

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES NÍVEIS DE NPK NA REAÇÃO DE
MILHO (*Zea mays* L.), CULTIVAR JATINÁ C₃ — ANÃO, A
Helminthosporium turcicum Passerini***

SÔNIA MARIA ALVES DE OLIVEIRA
Prof. Assistente do Dep. de Agronomia da UFRPE.

MARIA MENEZES
Prof. Adjunta do Dep. de Agronomia da UFRPE.

Foi estudada a influência de diferentes níveis de NPK, utilizando-se as treze soluções nutritivas de Hoagland, na reação de milho, cv. Jatiná C₃-anão, ao agente da queima da folha causada por *Helminthosporium turcicum*. O trabalho foi desenvolvido em condições de casa-de-vegetação, onde a temperatura e umidade relativa do ar, foram em média 25,5°C e 76,7%, respectivamente. A inoculação das plantas foi feita com uma suspensão de conídios, na concentração de 5×10^8 conídios/ml, no estádio de 4-5 folhas definitivas, por aspersão da parte aérea. A avaliação dos experimentos efetuou-se quatorze dias após a inoculação, com auxílio de um paquímetro, sendo determinado o comprimento das lesões. As plantas correspondentes a cada tratamento, foram coletadas separadamente e após eliminação do sistema radicular, acondicionadas em sacos de papel e postas para secar em estufa para posterior análise química. Os resultados obtidos mostraram um bom nível de resistência do milho, cv. Jatiná C₃-anão, a *H. turcicum*. Entretanto, foi observado um maior comprimento das lesões em plantas inoculadas com *H. turcicum* quando tratadas com a solução nutritiva contendo dose elevada de N (2,00N). Os níveis de K mostraram uma tendência para redução do comprimento das lesões, destacando-se o tratamento 0,50K, como o melhor na supressão da colonização de plantas de milho pelo patógeno. Os teores de macro e micronutrientes, de um modo geral, foram maiores nas plantas inoculadas do que nas não inoculadas. Foi observada uma correlação positiva entre o teor de Zn encontrado na parte aérea de plantas inoculadas, comprimento das lesões e peso da matéria seca.

* Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor ao Curso de Mestrado em Fitossanidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o milho (*Zea mays* L.) ocupa posição de destaque entre as grandes culturas extensivas, onde é utilizado nas mais diferentes formas.

Várias são as doenças que ocorrem em milho, limitando o seu desenvolvimento, e acarretando prejuízos de importância econômica pela redução da produção. Dentre estas, encontra-se a queima da folha causada por *Helminthosporium turcicum* Passerini, cujos sintomas são caracterizados por lesões foliares que reduzem a capacidade fotossintética da planta, trazendo como consequência sérios danos à cultura.

O emprego de variedades resistentes a doença constitui a medida mais racional de controle. Entretanto, há relatos de que a nutrição das plantas pode alterar a reação destas, tornando-as mais resistentes ou suscetíveis as doenças.

Vários trabalhos referentes a relação da nutrição do milho e a ocorrência de algumas doenças, são encontrados na literatura (ABNEY & FOLEY, 1971; GUPTA & SIRADHANA, 1977; LUTTRELL et alii, 1973; PORTER et alii, 1981; WHITE et alii, 1978; YAMADA & ADAY, 1977, além de outros). Entretanto, com relação à *H. turcicum* os relatos são escassos, encontrando-se os trabalhos de KARLEN et alii (1973); SINGH & SHARMA (1973); PUSCASU et alii (1977) e AVILA et alii (1978).

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a influência de diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) na reação de milho a *H. turcicum*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos na Área de Fitossanidade, do Departamento de Agronomia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em condições de casa-de-vegetação.

As sementes da cv. Jatinã C₃-anoão, provenientes da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), previamente selecionada pela reação intermediária à *H. turcicum*, fo-

ram plantadas em bandejas de plástico contendo solo esterilizado, sendo feito o transplante para os vasos contendo areia lavada, seis dias após a germinação. Por ocasião do transplante teve-se o cuidado de retirar o excesso de solo das raízes, com auxílio de água corrente, colocando-se em seguida duas plantas por vaso. Foram utilizadas soluções nutritivas de HOAGLAND & ARNON (1950), preparadas com níveis crescentes de NPK (0,00; 0,25; 0,50 e 2,00) e uma solução completa. As plantas de cada tratamento, diariamente, receberam as soluções nutritivas correspondentes.

O patógeno foi isolado de tecidos foliares, previamente desinfestados com hipoclorito de sódio, diluído na proporção de três partes de água destilada para uma parte do produto contendo 5% de cloro ativo, e mantidos em câmara úmida. Após um período de 72 horas, conídios do patógeno foram transferidos, em condições assépticas, para placas de Petri contendo o meio batata-dextrose-agar (BDÁ), com o auxílio de estilete flambado e uma lupa estereoscópica. As placas foram incubadas em condições de escuro contínuo à temperatura ambiente. Após o período de incubação, variando de quatorze a 16 dias, fez-se o preparo do inóculo. A suspensão de conídios foi obtida, adicionando-se 20 ml de água destilada esterilizada em cada placa de Petri e com o auxílio de uma escova macia efetuou-se a remoção dos mesmos, e, em seguida, a filtração através de três camadas de gaze esterilizada. A concentração da suspensão de conídios foi determinada mediante o emprego da câmara de Neubauer e ajustada para aproximadamente 5×10^8 conídios/ml. Para cada 100 ml da suspensão assim preparada, adicionou-se uma gota do espalhante adesivo Triton X-114.

A inoculação das plantas foi efetuada quinze dias após o transplante, quando apresentavam 4-5 folhas definitivas, com o auxílio de um atomizador De Vilbiss. Após a inoculação por aspersão da parte aérea, as plantas foram mantidas em câmara úmida, durante um período de 24 horas. As plantas testemunhas receberam o mesmo tratamento, sendo o inóculo substituído por água destilada esterilizada. As condições de umidade relativa e temperatura, durante a execução do experimento, foram respectivamente, em média, 76,7% e 25,5°C.

A avaliação do experimento foi efetuada quatorze dias após a inoculação das plantas através da determinação do comprimento das lesões, com auxílio de um paquímetro, e da análise

se química da parte aérea das plantas, correspondentes aos diferentes tratamentos. Para esta análise, o material coletado foi primeiramente secado em estufa a 60°C durante uma semana e, em seguida, pesado e triturado em moinho do tipo Willey. Após esta operação foi efetuada a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn para cada um dos diferentes tratamentos, estabelecendo-se a correlação entre o comprimento das lesões, peso da matéria seca e o estado nutricional das plantas. As análises químicas foram efetuadas nos laboratórios do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA-PLANALSUCAR), empregando-se diferentes técnicas de acordo com os elementos a serem analisados. Para determinação dos elementos Ca, Cu, Fe, Mg, Mn e Zn, foi inicialmente efetuada a digestão nitricaperclórica (JOHNSON & ULRICH, 1959) seguindo-se a análise pelo método de absorção atômica (PERKIN-ELMER, 1976). As análises de NPK foram feitas após a digestão sulfoperclórica (GLORIA & ORLANDO FILHO, 1976), sendo que, N foi determinado pelo método de micro-kjeldaha (MA & ZUAZACA, 1942), o P pelo método do ácido fosfovanadomolibdico (PELLEGRINO, 1960) e o K através da fotometria de chama (BURRIEL-MARTI & RAMIREZ-MUNÓZ, 1960).

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise da variância, empregando-se contrastes ortogonais dos dados por regressão linear simples.

RESULTADOS

Comprimento das Lesões e Peso da Matéria Seca

Os resultados referentes ao comprimento das lesões e peso da matéria seca, são apresentados respectivamente, nas figuras 1 e 2.

Embora a análise estatística não tenha revelado diferença significativa entre os tratamentos, pode-se observar, no entanto, através dos dados contidos na figura 1, uma variação na reação da cultivar quando submetida aos diferentes tratamentos com NPK.

No tratamento com nitrogênio ocorreu menor comprimento de lesões quando foi empregadas a dosagem 0,25 N, tendo a dosagem mais elevada (2,00 N) favorecido um maior tamanho.

Com relação a fósforo, o menor comprimento de lesões foi obtido no tratamento em que houve omissão desse elemento (0,00P), havendo tendência para redução da lesão quando as plantas receberam 2,00 P.

O tratamento com potássio, de modo geral, foi o melhor, apresentando as plantas lesões menores, principalmente na dosagem de 0,50 K.

Finalmente, o emprego da solução completa pareceu induzir um aumento no tamanho das lesões.

Com referência ao peso da matéria seca da parte aérea das plantas de milho, verifica-se através da figura 2, certa tendência para maior produção da matéria seca em plantas não inoculadas do que nas inoculadas, significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. No entanto foi observado, tanto para as plantas inoculadas como as não inoculadas um maior peso da matéria seca quando submetidas ao tratamento 2,00 N.

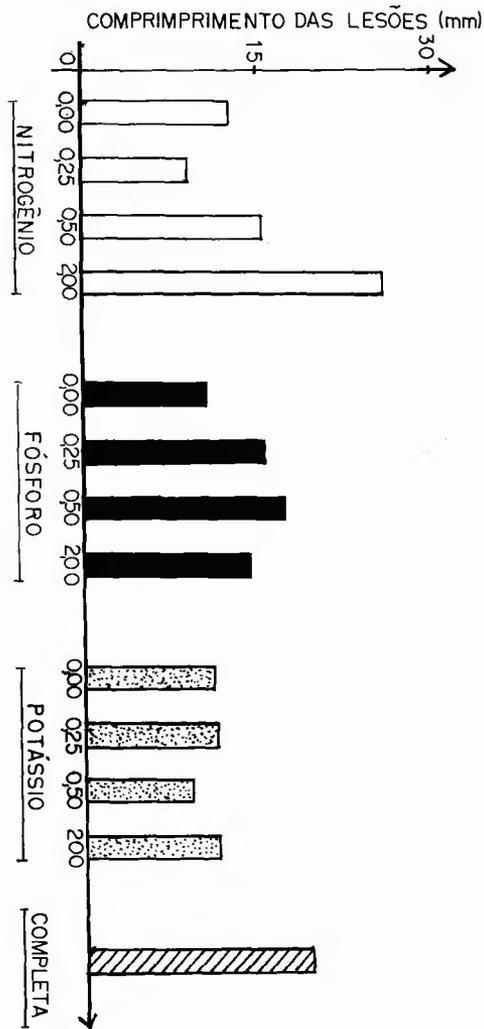


Figura 1 — Efeito dos diferentes níveis de NPK, no comprimento das lesões induzidas por *H. turcicum* à cv. Jatimã C₃-ano.

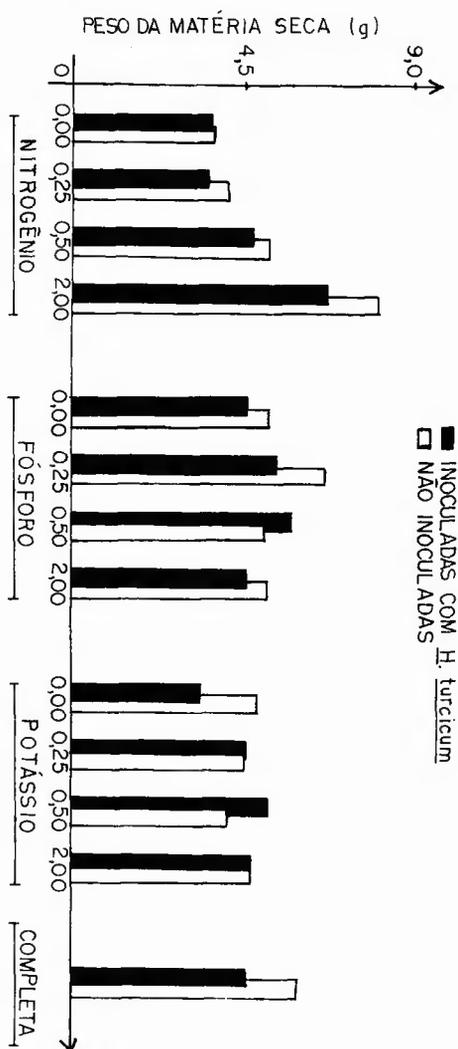


Figura 2 — Comparação do peso da matéria seca da parte aérea em plantas de milho, cv. Jatinã C₃-anão, inoculadas e não inoculadas com *H. turcicum*

Teores de Macro e Micronutrientes na Parte Aérea de Plantas de Milho, cv. Jatã C₃ — Anão

Os dados sobre o efeito dos diferentes níveis de NPK, com relação as análises químicas dos macro e micronutrientes na parte aérea das plantas são apresentados respectivamente, nas ilustrações das figuras 3 e 4.

Conforme pode-se observar nas figuras 3 e 4 que, de um modo geral, as plantas não inoculadas apresentaram maiores teores de macro e micronutrientes.

Os maiores teores de N, P, K, Ca e Mg encontrados nas plantas com *H. turcicum* foram para aquelas que receberam os tratamentos 0,25P; 0,25N; 2,00K; 0,50K e 0,25K, respectivamente e também para as não inoculadas submetidas aos tratamentos 0,00N; 0,00P; 2,00K; 0,25K e 0,50P, respectivamente.

Com relação aos micronutrientes, as plantas inoculadas com o referido patógeno, exibiram maiores teores de Fe, Zn, Cu e Mn nos tratamentos: completo, 0,00K, 0,50P e 0,25N, respectivamente. Já para aquelas plantas não inoculadas foram obtidos maiores teores destes elementos, respectivamente, nos tratamentos: 2,00P, 0,00N, 0,50P e 2,00P.

De acordo com a regressão linear simples, aplicada para os valores obtidos entre os teores de macro e micronutrientes, com relação ao comprimento das lesões e o peso da matéria seca, não foi observada correlação entre os elementos N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu e Mn e o comprimento das lesões como também entre os elementos mencionados e o peso da matéria seca. Entretanto, foi observada uma correlação positiva entre o teor de Zn encontrado nas folhas, comprimento das lesões e peso da matéria seca. A equação da regressão linear e o coeficiente de correlação simples foram respectivamente: $Y = 43,2954 - 1,1753X$ e $r = 0,6591$; $Y = 9,7950 - 0,2019X$ e $r = 0,5748$, onde Y é o comprimento das lesões e peso da matéria seca e X o teor do elemento em questão, significativo ao nível de 5% probabilidade pelo Teste "T".

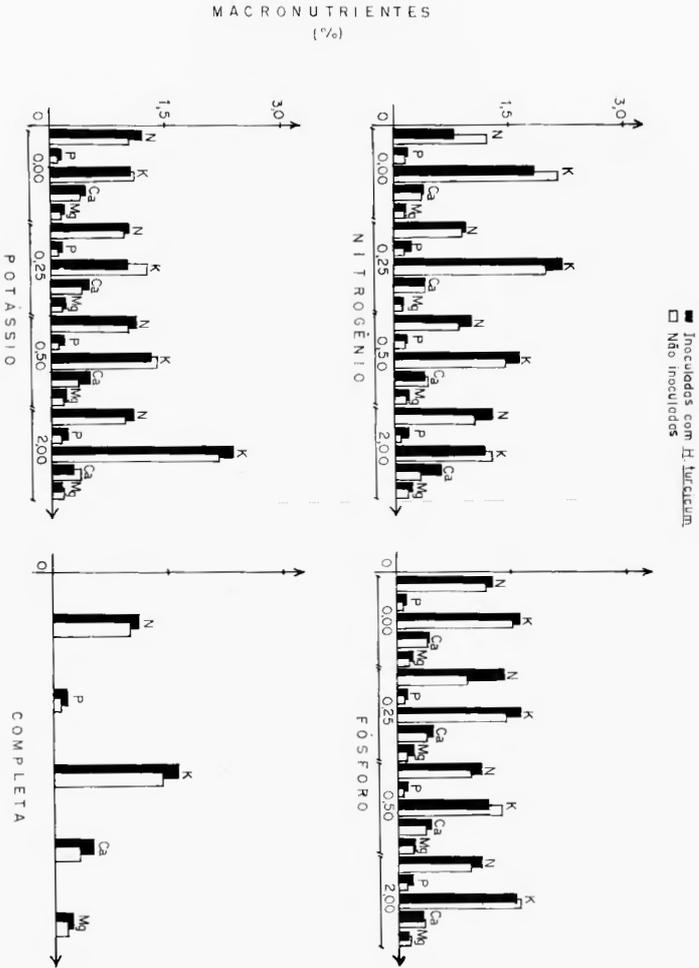


Figura 3 — Comparação dos teores de macronutrientes em plantas de milho, cv. Jatinhã C₃ —anoão, inoculadas e não inoculadas com *H. turcicum*

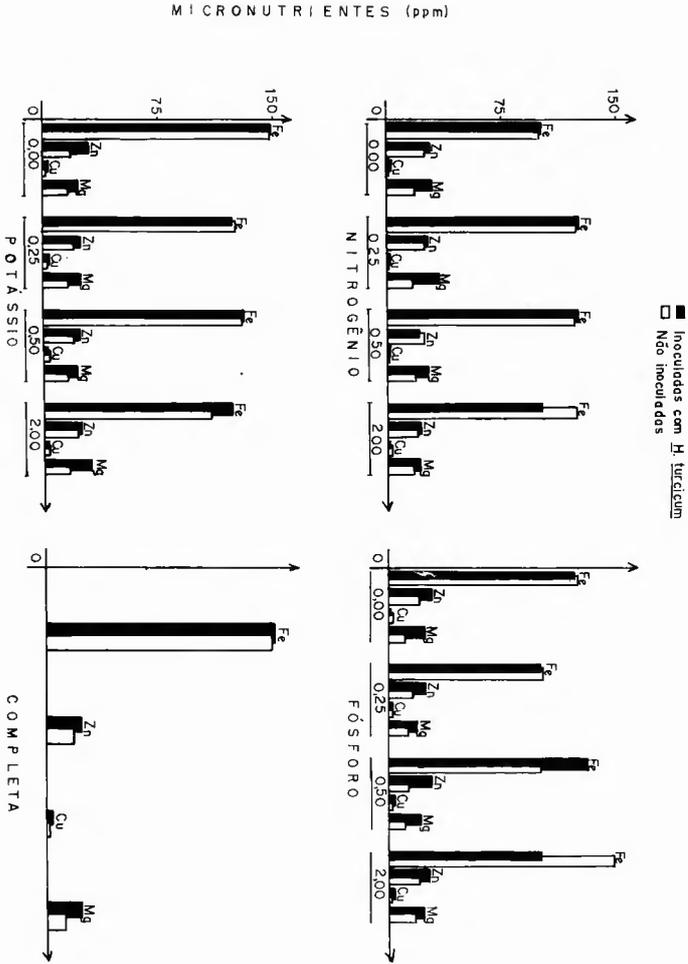


Figura 4 — Comparação dos teores de micronutrientes em plantas de milho, cv. Jatinã C₃ —ano, inoculadas e não inoculadas com *H. turcicum*

DISCUSSÃO

Os processos metabólicos de uma planta são alterados pela adição ou omissão de nutrientes e também pela ocorrência de doenças. No primeiro caso, a deficiência pode ocorrer se a concentração do elemento no substrato for baixa ou se ele estiver em forma não disponível (EPSTEIN, 1975). A concentração excessiva de um elemento pode também reduzir a velocidade de absorção de um outro nutriente tornando a planta deficiente. Nesta condição, ocorrem alterações no metabolismo e os processos metabólicos de que o elemento carente participa diminuem em velocidade. Por sua vez, os fungos provocam também alterações no hospedeiro, induzindo uma maior síntese de proteínas e também conduzindo alterações nas proteínas da planta. Segundo VIDHYASEKARAN & KANDASAMY (1971), a aplicação de N resultou num aumento apreciável de proteínas, aminoácidos e amidas, e uma diminuição no conteúdo de nitrato, nitrito, e N amoniacal. OTONI citado por GANGOPADHYAY & CHATTOPADHYAY (1975) mostrou uma acumulação de N solúvel, particularmente, em aminoácidos e amidas, em plantas de arroz infectadas com a brusone e que receberam doses mais elevadas de N. Também o conteúdo de açúcar dos tecidos foi correlacionado por HORSFALL & DIMONO citados por SINGH & SHARMA (1973), com a severidade da infecção causada por *Helminthosporium* spp., sendo maior em baixo teor de açúcar. Conforme MOHAN & SUBRAMANIAN (1977) a presença da maioria dos açúcares nos tecidos tende a aumentar a suscetibilidade da planta a invasão de patógenos quando servem de fonte de energia para eles.

Como se vê, os efeitos bioquímicos decorrentes da adição de nutrientes, quando não balanceados podem predispor a planta ao ataque de patógenos.

No presente trabalho, embora não havendo significância estatística quanto a influência dos diferentes níveis de NPK na reação da cv. Jatinã C₃-anão a *H. turcicum*, foi observado maior comprimento de lesão quando as plantas receberam o tratamento correspondente a 2,00 N, denotando uma tendência para uma reação de suscetibilidade. Este resultado é comprovado por vários pesquisadores em trabalhos realizados em diferentes condições, citando-se entre outros, KRISHNOSWANI (1952); OTONI (1952); BEIER et alii (1959); VOLK et alii (1958); SIVAPRAKASAM et alii (1974); VEERRAJV & PRASAD (1974); BROWHIK

et alii (1977); NAIK et alii (1977); SHANER & FINNEY (1977); KANNIYAN & PRASAD (1979); SINGH & KRISHNA (1979) e MARANHÃO (1981). Resultados discordantes foram obtidos por SINGH & SHARMA (1973, 1974) que reportaram diminuição da incidência da queima da folha do milho, causada por *H. turcicum*, com o aumento de níveis de N. Sabe-se que o excesso de N retarda a maturação fisiológica dos tecidos das plantas, tornando-as predispostas ao ataque dos patógenos, que necessitam de tecidos mais tenros para o seu desenvolvimento (KENAGA, 1974 e AGRIOS, 1978). É interessante notar que a análise química das plantas que receberam soluções nutritivas contendo 2,00 N, mostrou teores de N e K deficientes conforme MALAVOLTA (1970). Pelos resultados obtidos, acredita-se que o N aplicado e o contido na parte aérea da planta (1,17%), contribuíram para induzir maior comprimento da lesão, apresentando algumas plantas dentro das repetições reação de suscetibilidade.

Entre os níveis de N empregados, observou-se menor comprimento das lesões quando as plantas foram submetidas ao tratamento 0,25 N, indicando ser este um bom nível para a supressão do desenvolvimento de *H. turcicum*, nas condições estudadas. Vale ressaltar, que a análise química das plantas que receberam o tratamento mencionado, mostrou alto teor de K considerado adequado para a nutrição do milho (MALAVOLTA, 1970). É sabido que K induz reação de resistência a doença quando presente em quantidade adequada, MASHAAL et alii (1977), trabalhando com a ferrugem do trigo, observaram uma redução das pústulas em níveis mais baixos de N.

Quanto ao tratamento referente a K, muitos trabalhos realizados mostraram a importância deste elemento em induzir reação de resistência a planta quando administrado de forma equilibrada para o desenvolvimento da mesma e que a sua deficiência aumentava a suscetibilidade do hospedeiro (ABNEY & FOLEY, 1971; MATOCHA JR., et alii, 1975; PAIK, 1975; VAITHILGHAM & RAGUNATHAN, 1977; GUPTA & SIRADHANA, 1977, além de outros). No presente trabalho, constatou-se que a aplicação de K induziu maior resistência as plantas e que o menor comprimento de lesão foi observado no tratamento 0,50 K, comparável aquela referente a 0,25 N. A análise química das plantas tratadas com 0,50 K revelou um teor de P mais adequado para a nutrição do milho do que os teores de N e K. Provavelmente, isto tenha contribuído para a redução do tamanho da lesão produzida por *H. turcicum*. Há citações na literatura que o meta-

bolismo de P e N está muito interrelacionado e que o primeiro elemento citado, quando prontamente utilizável, diminui a absorção de N, resultando em maturidade precoce da planta (KENAGA, 1974). Por outro lado, a deficiência de P determina um acúmulo de N nos tecidos, tornando-os mais suscetíveis aos patógenos.

No tratamento correspondente a P, o maior comprimento das lesões ocorreu em plantas que receberam soluções contendo 0,25 P; 0,50 P e 2,00 P. Em geral, nestes três tratamentos, os teores de NPK contidos na planta encontravam-se em níveis baixos para a nutrição do milho. DASGUPTA & CHATTOPADHYAY (1977), entre outros, sugeriram que o aumento na suscetibilidade de arroz a *H. oryzae* era devido a diminuição de outros nutrientes, além de N e P. Com referência a nutrição do arroz e trigo em relação a *Sclerotium oryzae* Catt. e *Ophiobolus graminis* Sacc., JAIN (1976) e LUCIC (1974) relataram que o P em alta dosagem diminuía a intensidade de ataque dos patógenos mencionados, enquanto que, CUNFER et alii (1980) verificaram que o excesso de P aumentava a incidência da doença no trigo causada por *Septoria nodorum* Berk. GUPTA & SIRADHANA (1977), estudando o efeito de NPK em plantas de milho na incidência e esporulação de *Sclerospora sorghi* (Kulk.) Weston e Uppal, observaram que a ausência de P aumentou a resistência do milho à queima. Como se nota, os resultados inerentes a P, são contraditórios o que leva a supor que a carência ou excesso determina um desequilíbrio nutricional da planta favorecendo a severidade da doença.

De um modo geral, as plantas que receberam soluções nutritivas com omissão de NPK apresentaram lesões pequenas, sendo o menor comprimento obtido no tratamento 0,00 P. Aqui vale destacar o estado nutricional das plantas, desfavoráveis ao desenvolvimento de *H. turcicum*. É fato conhecido que os fungos necessitam praticamente dos mesmos elementos minerais que as plantas (COCHRANE, 1958 e EPSTEIN, 1975) para a síntese de outras substâncias para o seu crescimento.

Ressalte-se que, embora a média final da cultivar submetida ao tratamento completo, tenha correspondido a uma reação de resistência, foram observados, no entanto, médias relativamente altas dentro e entre algumas repetições, revelando suscetibilidade a *H. turcicum*. Considerando MALAVOLTA (1970), a análise química mostrou teores de NPK dos tecidos em quan-

tidades inadequadas para a nutrição do milho. Provavelmente, esta ocorrência tenha favorecido a colonização do milho por *H. turcicum*.

Com referência aos diferentes níveis de NPK no peso da matéria seca da parte aérea das plantas de milho, pode-se dizer que aplicação de solução nutritivas contendo 2,00 N resultou em maior aumento de peso da matéria seca em relação aos demais tratamentos, mostrando haver uma relação entre os teores de N fornecidos a planta e a matéria seca produzida. Resultados semelhantes foram obtidos por MALAVOLTA & DANTAS (1978). Comparando-se os resultados obtidos com plantas inoculadas e não inoculadas com *H. turcicum*, de um modo geral, foi observado uma tendência para maior produção de peso da matéria seca em plantas não inoculadas, do que inoculadas. Acredita-se que *H. turcicum* tenha induzido estes resultados, causando desequilíbrio nutricional da planta, pela retirada de nutrientes necessários ao seu desenvolvimento ou pela adição de produtos químicos cujo excesso pode impedir ou diminuir a síntese de novos produtos. COMSTOCK & SCHEFFER (1973) trabalhando com *Helminthosporium carbonum* Ulls. e *Helminthosporium victoriae* Mehan & Murphy, relataram haver uma troca de materiais, como K, Mg, Rb, P e S, entre os patógenos e o hospedeiro suscetível logo após a penetração. Contudo, em cultivar resistente há geralmente perda destes elementos por parte dos conídios. Como conseqüência, poderá ocorrer um desequilíbrio nutricional resultando em sintomas de deficiência, devido a efeitos antagônicos e também interações entre os elementos.

Os sintomas foliares típicos de deficiência de NPK observados na cultivar de milho estudada, ocorreram nos tratamentos em que houve omissão de cada um deles e foram concordantes com aqueles descritos por MALAVOLTA et alii (1976 ab). Sabe-se que os sintomas relativos a NPK aparecem inicialmente nas folhas mais velhas, devido a translocação dos elementos para os tecidos mais novos.

A comparação dos teores de macronutrientes em cada tratamento estudado, envolvendo plantas de milho inoculadas e não inoculadas com o patógeno conforme ilustrada na figura 3, mostrou variação na quantidade de N, P, K, Ca e Mg de acordo com os níveis crescentes de NPK aplicados às plantas. De

modo geral, foi observada maior quantidade de macronutrientes nas plantas inoculadas do que nas não inoculadas, com algumas exceções que podem ser visualizadas na figura 3. Entre os macronutrientes analisados, K foi o elemento que se destacou pelo seu teor em relação aos demais elementos. De acordo com MALAVOLTA (1970), K é geralmente o cátion mais abundante nas células vegetais. Entretanto, nos tratamentos em que foram empregadas doses correspondentes a 0,00N; 2,00N; 0,50P; 2,00P; 0,00K, 0,25K e 0,50K, as plantas inoculadas apresentaram menor teor de K, do que, as não inoculadas. Isto sugere que nos níveis de NPK acima citados, tenha ocorrido uma maior utilização de K na relação patógeno-hospedeiro.

Os teores de Ca e Mg, em todos os tratamentos, foram considerados, respectivamente, deficiente e adequado, em relação a cultura do milho, parecendo haver um efeito antagônico entre eles, a semelhança do que ocorre entre Ca e K. Segundo OVERSTREET et alii citados por MALAVOLTA (1970), quando a relação Ca/K na solução externa é alta há antagonismo e a absorção de K diminui. O mesmo é apontado por HEWITT & SMITH (1975). De uma forma ou de outra o *H. turcicum* interferiu no metabolismo do hospedeiro, aumentando ou diminuindo os nutrientes e, por conseguinte, alterando a sua composição química. Sabe-se que, quando um patógeno penetra no tecido do hospedeiro induz neste um aumento na taxa respiratória e como conseqüência podem ocorrer alterações no metabolismo, já observado em trigo infectado por *H. victoriae* (GOODMAN et alii, 1967).

A comparação dos micronutrientes em plantas de milho inoculadas e não inoculadas com *H. turcicum*, mostrou variação na quantidade de Fe, Zn, Cu e Mn, de conformidade com os níveis crescentes de NPK e também em relação a solução completa empregados. Dos micronutrientes analisados, Fe foi encontrado em maior quantidade, em relação a Zn, Cu e Mn, tanto nas plantas inoculadas como nas não inoculadas, tendo o tratamento 0,00K induzido maiores teores dos elementos. Entretanto, pareceu haver uma tendência para um maior teor nas plantas inoculadas, com exceção daquelas submetidas aos níveis 2,00N; 0,00P; 0,25P; 2,00P e 0,25K conforme mostrado na figura 4. Deve ser ressaltado, que a cv. Jatinã C₃-anão não apresentou sintomas de deficiência de Fe, podendo neste caso ser considerada como eficiente na absorção desse elemento. Segundo MALAVOLTA (1970) a absorção de Fe pelas plantas pode ser preju-

dicada pela concentração de Mn, Cu e Zn quando o pH do substrato é ácido, o que não ocorreu no presente trabalho. Quanto a influência de Fe na relação milho-*H. turcicum*, embora nada tenha sido encontrado na literatura disponível, pode-se fazer uma associação envolvendo os níveis crescentes de K e os teores de Fe induzidos nestes tratamentos, nos quais a colonização dos tecidos de milho por *H. turcicum* foi restrita embora sem significação estatística. Como em geral, o teor de Fe foi comparativamente alto na cultivar estudada, nos diferentes níveis de NPK empregados, seria muito interessante a realização de uma pesquisa objetivando conhecer a importância deste micronutriente na resistência de milho a *H. turcicum*.

COCHRANE (1958) relatou que os fungos necessitam de 0,1 a 0,3 ppm de Fe; 0,001 a 0,05 ppm de Zn; 0,01 a 0,1 ppm de Cu e 0,005 a 0,01 ppm de Mn e que concentrações mais elevadas desses elementos podem ser tóxicos a esses organismos, principalmente, em pH alto a moderado. É possível que os teores encontrados nas plantas de milho no presente trabalho, tenham exercido uma ação tóxica sobre o patógeno impedindo a colonização de *H. turcicum*, e por conseguinte a expansão da lesão foliar. Conforme AVILA et alii (1978), aplicações de Zn (24 Kg/ha), reduziram a severidade da doença de milho causada por *H. turcicum*. Por outro lado, KAUR et alii (1980), citaram que quando o Mn foi aplicado em doses elevadas (10 ppm) a queima do arroz, causada por *H. oryzae*, diminuiu consideravelmente, enquanto que, quando estas dosagens foram reduzidas (0,1 a 2,5 ppm), ocorreu um aumento na incidência da doença. Controntando os dados de KAUR et alii (1980) com os dados de COCHRANE (1958), observa-se que mesmo nessa dosagem mencionada pelo primeiro autor, a quantidade de Mn ainda é considerada tóxica aos fungos. Possivelmente, essa dosagem empregada tenha induzido a produção de outras substâncias ou elementos na planta, favorável ao desenvolvimento de *H. oryzae*.

Os teores de macro e micronutrientes das plantas de milho tratadas com solução nutritiva completa, foram maiores nas plantas inoculadas com *H. turcicum* do que nas não inoculadas, o que demonstra a influência do patógeno na alteração do metabolismo do hospedeiro. Em geral, os teores de N, P, K, e Ca, mostraram-se baixos em relação aos considerados adequados para milho, segundo MALAVOLTA (1970). O Mg, presente em quantidade apropriada para milho, pareceu ser antagônico a Ca. Dos microelementos analisados, o Fe foi mais abundante. Em

decorrência desse estado nutricional, as plantas apresentaram-se com aspecto, até certo ponto, carente, a despeito de terem recebido o tratamento completo, onde os elementos foram fornecidos em dosagens equilibradas. Muito embora não tenha havido significância estatística, era de se esperar que as lesões fossem menores do que aquelas obtidas de plantas submetidas a doses crescentes de K. Contudo, houve a ocorrência de plantas dentro das repetições com sintomas que permitiram classificá-las como suscetíveis. Isto parece sugerir a existência de produtos, resultantes do metabolismo do hospedeiro infectado, favorecendo o desenvolvimento de *H. turcicum*.

Não foi observada correlação entre os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) da parte aérea da planta e o comprimento das lesões induzidas por *H. turcicum*, como também entre os macronutrientes citados e o peso da matéria seca. Isto talvez possa ser atribuído a influência da idade da planta analisada e, conseqüentemente, da quantidade e qualidade dos nutrientes, conferindo certo nível de resistência a planta, e desta forma inibindo a expansão do patógeno no tecido foliar.

Com referência aos teores de micronutrientes, foi observada correlação positiva entre Zn e comprimento das lesões como também peso da matéria seca, indicando que a medida que o teor de Zn aumenta nos tecidos de milho, há um aumento no comprimento das lesões e também no peso da matéria seca.

ABSTRACT

The effect of NPK levels was investigated on corn plants, cv. Jatinã C-anoão, to *Helminthosporium turcicum* causal agent of leaf blight. Plants were cultivated on nutrient solution with different NPK levels. The research was carried out under green-house conditions, where the average temperature and air humidity were 25,5°C and 76.7%, respectively. Plants at the 4-5 leaf stage were sprayed with a conidial suspension of *H. turcicum* containing about 5×10^3 conidial/ml of water. The evaluation was developed fourteen days after inoculation and the lesion length was calculated with a paquímeter. Plants of all treatments were collected for later chemical analysis. The results showed a satisfactory level of resistance to *H. turcicum*. Nevertheless, plants inoculated with *H. turcicum* and grown in 2,00 N nutrient solution presented the highest lesion length. In addition, the smallest lesions were observed with K levels, in particular 0,50 K level. The percentage and concentration of macro and micronutrients in the leaf tissues, in general, were higher in plants inoculated than in those not inoculated. Positive correlation was observed Zn content in the leaf tissues inoculated, lesion length, and dry matter weight.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — ABNEY, T. S. & FOLEY, D. C. Influence of nutrition on stalk rot development of *Zea mays*. *Phytopathology*. St. Paul, 61(9):1125-9, Sept. 1971.
- 2 — AGRIOS, G. N. *Plant pathology*. New York, Academic Press, 1978. 703 p.
- 3 — AVILA, S. S.; SANDHAN, K. S.; SHARMA, Y. R. Incidence of leaf blight of maize as influenced by varying levels of zinc. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology*, Udaipur, 7(2):166-7, 1978.
- 4 — BEIER, R. D.; PANZER, J. D.; TULLIS, E. C. The interrelationship of nitrogen and other factors affecting the blast disease of rice caused by *Pyricularia oryzae* cav. *Plant Disease Reporter*, Hyattsville, 43(4): 477-82, Apr. 1959.
- 5 — BHOWMIK, T. P.; RAY, S. B.; SING, A.; SHARMA, R. P.; SINGH, N. Effect of nitrogen doses on the incidence of pearl millet smut. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, 46(11):528-30, 1977.
- 6 — BURRIEL-MARTI, F. & RAMIREZ-MUÑOZ, J. *Flame photometry*. 2. ed. s.l. Amsterdam Elsevier, 1960. 531 p.
- 7 — COCHRANE, V. W. *Physiology of fungi*. New York, J. Wiley. 1958, 524 p.
- 8 — COMSTOCK, J. C. & SCHEFFER, R. P. Role of host-selective toxin in colonization of corn leaves by *Helminthosporium carbonum*. *Phytopathology*, St. Paul, 63(1):24-9, Jan. 1973.
- 9 — CUNFER, B. M.; TOUCHTON, J. T.; JOHNSON, J. W. Effect of phosphorus and potassium fertilization on *Septoria glume blotch* of wheat. *Phytopathology*, St. Paul, 70(12):1196-9, Dec. 1980.
- 10 — DASGUPTA, M. K. & CHATTOPADHYAY, S. B. Effect of different doses of nitrogen and phosphorus on the susceptibility of rice to brown spot caused by *Helminthosporium oryzae*. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. Stuttgart, 84(5):276-85, 1977.
- 11 — EPSTEIN, E. *Nutrição mineral das plantas. Principios e perspectivas*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341 p.
- 12 — GANGOPADHYAY, S. & CHATTOPADHYAY, S. B. Biochemical changes of rice plants at different levels of nitrogen in relation to brown spot disease development I. Nitrogen. *Indian Phytopathology*, New Delhi, 28(3):32-9 1975.
- 13 — GLORIA, N. A. da & ORLANDO FILHO, J. Determinação de nitrogênio, fósforo e potássio em tecido vegetal e vinhaça por digestão sulfúrica. *Brasil Açucareiro*. Rio de Janeiro, 88(4):2-32, out. 1976
- 14 — GOODMAN, R. N.; KIRÁLY, Z.; ZAITLIN, M. *The biochemistry and physiology of infectious plant disease*. New York, D. Van Nostrand, 1967. 354 p.

- 15 — GUPTA, A. K. & SIRADHANA, B. S. Effect of nutrition on the incidence and sporulation of *Sclerospora sorghi* of maize. *Indian Phytopathology*, New Delhi, 30(3):424-5, 1977.
- 16 — HEWITT, E. J. & SMITH, T. A. *Plant mineral nutrition*. London, The English Universities Press, 1975. 298 p.
- 17 — HOAGLAND, D. R. & ARNON, D. I. *The water-culture method for growing plants without soil*. Berkeley, California Agricultural, Experiment Station University of California, 1950. (Circular, 347)
- 18 — JAIN, S. S. Studies on the effects of nitrogen, phosphorus and potassium on stem rot rice. *Oryzae*, 13(1):55-61, 1976.
- 19 — JOHNSON, C. M. & ULRICH, A. *Analytical methods for use in plant analysis*. Berkeley, California Agricultura Experiment Station, 1959. 77 p. (Bulletin, 766).
- 20 — KANNATYAN, S. & PRASAD, N. N. Influence of nitrogen fertilization on development of sheath blight. *International Rice Research Newsletter*, Manila, 4(3):14, 1979.
- 21 — KARLEN, D. L.; ARNY, D. C.; WALSH, L. M. Influence of chocolate spot (*Pseudomonas syringae*), northern corn leaf blight (*Helminthosporium turcicum*), and lodging of corn as influenced by soil fertility. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 4(5): 359-68, 1973.
- 22 — KAUR, P.; KAUR, S.; PADMANABHAN, S. Y. Effect of manganese and iron on incidence of brown spot disease of rice. *Indian Phytopathology*, New Delhi, 32(2):287-8, 1980.
- 23 — KENAGA, C. B. *Principles of phytopathology*. 2. ed Lafayette, Balt Pub., 1974. 402 p.
- 24 — KRISHNASWAMI, C. S. Influence of nitrogen, phosphorus and potash on the incidence of blast disease of rice. *Madras Agricultural Journal*, Madras, 39:205-14, 1952.
- 25 — LUCIC, S. Effect of NPK fertilizers on root-rot of wheat (*Ophiobolus graminis* Sacc.), *Savremena Poljoprivreda*, Oktobra, 22(1/2):85-91, 1974.
- 26 — LUTTRELL, E. S.; PAPA, K. E.; WYMN, W. *Evaluation of strains of Helminthosporium* attacking corn and other graminaceous crops in the Southeastern United States. Georgia, Department of Plant Pathology, 1973. 10 p.
- 27 — MA, T. S. & ZUAZAGA, G. Micro-kjeldahl determination of nitrogen. *Industrial and Engineering Chemistry - Analytical Editions*, Washington, 14:280-2, 1942.
- 28 — MALAVOLTA, E. *Nutrição mineral das plantas*. s. l., Curso de Pós-Graduação de Solos e Nutrição de Plantas, 1970. 234 p. Trabalho mimeografado.

- 29 — — & DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. In: *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Piracicaba, Fundação Cargill, 1978. 650 p.
- 30 — — ; RAPCHAN, V. M.; OLIVEIRA, G. D.; CASTRO, A. M. G.; SOUZA, A. P.; LOPES, H. S.; SOBRAL, L. F.; LOVATO, L. A.; MENEZES, M.; TISSELI, O. F. Estudos sobre a nutrição mineral do milho. I. Deficiência de macronutrientes na variedade Piranão. In: REUNIÃO BRASILEIRA DO SORGO E MILHO, 11., Piracicaba, 1976a.
- 31 — — ; BASSO, L. C.; OLIVEIRA, G. D.; VASCONCELOS, C. A.; SANTOS, Z. G.; FORTES, J. M.; FERNANDES, J.; STAMFORD, N. P.; LORENZI, J. O.; SAMPAIO, N. F.; HASS, F. J.; FREIRE, J. C.; SOUZA M.; VENTORIM, N.; VICTORIA, F. R.; ROSALÉM, C. A.; ZAGO, E. A.; MIRANDA, M. T.; LIMA, S. A.; CASTRO, A. M. G.; SOUZA, A. P.; LOPES, E. S.; SOBRAL, L. F.; LOVATO, L. A.; MENEZES, M.; TISSELI, F. O. Estudos sobre a nutrição mineral do milho. II. Efeito de doses crescentes de N. P. e K, no crescimento, produção e composição mineral da variedade Piranão em condições controladas. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 33:479-9, 1976b.
- 32 — MARANHÃO, E. H. de A. *Nutrição mineral na reação de linhagens de sorgo, Sorghum bicolor (L.) Moench, ao agente da antracnose, Colletotrichum graminicola (Ces.) Wils.* Recife, 1981. 96 p. Dissertação de Mestrado em Fitossanidade (Área de concentração: Fitossanidade) — Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- 33 — MASHAAL, S. F.; BARNA.; KIRÁLY, Z. Effect of nitrogen supply and peroxidase enzyme activity on susceptibility of wheat to stem rust. *Acta Phytopathologica* Budapest, 11(3/4):161-6, 1976.
- 34 — MATOCHA JR., P.; FREDERIKSEN, R. A.; REYS, L. Control of sorghum downy mildew in grain sorghum by soil incorporation of potassium azide. *Indian Phytopathology*, New Delhi, 27(3):322-4. 1975.
- 35 — MOHAN, R. & SUBRAMANIAN, C. L. Influence of nitrogen nutrition and sheath rot disease on sugar content of two paddy varieties. *Current Science*, Bangalore, 46(21):753-5, 1977.
- 36 — NAIK, S. M.; SINGH, S. D.; SINGH, B. P. Effect of nitrogen fertilization of the incidence of the leaf spot disease in sorghum. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology*, Udaipur, 6(2):145-7, 1977.
- 37 — OTONI, Y. Studies on the relation between the principal components of rice plants and its susceptibility to the blast disease III. *Review of Applied Mycology*, Surrey, 32:276, 1952. Abstract.
- 38 — PAIK, S. B. The effects of silicate, nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the chemical components of rice plants and the incidence of blast disease of rice caused by *Pyricularia oryzae* Cavara. *Korean Journal of Plant Protection*, Korea, 14(3):97-109, 1975.
- 39 — PELLEGRINO, D. *A determinação do fósforo pelo método do ácido fosfovanadomolibdico*. Piracicaba, 1960. 58 p. Tese de Doutorado — Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.

- 40 — PERKIN-ELMER. Standard conditions for atomic absorption, 1976. In: —. *Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry*. s.l, s.ed., 1976. Paginação irregular.
- 41 — PORTER, R. M.; AYRES, J. E.; JOHNSON JR., M. W.; NELSON, P. E. Influence of differential phosphorus accumulation on corn stalk rot. *Agronomy Journal*, Madison, 73(2):283-7, Mar./Abr. 1981.
- 42 — PUSCASU, A.; BONTEA, V.; ILIESCU, E. Effect of chemical fertilizers on the resistance of maize plants to *Helminthosporium turcicum*. *Analele Institutului de Cercetari Pentru Protectia Plantelor*, Bucarest, 12:121-7, 1977.
- 43 — SHANER, G. & FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, St. Paul, 67(8):1051-6, Aug. 1977.
- 44 — SINGH, R. A. & KRISHMA, A. Effect of different doses of nitrogen on the incidence of leaf smut of rice. *Indian Phytopathology*, New Delhi, 32(1):68-71, 1979.
- 45 — — & SHARMA, Y. R. Effect of nitrogen fertilization on the incidence of *Helminthosporium turcicum* in maize. *Indian Phytopathology*, New Delhi, 26(3):474-8, 1973.
- 46 — — & —. Incidence of leaf blight in maize under different levels of nitrogen. *Indian Phytopathology*, New Delhi, 28:412-3, 1974.
- 47 — SIVAPRAKASAM, K.; PILLAYARSAMY, K.; RAJAGOPALAN, C. K. S. Influence of nitrogen on the incidence of downy mildew disease of pearl millet (*Gennisetum typhoides* Stapf & Hubb.). *Plant and Soil*, The Hague, 41(3):677-9, 1974.
- 48 — VAITHILIGHAM, C. & RAGUNATHAN, V. Effect of potassium on the incidence of stem rot disease of rice (*Oryza sativa* L.). *Indian Journal of Plant Protection*, New Delhi, 5(2):157-60, 1977.
- 49 — VEERRAJV, V. & PRASAD, N. N. Effect of nitrogen fertilization on inhibitor level and blast disease resistance in rice. *Annamalei University Agricultural Research Annual*, 4/5:82-7, 1974.
- 50 — VIDHYASEKARAN, P. & KANDASAMY, D. Effect of soil fertility on the physiology of corn plants in relation to helminthosporiose disease incidence. *Phytopathology Z.*, Berlin, 72:11-20, 1971.
- 51 — VOLK, R. J.; KAHN, R. P.; WEINTRAUB, R. L. Silicon content of the rice plant as a factor influencing its resistance to infection by the blast fungus, *Pyricularia oryzae*. *Phytopathology*, St. Paul, 48(4):179-84 Apr. 1958.
- 52 — WHITE, D. G.; HOEFT, R. G.; TOUCHTON, J. T. Effect of nitrogen and nitrapyrin on stalk rot, stalk diameter, and yield of corn. *Phytopathology*, St. Paul, 68(5):811-4, May. 1978.

- 53 — YAMADA, M. & ADAY, B. A. Fertilizer conditions affecting susceptibility to downy mildew disease, *Sclerospora philippinensis* Weston in resistant and susceptible materials of maize. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, Tokyo, 43(3):291-3, 1977.

Recebido para publicação em 4 de novembro de 1986