

EFEITO DO NITROGÊNIO NA INTENSIDADE DA FERRUGEM COMUM E DAS PODRIDÕES DO COLMO DE HÍBRIDOS DE MILHO

LUIZ EDUARDO BASSAY BLUM¹, LUIS SANGOI¹, DANIEL MARCELO KOTHE², ARNO OTMAR SIMMLER²

RESUMO – Este estudo foi conduzido no distrito de Santa Terezinha do Salto (Lages, SC), no ano agrícola de 1998/1999, com o objetivo de avaliar os efeitos de doses crescentes de nitrogênio, em cobertura na incidência e na severidade da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) e das podridões (*Gibberella zeae* e *Pythium* sp.) do colmo de híbridos de milho (*Zea mays*), cultivados nas últimas quatro décadas. Foram testadas quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 200 kg de N/ha), na forma de uréia em combinação com os híbridos AG 12 (ciclo tardio), AG 28 (ciclo tardio), AG 303 (ciclo precoce) e AG 9012 (ciclo super-precoce), representativos das décadas de 60, 70, 80 e 90, respectivamente. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (quatro repetições) com parcelas subdivididas (parcela = híbridos; sub-parcelas = níveis de nitrogênio). Os resultados mostraram que doses mais elevadas de nitrogênio induziram a níveis mais severos da ferrugem. Os híbridos mais novos de ciclo menor (AG 303 e AG 9012) foram mais afetados pela ferrugem. A incidência de podridões do colmo foi maior nos híbridos AG 28 e AG 303. O híbrido AG 9012 foi o mais produtivo, embora tenha sido um dos mais afetados, tanto pela ferrugem quanto pelas podridões.

Palavras-chave: doença de planta, *Puccinia sorghi*, *Gibberella zeae* e *Pythium* sp.

THE EFFECT OF NITROGEN ON COMMON RUST AND STALK ROTS OF MAIZE HYBRIDS

ABSTRACT – This study was conducted at the Santa Terezinha do Salto district (Lages, SC, Brazil) during the 1998/1999 growing season. The main objective of this trial was to evaluate the effects of increasing rates of nitrogen (0, 50, 100 and 200 kg/ha) fertilization (Urea form) in combination with corn (*Zea mays*) hybrids (AG 12, AG 28, AG 303, and AG 9012) on the incidence and severity of common rust (*Puccinia sorghi*) and stalk rots (*Gibberella zeae* and *Pythium* sp.). The experimental design was a completely randomized block (four replications) with split-plots. Hybrids were located on the main plots and nitrogen rates on the split plot of each block. The results showed that common rust severity increased with the increasing rates of nitrogen. The hybrids AG 303 and AG 9012 were more affected by rust than the hybrids AG 12 and AG 28. The hybrids AG 28 and AG 303 presented more incidence of stalk rot than the other hybrids. Despite of being one of the most affected by the diseases, the hybrid AG 9012 was the most productive.

Key words: corn diseases, *Puccinia sorghi*, *Gibberella zeae* e *Pythium* sp.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura que responde positivamente em produtividade à aplicação de níveis crescentes de nitrogênio

(MUZZILI e OLIVEIRA, 1992; SANGOI et al., 1999). O nitrogênio absorvido pelas plantas é essencial para a síntese de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, cofatores (NAD⁺, FAD, CoA), hormônios

¹ Eng. Agr., Ph. D., Prof. do Departamento de Fitotecnia do CAV/UEDESC, Av. Luiz de Camões 2090, Caixa Postal 281, 88520-000 Lages – SC/Brasil.

² Aluno de Agronomia do CAV/UEDESC, Av. Luiz de Camões 2090, Caixa Postal 281, 88520-000 Lages – SC/Brasil. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

Recebido para publicação em 28-04-2000.

(zeatina) e metabólitos aleloquímicos (bezoxazinal, glucosídios cianogênicos, gramina) (WINK, 1997). A fertilização nitrogenada pode influenciar positivamente ou negativamente, dependendo da cultura, na intensidade de doenças em plantas cultivadas (AGRIOS, 1997). Para o trigo (*Triticum aestivum* L.), existem informações de que doses excessivas de nitrogênio podem induzir o incremento da severidade da ferrugem da folha (*Puccinia recondita* Rob. Ex Desm. f. sp. *tritici*) e do oídio (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* E. Marchal) (VON TIEDMANN, 1996; AGRIOS, 1997). Por outro lado, há pouca informação sobre os efeitos da fertilização com nitrogênio sobre a incidência e severidade de doenças no milho.

Trabalhos, visando a seleção de híbridos de milho com resistência a algumas enfermidades, são relativamente comuns (VON BÜLLOW, 1968; FANTIN et al., 1991). Porém, informações conclusivas sobre o efeito da precocidade de híbridos de milho na ocorrência de doenças foliares ou do colmo, carecem de relatos científicos que comprovem os resultados e não apenas especulem sobre os mesmos.

Nas lavouras produtoras de milho do Planalto Catarinense, a ferrugem comum da folha, causada por *Puccinia sorghi* Schw. e as podridões do colmo causadas mais frequentemente por *Gibberella zea* (Schw.) Petch. e *Pythium* Pringsh. sp., estão entre as moléstias mais prevalentes. Relatos sobre o efeito destas doenças, no desenvolvimento da cultura do milho para esta região, são raros ou apenas empíricos.

A tendência atual do melhoramento do milho para desenvolver híbridos precoces e super-precoces com elevado potencial de resposta a doses altas de nitrogênio, levou-nos a responder questões importantes, sendo uma delas: se poderiam esta precocidade e alta resposta ao nitrogênio influenciar na ocorrência de doenças do milho? Estabeleceu-se a partir disto que então, os principais objetivos deste estudo seriam os de avaliar os efeitos de

crescentes doses de nitrogênio e da precocidade de diferentes híbridos de milho na incidência e severidade da ferrugem e das podridões do colmo. Para alcançar tais propósitos realizou-se um experimento a campo, na safra 1998/1999, no município de Lages/SC.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e particularidades do experimento – O ensaio foi realizado no distrito de Santa Terezinha do Salto a 25 km do município de Lages/SC. O solo da área experimental foi classificado como “terra bruna estruturada”, de textura 1 com 55% de argila e teor de matéria orgânica entre 4,0 e 4,5%. A semeadura dos híbridos de milho foi efetuada em 28/10/1998 numa densidade aproximada de 75000 plantas/ha e com um espaçamento de 80 cm entre linhas. Cada parcela experimental constituiu-se de 6 linhas de 6m cada uma, com aproximadamente 36 plantas por linha.

Níveis de nitrogênio e híbridos de milho – No momento da semeadura foram aplicados no solo 20, 70 e 100 kg/ha de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. A quantidade de nitrogênio aplicado em cobertura variou conforme o tratamento. A aplicação de nitrogênio em cobertura foi feita em 8/12/1998, quando as plantas apresentavam-se com 5 a 6 folhas expandidas, correspondendo aos estágios V5 a V6, respectivamente, pela escala de RITCHIE e HANWAY (1993). Foram aplicados os seguintes níveis de nitrogênio na forma de uréia: 0, 50, 100 e 200 kg/ha. Os híbridos testados foram os tardios AG 12 e AG 28 e o precoce AG 303 e o super-precoce AG 9012, produzidos e comercializados pela empresa Agrocere Sementes S. A. de forma expressiva nas décadas de 60, 70, 80 e 90, respectivamente.

Avaliações, épocas e método de avaliação – Foi avaliada a severidade da ferrugem comum ao final do período de

florescimento (entre 1/2 e 8/2/1999) e na fase de grão leitoso (entre 22/2 e 26/2/1999), nos estágios VT e R3, respectivamente, pela escala de RITCHIE e HANWAY (1993). A incidência de podridões no colmo foi estimada ao final do ciclo (30/4/1999). Para a avaliação da ferrugem coletaram-se 10 folhas de plantas selecionadas ao acaso em cada parcela e em cada período de avaliação. As folhas foram coletadas logo abaixo da espiga superior de cada planta. Para cada folha foram enumeradas as pústulas de ferrugem e estimadas a sua área foliar (dm^2). As podridões do colmo foram quantificadas tomando-se ao acaso 15 plantas por parcela, e identificando-se o tipo de podridão em cada uma delas. Em laboratório, foram avaliadas a incidência de podridões causadas por *G. zeae*, através da presença de peritécios, e por *Pythium* sp., pela presença de zoosporângios e hifa cenocítica, por serem predominantes nesta época de semeadura.

Delineamento experimental e análise estatística – O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Os híbridos fizeram parte das parcelas e os níveis de nitrogênio das sub-parcelas. O experimento constituiu-se de 4 blocos, com 4 parcelas (híbridos) por bloco e 4 sub-parcelas (níveis de N) por parcela. Os valores em número de pústulas por folha foram transformados em número de pústulas por dm^2 de folha e os em porcentagem (incidência de podridão) foram transformados em arco-seno ($\% \text{ de podridão} / 100$)^{1/2} para normalizar os dados. Após efetuadas as devidas transformações, os dados foram processados através de Análise de Variância. Havendo

significância estatística ($P \leq 0,05$) dos valores médios obtidos, os mesmos foram comparados entre si através do teste de Tukey (HASSARD, 1991). A análise de regressão foi efetuada relacionando os níveis de nitrogênio, produtividade e severidade de ferrugem nos híbridos de milho (HASSARD, 1991). Para as análises e o processamento estatístico dos dados foi usado o programa 'SigmaStat versão 2' (SPSS/Jandel Scientific Software, Chicago, Illinois, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados, submetidos à análise de variância (Tabela 1) e apresentados na Tabela 2, mostram que os híbridos com menor ciclo (AG 303 e AG 9012) apresentaram maiores valores médios de severidade da ferrugem comum. Dentro de cada nível de nitrogênio e entre cada híbrido, estas diferenças numéricas não ocorreram devido à inexistência de interação estatística significativa entre o híbrido e o nitrogênio (Tabela 1). Os híbridos mais precoces podem atingir antecipadamente estágios de desenvolvimento mais suscetíveis à ferrugem em comparação aos híbridos mais tardios. Relata-se que a ferrugem comum é mais freqüente nas fases finais do ciclo do milho (EMBRAPA, 1982; REIS e CASA, 1996), fato este que pode justificar parcialmente, a maior incidência em híbridos precoces. É claro que outros fatores tais como a resistência genética de cada híbrido, os componentes climáticos e os edáficos podem estar envolvidos nesta resposta diferencial expressa pelos híbridos testados neste estudo.

TABELA 1 - Resumo da análise de variância dos fatores e parâmetros avaliados.

Parâmetro	Pústulas/dm ²			Incidência de Podridão		Total
	Época da avaliação		Média	Agente causal		
	VT	R3		<i>Pythium</i>	<i>Gibberella</i>	
Fator	Híbrido					
GL	3	3	3	3	3	3
QM	41,340	77,583	57,784	308,272	152,378	424,848
F	13,500	12,148	14,726	3,659	2,225	6,518
P	0,002	0,002	0,001	0,056	0,154	0,013
Fator	Dose					
GL	3	3	3	3	3	3
QM	39,422	17,748	17,859	17,148	189,752	91,285
F	4,548	3,322	3,883	0,116	1,903	1,133
P	0,009	0,030	0,017	0,949	0,145	0,349
Fator	Híbrido x Dose					
GL	9	9	9	9	9	9
QM	7,409	8,795	5,393	127,457	208,058	166,597
F	0,855	1,646	1,173	0,863	2,087	2,068
P	0,573	0,139	0,341	0,566	0,057	0,059

VT = florescimento; R3 = grão leitoso; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = F calculado; P = probabilidade calculada.

TABELA 2 – Influência de híbridos de milho na severidade (número de pústulas / dm²) da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*).

Híbrido	Época de avaliação		Média
	Florescimento	Enchimento dos grãos	
AG 12 (tardio)	4,03 a ¹	3,13 a	3,58 a
AG 28 (tardio)	5,86 a b	6,15 b	6,00 b
AG 303 (precoce)	6,39 a b	6,78 b c	6,58 bc
AG 8012 (precoce)	7,93 b	8,40 c	8,16 c

¹ Valores na mesma coluna seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

TABELA 3 – Influência de níveis de nitrogênio na severidade (número de pústulas / dm²) da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) do milho.

Nitrogênio (kg/ha)	Época de avaliação		Média
	Florescimento	Enchimento dos grãos	
0	4,21 a ¹	4,85 a	4,53 a
50	5,40 a b	7,21 b	6,30 ab
100	7,78 b	5,68 a b	6,73 b
200	6,82 a b	6,71 a b	6,77 b

¹ Valores na mesma coluna seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Embora a utilização dos níveis crescentes de nitrogênio tenha aumentado a produtividade dos híbridos de milho (Figura 1), aumentou também a incidência de ferrugem (Tabela 3 e Figura 2). Relata-se que a resposta à adubação nitrogenada em relação às doenças é variável (AGRIOS, 1997). Sabe-se que o excesso e a falta de fertilização nitrogenada

podem favorecer a suscetibilidade de plantas a distintos grupos de fitopatógenos. O excesso de nitrogênio provoca a formação de tecidos jovens e suculentos favorecendo a severidade de doenças como o fogo bacteriano das pomáceas (*Erwinia amylovora* (Burril) Wislow), as ferrugens (*Puccinia Person spp.*) e o oídio (*Erysiphe graminis* DC.) do trigo.

Todavia, a falta de nitrogênio induz maior susceptibilidade das solanáceas à *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Grout, *Fusarium* Link. spp. e *Ralstonia solanacearum* (Smith),

bem como o aumento da podridão em beterraba (*Beta vulgaris* L.) por *Sclerotium rolfsii* Sacc. e em plântulas de vários vegetais por *Pythium* (AGRIOS, 1997).

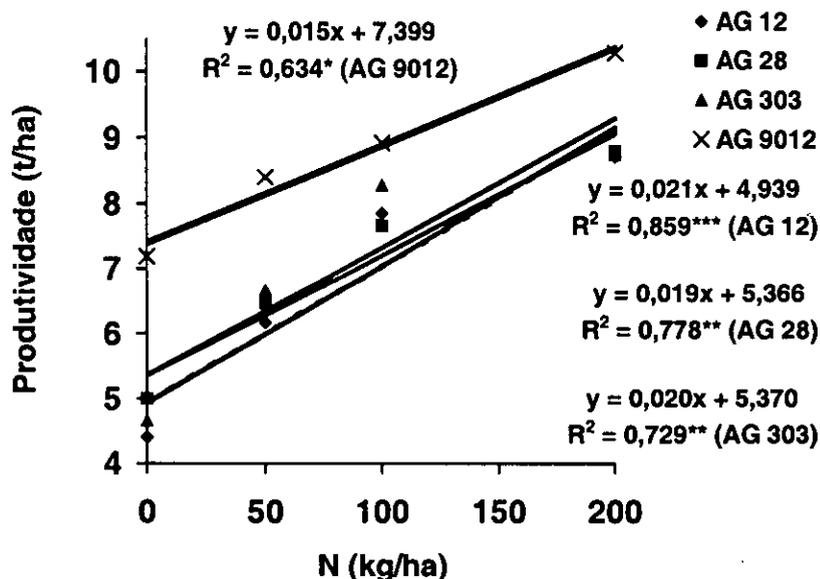


FIGURA 1. Efeitos de níveis crescentes de nitrogênio sobre o rendimento de grãos em híbridos de milho (AG 12, AG 28, AG 303 e AG9012), na safra 1998/1999 em Lages/SC (*significante a 5%, **significante a 1% e ***significante a 0,1% de probabilidade).

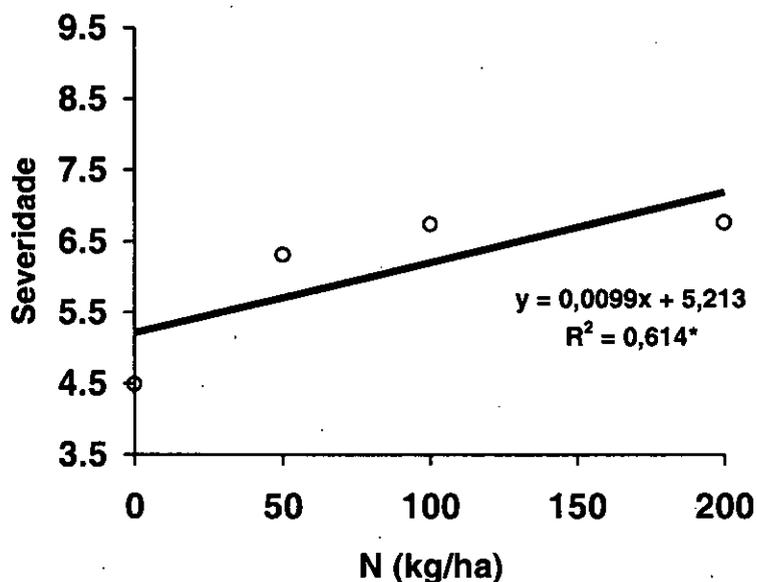


FIGURA 2. Efeitos de níveis crescentes de nitrogênio sobre a severidade média (pústulas/dm²) de ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) em híbridos de milho, na safra 1998/1999 em Lages/SC (*significante a 5% de probabilidade).

Neste estudo, pode-se observar (Figura 2) que as doses crescentes de nitrogênio provocaram severidade mais elevada da ferrugem. Para a média entre os híbridos ($r^2 = 0,614$, $P \leq 0,05$) houve correlação positiva e significativa entre o aumento da dose de nitrogênio e o aumento na severidade da ferrugem (Figura 2). HOWARD et al. (1994), DANIAL e PARLEVLET (1995), MASCAGNI et al. (1997) e COLBACH e SAUR (1998), constataram um aumento da severidade de doenças foliares do trigo, entre elas a ferrugem da folha (*P. recondita*) e a ferrugem amarela (*P. striiformis* Person), com o aumento nas doses de nitrogênio. YAMADA (1995) comenta que a alta concentração de nitrogênio reduz a produção de compostos fenólicos de ação anti-fúngica ou fungistática e a concentração de lignina nas folhas. Por outro lado, aumenta a concentração de aminoácidos e amidas favorecendo a incidência de doenças causadas por parasitas obrigatórios (*Puccinia* e *Erysiphe* R. Hedw.

Ex. DC.: Fr.) e menos frequentemente por parasitas facultativos (*Septoria* Sacc., *Bipolaris* Shoemaker, *Alternaria* Nees ex Fr.).

A incidência de podridões por *Pythium* ou *Giberella* entre os híbridos de milho não diferiu significativamente (Tabela 4). Todavia, a incidência total de podridões (*Pythium* + *Giberella*) do colmo foi ligeiramente maior em híbridos mais precoces (Tabela 4). Contudo, os híbridos precoce AG 303 e o tardio AG 28 apresentaram significativamente maior incidência de podridões quando comparados ao híbrido tardio AG 12. O híbrido AG 28 apresentou no ano agrícola 1997/1998 maior incidência de podridões no colmo [*Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson, *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. e *Fusarium moniliforme* Sheld.], maior incidência e severidade de podridão por *D. maydis* nas espigas e maior severidade de ferrugem (*P. sorghi*) na folha (SANGOI et al., 2000).

TABELA 4 – Influência de híbridos de milho na incidência [arco-seno (% incidência / 100)^{1/2}] de podridões do colmo.

Híbrido	Podridão		
	<i>Giberella</i>	<i>Pythium</i>	Total
AG 12 (tardio)	19,11 a	8,16 a	24,18 a
AG 28 (tardio)	22,73 a	16,86 a	33,00 b
AG 303 (precoce)	26,67 a	16,37 a	33,97 b
AG 9012 (precoce)	22,80 a	10,13 a	28,52 ab

¹ Valores na mesma coluna (híbridos) seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Não houve efeito significativo isolado de doses de nitrogênio e a proporção de podridões, nem interação entre incrementos, na quantidade de nitrogênio aplicado em cobertura e o aumento de incidência de podridão do colmo (Tabela 1). Todavia, geralmente, a adubação nitrogenada favorece a incidência de podridões do colmo causadas por fungos necrotróficos (*Gibberella* Sacc. e *Pythium*). WORKNEH et al. (1993) relataram que a podridão radicular causada pelo fungo necrotrófico *Phytophthora* de Bary spp., em tomateiro, foi favorecida pelo incremento de doses de nitrogênio. Este

comportamento pode estar associado às justificativas dadas por YAMADA (1995), entre elas o fato de que parasitas facultativos (necrotróficos) podem ser favorecidos por tecidos senescentes e por menores quantidades de compostos fungistáticos, fatores que favorecem a incidência das podridões.

Embora mais afetados por ferrugem, os híbridos mais precoces foram mais produtivos e responderam melhor a doses crescentes de nitrogênio (Figura 1). Isto reforça o fato de que muitas vezes o melhoramento, voltado ao acréscimo de produtividade, não

necessariamente está associado positivamente à resistência ou tolerância a algumas doenças. Todavia, em detrimento da maior incidência de doenças, o uso de híbridos precoces e superprecoces mostrou-se recomendável pela melhor resposta à adubação nitrogenada e pela maior produtividade.

CONCLUSÕES

1. A severidade da ferrugem comum (*P. sorghi*) foi maior nos híbridos precoces AG 303 e AG 9012.
2. A incidência de podridões do colmo (total e por *Gibberella zea*) foi maior nos híbridos AG 303 e AG 28.
3. O híbrido super-precoce AG 9012 foi o mais produtivo dos quatro testados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4.ed. San Diego: Academic Press, 1997. 635 p.
- COLBACH, N.; SAUR, L. Influence of crop management on eyespot development and infection cycles of winter wheat. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.104, p.37-48, 1998.
- DANIAL, D. L.; PARLEVIET, J. E. Effects of nitrogen fertilization on disease severity and infection type of yellow rust on wheat genotypes varying in quantitative resistance. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.143, n. 11-12, p. 679-681, 1995.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Recomendações técnicas para a cultura do milho**. Sete Lagoas, 1982. 53 p. (Circular Técnica n.6)
- FANTIN, G. M.; SAWAZAKI, E.; BARROS, B. C. Avaliação de milho pipoca quanto a resistência a doenças e qualidade da pipoca. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.17, n.2, p.90-99, 1991.
- HASSARD, T. H. **Understanding biostatistics**. St. Louis: Mosby Inc., 1991. 292 p.
- HOWARD, D. D.; CHAMBERS, A. Y.; LOGAN, J. Nitrogen and fungicide effects on yield components and disease severity in wheat. **Journal of Production Agriculture**, New York, v.7, n.4, p.448-454, 1994.
- MASCAGNI, H. J.; HARRISO, S. A.; RUSSIN, J. S.; DESTA, H. M.; COLYER, P. D.; HABETZ, R. J.; HALLMARK, W. B.; MOORE, S. H.; RABB, J. L.; HUTCHINSON, R. L.; BOQUET, D. J. Nitrogen and fungicide effects on winter wheat produced in the Louisiana Gulf Coast region. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 20, n. 10, p. 1375-1390, 1997.
- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E. L. Nutrição e adubação. In: O MILHO NO PARANÁ. Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1992. p. 88-95. (Circular, 29)
- REIS, E. M.; CASA, R. T. **Manual de identificação e controle de doenças de milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 1996. 80 p.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J. How a corn plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48)
- SANGOI, L.; ENDER, M.; ALMEIDA, M. L.; KONFLANZ, V. A.; RAMPOZO, C.; GRACIETTI, L. C. Manejo da adubação nitrogenada para milho em diferentes sistemas de preparo de solo. In: 2ª REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DO MILHO E FEIJÃO, 2., 1999, Lages. **Resumos...** Lages: UDESC/EPAGRI, 1999. p. 208-212.
- SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; BOGO, A.; KOTHE, D. M. Incidência e

- severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 17-21, 2000.
- VON BÜLLOW, J. F. W. **Influência da seleção entre e dentro de famílias de uma população de milho (*Zea mays* L.) sobre a atividade complementar das reações milho-ferrugem (*Puccinia sorghi* Schw.)**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 1968. 130 p. Tese (Mestrado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- VON TIEDMANN, A. Single and combined effects of nitrogen fertilization and ozone on fungal leaf diseases on wheat. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, v.103, n.4, p.409-419, 1996.
- WINK, M. Special nitrogen metabolism. In: DEY, P. M.; HARBORNE, J. B. **Plant biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1997. p. 439-486.
- WORKNEH, F.; VANBRUGGEN, A. H. C.; DRINKWATER, L. E.; SHENNAN, C. Variables associated with corky root and Phytophthora root-rot of tomatoes in organic and conventional farms. **Phytopathology**, v.83, n.5, p.581-589, 1993.
- YAMADA, T. **A nutrição mineral e a resistência das plantas às doenças**. POTAFOS. Piracicaba: POTAFOS, 1995. p.1-3. (Informações Agrônômicas, n. 72)