

EFEITO DE MICRONUTRIENTES E CALCÁRIO NA CULTURA DO ARROZ EM SOLO DE CERRADO (1)

Luiz Carlos Valladares ()*

*Yvo de Carvalho (**)*

José Xavier de Almeida Neto ()*

INTRODUÇÃO

A cultura de arroz vem sendo, na última década, gradativamente implantada em solos de cerrado no Estado de Goiás, pois 67% do território goiano é coberto por este tipo de vegetação. Essa formação edáfica caracteriza-se pela apresentação de cobertura vegetal típica, solos plenamente mecanizáveis, topografia geralmente plana e propícia à agricultura extensiva.

A baixa fertilidade é uma das características marcantes dos solos de cerrado e as lavouras aí implantadas são normalmente adubadas, sendo o fósforo o elemento de melhor resposta em produção. Em vários arrozais cultivados neste tipo de solo foi observada a ocorrência de anormalidades caracterizadas pela manifestação da cor marrom do limbo foliar, acentuando-se no decorrer do ciclo vegetativo.

Geralmente os sintomas aparecem mais intensamente em "reboleiras", onde as plantas se definham, podendo morrer, resultando em sensível queda de produção. Estas manifestações são observadas, mais frequentemente, em arrozais implantados em solos que receberam calcário.

Em solos de cerrado da Estação Experimental de Anápolis (Go), conseguiu-se boa resposta à adubação com zinco, para as culturas de arroz e milho (MALAVOLTA-1971), entretanto observa-se na literatu-

(1) Recebido para publicar em setembro de 1971.
Apresentado no XIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Vitória (E. S.) de 12 a 22 de julho de 1971.

(*) Docentes do Depto. de Agricultura da E. A. V. — UFGO.

(**) Docente do Depto. Fitossanitário da E. A. A. — UFGO.

ra mundial, muita divergência quanto às causas e circunstâncias em que ocorre o bronzeamento das folhas de arroz.

No presente trabalho, procurou-se determinar a causa dos sintomas já descritos e os fatores que influenciam no fenômeno. Essa experiência foi precedida por um ensaio em vasos no qual foram testados os micronutrientes boro, cobre, manganês, ferro, molibdênio e zinco, com objetivo de selecionar, com base no aspecto geral da planta, os micronutrientes a participar do experimento de campo. Dêsse ensaio preliminar, foram escolhidos o boro, cobre e zinco.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Doenças fisiológicas na cultura do arroz são mencionadas em diversos países da Ásia, sob diferentes denominações tais como: "Amyit-po" (Burma), "Bronzing" (Tailândia), "Mentek" (Indonésia) e "Akagare" (Japão). Todas essas anormalidades ocorrem durante o perfilhamento e sob condições de água estagnada (TAKAHASHI — 1961). No decorrer do ano agrícola de 1965/66, em arrozais de sequeiro, localizados em solos de pH entre 5,75 e 5,90, em terras altas dos municípios de Campinas, Miguelópolis e Leme, no Estado de São Paulo, foram observadas anormalidades afetando as plantas desde duas semanas após a germinação, e ocasionando a morte de algumas delas. As folhas mais velhas apresentaram-se com coloração castanho escuro, exceto ao longo da nervura principal e bordos, que conservaram a cor verde normal. Algumas folhas exibiram cor verde-amarelada no terço inferior, outras apresentaram-se partidas no sentido do comprimento. Os resultados da análise química das plantas doentes, e as respostas às adubações quantitativas e qualitativas de zinco demonstraram que tais sintomas são devidos à deficiência de zinco (SOUZA & HIROCE — 1971). Deficiência de zinco foi observada em cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, e em arrozais e milharais localizados em solos de cerrado do Estado de Goiás. A aplicação de sulfato de zinco no sulco de plantio, na dose de 10 kg/ha, foi bastante para corrigir tal deficiência (MALAVOLTA — 1971). KARIM & VLAMIS, estudando o efeito dos micronutrientes sobre o desenvolvimento de plantas de arroz em solução nutritiva, observaram que os sintomas de deficiência de zinco e molibdênio aparecem nas folhas mais velhas, enquanto que os de deficiência de boro e cloro aparecem nas folhas mais novas. Sintomas de deficiência de cobre e molibdênio aparecem mais tardiamente nas folhas e retardam a produção de sementes. Deficiências de zinco e de manganês prejudicaram o desenvolvimento do sistema radicular e a granação do arroz (KARIM & VLAMIS-1962).

A deficiência de zinco afeta a planta de arroz e sua rizosfera em solos alcalinos, possivelmente devido às trocas (NENE et al. — 1965).

A ocorrência do bronzeamento das plantas de arroz no Ceilão é mais frequente em zonas úmidas, e os sintomas foram mais severos em solos com baixo teor de cálcio trocável (OTA & YAMADA - 1962). Inada observou que os sintomas do bronzeamento são mais severos em áreas arenosas do que em áreas argilosas, e que a calagem promoveu um aumento na produção em solos argilosos, ocorrendo o contrário em solos arenosos. O bronzeamento foi associado com solos de baixada e com pH, geralmente, menor que 6,5. Não houve correlação entre ferro solúvel no solo e ocorrência de bronzeamento, embora distúrbios similares possam ser induzidos por excesso de ferro ferroso em solos com pH menor que 6,5 ou em presença de altas concentrações de sulfatos, especialmente o ácido sulfídrico (INADA — 1965). De acordo com TAKAHASHI — 1965, o bronzeamento da planta de arroz está correlacionado com condições de alta redução no solo, sendo que o problema pode ser resolvido por melhoramento das condições de drenagem.

O bronzeamento do arroz somente afeta o pêso da planta quando sua incidência ocorre precocemente, enquanto que a produção e amadurecimento são prejudicados mesmo quando a incidência é tardia (INADA — 1965). OTA & YAMADA, em 1962, observaram que, em plantas de arroz cultivadas em solução nutritiva deficiente em cálcio, o bronzeamento foi ocasionado pela adição de alumínio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em latossolo vermelho, côr 2,5 YR 4/6 red quando úmido, e 5 YR 5/4 redish brown quando sêco (Tabela de Mussell), limo-argiloso, localizado nas proximidades de uma cultura de arroz na qual ocorreu, de modo intensivo, o aparecimento de extensas manchas marrons no limbo foliar, com exceção dos bordos e margens da nervura principal. A vegetação natural típica de campo cerrado predominante na área experimental caracteriza solos de baixa fertilidade, o que é evidenciado pela análise química que revela traços de fósforo, 20 ppm de potássio, Ca+Mg 0,4 me/100 ml, e pH 5,2.

O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados, com 4 (quatro) repetições e 6 (seis) tratamentos, totalizando 24 parcelas. A área total do campo experimental foi de 360 m² (30 m x 12 m), ficando cada parcela com uma área total de 15 m² (5 m x 3 m). Cada parcela constou de 5 (cinco) fileiras de plantas de 5 m de com-

primento e espaçadas entre si de 0,60 m. Para efeito de cômputo de dados, foram eliminadas as duas fileiras laterais, e ainda 0,50 m em cada uma das extremidades das 3 fileiras centrais, portanto a área útil de parcela foi de 7,20 m².

Os tratamentos testados nesse experimento foram os seguintes:

T ₁	—	Adução Básica (Testemunha).
T ₂	—	Adução. Bás. + Ca B Zn
T ₃	—	Adução. Bás. + Ca B Cu
T ₄	—	Adução. Bás. + B Cu Zn
T ₅	—	Adução. Bás. + Ca Cu Zn
T ₆	—	Adução. Bás. + Ca B Cu Zn (completo).

A adução básica, presente em todas as parcelas, constou de superfosfato simples — 500 kg/ha (P₂O₅ — 100 kg por hectare) e cloreto de potássio — 83,3 kg/ha (K₂O — 50 kg/ha). Como fontes de zinco, cobre e boro, foram usados, respectivamente, os seguintes produtos comerciais:

Sulfato de zinco (ZnSO ₄)	20 Kg/ha.
Sulfato de cobre (CuSO ₄ . 5H ₂ O)	20 Kg/ha.
Tetraborato de sódio (Na ₃ (BO ₄) ²)	20 Kg/ha.

Os produtos acima mencionados, de acordo com o tratamento em questão, foram misturados aos componentes da adução básica e, posteriormente, distribuídos no sulco de plantio e incorporados ao solo em 1º/12/70.

A calagem, nas parcelas programadas, foi realizada em 27/11/70, tendo-se aplicado calcário magnesiano procedente de Corumbá (Go), na dosagem de 3 t/ha, recebendo cada parcela (15 m²) 4,5 kg do produto, o qual foi distribuído a lanço, com máxima uniformidade possível. Logo após a distribuição, o calcário foi incorporado ao solo.

O cultivar de arroz utilizado nessa experiência foi o IAC 12/46. Esse cultivar apresentou, nos anos anteriores ao experimento, os sintomas típicos acima mencionados, e seu cultivo vem sendo incrementado nesse Estado em vista de seu comportamento satisfatório em relação a bruzone (*Piricularia oryzae* Bert. et Cavara). As cariopsis chôchas ou mal granadas foram separadas por flutuação em água, sendo as restantes secas à sombra e desinfetadas, à seco, com Neantina Sêco (fenil-acetato de mercúrio — 1,5% com 0,9% de Hg metá-

lico, e 0,5% de Andane) na dosagem de 0,3%, no dia 03/10/70.

A semeadura foi realizada manualmente em 1° de dezembro de 1970, distribuindo-se as cariopsis nos sulcos adubados. A densidade de semeadura foi de 3g/m de sulco.

A aferição dos resultados foi realizada através da produção de grãos (g/ parcela) e ainda pela intensidade de aparecimento dos sintomas típicos. Para medir a intensidade de ocorrência dos sintomas típicos, o critério usado foi o de conferir graus variando de 0(zero) a 4(quatro) conforme a seguinte convenção:

Grau 0 — plantas sem sintomas típicos.

Grau 1 — plantas com sintomas fracos e raros.

Grau 2 — plantas com sintomas moderados mas frequentes

Grau 3 — plantas com sintomas moderadamente severos e frequentes.

Grau 4 — plantas com alta incidência de sintomas típicos, porte baixo, folhas baixas e aspecto escuro.

Para efeito de avaliação, a unidade foi o metro linear de fileira, tendo-se 4 leituras por fileira num total de 12 leituras por parcela. As médias dessas leituras foram convertidas em percentagem, mediante a aplicação da fórmula de Mc Kinney, e as percentagens foram convertidas a arc. sen. $\sqrt{x\%}$ para efeito de análise estatística.

RESULTADOS

O início da manifestação dos sintomas típicos descritos observou-se após os primeiros 15 dias, tornando-se gradativamente mais intensivos. A leitura dos sintomas foi realizada 90 dias após o plantio, e os resultados, após conversão para arc. sen. $\sqrt{x\%}$, foram os seguintes:

QUADRO I — Grau de intensidade de aparecimento dos sintomas típicos descritos, expressos em arc. sen. $\sqrt{x\%}$.

Tratamento	Repetições				Total de Trat ^{oes} .	Média
	I	II	III	IV		
T ₁	75,53	38,94	62,03	47,35	227,85	56,96
T ₂	26,42	27,83	31,31	21,56	107,12	26,78
T ₃	53,43	53,43	62,08	75,35	244,24	61,06
T ₄	33,34	31,31	22,46	29,27	116,38	29,09
T ₅	26,42	26,42	27,13	32,01	111,98	27,99
T ₆	29,27	24,04	26,42	32,65	112,38	28,09
Tot. Blocos	248,41	201,97	231,38	238,19	919,95	

QUADRO II — Análise de Variância

Fonte de Variância	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	5	5.176,31	1.035,26	12,38*
Blocos	3	198,93	66,31	—
Resíduos	15	1.254,02	83,60	—
TOTAL	23	6.629,26	—	—

F (5;15). 05 = 2,90

C. V. 23,85%.

Duncan

$D_2 = 13,54$	$T_3 = 61,06$
$D_3 = 14,22$	$T_1 = 56,96$
$D_4 = 14,63$	$T_4 = 29,09$
$D_5 = 14,90$	$T_6 = 28,09$
$D_6 = 15,12$	$T_5 = 27,99$
	$T_2 = 26,78$

A colheita foi realizada manualmente em 29 de abril de 1971, e a produção foi computada em gramas de sementes em casca por parcela, conforme o seguinte quadro:

QUADRO III — Produção de arroz em casca, expresso em gramas por parcela.

Tratamento	Repetições				Total de Trat. ^{os}	Média
	I	II	III	IV		
T_1	25	1.752	882	750	3.409	852,25
T_2	1.800	2.000	1.963	1.875	7.638	1.909,50
T_3	498	647	480	52	1.677	419,25
T_4	1.700	1.854	1.910	1.944	7.408	1.852,00
T_5	1.650	2.200	2.242	1.648	7.740	1.935,00
T_6	1.788	1.871	2.128	1.659	7.446	1.861,50
Tot. Blocos	7.461	10.324	9.605	7.928	35.318	—

QUADRO IV — Análise de Variância.

Fonte de Variância	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	5	5.777.028	1.755.406	20,47*
Blocos	3	920.071	306.690	—
Resíduos	15	1.285.555	85.770	—
TOTAL	23	10.983.654	—	—

$$F(5,15).05 = 2,90.$$

$$C. V. = 19,90 \%$$

Duncan

$$D_2 = 440,7$$

$$D_3 = 462,6$$

$$D_4 = 475,8$$

$$D_5 = 484,6$$

$$D_6 = 491,9$$

$$T_3 = 419,25$$

$$T_1 = 852,25$$

$$T_4 = 1.852,00$$

$$T_6 = 1.861,50$$

$$T_2 = 1.909,50$$

$$T_5 = 1.935,00$$

A produção média dos tratamentos, convertida a kg/ha, constitui o quadro V seguinte:

QUADRO V — Produção média de arroz em casca, expressa em kg/ha.

Tratamentos	Produção kg/ha
T ₁ — Ad. Básica	1.183,69
T ₂ (—Cu)	2.652,10
T ₃ (—Zn)	582,30
T ₄ (—Ca)	2.572,24
T ₅ (—B)	2.687,52
T ₆ — Completo	2.585,44

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O desenvolvimento da cultura ocorreu de modo normal em tôdas as parcelas nas duas primeiras semanas após a germinação.

Posteriormente as parcelas que não receberam zinco começaram a apresentar uma diferenciação no crescimento, seguido da expressão dos sintomas foliares, formando-se verdadeiras "reboleiras" onde as plantas se apresentaram com porte reduzido tendo algumas áreas parecido. No limbo foliar, observou-se o aparecimento de coloração marrom, ficando a tonalidade verde normal restrita apenas a nervura principal e bordos da fôlha.

A avaliação da intensidade de ocorrência dos sintomas acima descritos foi realizada 90 dias após o plantio. Observou-se que os sintomas tornaram-se gradativamente mais acentuados até o final do ciclo da cultura. Observações realizadas em outros arrozais da região, demonstraram a possibilidade de recuperação espontânea de plantas com os sintomas descritos.

Observou-se que, nas parcelas que não receberam zinco, as plantas tiveram porte reduzido, maturação retardada e irregular. Nessas mesmas parcelas, por ocasião da colheita, que foi realizada manualmente, notou-se que as plantas se desprendiam do solo com maior facilidade, e o seu sistema radicular fasciculado mostrou-se menos denso que nas plantas sadias. Esses resultados concordam com Nene, Y. L. et al. (1965) embora este autor tenha trabalhado em solos alcalinos.

A manifestação de bronzeamento nas fôlhas do arroz nas diversas regiões rizícolas do mundo, descrita sob a denominação geral de "rice bronzing", conforme a bibliografia citada, ocorre em condições mesológicas bem diferente daquelas observadas na região de cerrado. Os solos de cerrado apresentam boa drenagem e pH ácido.

O ciclo vegetativo da cultura coincidiu com um período de baixa precipitação pluviométrica.

Conforme os resultados obtidos no presente experimento, pode-se observar a notável importância do micronutriente zinco para a cultura do arroz de sequeiro em solo de cerrado dessa região.

A calagem, na ausência de zinco, parece acentuar a intensidade de manifestação dos sintomas e a queda de produção, embora estatisticamente não tenha havido significância.

Os sintomas descritos caracterizam a deficiência de zinco em arroz, e a adição de sulfato de zinco, na dose de 20 kg/ha, foi suficiente para corrigir tal deficiência, evitando a ocorrência de "reboleiras" que ocasionam sensível queda na produtividade. Comparando-se a média

de produção nos tratamentos com e sem zinco, notou-se que esse micronutriente promoveu um aumento da ordem de 148%.

A análise de variância revelou significância, ao nível de 5%, tanto entre médias de produção quanto na intensidade de ocorrência dos sintomas. O teste de Duncan revelou que os tratamentos sem zinco foram significativamente inferiores aos demais, observando-se nêles a manifestação mais severa dos sintomas e a média de produção foi sensivelmente mais baixa.

RESUMO

Dêsde o ano agrícola de 1966/67, nos arrozais cultivados em solos de cerrado de diversas regiões do Estado de Goiás, vem se observando a ocorrência de anormalidades caracterizadas pela côr marrom no limbo foliar, que se acentuam com o decorrer do ciclo vegetativo, permanecendo a coloração verde apenas na nervura principal e bordos.

Geralmente os sintomas aparecem mais intensamente em "reboleiras", onde as plantas se apresentam com porte reduzido, podendo morrer, resultando em sensível queda de produção. Quando as plantas não perecem, o ciclo vegetativo é retardado.

Observou-se que as manifestações aparecem frequentemente em arrozais que receberam calcário.

No presente trabalho procurou-se estudar a causa de tais sintomas, através da observação do efeito de micronutrientes e calcário, adicionados ao solo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições.

O experimento foi instalado em latossolo vermelho, com cobertura típica de campo cerrado, próximo a Goiânia.

O cultivar usado foi o I. A. C. 12/46, tendo sido as sementes desinfetadas com Neantina sêco a 0,3%.

A adubação foi feita no sulco de plantio, exceto a calagem que foi a lança.

Na aferição dos resultados computou-se produção e intensidade de aparecimento de sintomas foliares.

Os tratamentos que receberam zinco apresentaram-se estatisticamente superiores aos demais. A análise de variância revelou diferença significativa entre os tratamentos ao nível 5%. O teste de Duncan indicou que, com relação a produção de grãos, os tratamentos situaram-se em 2 níveis, tendo sido a menor produção observada nos tratamentos T_3 e T_1 , seguindo-se os tratamentos T_4 , T_6 , T_2 e T_5 , com maior nível de produção.

ABSTRACT

Since the growing season of 1966-67, there have been abnormalities appearing in the rice plants cultivated in the "cerrado" in various regions of the State of Goiás. One of abnormalities is brown coloring on the leaf blades which worsens as the life cycle progresses, eventually leaving green pigmentation only along the edges and the principal vein of the leaf.

Generally, this symptom appears more intensely in spotty areas where the plants are stunted and can die, causing an appreciable loss in production. When the plants don't die, their life cycle is retarded.

Has been observed that these characteristic frequently appear in rice fields that have been with lime.

In the present research project, the cause of these symptoms has been studied, by observing the effect of lime and micronutrients which were added to the soil.

The research design was composed of random plots with four replications.

The experiment was instatted near Goiânia in red latosol in an area of natural vegetation typical of the "campo-cerrado".

The variety of rice used was I. A. C. 12/46. after it had been disinfected with dry neantina at 0,3%.

Dry brush country with stunted vegetation.

The treatments were as follows:

- T_1 — Basic fertilizer
- T_2 — Basic fertilizer + Ca B Zn;
- T_3 — Basic fertilizer + Ca B Cu;
- T_4 — Basic fertilizer + B Cu Zn;
- T_5 — Basic fertilizer + Ca Cu Zn;
- T_6 — Basic fertilizer + Ca B Zn.

The doses were as follows:

- a) basic fertilizer: 100 kg of P_2O_5 and 50 kg K_2O per hectare
Simple superphosphate (20% of P_2O_5) and potassium chloride (60% of K_2O) were used.
- b) lime: 3,0 t/ha.
- c) zinc sulphate: 20 kg/ha
- d) copper sulphate: 20 kg/ha
- e) Sodium tetraborate: 20 kg/ha

The fertilizers, With the exception of the lime, which was sprinkled over the plots, were placed in the planted furrows.

Grain yield and the intensity of leaf symptoms were the data computed.

The plots that received zinc were statistically superior to the others.

The analysis of variance showed a significant difference among the treatments at the 5% level. The Duncan test indicated that, in relation to grain yield, the treatments fell into two categories. The T_1 and T_3 treatments gave low yields, and the T_2 , T_4 , T_5 , and T_6 , produced higher yields. With regard to the intensity of leaf symptoms, the treatments fell into two groups. In the T_1 and T_3 treatments, the manifestations were more intense than in the T_2 , T_4 , T_5 , and T_6 treatments.

Though there was no significant difference, lime seems to aggravate the intensity of the leaf symptom. In the plots that received lime and did not receive zinc, grain yield was significantly lower.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1 — INADA, K. — 1965. — Studies on bronzing disease of Rice plant in Ceylon. I — Effect of field treatments on bronzing occurrence, and changes in leaf respiration induced by the disease. II — Cause of the occurrence of bronzing. — Proc. Crop. Sci. Soc. Japan. 33(4):309-314, 4 graphs, 7 tables.
- 2 — KARIM, A. Q. M. B., & VLAMIS, J. — 1962. Micronutrient deficiency symptoms of Rice grown in nutrient culture solutions. Plant & Soil, 16(3):347-60, 2 col. pl.
- 3 — MALAVOLTA, E. — 1971. Aumenta a deficiência de zinco. Supl. Agrícola — O Estado de São Paulo — ed. 7-03-71.
- 4 — NENE, Y. L., GAIROBA, C., MOTIRAMANI, D. P. & SINGH, R. S. — 1965. Further observations on the khaira disease of Paddy — Res. Bull. Exp. Sen. U. P. Agric. Univ. 2, 6 pp.
- 5 — OTA, Y. & YAMADA, N. 1962. Physiological study on bronzing of Rice plant in Ceylon. (Preliminary report). Proc. Crop. Sci. Soc. Japan 31(1): 90-97, 19 graphs.
- 6 — SOUZA, K. M. & HIROCE, R. — 1971. Deficiência de zinco na cultura do arroz. Arrozeira — Revista do Instituto Riogr. do Arroz, nº 261.
- 7 — TAKAHASHI, J. — 1960. Review of investigations on physiological disease of Rice. I and II. News Lett. int. Rice Comm., 9 (1):1—6, (2):17-24.