1	5,94
NZn	1	106,91
PK	1	88,67
PZn	1	189,00
KZn	1	0,81
NPK	1	142,77
NPZn	1	47,99
NKZn	1	416,67*
PKZn	1	70,36
NPKZn	1	11,55
Resíduo	16	76,04

* Significativo ao nível de 5%

C.V. = 21,9%

4.2.2. Época 2

Para o resultado do teste de vigor conduzido na época 2, a análise de variância (Quadro 8), indica significância para os efeitos simples de potássio e de zinco, bem como para as interações de primeiro, segundo e terceiro grau.

No estudo dos desdobramentos das interações, obtem-se co-

mo resultado conclusivo, que a causa de efeitos significativos, nessa época, é a presença do zinco ou do potássio, ou ainda do zinco + potássio, nas diversas combinações que constituíram os tratamentos.

O potássio beneficia o vigor quando associado ao fósforo, ao nitrogênio ou ao zinco; sozinho, o potássio proporciona efeitos negativos para o vigor das sementes.

QUADRO 8 - Análise de variância dos dados do teste de vigor da época 2. ($x = \text{arc sen } \sqrt{V\%}$)

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.
N	1	1,02
P	1	6,91
K	1	41,02**
Zn	1	174,05**
NP	1	154,13**
NK	1	65,64**
NZn	1	32,74**
PK	1	249,93**
PZn	1	55,20**
KZn	1	37,20**
NPK	1	35,13**
NPZn	1	163,76**
NKZn	1	133,37**
PKZn	1	409,62**
NPKZn	1	0,16
Resíduo	16	3,69

** Significativo ao nível de 1%.

C.V. = 4,29%

O zinco, nessa fase de análise, mostrou-se significativamente favorável ao vigor das sementes, quer quando o elemento se encontrava sozinho, quer na presença de potássio, nitrogênio ou de fósforo.

O estudo da interação nitrogênio x fósforo, também se revelou significativa no vigor das sementes, na época 2. A análise revela ainda que o efeito de nitrogênio e fósforo, isoladamente, é prejudicial ao vigor das sementes. Esses resultados, apesar de provenientes de testes de laboratório, corroboram com obtidos por ENYI (14) que trabalhando com sementes de arroz no campo, observou que o superfosfato com o sulfato de amônia tem influência benéfica sobre a germinação, e que o sulfato de amônia e superfosfato sozinhos, reduzem significativamente a população de plantas.

4.2.3. Época 3

A análise de variância dos dados de vigor na época 3 (Quadro 9) indicou valores de F significativos para os efeitos simples de potássio e zinco e ainda para as interações nitrogênio x fósforo, nitrogênio x potássio, nitrogênio x fósforo x potássio, nitrogênio x potássio x zinco e fósforo x potássio x zinco.

O estudo das interações permite obter como resultado os fatos de que o potássio proporciona efeito favorável ao vigor das sementes, quando sozinho ou ainda junto ao nitrogênio, ao zinco ou ao fósforo. O zinco promove melhora significativa no vi-

gor, quando sozinho, ou junto ao nitrogênio e potássio.

Os dados da interação nitrogênio x fósforo, na época 3, mostram efeitos desses elementos semelhantes aos obtidos na época 2: o efeito de nitrogênio e fósforo, sozinhos, é prejudicial ao vigor das sementes, enquanto que a influência de um elemento na presença do outro, é favorável ao vigor.

QUADRO 9 - Análise de variância dos dados do teste de vigor da época 3. ($x = \text{arc sen } \sqrt{V\%}$)

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.
N	1	19,70
P	1	3,07
K	1	338,99**
Zn	1	604,39**
NP	1	193,80*
NK	1	183,89*
NZn	1	128,12
PK	1	130,69
PZn	1	17,89
KZn	1	16,75
NPK	1	317,08*
NPZn	1	43,83
NKZn	1	666,58**
PKZn	1	309,19**
NPKZn	1	455,64**
Resíduo	16	33,25

* Significativo ao nível de 5%

C.V. = 14,4%

** Significativo ao nível de 1%

4.2.4. Época 4

Na época 4, conforme análise de variância apresentada no Quadro 10, apenas foi revelada significância, ao nível de 5% de probabilidade, para o efeito simples do fósforo.

QUADRO 10 - Vigor: análise de variância dos dados do teste de vigor da época 4. ($x = \text{arc sen } \sqrt{V\%}$)

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.
N	1	1,02
P	1	63,73*
K	1	0,56
Zn	1	0,04
NP	1	1,11
NK	1	23,56
NZn	1	17,91
PK	1	0,36
PZn	1	0,06
KZn	1	10,93
NPK	1	0,87
NPZn	1	2,23
NKZn	1	5,80
PKZn	1	1,79
NPKZn	1	1,79
Resíduo	16	12,25

* Significativo ao nível de 5%

C.V. = 5,08%

Através de estudos dos dados, observa-se que o fósforo, sa época, revelou influência negativa sobre o vigor das semen

tes. Esse mesmo resultado foi observado por TURKIEWICZ (41), que conduzindo trabalho sobre calagem e adubação fosfatada em soja, verificou que tanto a ausência de calcário como a presença de fósforo, em doses elevadas, provocou prejuízos na germinação e vigor das sementes.

4.2.5. Discussão geral

Numa análise geral dos dados de vigor nas quatro épocas, verifica-se que dentre os tratamentos testados destacaram-se, como benéfico ao vigor das sementes: o zinco, como favorável ao vigor desde os primeiros períodos após a colheita das sementes; o potássio, quando junto ao zinco, ao nitrogênio, ao fósforo ou ainda sozinho aos sessenta dias após a colheita e o fósforo e nitrogênio, quando combinados entre si ou juntos ao zinco ou potássio, a partir de trinta dias após a colheita das sementes.

A observação dos dados permite admitir que a influência dos nutrientes utilizados, sobre o vigor, está relacionada com o fenômeno de dormência ou com a idade das sementes: o zinco tem efeitos favoráveis sobre o vigor, mesmo na época 1 (15 dias após a colheita), quando acredita-se que as sementes apresentavam dormência. O potássio, quando junto ao nitrogênio ou ao zinco, também exerceu influência benéfica sobre o vigor, desde a época 1. Nas épocas 1 e 2 (15 e 30 dias após a colheita), período em que a dormência ainda podia ser expressiva, o potássio, sozinho, revelou efeito negativo, melhorando essa qualidade das sementes, quando sozinho, apenas aos sessenta dias após a colheita. O fós

foro e nitrogênio associados, revelaram efeitos positivos sobre o vigor, a partir de 30 dias após a colheita. Nesse igual período verificou-se a influência negativa de fósforo e nitrogênio, sozinhos, sobre o vigor das sementes.

Analisando-se o efeito das 4 épocas sobre os dados de vigor (Quadro 11), observa-se que as sementes revelaram-se mais vigorosas na época 4 (90 dias após a colheita), seguida da época 2 (30 dias após a colheita), e menos vigorosas nas épocas 1 (15 dias após a colheita) e 3 (60 dias após a colheita), que não diferiram estatisticamente entre si.

QUADRO 11 - Classificação das médias dos testes de vigor dentro das épocas. ($x = \text{arc sen } \sqrt{\%}$)

EPOCA	% Germinação
15 dias após a colheita	39,87 c
30 dias após a colheita	44,08 b
60 dias após a colheita	40,02 c
90 dias após a colheita	71,09 a

* As médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizados os ensaios, os resultados sugerem as seguintes conclusões:

1. O zinco proporcionou aumento da germinação e vigor das sementes. Na germinação seu efeito foi favorável quando sozinho, ou adicionado ao potássio ou ao nitrogênio. No vigor, quando junto ao potássio, ao fósforo e ao nitrogênio teve efeito positivo, inclusive nos primeiros períodos após a colheita, quando as sementes estavam passíveis de dormência.

2. O potássio embora não revelando influência sobre a germinação das sementes, mostrou efeitos benéficos no vigor, sozinho, quando junto ao zinco, ao nitrogênio ou ao fósforo.

3. O nitrogênio e o fósforo, quando juntos, mostraram-se benéficos ao vigor das sementes. Isoladamente, tanto o nitrogênio como o fósforo revelaram-se prejudiciais ao vigor. O fósforo foi ainda prejudicial a germinação.

4. As sementes apresentaram melhor germinação e melhor vigor, na época 4, 90 dias após a colheita, embora não havendo

diferenças significativas para as épocas E_2 , E_3 e E_4 .

6. SUGESTÕES

1. Estudar o efeito da aplicação, no solo, de doses mais elevadas de nitrogênio, fósforo e potássio, sobre a germinação e vigor de sementes de arroz.

2. Além do nitrogênio, fósforo, potássio e zinco, estudar a influência do magnésio sobre a germinação e vigor de sementes de arroz.

3. Analisar o efeito no solo de nitrogênio, fósforo, potássio e zinco sobre a germinação e vigor de sementes de arroz, através de realização de testes de laboratório, por um período mais prolongado, após a colheita.

4. Além dos testes de laboratório (germinação e vigor) analisar a influência dos nutrientes minerais sobre a produção das sementes obtidas.

7. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo verificar a influência do nitrogênio, fósforo, potássio e zinco, sobre a germinação e vigor de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), variedade IAC-47.

As sementes foram produzidas em solo argiloso, no setor de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, utilizando-se um esquema fatorial 2^4 , distribuído num delineamento de blocos ao acaso, com 4 repetições. Os tratamentos constaram das combinações de presença e ausência de nitrogênio, fósforo, potássio e zinco, nos níveis de 0-20 kg/ha de N, 0-60 kg/ha de P_2O_5 , 0-30 kg/ha de K_2O e 0-10 kg/ha de Zn. Foi incorporado ao solo 1,0 t/ha de calcário micropulverizado de P.R.T. = 80%.

Após a colheita e beneficiamento as sementes foram armazenadas em condições de ambiente durante 90 dias. Nesse período foram realizados, testes de germinação e vigor (Envelhecimento rápido). As épocas dos testes foram assim definidas: Época 1 - 15 dias após a colheita; Época 2 - 30 dias após a colheita; Época 3 - 60 dias após a colheita e Época 4 - 90 dias após a colheita.

O zinco proporcionou aumento da germinação e vigor das sementes. O uso desse micronutriente favorece ao vigor, inclusive nos primeiros períodos após a colheita, quando as sementes estavam passíveis de dormência.

Na germinação o efeito do zinco foi favorável quando sozinho, ou adicionado junto ao potássio ou ao nitrogênio. No vigor, a influência do zinco foi positiva, quando sozinho ou junto ao potássio, ao fósforo, ao nitrogênio ou ao nitrogênio + potássio.

O potássio não revelou qualquer influência sobre a germinação. No vigor seu efeito, quando sozinho, foi benéfico apenas aos 60 dias após a colheita; até então seu efeito isolado foi prejudicial. Junto ao zinco, ao nitrogênio ou ao fósforo, o potássio proporcionou melhora no vigor das sementes.

O fósforo exerceu influência negativa sobre a germinação; para o vigor, o fósforo, sozinho, mostrou-se prejudicial, enquanto que junto ao zinco, ao nitrogênio ou ao potássio, promoveu aumento.

O nitrogênio melhorou o vigor das sementes, quando junto ao fósforo, ao potássio ou ao zinco; sozinho, o nitrogênio reduziu o vigor.

As sementes apresentaram melhor germinação e melhor vigor, 90 dias após a colheita.

8. SUMMARY

The objective of this paper was to check nitrogen, phosphorus, potassium and zinc influence on germination and vigor of rice seeds (*Oryza sativa* L.), variety IAC-47.

The seeds were produced in clay soil, in the Agriculture Section of Escola Superior de Agricultura de Lavras. The design was a 2⁴ factorial in randomized complete blocks, with four replications. The treatments consisted of nitrogen, phosphorus, potassium and zinc presence and absence combinations, on levels of 0-20 kg/ha of N, 0-60 kg/ha of P₂O₅, 0-30 kg/ha of K₂O and 0-10 kg/ha of Zn. 1,0 ton/ha of lime micropulverized of P.R.N.T.=80% was added to the soil.

After the harvest and cleaning the seeds were stocked in room conditions for 90 days. In this time germination and vigor testes, in five periods were made. The periods were defined as the following: 15, 30, 60 and 90 days after the harvest.

An improvement of seeds germination and vigor obtained from zinc. The use of this micronutrient helped vigor, even in

the first periods after the harvest, when the seeds were dormant.

In the germination, zinc effect was favorable, while alone or added to potassium or nitrogen. In the vigor, zinc influence was positive when alone or together with potassium, phosphorus, nitrogen, or nitrogen plus potassium.

Potassium did not reveal any influence on germination. Concerning vigor, its effect alone was beneficial only at the 60 days after the harvest; until then, its effect isolated was harmful. Together with zinc, nitrogen or phosphorus, potassium improved seed vigor.

Phosphorus had a negative influence on germination; regarding to vigor phosphorus alone appeared to be harmful, while with zinc, nitrogen or potassium it brought an increase.

Nitrogen improved the seeds vigor with phosphorus, potassium or zinc; the opposite happened when used alone.

The seeds presented better germination and vigor 90 days after the harvest.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AIRY, J. M.; TATUM, L. A. & SORENSEN Jr., J. W. Produccion de semilla hibrida de maiz y sorgo para grano. In: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA, Washington, DC. Semillas. México, 1969, p. 271-83.
2. ALBRECHET, A. Wn. Calcium as a fator in seed germination. Journal of the American Society of Agronomy, Washington, 33(2):153-5, Feb. 1941.
3. _____ & SCHULTE, E. The effect of fertilizers on the speed of germination of cereal grains. Ernahrung der Planze, Berlim, 37:13-21, 1941.
4. AUSTIN, R. B. & LONGDEN, P. C. The effects of manurial treatments on the yield and quality of carrot seed. Journal of Horticultural Science, London, 41(4):361-70, Oct. 1966.
5. BAGOURY, O. H. & NIYAZI, M. A. Effect of fertilizers on the germination and hard seed percentage of Egyptium clover seeds, Seed Science and Tecnology, Netherlands, 1:773-79, 1973.

6. BOZHKOVA, Y. Effect of fertilization and irrigation on the quality of cotton seed. In: FIELD CROPS ABSTRACTS, Aberystwyth, 26(1):38, abstracts 2628, 1973.
7. BRANDÃO, S. S. Cultura do arroz. Universidade Rural de Minas Gerais. Viçosa 1968. 194 p.
8. CHENG, T. The effect of seed treatment with microelements upon the germination and early growth of wheat. Science Sinica, Peking, 4:129-35, 1955.
9. COCHRAN, W. G. & COX, G. M. Disênos experimentales. México, F, Trillas, 1965. 661 p.
10. COSTA, J. D. Estudo de fatores que afetam as características das fibras e das sementes do algodoeiro. Piracicaba, ESALQ, 1971. 92 p. (Tese Doutorado).
11. DELOUCHE, J. C. Maintaining soybean seed quality. In: TENNESSEE VALEY AUTHORITY. Soybean production marketing and use. Muscle shoals, 1974. p. 46-62.
12. _____. The compensation principle. Seedmen's Digest, San Antonio, 23(1):6-49, Jan. 1972.
13. _____ & CALDEWELL, H. B. Seed vigor and vigor testes. Proceedings seedmen's short, Mississippi, 142-8, 1958.
14. ENYI, B. A. C. Note on the effect of fertilizers and soil cover on emerged pregerminated rice seeds. Empire Journal Expllend, Oxford, 32:92-6, 1964.

15. FAGUNDES, S. R. F. Como predizer a qualidade de um lote de sementes. Semente, Brasília, (0):14-8, ago. 1974.
16. FOX, R. L. & ALBRECHT, W. A. Soil fertility and the quality of seeds. Research Bulletin of the Agricultural Experiment Station, Columbia, (619):1-23, jan. 1957.
17. GOPALAKRISHANAN, S. & VEERANNAH, L. Studies on the germinating groundnut seed (TMV.2) in red and black soils treated with micronutrients. Madras Agricultural Journal, Madras, 49:405-11, 1962.
18. GREGG, B. R. et alii. Guia de inspeção de campos para produção de sementes. Brasília, Planasem/MA, 1975. 100 p.
19. HARRINGTON, J. F. "Seed storage and seed packages". In: Proceedings International Seed Testing Association, New York, 22:282-6, 1958.
20. HARRIS, H. C. & BROLMANN, J. B. Comparison of calcium and boron deficiencies of the peanut II. Seed quality in relation to histology and viability. Agronomy Journal, Madison, 58(6):578-82, Nov./Dec. 1966.
21. HEYDECKER, W. "Vigour" In: ROBERTS, E. H., ed. Viability of seeds. Syracuse, Syracuse University Press, 1972. p. 209-52.
22. ISELY, D. Vigor test. Proceeding Association Official Seed Analysts of North America, New Bruswick, 47:176-8, 1957.

23. KRZYZANOWSKY, F. C. A tecnica de envelhecimento precoce na avaliação do vigor de lotes de sementes de feijoeiro. Piracicaba, ESALQ, 1974. 85 p. (Tese M.S.).
24. MALAVOLTA, E. et alii. Nutrição mineral e adubação de cereais diversos. In: _____. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Piracicaba, 1974. p. 325-70.
25. PEREIRA & ANDREWS, C. H. Comparação de alguns testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de soja. Semente, Brasília, 1(1):15-25, 1976.
26. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 6. ed. Piracicaba, ESALQ, 1976. 430 p.
27. POPINIGIS, F. Fisiologia de sementes. São Paulo, AGIPLAN, 1974. p. 47-9.
28. _____. Qualidade fisiológica de sementes. Semente, Brasília, 1(1):65-80, dez. 1975.
29. REGRAS para análise de sementes. Brasília, M. A., Departamento Nacional de Produção Vegetal, s. d. 188 p.
30. RUSSEL, E. J. & RESSEL, E. W. Las condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. 3. ed. Madrid, Aguilar, 1964. 770 p.
- 

31. SCHOORER, A. F. Report on the activities of the committee on seedling vigor test. Proceedings International Seed Testing Association, New York, 22:282-86, 1958.
32. SCOTT, R. R. & LONGDEN, P. C. The production of high-quality seeds. In: HEYDECKER, W. Seed ecology. Pennsylvania, Pennsylvania State University Press, 1972. p. 81-98.
33. SCOTTI, C. A. Vigor e produção de sementes de diferentes pe-
neiras comerciais em cultivares de milho (Zea mays L.), Piracicaba, ESALQ, 1974. 61 p. (Tese M.S.).
34. SOUZA, D. M. et alii. Melhoramento do arroz de sequeiro no Brasil. Lavoura Arrozeira, 27(280):22-6. jul./ago. 1974.
35. STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.
36. STEVENS, H. & GOSS, J. R. Semillas de avena, cebada, trigo y arroz. In: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA, Washington, DC. Semillas. México, 1969. p. 285-95.
37. SZUKALSKI, H. Effect of magnesium fertilizing on the quality of seed for sowing. Soils and Fertilizers, Harpenden, 32:3026, 1969.
38. TOLEDO, F. F. Produção de sementes, 6. ed. Piracicaba, ESALQ, 1973. 60 p.

- 39) _____ . & MARCOS FILHO, J. Manual de sementes: tecnologia da produção. São Paulo, Agronomica Ceres, 1977. 224 p.
40. THOMPSON, R. C. The germination of lettuce seed as affected by nutrition of the plant and the physiological age of the plant. Proceeding America Society Horticulture Science, St. Joseph, 35:599-600, 1937.
41. TURKIEWICZ, L. Efeito da calagem e adubação fosfatada sobre a germinação e o vigor de sementes de soja (*Glycine max* L.), Piracicaba, ESALQ, 1976. 82 p. (Tese M.S.).
42. WETZEL, C. T. Contribuição ao estudo da aplicação do teste de envelhecimento visando a avaliação do vigor em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), e de soja (*Glycine max* L.), Piracicaba, ESALQ, 1972. 116 p. (Tese M.S.).
43. WOODSTOCK, Lowell W. Seed vigor. Seed World, Chicago, 97 (5):6, Oct. 1965.
44. VIANA E SILVA, M. Fertilização e corretivos. In: _____. Arroz, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1969. p. 153-70.
45. VIEIRA, Maria das Graças G.C. Avaliação da qualidade das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) semeadas pelos agricultores de alguns municípios do Estado de Minas Gerais. Lavras, ESAL, 1977. 46 p. (Tese M.S.).

A P E N D I C E

APÊNDICE - Estão presentes, através de Quadros, os resultados médios, por tratamento, dos testes de Germinação e Vigor nas 4 épocas.

QUADRO 1 - Germinação: resultados médios obtidos nas 4 épocas.

($x = \text{arc sen } \sqrt{V\%}$)

TRATAMENTO	Época 1	Época 2	Época 3	Época 4
N	57,1	81,7	78,6	80,0
P	53,4	82,1	76,0	80,7
K	53,4	75,3	78,3	83,1
Zn	58,2	77,9	81,4	85,9
NP	50,8	78,8	78,8	86,7
NK	53,7	87,1	79,5	80,2
NZn	56,8	80,9	78,8	85,0
PK	47,9	77,8	77,9	75,3
PZn	47,3	78,5	77,1	79,2
KZn	54,0	78,3	81,4	82,1
NPK	52,9	74,3	79,2	77,8
NPZn	59,0	84,2	81,9	83,1
NKZn	51,1	82,1	78,8	85,0
PKZn	51,1	80,7	78,5	83,1
NPKZn	48,4	79,2	82,1	77,1
Controle	54,6	80,7	77,8	77,8