

ELTON PEREIRA CARDOSO

EFEITO DA ADUBAÇÃO COM SULFATO DE ZINCO E GESSO NA PRODUÇÃO E
QUALIDADE DE GRÃOS DE ARROZ DE SEQUEIRO (*Oryza sativa* L.).

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".

Augusto Ferreira de Souza
Orientador

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1994

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

Cardoso, Elton Pereira.

Efeito da adubação com sulfato de zinco e gesso na produção e qualidade de grãos de arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.) / Elton Pereira Cardoso. Lavras: ESAL, 1994.

p.: il.

Orientador: Augusto Ferreira de Souza.

Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Bibliografia.

1. Arroz de sequeiro - Adubação. 2. Arroz de sequeiro - Grãos - Qualidade. 3. Arroz de sequeiro - Produção - Efeito da adubação. 4. Gesso Agrícola - Arroz de sequeiro - Efeito. 5. Sulfato de Zinco - Arroz de sequeiro - Efeito. I. Escola Superior de Agricultura de Lavras. II. Título.

CDD-633.18

-633.1886

-633.18892

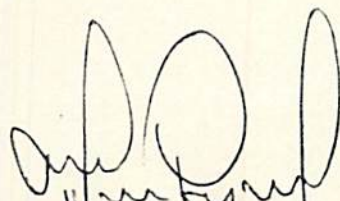
ELTON PEREIRA CARDOSO

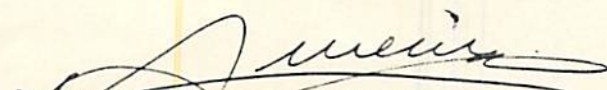
EFEITO DA ADUBAÇÃO COM SULFATO DE ZINCO E GESSO NA PRODUÇÃO E
QUALIDADE DE GRÃOS DE ARROZ DE SEQUEIRO (*Oryza sativa* L.).

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".

APROVADA em 02 de setembro de 1994


Antonio Alves Soares


Moacir Pasqual


Augusto Ferreira de Souza
(ORIENTADOR)

DEDICO

Aos meus pais,
Elson e Maria Lídia
pelo exemplo de Educação,
carinho e amor a mim
dedicado.

OFEREÇO

Aos meus irmãos,
Luiz Fernando e Angélica
Meus sobrinhos, Luiz Paulo
e Fernanda, minha cunhada
Eliana e aos meus amigos
pelo apoio e compreensão
nos momentos mais difíceis

BIOGRAFIA DO AUTOR

ELTON PEREIRA CARDOSO, filho de Elson Pereira Cardoso e Maria Lídia Cardoso, nasceu em 15 de agosto de 1967, em Lavras, Minas Gerais.

Graduou-se Engenheiro Agrônomo em 1991 pela Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL). Neste mesmo ano trabalhou no Estado do Mato Grosso com produção de sementes de soja no município de Rondonópolis.

No ano seguinte, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia Fitotecnia, na mesma Instituição

AGRADECIMENTOS

A DEUS pela proteção incessante.

A Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) através de seus professores e funcionários que nos possibilitou a realização deste trabalho.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Augusto Ferreira de Souza e ao pesquisador da EPAMIG - Dr. Antônio Alves Soares, pelo apoio, amizade e valiosa orientação.

Aos Laboratoristas do Departamento de Zootecnia, Suelba, Márcio e Eliane que através dos seus conhecimentos contribuíram para a realização das análises químicas.

Aos meus amigos que com os conselhos e muito apoio puderam tornar este sonho em realidade.

Aos meus pais e irmãos que com incentivo e muita dedicação contribuíram para a minha formação.

Obrigado, muito obrigado

SUMARIO

LISTA DE QUADROS	vi
LISTA DE FIGURA	vii
RESUMO	x
SUMMARY	xi
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 Importância do zinco para o arroz	03
2.2 Importância do enxofre nas plantas	06
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Caracterização da área experimental	11
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	12
3.3 Condução do experimento no campo	14
3.4 Análise bromatológica	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1 Produção de grãos	16
4.2 Peso de 100 grãos	18
4.3 Altura de planta	21
4.4 Composição química da semente	24
4.4.1 Proteína	24
4.4.2 Óleo	28
4.4.3 Cinzas	29
5 CONCLUSÃO	31
BIBLIOGRAFIA	32

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Características químicas do solo utilizado.....	12
2	Análise de variância para produção de grãos.....	16
3	Análise de variância para peso de 100 sementes..	18
4	Análise de variância para altura de plantas.....	22
5	Análise de variância para proteína	24
6	Análise de variância para óleo (extrato etéreo).	28
7	Análise de variância para cinzas.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Peso de 100 grãos de arroz cultivado sobre quatro doses de sulfato de zinco	19
2	Efeito das diferentes doses de zinco sobre o peso de 100 grãos de arroz estimados por regressão	20
3	Efeito das diferentes doses de zinco sobre a altura de plantas de arroz estimados por regressão	23
4	Percentagem de proteína dos grãos de arroz cultivado sobre quatro doses de gesso	26
5	Efeito das quatro doses de gesso sobre o teor de proteína no grão de arroz estimados por regressão	27

RESUMO

CARDOSO, ELTON PEREIRA. Efeito da adubação com sulfato de zinco e gesso na produção e qualidade de grãos de arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.). Lavras: ESAL. 1994. 36p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)*.

Este trabalho foi conduzido em campo, da Escola Superior de Agricultura de Lavras no ano agrícola de 91/92, onde estudou o efeito das doses de gesso e sulfato de zinco sobre a produção e qualidade nas cultivares de arroz de sequeiro, Douradão e Guarani, com o objetivo de avaliar o efeito destes adubos na produção e qualidade dos grãos de arroz. O delineamento experimental usado foi de blocos ao acaso com parcela subdividida, com fatorial na parcela, onde se combinou 4 doses de gesso (0, 100, 200 e 300 kg/ha) e 4 doses de sulfato de zinco (0, 10, 20 e 30 kg/ha) em duas cultivares. A adubação ficou na parcela e a cultivar na subparcela. A adubação usada foi de 16 kg de N, 56 kg de P₂O₅ e 32 kg de K₂O por ha. A adubação de abertura foi de 100 kg de Nitrato de amônio. As condições climáticas permaneceram normais até próximo do enchimento dos grãos onde ocorreu um veranico, comprometendo a produção. Os resultados

* Orientador: Augusto Ferreira de Souza; Membros da banca: Antonio Alves de Souza, Moacir Pascoal.

possibilitaram comparar as duas cultivares, onde a Douradão foi, na maioria dos parâmetros avaliados, superior a Guarani. O gesso juntamente com as cultivares afetaram a quantidade de proteína dos grãos, já a produção de grãos não sofreu qualquer efeito do gesso ou do sulfato de zinco. A altura de plantas e o peso de 100 grãos responderam positivamente às maiores dosagens de sulfato de zinco. As análises bromatológicas mostraram que os teores de óleo e cinzas não foram alterados pelas aplicações de gesso e zinco.

SUMMARY

EFFECT OF THE FERTILIZATION WITH ZINC SULPHATE AND GYPSUM ON THE YIELD AND QUALITY OF UPLAND RICE GRAINS (*Oryza sativa* L.).

This work was carried in field, of the Escola Superior de Agricultura de Lavras over the agricultural year 1991/1992, where the effect of the rates of gypsum and zinc sulphate upon both yield and quality in the upland rice grains, Douradão and Guarani was investigated, with the objective of evaluating the effect of these fertilizers on yield and quality of rice grains. the experimental design employed was that of split-plot randomized blocks, with factorial in the plot, where four rates of gypsum (0, 100, 200 and 300 kg/ha) and four rates of zinc sulphate (0, 10 and 30 kg/ha) in two cultivars were combined. Fertilization stayed in the plot and the cultivar in the subplot. The fertilization used was of 16 kg of N, 56 kg of P₂O₅ and 32 kg of K₂O each ha. The starting fertilization was of 100 kg of ammonium nitrate. The climatical conditions remained normal until the next grain filling where a true summer drought took place, endangering yield. The results enabled to compare the two cultivars, where Douradão was, in most of the parameters evaluated, superior to Guarani. Gypsum together with the cultivars affected protein content of the grains, since that

grain yield did not go through any effect of either gypsum or zinc sulphate. Plant height and weight of 100 grains positively responded to the highest rates of zinc sulphate. Bromathological analyses showed that the oil and ash contents were not altered by applying gypsum and zinc.

1 INTRODUÇÃO

O arroz é um alimento de primeira necessidade, cerca de 1/3 da população depende do arroz como alimento.

O Arroz de sequeiro é muito explorado no Brasil, e por ser cultivado em área onde o suprimento de água é feito exclusivamente pelas chuvas, e por ser uma exploração de risco, o emprego de tecnologia geralmente é de baixo nível.

Em Minas Gerais o arroz de sequeiro é uma das principais modalidades de cultivo, ocupando 51,4% da área plantada e contribuindo com 37% da produção do Estado (L.S.P.A., 1991).

A produtividade brasileira é baixa, principalmente no sistema de cultivo de sequeiro, em decorrência das características da cultura que se desenvolve com exclusiva dependência das águas pluviais, cuja distribuição, geralmente são irregulares.

A grande maioria do solo brasileiro é de cerrado, que normalmente possuem alta saturação de alumínio trocável nas camadas subsuperficiais, limitando assim o desenvolvimento das raízes.

A deficiência destes solos também, em zinco e enxofre, se constitui em um outro problema, já que estes dois elementos

além de serem constituintes de substâncias essenciais nos grãos são também importantes na produção.

O gesso agrícola que é um subproduto da indústria de fertilizantes e tem sua contribuição na agricultura tem sido utilizado desde as eras Gregas e Romanas. No Brasil a sua utilização se deu por volta do fim do século XIX (Malavolta, 1986). Já as pesquisas no Brasil se iniciaram na década de setenta pelo CPAC(Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado).

Nos últimos anos, o gesso tem sido utilizado nos solos ácidos, como fonte de cálcio e enxofre para as plantas e neutralizante do alumínio principalmente no subsolo (Malavolta, 1986).

No processo de modernização e racionalização da agricultura brasileira, as informações sobre vários setores estão sendo solicitadas a todo momento, destacando-se entre eles a nutrição mineral de plantas, sem a qual todas as contribuições teriam pouco sucesso.

Sendo o enxofre e o zinco encontrados nas plantas formando substâncias determinantes da qualidade e desempenhando funções vitais, é extremamente importante o estudo das diferentes combinações de gesso e sulfato de zinco e seus efeitos na produção, principalmente na qualidade do produto final.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância do zinco para o arroz

O baixo nível de zinco disponível nos solos brasileiros constitui um grande problema para a cultura do arroz que é bastante afetada pela falta deste elemento. Em alguns solos, a carência é atribuída ao baixo teor deste nutriente no material de origem (Barbosa Filho e Fageria, 1980a).

O zinco é um elemento muito importante, pois, é responsável direto pela síntese de triptófano, um precursor da auxina (ac. indolacético), e indireto pela síntese de proteína (Tsui, 1948). Na ausência do triptófano, estimula a formação de calosidade nos tecidos vegetais (Kupper et al., 1979).

Segundo Ramaiah, Rao e Chokhanna (1964), a deficiência de zinco interfere no mecanismo de transformação de aminoácidos em proteínas nos seus processos enzimáticos, resultando em baixa síntese de proteína e no acúmulo de aminoácidos livres, (acumulação de aminoácidos livres à níveis tóxicos), os quais produzem deformação e sintomas de deficiência.

Além de atuar na síntese do ácido indolacético e das proteínas, o zinco desempenha relações importantes em diversos sistemas enzimáticos, e também a participação do zinco na ativa-

ção de quatro enzimas: anidrase carbônica, desidrogenase, aldolase e peptidase, além de inibidor poderoso da enzima ribonuclease que hidroliza o RNA. Portanto sua carência provoca diminuição no teor de RNA e ainda a diminuição da atividade fotossintética por causa do desarranjo nos cloroplastos (Malavolta, 1976).

Normalmente em solos ricos em matéria orgânica, nos solos calcários, em regiões muito chuvosas e em solos de pH alto é onde ocorrem a deficiência de zinco (Malavolta, 1976). A quantidade e o tipo de argila também influenciam no teor de zinco (Barbosa e Fageria, 1980a; Horowitz e Dantas, 1976).

A maioria dos minerais em que o zinco está presente é facilmente decomposta. A sua deficiência está associada mais ao pH alto do que ao teor de zinco total.

A fixação de zinco pelas argilas pode ocorrer em solos a pH da ordem de 6 ou mais.

É comum a deficiência nos solos arenosos ácidos e lixiviados, em solos neutros e alcalinos e naqueles que contenham teores elevados anormais de fósforo insolúveis, (Coelho, 1973).

A menor resposta das culturas ao zinco quando é aplicado no solo ao invés da via foliar se deve provavelmente a fixação, lixiviação e conseqüentemente, menor disponibilidade do elemento para as plantas (Singh, Sriwastana e Singh, 1978).

Prasad, Sinnha e Singh (1982), em experimento de campo, conduzido na estação chuvosa, com seis variedades de arroz, verificaram que a concentração de zinco no grão e na palha de arroz varia de 26 a 48 ppm, e de 16 a 32 ppm, respectivamente. Estes autores observaram também que a resposta à aplicação de

zincos depende muito da habilidade da variedade em extrair e absorver o zinco do solo e da sua capacidade para translocá-lo para a semente em formação. Para Malavolta (1976), as espécies variam na capacidade de absorver zinco, tanto no caso de culturas anuais como no caso de forrageiras.

O acúmulo diferenciado de zinco nos tecidos, para cada variedade, pode ser devido a diferença na constituição genética, que controla a capacidade de utilizar o zinco do solo (Sakal, 1977).

Galvão, Suhel e Souza (1978) estudaram o efeito de micronutrientes no rendimento e na composição química do arroz em um solo de cerrado, concluindo que a deficiência de zinco foi a única que provocou decréscimo significativo no rendimento da cultura. Os demais micronutrientes estudados não apresentaram diferenças significativas entre si, apesar de afetarem os teores de cobre, ferro e zinco contidos na folha.

Singh e Pandey (1972) e Singh, Sriwastana e Singh (1978) verificaram que a aplicação de zinco tem efeito tanto sobre os componentes de desenvolvimento quanto sobre a produção de grãos. A deficiência desse elemento na planta resulta em menor crescimento, devido ao encurtamento dos internódios (Barbosa Filho e Fageria, 1980b; Giudice, Freire e Tanaka, 1979; Giudice et al., 1983), que faz com que as folhas fiquem muito próximas umas das outras (Epstein, 1975), com possível diminuição no tamanho da panícula e formação de grãos mais leves (Giudice, Freire e Tanaka, 1979; Quaggio, Mascarenha e Bataglia, 1981). Além do mais aumenta a susceptibilidade às doenças (Horowitz e

Dantas, 1976). As plantas mais afetadas definham, podendo morrer e, como consequência, diminuir acentuadamente a produção de grãos (Souza e Hiroce, 1971; Valladares, Carvalho e Almeida Neto, 1971).

Sakal (1977), em ensaio de campo, verificou que a aplicação de zinco aumentou o conteúdo desse elemento nas plantas de arroz nos estádios de perfilhamento, iniciação da panícula e na colheita, sendo que a máxima concentração do zinco ocorreu no estágio de perfilhamento. Depois desse estágio, houve decréscimo, com o aumento da idade das plantas, mostrando que elas absorvem mais o zinco antes ou durante o perfilhamento e que nos demais estádios o que ocorre é a redistribuição do elemento nos tecidos novos.

2.2 Importância do enxofre nas plantas

A grande maioria dos solos brasileiros apresenta baixos teores de cálcio e muitos deles são pobres em enxofre, além disso, estes solos possuem frequentemente alta saturação de alumínio trocável nas camadas subsuperficiais. Estas condições limitam o desenvolvimento em profundidade do sistema radicular das culturas abaixo da camada corrigida pela calagem. Isto se agrava em função do clima das regiões que são caracterizados por uma estação chuvosa intercalada por períodos secos, chamados de "veranicos", e uma estação seca bem definida.

Uma maior profundidade do sistema radicular das plantas cultivadas no perfil do solo bem como o fornecimento de elementos

diariamente na forma de aminoácidos. Assim sendo, o fornecimento adequado de enxofre aos vegetais deverá visar uma maior quantidade do produto e o aumento do conteúdo de aminoácidos sulfurados na dieta humana e animal.

Dentre os nutrientes, a deficiência de enxofre atinge 50% da área total dos solos da América Tropical (Sanchez e Salinas, 1981). Isso já havia sido alertado há muito tempo que quando o enxofre não era aplicado nos solos do planalto central brasileiro, o crescimento das plantas era de apenas 4 a 30% do obtido quando um fertilizante completo foi aplicado. Assim, não é surpresa que concomitantemente com o aumento da produção nos trópicos, há também um aumento comprovado de deficiência desse elemento (Balir, 1979).

As duas razões mais importantes para explicar tal fato são: (a) nos solos das regiões tropicais as quantidades de S no perfil, explorada pelas raízes das plantas, são frequentemente mais baixas quando comparadas às das regiões temperadas; (b) aumento considerável no uso de adubos simples e de formas de fertilizantes "concentrados", com pouco ou nenhum enxofre (Vitti, 1986).

O gesso apresenta-se na forma de pó branco, revelando em sua composição aproximadamente 28% de CaO e 17% de S, bem como uma solubilidade muito maior do que a do calcário (Vitti, Ferreira e Malavolta, 1986). Essas características associadas a uma elevada disponibilidade no mercado, tornam o gesso agrícola uma das alternativas mais promissoras, principalmente, como fonte de enxofre e como corretivo do alumínio subsuperficial.

O problema do gesso é que, quando usado em doses elevadas (aplicado isoladamente), pode promover a lixiviação de potássio (K^+) e magnésio (Mg^{++}). Assim Reeve e Sumner (1972), em estudos em casa de vegetação, mostraram que aplicações elevadas de gesso, acima de 3,0 meq/100 g, causaram perdas de mais da metade do Mg^{++} nativo, cerca de 1,7 meq/100 g. Já Ritchey, Silva e Souza (1981), em ensaios conduzidos em condições de coluna de solo e de campo, mostraram que a aplicação isolada de gesso promoveu uma lixiviação de K^+ mais intensa do que a observada quando se aplicou calcário e gesso, fato esse explicado pelo aumento da CTC do solo.

O enxofre nos solos da quase totalidade das áreas cultivadas encontram-se na matéria orgânica, na forma de sulfatos (SO_4) solúveis na solução do solo. Outra fonte de enxofre é a atmosfera. Esse enxofre é proveniente da queima de carvão e outros produtos que contém nas indústrias. Por outro lado, grandes perdas de enxofre se verificam em consequência da lavagem pelas águas que percolam através do solo (Coelho, 1973).

O enxofre que normalmente é absorvido do solo na forma de sulfato, pode penetrar também em pequenas proporções por via foliar como gás sulfúrico (SO_2). É um nutriente pouco móvel na planta, ocorrendo os sintomas de deficiência normalmente nas folhas mais novas. O sintoma é bem semelhante ao do nitrogênio. Com a deficiência de enxofre, as folhas mais velhas permanecem verdes e, as mais novas, ficam com coloração amarelo-esverdeada em casos severos, tornam-se cloróticas (Coelho, 1973).

Sendo assim, o emprego do gesso agrícola, o qual promove o enriquecimento do perfil do solo em cálcio, com conseqüente diminuição da saturação em alumínio, bem como o fornecimento de enxofre, associado aos efeitos benéficos do calcário na camada superficial do solo, parece ser o ponto de partida para que seja atingido o potencial total do moderno sistema da agricultura nos países tropicais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em campo no ano agrícola 1991/1992, de dezembro à abril, na área experimental do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras-ESAL, em Lavras, localizada no sul do Estado de Minas Gerais a 21°14' de Latitude sul e 45°00' de Longitude oeste, em uma altitude de 918 metros.

O tipo de solo da área experimental foi um Latossolo Vermelho-Escuro, cujas características químicas são apresentadas no Quadro 1. A região apresenta um clima do tipo CwB de acordo a classificação de Koppem.

As cultivares empregadas foram Guarani e Douradão, indicadas para o cultivo em sistema de sequeiro em Minas Gerais.

QUADRO 1. Características químicas do solo utilizado.

Características químicas	Valor
pH em água	5.2
P (ppm)	4.0
K ⁺ (ppm)	94.0
Ca ⁺⁺ (meq/100 cc)	3.8
Mg ⁺⁺ (meq/100 cc)	0.6
Al ⁺⁺⁺ (meq/100 cc)	0.1
H ⁺ Al ⁺⁺⁺ (meq/100 cc)	2.3
Zn ⁺⁺	1.8
S ⁻	8.9
S (meq/100 cc)	4.6
T (meq/100 cc)	4.7
M (%)	2.0
V (%)	67.0

S = Soma de bases trocáveis

T = CTC a pH7

M = Saturação de Al da CTC efetiva

V = Saturação de bases da CTC a pH7

3.2 Delineamento experimental e Tratamentos

O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso utilizando o esquema de parcela subdividida, onde nas parcelas testaram os tratamentos (combinações de doses de gesso e sulfato de zinco) e nas sub-parcelas as cultivares, onde cada tratamento foi repetido quatro vezes.

Os tratamentos foram obtidos com as combinações dos seguintes fatores:

a) Quatro doses de gesso - 0, 100, 200 e 300 Kg/ha, que foram incorporados no sulco por ocasião do plantio.

b) Quatro doses de sulfato de zinco - 0, 10, 20 e 30 Kg/ha que foram aplicados no solo (no sulco) juntamente com o gesso.

As combinações obtidas foram:

- 01) 0 Kg/ha gesso + 0 Kg/ha de sulfato de zinco (testemunha)
- 02) 0 Kg/ha gesso + 10 Kg/ha de sulfato de zinco
- 03) 0 Kg/ha gesso + 20 Kg/ha de sulfato de zinco
- 04) 0 Kg/ha gesso + 30 Kg/ha de sulfato de zinco
- 05) 100 Kg/ha gesso + 0 Kg/ha de sulfato de zinco
- 06) 100 Kg/ha gesso + 10 Kg/ha de sulfato de zinco
- 07) 100 Kg/ha gesso + 20 Kg/ha de sulfato de zinco
- 08) 100 Kg/ha gesso + 30 Kg/ha de sulfato de zinco
- 09) 200 Kg/ha gesso + 0 Kg/ha de sulfato de zinco
- 10) 200 Kg/ha gesso + 10 Kg/ha de sulfato de zinco
- 11) 200 Kg/ha gesso + 20 Kg/ha de sulfato de zinco
- 12) 200 Kg/ha gesso + 30 Kg/ha de sulfato de zinco
- 13) 300 Kg/ha gesso + 0 Kg/ha de sulfato de zinco
- 14) 300 Kg/ha gesso + 10 Kg/ha de sulfato de zinco
- 15) 300 Kg/ha gesso + 20 Kg/ha de sulfato de zinco
- 16) 300 Kg/ha gesso + 30 Kg/ha de sulfato de zinco

Cada parcela experimental foi constituída por 4 fileiras de 3 metros de comprimento, espaçadas de 0,5 m entre si, perfazendo uma área total de 6 m². Como área útil, foi colhido

apenas 1 m das duas fileiras centrais, os 25 cm de cada extremidade das subparcelas e as duas fileiras laterais ficaram com a bordadura.

As parcelas constituíram-se dos 16 tratamentos e as sub-parcelas das 2 cultivares (Guarani e Douradão), perfazendo portanto um total de 128 sub-parcelas.

3.3 Condução do experimento no campo

O preparo do solo constou de uma aração e gradagem 30 dias antes do plantio e de uma gradagem às vésperas da instalação do ensaio.

A adubação com NPK foi baseada na análise química do solo, de acordo com a 4ª Recomendação para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais, correspondendo a 16 kg de N, 56 kg P_2O_5 e 32 kg de K_2O e a adubação de zinco e enxofre, obedeceu as dosagens citadas anteriormente. A adubação de cobertura foi efetuada na fase de diferenciação do primórdio floral utilizando 100 kg/ha de nitrato de amônio.

A semeadura foi realizada no dia 20 do mês de Dezembro de 1991, utilizando-se 60 sementes viáveis por metro linear, distribuídas no sulco de plantio. A cultura foi mantida no limpo em todo o seu ciclo, através de capinas manuais e a colheita foi realizada quando os grãos atingiram 20 a 22% de umidade.

Após a trilhagem os grãos foram acondicionados separadamente em sacos de papel, etiquetados e secados ao sol até atingirem a umidade em torno de 13%. Após a secagem, as amostras

foram pesadas, beneficiadas, moidas e levadas ao laboratório para a análise química.

Os parâmetros avaliados foram:

- Peso de 100 grãos: foram contadas separadamente 3 repetições de 100 sementes de cada tratamento e pesadas considerando a média para os cálculos

- Produção de grãos (Kg/ha): as amostras foram trilhadas, pesadas e os valores transformadas em kg/ha.

- Altura média das plantas: distância média, em cm, do solo até a extremidade da panícula do colmo mais alto, na época da colheita em 10 plantas tomadas ao acaso em cada parcela (amostragem).

3.4 Análise bromatológica

As análises bromatológicas foram feitas de acordo com o método proposto pela A.O.A.C. (Association of Official Agricultural Chemists - Official Methods Of Analysis) e os parâmetros avaliados foram:

% proteína

% extrato etéreo (Lipídios)

% cinzas

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de grãos

A produção de grãos não sofreu efeito dos tratamentos com o gesso e sulfato de zinco, como mostra o Quadro 2. Detectou-se diferença apenas em relação as cultivares Douradão e

QUADRO 2. Análise de variância para produção de grãos.

F.V.	G.L.	Q.M.
GESSO	3	0.0525617
ZINCO	3	0.6157986
GES*ZIN	9	0.3808001
BLOCO	3	2.9310436
RESIDUO (A)	45	0.6876091
PARCELA	63	
CULTIVAR	1	3.3757833 *
CUL*GES	3	0.3471454
CUL*ZIN	3	0.6309996
CUL*GES*ZIN	9	0.2882684
RESIDUO (B)	48	0.2583141
TOTAL	127	

C.V. (A) = 9.914%

C.V. (B) = 8.593%

Guarani, onde a cultivar Douradão se mostrou mais produtiva (435 kg/ha) que a cultivar Guarani (314 kg/ha).

Segundo as literaturas, se esperam uma resposta positiva em relação às doses de gesso e sulfato de zinco, mas devido as condições do clima não ter sido semelhante, os resultados obtidos foram bem diferentes.

A produção média de grãos obtida neste experimento em todos os tratamentos foi bem inferior à produtividade média do arroz de sequeiro no Estado de Minas Gerais, e a má distribuição pluvial no período crítico da cultura foi o principal fator responsável pelo baixo rendimento de grãos.

Os resultados semelhantes foram obtidos por Ponte et al. (1980), em experimento com gesso e calcário na cultura do arroz, verificando que a aplicação de gesso promoveu um efeito linear na produção de grãos quando é aplicado juntamente com o calcário e a aplicação de gesso sem a calagem não influenciou significativamente a produção de grãos. Porque quando há deficiência de água na fase reprodutiva, a aplicação de fertilizantes não tem influência sobre a produção de grãos, que é reduzida, com o decréscimo no número de grãos e no aumento da esterilidade.

Os resultados obtidos contrariam aqueles encontrados por Tanaka et al. (1983), em outro trabalho com calcário, fosforo e zinco na cultura do arroz, os quais constataram a importância do zinco na produção de grãos principalmente em solos sob vegetação de cerrado.

4.2 Peso de 100 grãos

Conforme o Quadro 3 pode-se observar que houve efeito significativo entre as cultivares e a interação entre cultivares e sulfato de zinco. A cultivar Douradão apresenta-se com maior peso de grãos em relação a cultivar Guarani que em alguns tratamentos foi significativamente inferior a cultivar Douradão.

Pela Figura 1 nota-se que houve diferença estatística entre as cultivares nas doses de 0 e 10 Kg/ha de sulfato de zinco e que, nas doses de 20 e 30 kg/ha as duas cultivares tiveram o mesmo desempenho. Já pela Figura 2, a curva de regressão mostra

QUADRO 3. Análise de variância para peso de 100 sementes.

F.V.	G.L.	Q.M.
GEDSO	3	0.0481614
ZINCO	3	0.0852719
GES*ZIN	9	0.0244024
BLOCO	3	0.1634510
RESIDUO (A)	45	0.0835716
PARCELA	63	
CULTIVAR	1	0.9384499 **
CUL*GES	3	0.0300375
CUL*ZIN	3	0.1089229 *
CUL*GES*ZIN	9	0.0184604
RESIDUO (B)	48	0.0371984
TOTAL	127	

C.V. (A) = 6.408%

C.V. (B) = 6.046%

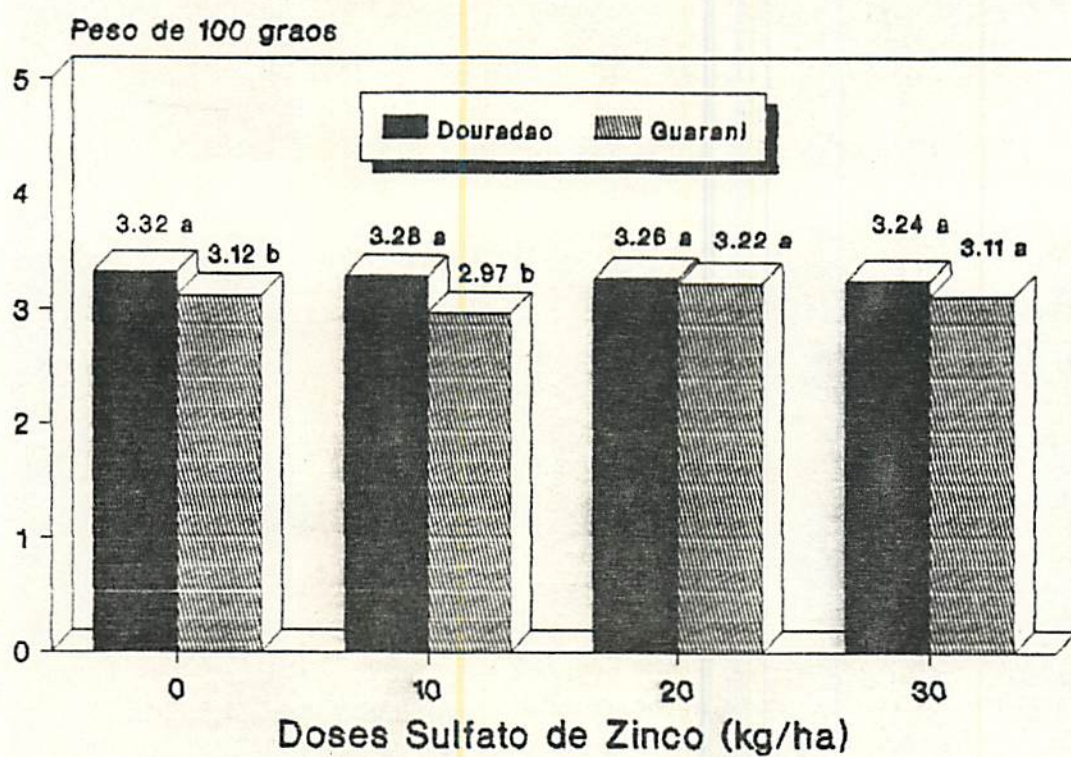


FIGURA 1. Peso de 100 grãos de arroz cultivado sobre quatro doses de sulfato de zinco.

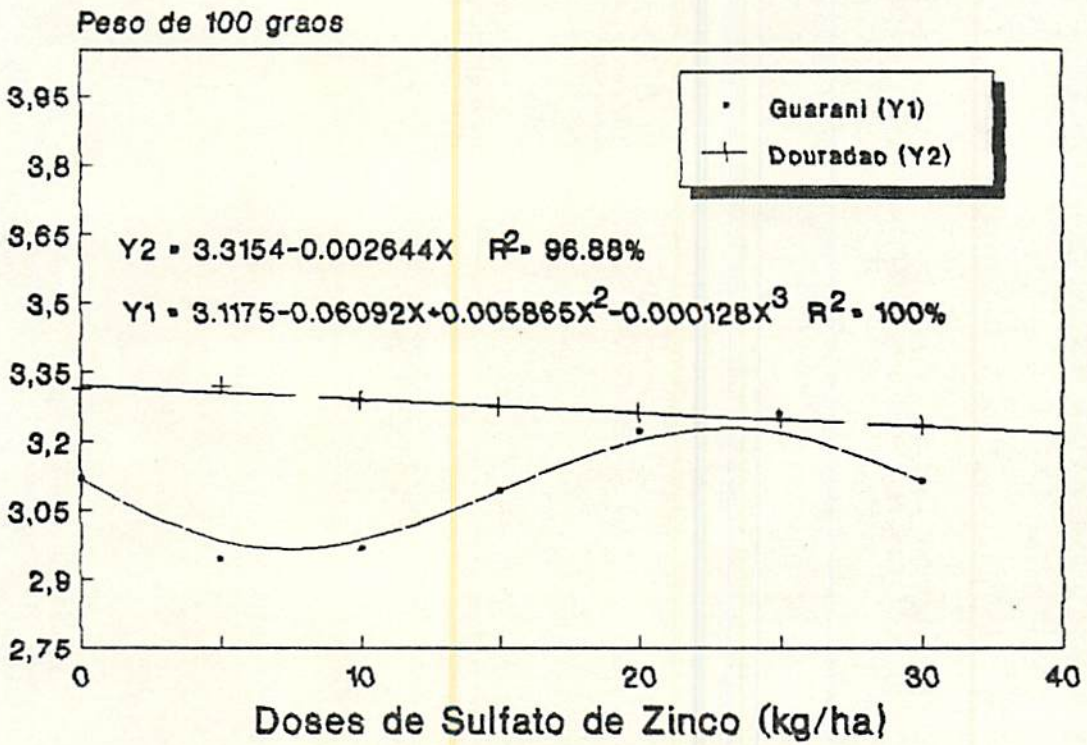


FIGURA 2. Efeito das diferentes doses de zinco sobre o peso de 100 grãos de arroz estimados por regressão.

que os menores pesos das sementes ocorreram entre as doses de 0 e 10 Kg/ha de sulfato de zinco, e a partir daí tiveram um pequeno aumento no seu peso, caindo novamente logo acima da dose de 20 kg/ha.

Singh, Sriwastana e Singh (1978), estudando três modos de aplicação de micronutrientes (no solo, em pulverização foliar e na semente), verificaram que o peso da semente era influenciado pelo modo de aplicação do sulfato de zinco. Já neste trabalho a aplicação de sulfato de zinco foi somente no sulco, onde as dosagens mostraram significativas.

Barbosa Filho, Fageria e Fonseca (1983) em um estudo de tratamento de semente com micronutrientes entre eles o zinco, e por Barbosa Filho e Fageria (1980b), que estudando fontes e modos de aplicação de zinco na cultura do arroz, ambos em área de cerrado, verificaram que não houve influencia da aplicação de zinco no peso dos grãos.

4.3 Altura de planta

Observa-se no Quadro 4 que, para altura de planta, houve efeito apenas do sulfato de zinco e que o gesso não apresentou efeito significativo para este parâmetro.

Examinando a Figura 3, percebe-se que a altura das plantas mostradas pela equação de regressão, segue uma resposta linear, ou seja, quanto maior for a dose de sulfato de zinco maior será a altura das plantas, até a dose 30 Kg/ha.

QUADRO 4. Análise de variância para altura de plantas.

F.V.	G.L.	Q.M.
GESSO	3	0.0043466
ZINCO	3	0.0131945 *
GES*ZIN	9	0.0027501
BLOCO	3	0.0095904
RESIDUO (A)	45	0.0040470
PARCELA	63	
CULTIVAR	1	0.0033008
CUL*GES	3	0.0015549
CUL*ZIN	3	0.0001737
CUL*GES*ZIN	9	0.0032806
RESIDUO (B)	48	0.0022883
TOTAL	127	

C.V. (A) = 6.847%

C.V. (B) = 7.281%

Já era esperado que a aplicação de zinco na cultura afetaria o seu desenvolvimento, pois, o zinco tem um papel importantíssimo na síntese do ácido indol acético que é um hormônio responsável pelo crescimento, (Malavolta, 1980). Por outro lado Fageria e Zimmerman (1977), por sua vez, em experimento com fosforo, zinco e calcário em arroz irrigado, observou que a altura das plantas não foi afetada pela aplicação de zinco. O resultado deste trabalho onde o gesso não afetou o desenvolvimento das plantas contrariam as afirmações de Malavolta, Guilherme e Liem (1986), relata que o uso do gesso proporciona um maior desenvolvimento das plantas.

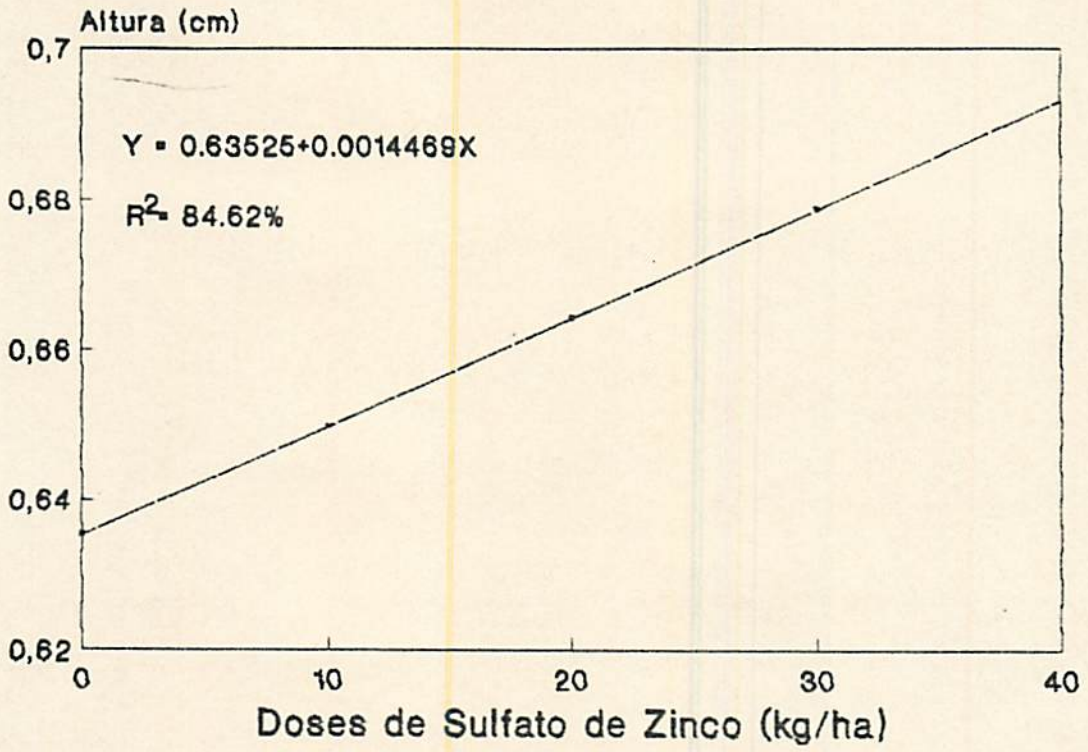


FIGURA 3. Efeito das diferentes doses de zinco sobre altura de plantas de arroz estimados por regressão.

4.4 Composição química da semente

4.4.1 Proteína

Observa-se o Quadro 5 que houve efeito significativo da cultivar e da interação cultivar x gesso, onde a Douradão, na sua composição, apresentou uma maior percentagem de proteína em relação a cultivar Guarani.

QUADRO 5. Análise de variância para proteína.

F.V.	G.L.	Q.M.
GESSO	3	2.5905247
ZINCO	3	0.6512584
GES*ZIN	9	0.8908170
BLOCO	3	1.8173439
RESIDUO (A)	45	1.5799993
PARCELA	63	
CULTIVAR	1	35.8429648 **
CUL*GES	3	2.9903026 *
CUL*ZIN	3	1.6836367
CUL*GES*ZIN	9	1.4200059
RESIDUO (B)	48	0.8369575
TOTAL	127	

C.V. (A) = 6.657%

C.V. (B) = 6.852%

Pela Figura 4, observa-se que, para todos as doses de gesso, a cultivar Douradão superou a Guarani quanto ao teor de proteína. Contudo foi o resultado estatisticamente significativo apenas na testemunha e na dose 200 Kg/ha de gesso. Percebe-se também que, para a dose 200 kg/ha de gesso a cultivar Douradão apresentou o maior teor de proteína.

Para a cultivar Douradão o nível de proteína em função da aplicação de gesso seguiu a curva da equação de regressão cúbica (Figura 5) onde o nível mínimo ficou entre 50 e 100 Kg/ha de gesso permanecendo crescente até entre os níveis 200 e 250 Kg/ha, e a partir daí tomou o sentido decrescente.

Teixeira, Furtani e Azzini (1976), afirma que a interação cultivadas x ambiente tem um efeito marcante no teor de proteína no grão. Em trabalhos realizados em São Paulo com diversas cultivares de arroz, foram encontradas diferenças significativas na constituição de proteína do grão, e a quantidade de proteína encontrada no arroz variou de 5 a 17% em grão integral.

A percentagem média de proteína do arroz neste trabalho ficou em torno de 12 a 13%, ao contrário do resultado obtido por Carvalho e Nakagawa (1983), em estudos com arroz não brunido no qual encontrou em 100 gramas de material, cerca de 7.5% de proteína.

Além do efeito significativo da cultivar houve também o efeito da interação da cultivar com o gesso.

Teixeira, Furtani e Azzini (1976), em trabalhos com arroz, mostrou que além dos fatores ambientais e práticas culturais, notadamente a adubação provoca alterações na concentração percentual de proteína, em maior escala que as associadas pela diferença varietal.

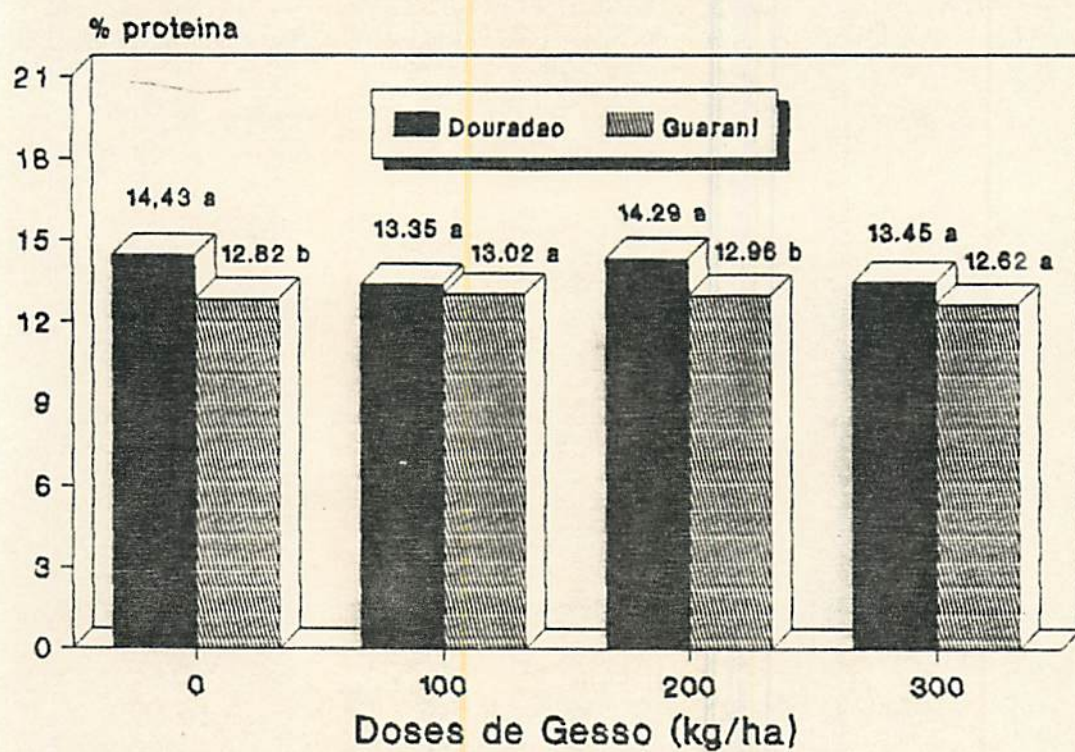


FIGURA 4. Percentagem de proteína dos grão de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivado sobre quatro doses de gesso.

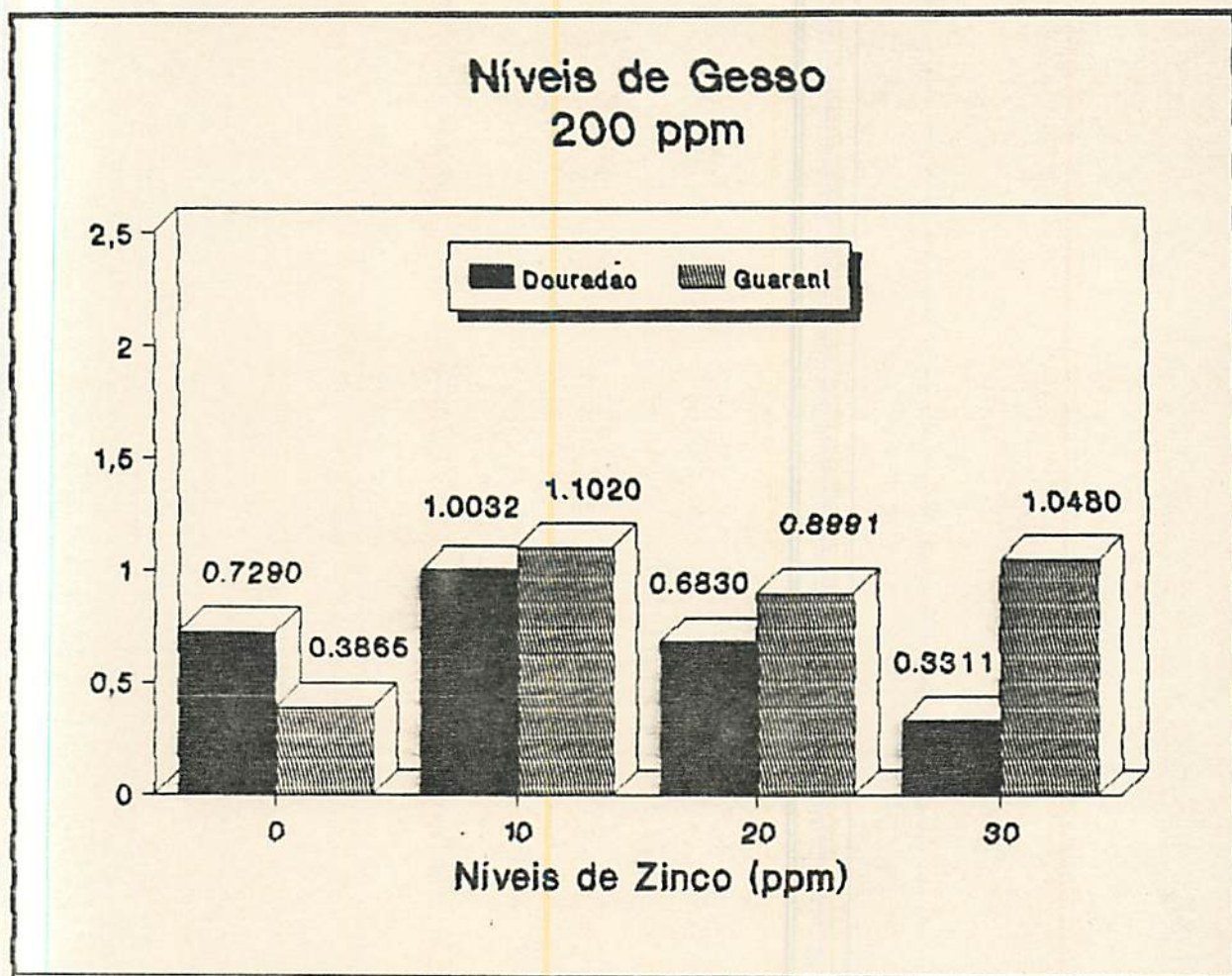


FIGURA 5. Efeito das quatro doses de gesso sobre o teor de proteína no grão de arroz estimados por regressão.

Gallo et al. (1976), estudando o efeito da adubação N, P, K, na constituição química do grão de milho, observou que o local teve grande influência na composição do grão, e que a aplicação de sulfato de amônio aumentou o teor de proteína e diminuiu o teor de amido. Já o teor de lisina e triptófano na fração proteica decresceram com o aumento na quantidade de proteína.

4.4.2 Óleo

Como mostra o Quadro 6 não houve efeito significativo dos tratamentos na quantidade de óleo no grão de arroz.

QUADRO 6. Análise de variância para óleo (extrato etéreo).

F.V.	G.L.	Q.M.
GEDSO	3	2.6386817
ZINCO	3	1.1789856
GES*ZIN	9	2.7938681
BLOCO	3	5.6266258
RESIDUO (A)	45	1.9384234
PARCELA	63	
CULTIVAR	1	5.1015245
CUL*GES	3	1.0787862
CUL*ZIN	3	3.7970680
CUL*GES*ZIN	9	1.4776469
RESIDUO (B)	48	2.4517884
TOTAL	127	

C.V. (A) = 20.247%

C.V. (B) = 32.203%

Segundo Teixeira, Furtani e Azzini (1976), os teores normais de óleo neste cereal situa-se entre 0,4 a 0,6%, e em estudos com a cultura do arroz verificou que houve diferença significativa entre as variedades para teor de óleo, sendo a maior concentração encontrada foi cerca de 2,68%.

No presente trabalho a percentagem de óleo no grão situou-se em média em torno de 0,7%. Comparado com os dados acima, nota-se que o valor encontrado está situado na faixa normal, encontrado por Teixeira, Furtani e Azzini (1976).

Gallo et al. (1976), trabalhando com a cultura do milho, observou que a quantidade de óleo foi afetada pelo ambiente e pelo teor de N e P_2O_5 . Nas duas localidades onde conduziu-se o ensaio, a produção de grãos e a percentagem de óleo estiveram correlacionados positivamente e a adubação fosfatada, além da produção, aumentou a percentagem de óleo no grão.

4.4.3 Cinzas

Segundo os resultados obtidos neste ensaio (Quadro 7) não se detectou diferença significativa entre os tratamentos e a quantidade de cinzas presentes nos grãos, embora os valores aqui encontrados sejam superiores àqueles apresentados por Carvalho e Nakagawa (1983).

Carvalho e Nakagawa (1983), que encontrou uma quantidade de cinzas presente no grão de arroz não brunido está em torno de 1,2%.

QUADRO 7. Análise de variância para cinzas.

F.V.	G.L.	Q.M.
GESSO	3	54.9036393
ZINCO	3	76.7605562
GES*ZIN	9	40.4732533
BLOCO	3	145.5114177
RESIDUO (A)	45	30.5315887
PARCELA	63	
CULTIVAR	1	49.4027281
CUL*GES	3	16.7174945
CUL*ZIN	3	43.0786172
CUL*GES*ZIN	9	41.3240479
RESIDUO (B)	48	29.1932855
TOTAL	127	

C.V. (A) = 29.145%

C.V. (B) = 40.304%

A diferença na constituição no grão em relação as cinzas pode ter sido o método usado já que cada autor utiliza um método diferente.

Segundo Carvalho e Nakagama (1983), a composição química da semente é muito importante, tanto porque o vigor quanto o potencial de armazenamento são influenciados pelos teores dos compostos presentes.

5 CONCLUSÃO

1. A produtividade obtida não reflete o potencial das cultivares.
2. a produção de grãos não é afetada pelos tratamentos com gesso e sulfato de zinco.
3. A cultivar Douradão apresentou-se mais produtiva que a cultivar Guarani.
4. Com a aplicação de sulfato de zinco a cultivar Douradão mostra um maior peso dos grãos em relação a cultivar Guarani.
5. A cultivar Douradão apresenta maior percentagem de proteína e a adubação com gesso altera a percentagem de proteína presente no grão.
6. A percentagem de óleo e cinzas não é influenciadas pela aplicação de zinco e de gesso.
7. Devido aos problemas de veranicos ocorrido neste trabalho durante o ciclo da cultura, e necessários maiores estudos sobre o assunto para se concluir melhor os resultados obtidos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALLAWAY, W. N.; J.F. THOMPSON. Sulfur in the nutrition of plants and animals. *Soil Science, Madison*, v.101, n.4, p.220-247, 1966.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. 12. Ed. Washington, 1970. 1094p.
- BALIR, G.J. *Sulfur in the tropics*. Alabama: Sulfur institute and international Fertilizer Development Center: Husele Shoals, 1979. 69p. (Technical Buletim IFD--12).
- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGÉRIA, N.K. *Efeito de fontes e métodos de aplicação de zinco sobre a cultura de arroz de sequeiro*. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF. 1980 b. 4p.
- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGÉRIA, N.K. *A ocorrência diagnose e correção de arroz de sequeiro*. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1980a. 18p. (Circular Técnica, 4).
- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGÉRIA, N.K.; FONSECA, J.R. *Tratamento de sementes de arroz com micronutrientes sobre o rendimento e qualidade de grãos*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.3, p.219-222, 1983.
- BOTRILL, D.E.; POSSIGHAM, J.V.; MANN, K. The effect of nutrient deficiencies on photosynthesis and respiration in spinach. *Plant and soil*, The Hague, v.32, p.424-438.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: Ciência, tecnologia e produção*. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429p.
- COELHO, F.S. *Fertilidade do Solo*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384p.
- COLEMAN, R. The importance of sulfur as a plant nutrient in world crop production. *Soil Science, Madison*, v.101, p.230-239. 1966.
- EATON, F.M. In: CHAPMAN, M.D. (ed.) *Diagnosis criteria for plant and soils*. Berkeley: University of California, Division of Agricultural Science, 1966. p.444-475.

- EPSTEIN, E. Nutrição mineral de plantas: princípio e perspectivas. São Paulo: USP/Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341p.
- FAGÉRIA, N.K.; ZIMMERMAN, F.J. Resposta do arroz irrigado a aplicação de fósforo, zinco e calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.1, n.2-3, p.72-76, 1977.
- GALLO, J.R.; TEIXEIRA, J.P.; SPOLADORE, D.S.; IGUE, T.; MIRANDA, L.T. Influência da adubação nas relações entre constituintes químicos aos grãos, dos grãos e das folhas e a produção de milho. *Bragantia*, Campinas, v.35, n.36, p.413-32, dez. 1976.
- GALRÃO, E.Z.; SUHET, A.R.; SOUZA, D.M.G. Efeito de micronutrientes no rendimento e composição química do arroz (*Oryza sativa* L.) em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v.2, n.2, p.129-132, maio/ago. 1978.
- GIUDICE, R.M. del; FREIRE, F.M.; TANAKA, R.T. Nutrição mineral e adubação do arroz. *Informe Agropecuário*, v.5, n.55, p.40-50, 1979.
- GIUDICE, R.M. del; HAAG, H.P.; THIEBAUT, J.T.L.; DECHEN, A.R. Absorção cumulativa de nutrientes minerais em duas variedades de arroz (*Oryza sativa*, L.), cultivadas em três diferentes níveis de disponibilidade d'água. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 115p.
- HANSON, E.A.; BARRIEN, B.S.; WOOD, J.G. Relationship, between protein - nitrogen, protein - sulphur and chlorophyll in leaves of Sudan Grass. *Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science*, Adelaide, v.19, p.231-234, 1941.
- HOLANDA, F.S.R. Efeito do fósforo na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) sob diferentes níveis de água de varzeas de Minas Gerais. Lavras: ESAL, 1992. 116 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- HOROWITZ, A.; DANTAS, H. da S. Geoquímica dos elementos menores nos solos de Pernambuco. IV - Zinco na Zona Litoral - Mata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Rio de Janeiro, v.2, n.12, p.27-36, 1976.
- JORDAN, H.V.; ESMINGER, L.E. The role of sulphur in soil fertility. *Advances in Agronomy*, New York, v.10, p.407-434, 1958.
- KUPPER, A.; GARCIA, A.W.R.; MARTINS, M.; SANTINATO, R.; FERNANDES, D.R. "Efeito do zinco, aplicado no solo em cobertura, na forma de sulfato e de óxido de zinco", sobre o cafeeiro - nota prévia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRAS, 7. Araxá, 1979. Resumos... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1979. p.295-7.

- LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento de safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE, v.3, n.9, set. 1991.
- MALAVOLTA, E. Elemento de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. p.217-251.
- MALAVOLTA, E. Os nutrientes. In: _____. Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo: Ceres, 1976. p.413-48.
- MALAVOLTA, E.; GUILHERME, H.R.; LIEM, T.H. Associações fosfo-gesso-calcário. Princípios e aplicações. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, Brasília, 1986. Anais... Brasília: IBAFOS/EMBRAPA/PETROFÉRTIL, 1986. p.177-196.
- MILLER, D.S.; DONOSCO, G. Relation between the sulphur/nitrogens ratio and the protein value of diets. *Journal of the Science Food Agriculture*, London, v.14, p.345-349, 1963.
- PONTE, A.M.; MORAIS, O.P. de; GUIMARÃES, P.G.; PAULA, M.B. de e SOUZA, R.A. de. Influência do gesso e do calcário na fertilidade dos solos para duas cultivares de arroz de sequeiro. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Projeto arroz; relatório 77/78. Belo Horizonte, 1980. p.145-155.
- PRASAD, K.; SINHA, R.B.; SINGH, B.P. Response of rice varieties to zinc. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New York, v.52, n.8, p.511-513, 1982.
- QUAGGIO, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à aplicação de calcário em solo Latossolo Roxo Distrófico de Cerrado. II. Efeito residual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 18, Salvador, Programa e Resumos... Salvador: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1981. p.46.
- RAMAIAH, P.K.; RAO, M.R.V.; CHOKHANNA, N.G. Zinc deficiency and the amino ácido of coffee leaves (*Coffea arabica*, L.). *Tunialba*, Costa Rica, v.14, n.3, p.136-39, jul./set. 1964.
- REEVE, N.G.; SUMMER, H.E. Amelioration of subsoil acidity in Natal oxisols by leaching of surface applied amendements. *Agrochemophysica*, Pretoria, v.4, p.1-6, 1972.
- RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E.; SOUZA, D.M.G. Lixiviação de cálcio e crescimento de raízes em solos de cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 18, Salvador, 1981. Programa e Resumos... Salvador: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1981. p.96.
- SAKAL, R. Note on varietal response of rice to soil applied zinc. *Indian Journal of Agricultural Science*, New York, v.47, n.9, p.480-482, 1977.

- SANCHEZ, P.A.; SALINAS, I.G. Low-input technology for marasing oxisols and utisols in Tropical America. *Advances in Agronomy*, New York, v.34, p.279-406, 1981.
- SINGH, M.; SRIVASTANA, J.P.; SINGH, K. Effect of micronutrients and their methods of application on yield and nutrient uptake of drilled rice variety IR8. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, v.23, n.1, p.31-36, 1978.
- SINGH, Y.; PANDEY, C.H. Studies on the effects of rates and methods of zinc application in rice. *Riso*, v.21, n.3, p.202-207, 1972.
- SOUZA, D.M.; HIROCE, R. Deficiência de zinco na cultura do arroz. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.24, n.261, p.37-43, 1971.
- TANAKA, R.T.; PONTE, A.M.; MORAIS, O.P.; CASTILLO, J.A.B. Influência do gesso na fertilidade dos solos de cerrado para duas cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) de sequeiro. Resultados de 1978/79 e 1979/80. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Projeto arroz; relatório 78/80. Belo Horizonte, 1983. p.199-214.
- TANAKA, R.T.; PONTE, A.M.; MORAIS, O.P.; CASTILLO, J.A.B. Integração entre níveis de calcário, fósforo e zinco na cultura de arroz (*Oryza sativa* L.) de sequeiro em solos de cerrado. Resultado de 1978/79 e 1979/80. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERIS. Projeto arroz; relatório 78/80. Belo Horizonte, 1983b. p.215-29.
- TEIXEIRA, I.P.F.; FURTANI, P.R.; AZZINI, L.E. Teores de Proteína Cisina e Triplofano em grãos integrais de diversas cultivares de arroz. São Paulo, Brasil. *Bragantia*, Campinas, v.3, n.2, p.453-459, 1976
- TSUI, C. The role of zinc in auxin synthens in the tomato plant. *American Journal of Botany*, Columbus, v.35, n.3, p.172-180, 1948.
- VALLADARES, L.C.; CARVALHO, Y. de; ALMEIDA NETO, J.X. de. Efeito de micronutrientes e calcário na cultura do arroz em solo de cerrado. *Anais da Escola de Agronomia e Veterinária de Goiás*, v.1, n.1, p.35-45, 1971.
- VITTI, G.C. O enxofre na agricultura - situação, perspectivas e sugestões. In: SILVA, M.C. de (Coord.). *Anais do Seminário Fósforo, Cálcio, Magnésio, Enxofre e Micronutrientes - Situação Atual e Perspectiva na Agricultura*. São Paulo: Manah, 1986. p.98-109.

- VITTI, G.C.; FERREIRA, M.E. Calagem e Gessagem em Culturas. YAMADA, T.; RANDO, E.M.; GRILLO, J.M.; SILVA F.C.M. da (coord.). Palestra apresentada no curso de atualização em fertilidade do solo. Bandeirantes: FALM, POTAFÓS/ANDA, 1986. p.195-241. (Mimeografado).
- VITTI, G.C.; FERREIRA, H.E.; MALAVOLTA, E. Respostas de culturas anuais e perenes. In: SEMINARIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, Brasília/DF, 1986. Anais... Brasília: IBRAFOS/ EMBRAPA/PETROFERTIL, 1986. p.17-43.