

RESPOSTA DO MILHO (*Zea mays* L.) A DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM SOLO DA REGIÃO DE LAVRAS-MG.

III. MICRONUTRIENTES NA PARTE AÉREA

GERALDO MILANEZ DE RESENDE¹
GERALDO LUIZ DA SILVA²
LÁZARO EURÍPEDES PAIVA¹
PAULO FRANCISCO DIAS³
JANICE GUEDES DE CARVALHO⁴

RESUMO - O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no período de setembro a novembro de 1990 em amostras de Latossolo Roxo, com o objetivo de avaliar a influência do nitrogênio e do potássio sobre o acúmulo de micronutrientes na parte aérea de plantas de milho. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 3, compreendendo

3 doses de nitrogênio (0, 300 e 600 mg/dm³ de terra) e 3 doses de potássio (0, 150 e 300 mg/dm³ de terra) e quatro repetições. Os resultados indicaram um incremento no acúmulo de Mn, Cu e B com o aumento das doses de nitrogênio. Para Zn e Fe, verificou-se efeito significativo da interação N x K, cujas concentrações na parte aérea aumentaram com as doses de nitrogênio e potássio.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Milho (*Zea mays* L.), nitrogênio, potássio, micronutrientes

RESPONSE OF CORN (*Zea mays* L.) TO DOSES OF NITROGEN AND POTASSIUM IN A SOIL IN THE REGION OF LAVRAS, STATE OF MINAS GERAIS, BRAZIL. III. MICRONUTRIENTS IN THE PLANT TOPS

ABSTRACT - The experiment was carried out in a greenhouse at the Universidade Federal de Lavras, Lavras, State of Minas Gerais, from september to november 1990, with samples of Dark Red Latosol. The objective of this work was to evaluate the influence of nitrogen and potassium on the accumulations of micronutrients in the tops of corn plants. The experimental design was a 3 x 3 factorial scheme with four replications. The treatments were three doses of

nitrogen (0, 300 and 600 mg/dm³ of soil) and three doses of potassium (0, 150 and 300 mg/dm³ of soil). All the pots received a basic fertilization. The results indicated an increase in the accumulation of Mn, Cu and B with increasing doses of nitrogen. Concerning the accumulation of Zn e Fe a significant effect from the interaction N x K was verified, which had their accumulation increased in the plant tops with the doses of nitrogen and potassium.

INDEX TERMS: Corn (*Zea mays* L.), nitrogen, potassium, micronutrients

INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas mais intensamente plantadas no Brasil, exercendo papel de grande importância sócio-econômica.

A aplicação de fertilizantes contendo nitrogênio na forma de NH_4^+ na cultura do milho aumenta a

concentração de Zn e Mn na planta, enquanto a adição de K^+ , por outro lado, reduz a concentração de Zn e apresenta pequeno efeito sobre o Mn (Terman e Allen, 1974). Resultados similares foram encontrados por Gallo et al. (1976) para o Zn e Mn, além do Cu, com a aplicação de nitrogênio.

1. Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Petrolina-PE.

2. Mestrando da UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS - UFLA, Lavras-MG.

3. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio de Janeiro-PESAGRO, Itaguaí-RJ.

4. Professora da UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS - UFLA, Lavras-MG.

Thompson (1962) também observou que a aplicação de N aumentou o conteúdo de Zn, Cu e Mn na planta e que em solos com baixa concentração de K, a adição do elemento melhorou primeiramente a absorção de Zn, sendo que com incremento das doses o efeito foi depressivo na absorção. Aumentos na concentração e absorção de Zn proporcionados pela adubação nitrogenada são também relatadas por Soltanpour (1969).

Com relação ao potássio, Lueking et al. (1983) observaram que o incremento das doses promoveu um decréscimo na concentração de Cu, não se verificando diferença na assimilação de Fe, Zn, Mn, B e Mo na cultura do milho.

Smith (1975) verificou que o K aumentou a concentração de Mn em alfafa e decresceu o conteúdo de Cu, Zn e B.

O efeito da adubação potássica em reduzir a concentração de Cu na planta é relatado por Laughlin (1969) e por Waddington et al. (1972), enquanto o de aumentar a concentração de Zn e de Mn é relatado por Shukla e Mukhi (1979) e Leggett et al. (1977), respectivamente.

Hewitt (1963) cita que a clorose do Fe é pouco severa em condições de adequada aplicação de potássio, enquanto Jacobson e Oertli (1956) afirmam que a clorose está associada a altos níveis de potássio.

Oertli e Opoku (1974) observaram que a absorção de Fe por plantas de milho aumentou com as doses de sulfato de potássio, decrescendo nas maiores concentrações. Com nitrato de potássio a absorção de Fe foi pequena e nas altas concentrações foi depressiva.

Matocha e Thomas (1969) verificaram que em plantas de sorgo há uma relação fisiológica entre Fe, K e N orgânico. A aplicação de Fe no solo e nas folhas aumentou a produção de grãos e foi associada com um aumento na concentração de K nos tecidos. A adição de K sem o Fe decresceu a produção.

Hill e Morrill (1975) verificaram que altas concentrações de potássio reduzem a absorção de B e intensificam a deficiência desse micronutriente, especialmente em solo com baixo nível de B. Outros trabalhos, como por exemplo os de Laughlin (1969) e Smith (1975), relatam a diminuição no nível de B com a adição de potássio.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de doses de nitrogênio e potássio sobre a concentração de micronutrientes na parte aérea de plantas milho cultivadas em cada de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, no período de setembro a novembro de 1990.

O solo utilizado foi um Latossolo Roxo, coletado à profundidade de 0-20 cm, cujas características determinadas segundo Vettori (1969), modificadas por EMBRAPA (1979), são: pH - 6,4; P - 6 mg/dm³; K - 58 mg/dm³; Ca - 43 mmol_c/dm³; Mg - 4 mmol_c/dm³ e M.O. - 25 g/kg. O volume total de poros (64,44%) foi determinado conforme descrição de Freire et al. (1980).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso no esquema fatorial 3 x 3 com quatro repetições, compreendendo 3 doses de potássio (0, 150 e 300 mg/dm³ de terra) e 3 doses de nitrogênio (0, 300 e 600 mg/dm³ de terra), sendo estas parceladas em 1/3 no plantio e 1/3 aos 20 e 1/3 aos 40 dias após plantio. A adubação básica constou de 200 mg/dm³ de P; 15 mg/dm³ de Mg; 1,5 mg/dm³ de Cu; 5 mg/dm³ de Zn; 0,5 mg/dm³ de B e 0,1 mg/dm³ de Mo, doses estas preconizadas por Malavolta (1980), sendo usados como fontes: uréia, cloreto de potássio, superfosfato simples, sulfato de magnésio, bórax, sulfato de cobre, sulfato de zinco e molibdato de amônio.

Os fertilizantes foram misturados em todo o volume do solo e colocados em vasos plásticos com capacidade para 5,0 kg.

A cultivar utilizada foi a C-111, semeando-se quatro sementes por vaso à profundidade de 2,5 cm, estando a terra dos vasos com água no nível de 40-50% do VTP para garantir a germinação. Uma semana após a germinação efetuou-se o desbaste deixando-se duas plantas mais uniformes e vigorosas por vaso. A umidade de 40-50% do VTP foi mantida até 20 dias após o plantio adicionando-se água desmineralizada, posteriormente passou-se para o nível de 50-60% do VTP entre 20-40 dias e para 60-70% do VTP entre 40-60 dias após plantio, sendo o controle realizado por meio de pesagens, duas vezes ao dia.

O corte das plantas rente ao solo foi realizado aos 60 dias após a semeadura. A parte aérea foi lavada em água de torneira, depois com água destilada, secada a 65-70°C até peso constante e moída. Posteriormente realizou-se a análise química para Zn, Cu, Fe, Mn e B de acordo com Malavolta et al. (1989). Os extratos da matéria seca foram obtidos por digestão nítro-perclórica, exceto para o B, cuja extração foi feita por via seca. O Zn, o Cu, o Fe e o Mn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o B por colorimetria.

Segundo a metodologia descrita por Gomes (1987), os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acúmulo de Boro

Observou-se, para o acúmulo de boro na parte aérea, efeito significativo para doses de nitrogênio e não significativo para doses de potássio. O incremento nas doses de nitrogênio fez aumentar linearmente o acúmulo de boro na parte aérea (Figura 1), isto devido provavelmente ao papel do nitrogênio de proporcionar um maior desenvolvimento da planta.

Diversos autores (Hill e Morrill, 1975; Laughlin, 1969 e Smith, 1975) verificaram diminuição no nível de B em plantas que receberam a adição de potássio ou que foram cultivadas em solos com altos níveis desse elemento. Os resultados encontrados não evidenciaram esse efeito depressivo no acúmulo de boro na parte aérea com adição de potássio.

Acúmulo de Cobre

O acúmulo de cobre na parte aérea aumentou linearmente com as doses de nitrogênio (Figura 1), não ocor-

rendo efeito significativo para doses de potássio. Resultados similares foram relatados por Thompson (1962). Contudo, o efeito não significativo em relação às doses de potássio contraria os resultados obtidos por diversos autores (Laughlin, 1969; Lueking et al., 1983; Smith, 1975 e Waddington et al., 1972), os quais observaram decréscimo no conteúdo de cobre com a aplicação de potássio.

Acúmulo de Manganês

O acúmulo de manganês na parte aérea aumentou linearmente com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas (Figura 1). Respostas semelhantes foram encontradas por Gallo et al. (1976), Terman e Allen (1974) e Thompson (1962), os quais verificaram aumento na absorção de manganês pela planta com a adubação nitrogenada.

Não se verificou efeito significativo para doses de potássio, discordando dos resultados obtidos por Leggett et al. (1977), os quais encontraram um aumento de 20% no acúmulo de manganês na folha de fumo com a adubação potássica.

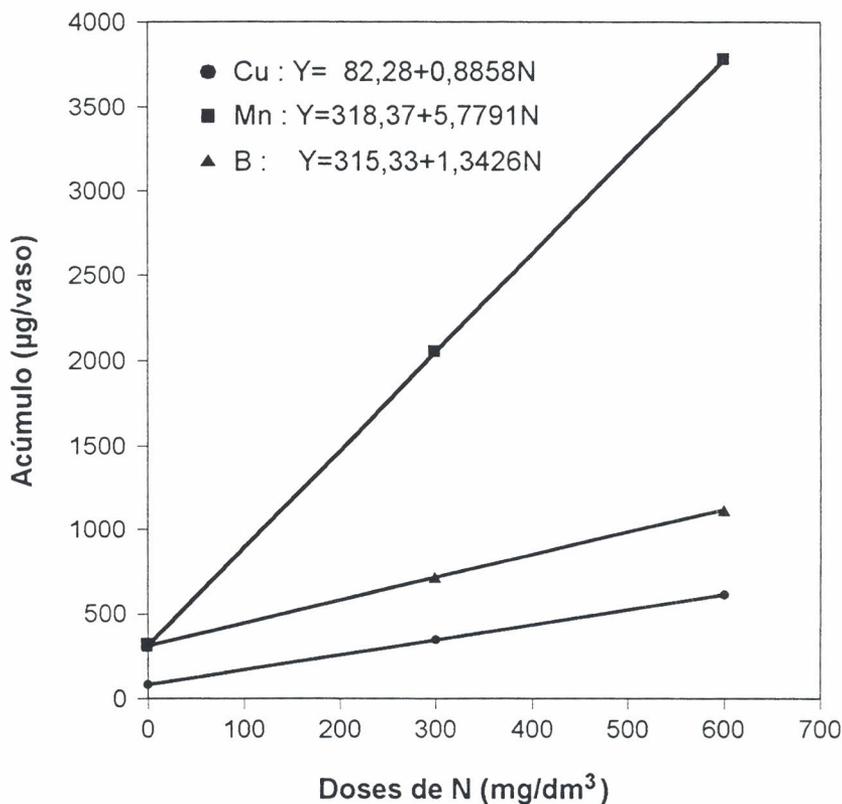


FIGURA 1 - Acúmulo de cobre, manganês e boro na parte aérea de plantas de milho de acordo com as doses de nitrogênio (N).

Acúmulo de Ferro

Observou-se efeito significativo da interação N x K sobre o acúmulo de ferro na parte aérea. O desdobramento da interação em função das doses de nitrogênio pode ser observado pela Figura 2. Nota-se que ocorreram efeitos quadráticos para as diferentes doses de potássio. Na ausência da adubação potássica verificou-se o menor acúmulo de Fe na parte aérea. Para a dose de 300 mg/dm³ de K, que proporcionou o maior acúmulo de Fe na parte aérea, o máximo acúmulo foi obtido com a dose de 479 mg/dm³ de N. Resultados semelhantes foram relatados por Hewitt (1963) e Oertli e Opopku (1974), os quais verificaram aumento na absorção de Fe com a aplicação de potássio, assim como outros autores (Jacobson e Oertli, 1956 e Matocha e Thomas, 1969) também observaram um efeito benéfico do potássio sobre a absorção de Fe pela planta. No presente trabalho, os resultados obtidos evidenciaram ser o nitrogênio o elemento de maior importância na absor-

ção de Fe pela planta quando na interação com o potássio.

Acúmulo de Zinco

Verificou-se efeito significativo da interação N x K sobre o acúmulo de zinco na da parte aérea. A Figura 3 mostra o desdobramento da interação em função das doses de nitrogênio. Observa-se um efeito linear nas diferentes doses de potássio, sendo que o menor acúmulo de zinco na parte aérea foi obtido na ausência da adubação potássica. Não houve praticamente diferença entre as doses de 150 e 300 mg/dm³ de K. Diversos autores também observaram o efeito positivo da adubação nitrogenada sobre o acúmulo de zinco na parte aérea (Gallo et al., 1976; Soltanpour, 1969, Terman e Allen, 1974 e Thompson, 1962) assim como da adubação potássica (Skukla e Mukhi, 1979). Entretanto, Terman e Allen (1974) e Smith (1975) verificaram que a adição de potássio decresceu o acúmulo de zinco.

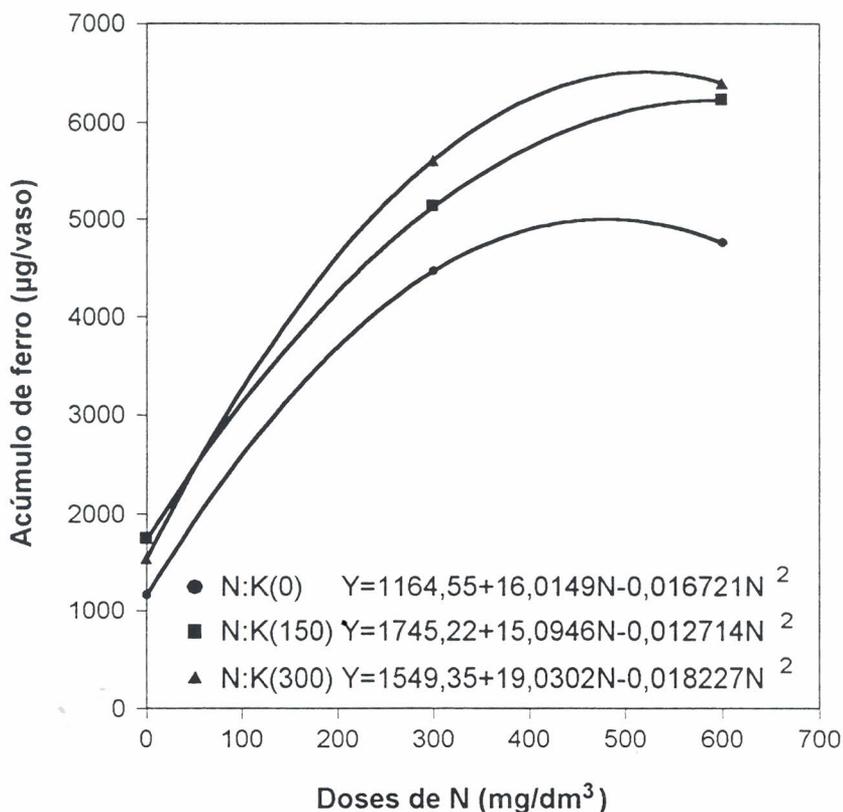


FIGURA 2 - Acúmulo de ferro na parte aérea de plantas de milho de acordo com as doses de nitrogênio(N) e potássio(K).

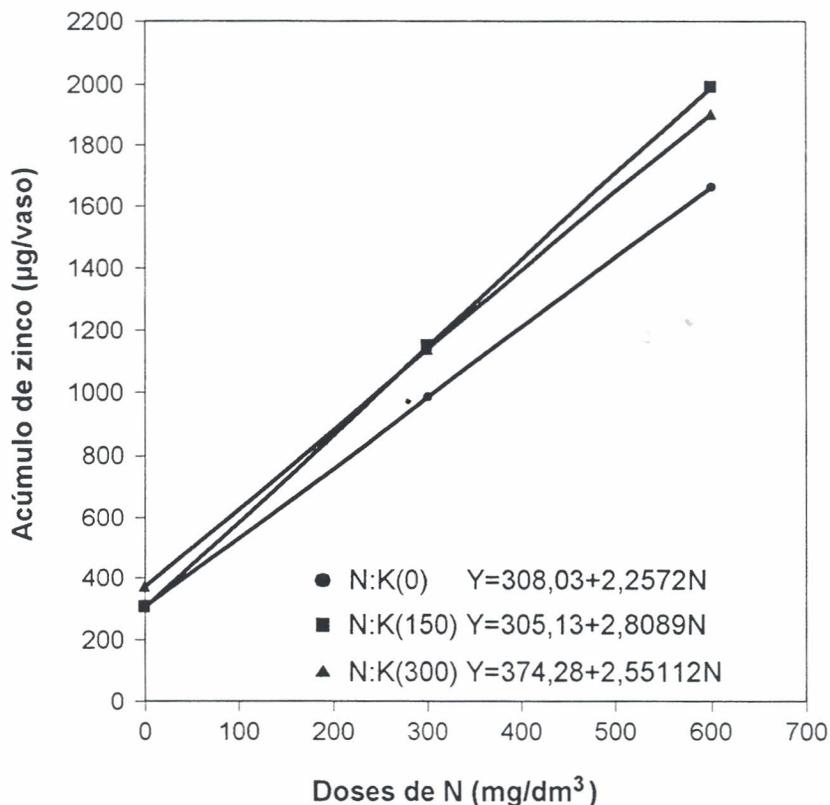


FIGURA 3 - Acúmulo de zinco na parte aérea de plantas de milho de acordo com as doses de nitrogênio(N) e potássio(K).

CONCLUSÕES

a) O acúmulo de Mn, Cu e B na parte aérea de plantas de milho aumentou com o incremento das doses de nitrogênio;

b) Não houve efeito significativo das doses de potássio no acúmulo de Mn, Cu e B na parte aérea de plantas de milho;

c) As adubações nitrogenada e potássica proporcionaram maior acúmulo de Zn e Fe na parte aérea de plantas de milho, sendo o nitrogênio o elemento de maior importância da interação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1979.

FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S. e AQUINO, L.H. Resposta do milho

cultivado em casa de vegetação, a níveis de água em solos da região de Lavras (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, n.1,p.5-8, jan./abr. 1980.

GALLO, J.R.; IGUE, T.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C. e MIRANDA, L.E.C. Influência do uso contínuo de fertilizantes na nutrição mineral do milho híbrido IAC Hmd/6999B. Inp. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas, 1976. **Anais...** Campinas: SBCS, 1976.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1987. 467p.

HEWITT, E.J. Requeriments and interactions in plants. Inp. STEWART, F.C. (ed.) **Plant Physiology**. III. New York: Academic Press, 1963. p. 137-360.

HILL, W.E.; MORRILL, L.G. Boron, calcium and potassium interactions in spanish peanuts. **Soil Science American Proceedings**, Madison, v.39, n.1, p.80-83, Jan./Feb. 1975.

- JACOBSON, L.; OERTLI, J.J. The relation between iron and chlorophyll contents in chlorotic sunflower leaves. **Plant Physiology**, Pennsylvania, v.31, n.3, p.199-204, May 1956.
- LAUGHLIN, W.M. Nitrogen, phosphorus and potassium influences on yield and chemical composition of bluejoint forage. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, n.6, p.961-964, Nov./Dec. 1969.
- LEGGETT, J.E. SIMS, J.L.; GARSETT, D.R.; PAL, U.R.; BENNES, J.F. K e Mg nutrition effects on yield and chemical composition of Burley tobacco leaves and smoke. **Canadian Journal Plant Science**, Ottawa, v.57, n.1, p.159-66, Jan. 1977.
- LUEKING, M.A.; JOHNSON, J.W.; HIMES, F.L. Effects of increasing the rates of potassium and nitrapyrin on nitrogen uptake by corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, n.2, p.247-248, Mar./Apr. 1983.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1980. 215p.
- MALAVOLTA, E; VITTI, G.E.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação de estado nutricional das plantas: princípios e aplicação**. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MATOCHA, J.E.; THOMAS, G.W. Potassium and organic nitrogen content of grain sorghum as affected by iron. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, n.3, p.425-428, Mai./June 1969.
- OERTLI, J.J.; OPOKU, A.A. Interaction of potassium in the availability and uptake of iron from ferric hydroxide. **Soil Science Society American Proceedings**, Madison, v.38, n.3, p.451-454, May/June 1974.
- SOLTANPOUR, P.N. Effect of nitrogen, phosphorus and zinc placement on yield and composition of potatoes. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, n.2, p.288-289, Mar./Apr. 1969.
- SHUKLA, U.C.; MUKHI, A.K. Sodium, potassium and zinc relationship in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, n.2, p.235-237, Mar/Apr. 1979.
- SMITH, D. Effects of potassium topdressing a low fertility silt loam soil on alfalfa herbage yields and composition and on soil K values. **Agronomy Journal**, Madison, v.67, n.1, p.60-64, Jan./Feb. 1975.
- TERMAN, G.L.; ALLEN, S.E. Accretion and dilution of nutrients in young corn as affected by yield response to nitrogen, phosphorus and potassium. **Soil Science Society American Proceedings**, Madison, v.38, n.3, p.455-460, May/June 1974.
- THOMPSON, J.W. Effects of fertilizers and soil amendments on mineral constituents of maize. **Soil Science**, Baltimore, v.94, n.5, p.323-330, May 1962.
- VETTORI, L. **Métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).
- WADDINGTON, D.V.; MOBERG, E.L.; DUICH, J.M. Effect of N source, K source and rate on soil nutrient levels and the growth and elemental composition of Penncross Creeping Bentgrass, *Agrostis palustris* Huds. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, n.5, p.562-566. Sept./Oct. 1972.