

**EFEITO DE FUNGICIDAS SISTÊMICOS SOBRE A
NODULAÇÃO E FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO EM SOJA**
(Glycine max (L.) Merrill).

LAUDELINO CARNEIRO LEITE

Orientador : Profa. Dra. Elke J. B. N. Cardoso

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Mestre em Fitopatologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1977

"CURRICULUM VITAE"

Nome: LAUDELINO CARNEIRO LEITE

Data de nascimento: 1º de janeiro de 1945

Local de nascimento: Pindamonhangaba - Estado de São Paulo

Curso Superior: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da
Universidade de São Paulo.

Data da formatura: 29 de julho de 1971

ATIVIDADES PROFISSIONAIS:

- De agosto de 1971 a dezembro de 1972, Engenheiro-Agrônomo Pesquisador, bolsista do C.N.Pq. no Departamento de Fito-patologia da ESALQ-USP.
- De janeiro de 1973 a janeiro de 1975, Engenheiro-Agrônomo Pesquisador do Instituto Biológico de São Paulo, da Divisão de Patologia Vegetal.
- A partir de fevereiro de 1975, Engenheiro-Agrônomo-Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - Sete Lagoas-MG.

DEDICATÓRIA

À ESALQ e MESTRES, que muito deram de seu conhecimento para minha educação acadêmica e profissional.

Aos colegas do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, que juntos compartilham dos mesmos ideais, anseios e aspirações.

À EMBRAPA, na pessoa do seu Diretor, Dr. ALMIRO BLUMENSCHEN, pela oportunidade e ajuda concedida.

Ao Engº Agrº RICARDO MAGNAVACCA, Chefe do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Engº Agrº FRANCISCO G.F.T. CASTRO BAHIA, Chefe Adjunto da Área Técnica do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Engº Agrº EDUARDO ISSA, Chefe da Seção de Doenças de Plantas Alimentícias Básicas e Olerícolas do Instituto Biológico de São Paulo, que muito me estimularam e contribuíram para minha formação.

Ao Engº Agrº ISAIAS O. GERALDI e Dr. CAIO OCTÁVIO NOGUEIRA CARDOSO, pela contribuição e colaboração direta ou indireta no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. EVONED BERTI FILHO, companheiro de todos os momentos.

Aos meus PAIS e IRMÃOS.

A C.N.Pq., pela ajuda.

D E D I C O .

AGRADECIMENTOS

À Profª Drª ELKE J. BRAN NOGUEIRA CARDOSO, pela decisiva orientação na realização desse trabalho e pelas facilidades concedidas no Departamento de Fitopatologia;

Ao Prof. Dr. FERDINANDO GALLI, pelas facilidades concedidas quando Diretor da ESALQ e, mais tarde, como Chefe do Departamento de Fitopatologia e pela ajuda na revisão dos originais;

Ao Prof. Dr. ARMANDO BERGAMIN FILHO, pela revisão dos originais;

Aos funcionários LUIZ CARLOS VERÍSSIMO, Dª IVONE CASALE PADOVANI, Dª DIRCE ALESSI PELEGRINO e EURICE AMARAL MELLO, pela constante dedicação e paciência;

Ao Engº Agrº FERNANDO TAVARES FERNANDES, Engº Agrº MATHEUS BRESSAN e Engª Agrª ELOCY MINUSSI, pelo apoio e estímulo para a concretização deste trabalho;

Ao Engº Agrº DOMINGOS DE AZEVEDO OLIVEIRA, da Seção de Bioestatística do Instituto Biológico de São Paulo, pela orientação relativa à análise estatística dos dados obtidos;

À Seção de Leguminosas do Instituto Agronômico de Campinas, na pessoa do Engº Agrº OTÁVIO TISSELLI FILHO, pelas sementes cedidas;

Ao Engenheiro Agrônomo VALTER JOÃO DIEHL e ao Funcionário do Departamento de Fitopatologia, ANTONIO VITTI, pela contribuição e ajuda.

Ao Prof. Assistente JOSÉ JOAQUIM DEGÁSPARI do Departamento de Letras Modernas - USP, pela correção do Português.

Involuntariamente, teremos, talvez, omitido nomes de outras pessoas que nos prestaram colaboração.

A todos, os melhores agradecimentos.

Í N D I C E

| | Página |
|---|--------|
| 1. RESUMO | 1 |
| 2. INTRODUÇÃO | 2 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS | 10 |
| 4.1. Inoculantes | 11 |
| 4.2. Meio de Cultura | 11 |
| 4.3. Fungicidas | 11 |
| 4.4. Planta Hospedeira e Solução Nutritiva | 12 |
| 4.5. Experimentos Realizados | 13 |
| 4.5.1. Experimento I: Efeito de três fungicidas sistêmicos sobre a nodulação e fixação do Nitrogênio em três variedades de soja com e sem inoculantes bacterianos | 13 |
| 4.5.2. Experimento II: Efeito de três fungicidas sistêmicos na nodulação e fixação de Nitrogênio, na variedade Viçoja, com e sem adubação nitrogenada e na presença e ausência de um inoculante bacteriano. | 15 |
| 5. RESULTADOS. | 16 |
| 5.1. Experimento I: Efeito de Três Fungicidas Sistêmicos sobre a Nodulação e Fixação de Nitrogênio em Três Variedades de Soja com e sem Inoculantes Bacterianos | 16 |
| 5.1.1. Peso seco da parte aérea | 16 |
| 5.1.2. Porcentagem de Nitrogênio na parte aérea das plantas | 16 |
| 5.1.3. Nitrogênio total da parte aérea das plantas | 17 |
| 5.1.4. Número de nódulos | 17 |

| | | |
|--------|---|----|
| 5.2. | Experimento II: Efeito de Três Fungicidas Sistêmicos na Nodulação e Fixação de Nitrogênio, na Variedade Viçosa, com e sem Adubação Nitrogenada e na presença e ausência de um Inoculante Bacteriano .. | 26 |
| 5.2.1. | Peso seco da parte aérea | 26 |
| 5.2.2. | Porcentagem de Nitrogênio da parte aérea das plantas | 27 |
| 5.2.3. | Nitrogênio total da parte aérea | 27 |
| 5.2.4. | Número de nódulos | 28 |
| 5.2.5. | Peso de nódulos | 28 |
| 6. | DISCUSSÃO | 38 |
| 6.1. | Experimento I: Efeito de Três Fungicidas Sistêmicos sobre a Nodulação e Fixação do Nitrogênio em Três Variedades de Soja com e Sem Inoculantes Bacterianos | 38 |
| 6.1.1. | Peso seco da parte aérea | 38 |
| 6.1.2. | Porcentagem de Nitrogênio na parte aérea das plantas | 39 |
| 6.1.3. | Nitrogênio total | 39 |
| 6.1.4. | Número de nódulos | 41 |
| 6.2. | Experimento II: Efeito de Três Fungicidas Sistêmicos na Nodulação e Fixação de Nitrogênio, na Variedade Viçosa, com e sem Adubação Nitrogenada e na Presença e Ausência de um Inoculante Bacteriano . . | 42 |
| 6.2.1. | Peso seco da parte aérea | 42 |
| 6.2.2. | Porcentagem de Nitrogênio da parte aérea . . | 43 |
| 6.2.3. | Nitrogênio total da parte aérea das plantas | 43 |
| 6.2.4. | Números de nódulos | 45 |
| 6.2.5. | Peso de nódulos | 46 |
| 7. | CONCLUSÕES | 48 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 8. SUMMARY | 50 |
| 9. LITERATURA CITADA | 51 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | Página |
|--|--------|
| Tabela 1 - Análise química do solo Regossol "Série Sertãozinho" | 10 |
| Tabela 2 - Experimento I: Médias do peso seco da parte aérea das plantas (g) | 19 |
| Tabela 3 - Experimento I: Peso seco da parte aérea das plantas. Médias de variedades, inoculantes e fungicidas, com os respectivos DMS | 20 |
| Tabela 4 - Experimento I: Médias de porcentagens de Nitrogênio da parte aérea das plantas | 21 |
| Tabela 5 - Experimento I: Porcentagem de Nitrogênio da parte aérea. Comparação das médias para variedades, inoculantes e fungicidas | 22 |
| Tabela 6 - Experimento I: Médias de Nitrogênio total da parte aérea das plantas (g) | 23 |
| Tabela 7 - Experimento I: Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Comparação das médias de variedades, inoculantes e fungicidas | 24 |
| Tabela 8 - Experimento I: Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Médias de variedades dentro de inoculantes | 24 |
| Tabela 9 - Experimento I: Médias dos números de nódulos das plantas | 25 |
| Tabela 10 - Experimento II: Médias do peso seco da parte aérea das plantas (g) | 29 |
| Tabela 11 - Experimento II: Peso seco da parte aérea das plantas. Médias de fungicidas na ausência e presença de inoculante. | 29 |
| Tabela 12 - Experimento II: Médias de porcentagens de Nitrogênio da parte aérea das plantas | 30 |
| Tabela 13 - Experimento II: Porcentagem de Nitrogênio da parte aérea. Comparação das médias para fungicidas nos tratamentos com e sem inoculante | 30 |

| | |
|---|----|
| Tabela 14 - Experimento II: Porcentagem de Nitrogênio da parte aérea das plantas. Médias de Nitrogênio dentro de fungicidas | 31 |
| Tabela 15 - Experimento II: Médias de Nitrogênio total da parte aérea das plantas (g) | 31 |
| Tabela 16 - Experimento II: Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Médias para o efeito de fungicidas. | 32 |
| Tabela 17 - Experimento II: Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Médias para fungicidas nos tratamentos com e sem adubação nitrogenada | 32 |
| Tabela 18 - Experimento II: Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Médias de Nitrogênio total para o efeito de inoculantes nos tratamentos com e sem adubação nitrogenada | 33 |
| Tabela 19 - Experimento II: Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Médias para fungicidas nos tratamentos com e sem inoculante | 33 |
| Tabela 20 - Experimento II: Médias de número de nódulos | 34 |
| Tabela 21 - Experimento II: Número de nódulos. Comparação das médias para fungicidas nos tratamentos com e sem inoculante | 34 |
| Tabela 22 - Experimento II: Número de nódulos. Médias de Nitrogênio dentro de fungicidas. Tratamento sem inoculante | 35 |
| Tabela 23 - Experimento II: Número de nódulos. Médias de Nitrogênio dentro de fungicidas. Tratamentos com inoculantes | 35 |
| Tabela 24 - Experimento II: Médias de peso de nódulos | 36 |
| Tabela 25 - Experimento II: Peso de nódulos. Comparação das médias para fungicidas nos tratamentos com inoculante e sem inoculante | 36 |
| Tabela 26 - Experimento II. Peso de nódulos. Médias de Nitrogênio dentro de fungicidas. Tratamento sem inoculante | 37 |

Tabela 27 - Experimento II. Peso de nódulos. Médias de Nitro-
gênio dentro de fungicidas. Tratamento com inocu-
lante

1. RESUMO

Foram feitos dois experimentos em casa de vegetação para pesquisar o efeito de três fungicidas sistêmicos na fixação e nodulação da soja (Glycine max (L.) Merrill).

No primeiro experimento procurou-se estudar o efeito de três fungicidas sobre a nodulação e fixação do Nitrogênio em três variedades de soja, com e sem inoculantes bacterianos, e, no segundo experimento, pesquisou-se o efeito dos mesmos fungicidas na nodulação e fixação de Nitrogênio na variedade Viçoja, com e sem adubação nitrogenada e na presença e ausência de um inoculante bacteriano. Os resultados obtidos demonstraram que a variedade Viçoja foi superior às outras duas variedades, ficando em segundo lugar a variedade IAC 1 e em último a variedade Santa Rosa. Os inoculantes SMS 331 e SMS 333 mostraram-se altamente eficientes, especialmente em simbiose com a variedade Viçoja. O inoculante PRG 5 não se mostrou eficiente em nenhuma das variedades de soja. O Benomyl não mostrou interferência negativa na fixação de Nitrogênio, mas Oxicarboxin e principalmente Carboxin foram prejudiciais quando avaliados pelo Nitrogênio total da parte aérea da planta. A adubação nitrogenada não teve efeito quando as plantas eram inoculadas com Rhizobium, porém, quando não havia inoculante, a adubação nitrogenada favoreceu a soja.

2. INTRODUÇÃO

A soja é um dos vegetais de maior importância, tanto na alimentação humana como na animal, devido ao alto teor protéico e também pela qualidade dessas proteínas que encerram todos os aminoácidos essenciais.

Dentro da conjuntura mundial, o Brasil é o terceiro produtor de soja, sendo que os dois maiores são os Estados Unidos e a China. Este fato reveste-se de grande importância, pois a posição geográfica dos dois primeiros produtores no hemisfério norte, dá ao Brasil, no hemisfério sul, a grande vantagem de ter sua produção exatamente na época da entressafra dos principais países produtores, abrindo-se assim um grande mercado para a comercialização da nossa soja.

Como a maioria das culturas, a soja apresenta uma grande quantidade de problemas fitossanitários, o que implica no uso de pesticidas para o controle desses problemas. Patógenos transmitidos por sementes e patógenos do solo são convenientemente controlados por tratamentos de sementes com fungicidas. Este fato pode, em determinados casos, interferir com uma das principais vantagens da cultura, que é a eficiente utilização do nitrogênio do ar atmosférico através da combina

ção soja/Rhizobium, pois muitos pesticidas podem influir diretamente na bactéria simbiote, antes ou após sua associação com a planta hospedeira.

São necessários estudos sobre a influência dos pesticidas usados na cultura e na interação soja/Rhizobium, principalmente com relação aos produtos utilizados no tratamento de sementes, dentre os quais hoje se encontram vários.

No presente trabalho, procurou-se estudar a ação exercida por três fungicidas sistêmicos sobre Rhizobium japonicum (KIRCHNER) BUCHANAN, simbiote específico da soja (Glycine max (L.) Merrill) e seus efeitos no desenvolvimento dos nódulos e fixação de nitrogênio.

3. REVISÃO DE LITERATURA

As indicações a respeito do tratamento de sementes de soja com pesticidas têm sido variáveis, tanto no Brasil como em outros países. Os trabalhos relacionados com os tratamentos de semente mostram apreciáveis diferenças quanto às características dos produtos químicos utilizados, às concentrações e às condições climáticas em que são realizados os experimentos, além de outros fatores.

Alguns autores têm dado grande enfoque aos estudos do tratamento de sementes com pesticidas e as possíveis implicações que poderão ocorrer em função dos produtos utilizados.

GALLI (1959) estudou o efeito de alguns herbicidas e inseticidas sobre o Rhizobium japonicum e pôde concluir que, dos inseticidas analisados, apenas o BHC e Parathion tiveram ação inibidora sobre o Rhizobium em concentrações relativamente baixas. O Malation favoreceu o desenvolvimento da bactéria e, dentre os herbicidas usados, somente o Karmex teve ação inibidora sobre o desenvolvimento do Rhizobium.

O estudo da sensibilidade do Rhizobium aos pesticidas é um trabalho altamente importante. BRAKEL (1963), desenvolvendo suas

pesquisas em laboratório com os produtos Lindane, Aldrin e Parathion, observou o quanto foi sensível o Rhizobium do trevo a estes pesticidas acima relacionados.

Os fungicidas à base de mercúrio, Semesan e Neantina, prejudicaram sensivelmente a associação feijão/Rhizobium e esta observação foi detectada pelos autores RUSCHEL & DA COSTA (1966). Os autores trabalharam com outros fungicidas e também inseticidas, mas estes não interferiram significativamente na fixação do N em feijão.

CHAKRAVARTI, HEDGE & ANILKUMAR (1970) trataram sementes da leguminosa GUAR (Cyamopsis tetragonoloba (L.) com alguns antibióticos e fungicidas e o resultado da análise revelou que o Captan a 1.000 ppm foi altamente tóxico ao Rhizobium sp. Esta bactéria foi isolada de nódulos da própria leguminosa em estudo.

Após os ensaios de laboratório e campo, DIATLOFF (1970) pôde relatar que os inseticidas Lindane, Endrin, Dieldrin, Dimetoato e os fungicidas Chloranil, Thiram, Captan e Ceresan, quando aplicados em sementes de leguminosas inoculadas com Rhizobium, apresentaram bom comportamento, dando portanto resultados satisfatórios. Deve-se ressaltar que apenas o produto Dimetoato causou uma ligeira redução na nodulação.

MICK & DAHM (1970) num ensaio feito sobre o metabolismo do Parathion por duas espécies de Rhizobium, puderam concluir que a população de Rhizobium era bem menor sob a influência do Parathion.

Nenhuma observação que fosse considerada prejudicial para a nodulação foi feita por OLIVERO & BASURCO (1970) quando trataram se-

mentes de soja com Captan e Thiram, dentro das recomendações normais. Em ensaios posteriores, para indicar as doses máximas de fungicidas no tratamento de sementes, os autores chegaram à conclusão que 562,5 g de Captan/100 kg de sementes e 375 g de Thiram/100 kg de sementes não tiveram efeito sobre a nodulação, o desenvolvimento vegetativo e a eficiência das estirpes usadas.

Alguns produtos usados por pesquisadores no tratamento de sementes apresentaram resultados contraditórios e isto ocorreu com emprego do fungicida Vitavax. OSTWAL & GAUR (1971) e BONATO (1972), trabalhando com este mesmo produto chegaram a conclusões diferentes, embora a variedade usada pelos primeiros autores tenha sido Bragg, e pelo segundo autor a variedade Viçoja. BONATO considerou que o produto em questão foi altamente prejudicial, reduzindo inclusive os nódulos junto à raiz principal. Entretanto, OSTWAL & GAUR consideraram o Vitavax um produto não prejudicial à nodulação. Talvez esta discrepância nos resultados seja porque o produto tem ação diferente em variedades diferentes.

LIN, FUNKE & SCHULZ (1972) testaram nove inseticidas (Dylox, Dyfonato, Agritox, Trithion, Dursban, Namacur-P, Baygon, Temik, Furadan) para observar seus efeitos na nitrificação do solo, crescimento de seedlings das leguminosas, e crescimento do Rhizobium japonicum, Rhizobium trifolii, Rhizobium meliloti e Rhizobium leguminosarum. O teste feito em placas para observar o halo de inibição mostrou que Rhizobium leguminosarum e Rhizobium trifolii foram sensíveis aos pesticidas, enquanto que o Rhizobium japonicum e Rhizobium meliloti foram resistentes aos pesticidas. As concentrações usadas foram 5 ppm, 50 ppm e 500 ppm, sendo que estas duas últimas concentrações tiveram efeitos negativos, principalmente a maior concentração.

As concentrações de 1,0 e 2,0 kg/ha dos herbicidas Trifluralina e Carbetamida foi prejudicial à nodulação e ao crescimento de seedlings de leguminosas. Esta afirmação foi feita por BROCK (1972) através dos ensaios por ele realizados.

KAPUSTA & ROUWENHORST (1973) selecionaram vinte e quatro pesticidas de formulação comercial para o estudo bacteriostático em Rhizobium japonicum usando a técnica da placa de gradiente. Constataram que o herbicida Chlorpropham e o inseticida Disulfoton foram os únicos que inibiram o crescimento do Rhizobium "in vitro".

Estudos com herbicidas para observar a sua influência sobre bactérias fixadoras foram realizados por LEVINA & KARAGUISHIEVA (1974). Os autores fizeram restrições ao uso de Prometrina e Diimida em doses usuais, pois as mesmas diminuíram a intensidade de formação dos nódulos.

KECSKES & VINCENT (1973) testaram sete fungicidas em experimentos de laboratório e campo, e concluíram que o Thiram contendo TMTD, seguido do Captan, não teve um efeito inibidor na nodulação, enquanto que o Pangen, Ceresan (Hg), Cuprox (Cu) e as quinonas Phygon e Spergon tiveram um efeito inibidor na nodulação quando aplicados na Vicia sativa L.

HAMDI, MOHARRAM & LOFTI (1974) trataram sementes de ervilha, soja e "cowpea" com fungicidas Spergon, Phygon, Orthocide, Rhizoctole e TMTD à taxa de 0,3 e 3%. Concluíram que o fungicida Spergon foi menos prejudicial para ervilha e soja e mesmo estimulatório para "cowpea". Phygon foi prejudicial para soja e Orthocide a 0,3% estimulou, enquanto que o TMTD e o Rhizoctole foram prejudiciais à simbiose da ervilha.

NERY & DOBEREINER (1975) pesquisaram os efeitos de fungicidas preemergentes na simbiose da soja. O Captan aplicado na dosagem recomendada de 0,1 g/70 g de sementes teve efeito prejudicial, enquanto que Dithane não pareceu ter efeito negativo na nodulação e fixação de nitrogênio da soja.

Em trabalho muito recente, os autores NOGUEZ, ROSSETO & MAUCH (1976) observaram a influência dos produtos Cycosen, Homai, Labi-lite, Paboctine 35, Panoctine 37 e Benomyl no tratamento de sementes de soja e pulverizações da parte aérea. Os resultados confirmaram que nenhum dos fungicidas quando aplicados às sementes mostraram incompatibilidade com o Rhizobium.

Alguns autores, além de fazerem observações quanto aos efeitos de pesticidas no tratamento de sementes, analisaram também outros parâmetros como efeito de adubo nitrogenado, pH do solo e outras implicações que possam prejudicar o desenvolvimento do Rhizobium. Trabalho neste sentido foi desenvolvido por BOONKERD, WADEESIRISAK & VASUVAT (1976), que constataram que a soja inoculada com Rhizobium japonicum sem a interferência do adubo nitrogenado aumentou o crescimento, a nodulação, a matéria seca e a produção de sementes; entretanto, quando o adubo nitrogenado foi aplicado junto com o inoculante, a produção de sementes não aumentou tanto.

Nos trabalhos desenvolvidos pelos diversos autores, os métodos empregados nos estudos dos diversos parâmetros não variaram muito, pois ainda os métodos tradicionais são os mais seguidos devido aos bons resultados alcançados.

Segundo QUISPEL (1974), BURRIS descreveu uma série de mé-

todos para determinação de nitrogênio total, nitrogênio protéico e outros produtos de redução pela nitrogenase. Na determinação do nitrogênio total, o método de Kjeldahl é o que ainda se usa por ser mais adequado e eficiente, tanto que os pesquisadores como VINCENT (1970), DOBEREINER (1975), BREMMER (1965) PETERSON & CHESTERS (1964) têm-se utilizado do método acima exposto.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Fitopatologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Como substrato para as plantas usou-se areia lavada de rio no primeiro experimento e solo tipo Regossol "Série Sertãozinho" para o segundo experimento. A análise química do solo revelou a composição apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo Regossol "Série Sertãozinho"

| pH | % Carbono | PO_4^{-3} | K | N (%) | M.O. |
|-----|-----------|-------------|------|-------|------|
| 4,8 | 0,36 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,62 |

4.1. Inoculantes

Foram usadas as seguintes estirpes de Rhizobium japonicum: SMS 331 e SMS 333, procedentes da Seção de Microbiologia de Solo do Instituto Agronômico de Campinas e PRG 5 procedente do Setor de Microbiologia de Solo da UEPAE de Itaguaí-RJ/EMBRAPA.

4.2. Meio de Cultura

Meio líquido de levedura de Vincent (1970)

| | |
|--|--------|
| K ₂ HPO ₄ | 0,5 g |
| MgSO ₄ .7H ₂ O | 0,2 g |
| NaCl | 0,1 g |
| Manitol | 10 g |
| Água de levedura .. | 100 ml |
| Água destilada | 900 ml |
| Azul de bromotimol (sol. alcoólica 5%). | 5 ml |

Ao meio líquido foram adicionados 12 gramas de ágar (Difco)

4.3. Fungicidas

Benomyl: Ingrediente ativo - metil 1 (butil-carbamoil) - 2 - benzimidazole - carbamato a 50% (Benlate).

Carboxin: Ingrediente ativo - 5,6 - dihidro - 2 - metil - 1,4 - oxatiin - 3 - carboxianilida a 75% (Vitavax).

Oxicarboxin: Ingrediente ativo - 4,4 dióxido - 5,6 - dihidro - 2 - metil 1,4 - oxatiin - 3 - carboxianilida a 75% (Plantvax).

As suspensões dos fungicidas foram sempre preparadas momentos antes do seu uso. Foram utilizados 0,096 g de Benomyl/48 vasos; 0,192 g de Carboxin/48 vasos e 0,288g de Oxicarboxin/48 vasos. Estas concentrações correspondem respectivamente a 100 g/100 kg de sementes, 200 g/100 kg de sementes e 300 g/100 kg de sementes.

4.4. Planta Hospedeira e Solução Nutritiva

A planta hospedeira foi a soja (Glycine max (L.) Merrill) variedades: IAC 1, Santa Rosa e Viçoja, fornecidas pela Seção de Leguminosas do Instituto Agronômico de Campinas. Foram feitos testes de germinação para todos os lotes de sementes antes de serem usadas nos experimentos, obtendo-se alta porcentagem de germinação para as três variedades.

A solução nutritiva usada foi a de NORRIS (1964) isenta de nitrogênio.

| | |
|-------------------------------|----------|
| 1. KCl | 149 mg |
| 2. K_2HPO_4 | 348 mg |
| 3. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ | 493 mg |
| 4. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ | 688 mg |
| 5. $FeSO_4$ | 5% (P/V) |
| 6. Ácido cítrico | 5% (P/V) |
| 0,5 ml de solução a 5% (P/V) | |

7. Micronutrientes - 0,1 ml da seguinte solução estoque

| | |
|---|-----------|
| $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 9,2 mg |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 78,5 mg |
| $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 219,8 mg |
| H_3BO_3 | 1428,3 mg |
| $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | 1690,0 mg |
| H_2O | 1000 ml |

4.5. Experimentos Realizados

Foram realizados 2 experimentos, instalados em casa de vegetação.

4.5.1. Experimento I: Efeito de três fungicidas sistêmicos sobre a nodulação e fixação do nitrogênio em três variedades de soja com e sem inoculantes bacterianos.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições e 48 tratamentos. O esquema foi fatorial de 3x4x4 para variedades (Viçoja, Santa Rosa e IAC 1), inoculantes (SMS 331, SMS 333, PRG 5 e sem inóculo) e fungicidas (Benomyl, Carboxin, Oxicarboxin e testemunha).

Neste experimento foram utilizados vasos de alumínio previamente esterilizados com solução a 10% de Lysoformio e depois lavados com água destilada. A areia de rio que foi usada neste experimento foi autoclavada durante quatro horas à pressão de duas atmosferas. As sementes foram desinfestadas superficialmente com hipoclorito de sódio (QBoa com 5% de cloro ativo) na proporção de três partes de água para

uma parte de QBoa, mergulhando-se nesta solução por período de dez minutos. Posteriormente as sementes permaneceram imersas em água destilada por doze horas, fazendo-se então a semeadura. Neste experimento a semeadura foi feita no dia 11 de maio de 1974 e a colheita das plantas cinquenta e um dias após. Foram colocadas em cada vaso doze sementes (aproximadamente 2 g) inicialmente e, após uma semana, efetuou-se o desbaste, deixando-se apenas cinco plantas por vaso. Durante os seus primeiros dias a irrigação foi feita com água destilada e, após esse período, passou-se a irrigar com solução nutritiva isenta de nitrogênio e água destilada, alternadamente. Os vasos foram cobertos com folhas de alumínio bem na superfície da areia para evitar contaminação dos inoculantes bem como o aparecimento de algas e fungos saprófitas, a fim de evitar a possibilidade de interferência nos resultados do experimento. As inoculações foram efetuadas vinte e quatro horas após a semeadura, com uma suspensão de células bacterianas de Rhizobium japonicum numa concentração aproximada de 10^6 células/ml, aplicando-se cinco ml por vaso. Estas células bacterianas eram provenientes de um tubo de ensaio contendo cultura de Rhizobium com sete dias de crescimento a 29°C, suspensos em 5 ml de água estéril. As testemunhas receberam uma inoculação protetiva com Rhizobium phaseoli. Os fungicidas foram aplicados 48 horas após a semeadura nas concentrações já mencionadas. Após trinta e cinco dias da semeadura houve aparecimento de cigarrinhas e o controle foi feito com Malation, seguindo a recomendação da bula. Na coleta do material para as análises, todo cuidado foi tomado para evitar perda de nódulos e de plantas. Para a retirada das plantas, os vasos foram colocados dentro de uma peneira e esta debaixo de água de torneira para facilitar a remoção dos nódulos. Separaram-se as raízes da parte aérea das plantas e ambas foram colocadas separadamente em sacos de papel manteiga para secagem, que foi feita a 60°C, em estufa ventilada, durante 48 horas. Os parâmetros analisados foram: peso seco da

parte aérea, porcentagem de nitrogênio e nitrogênio total na parte aérea, além de número de nódulos. A análise química quantitativa para determinação do nitrogênio foi feita, no Departamento de Química, pelo método de Kjeldahl, conforme orientação de SARRUGE & HAAG (1974).

4.5.2. Experimento II: Efeito de três fungicidas sistêmicos na nodulação e fixação de nitrogênio, na variedade Viçoja, com e sem adubação nitrogenada e na presença e ausência de um inoculante bacteriano

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições e dezesseis tratamentos. O esquema foi fatorial de 2x2x4 para adubo nitrogenado (presença e ausência), inoculante (presença e ausência) e fungicidas (Testemunha, Benomyl, Carboxin e Oxicarboxin). Neste ensaio foi usada a variedade Viçoja e o inoculante SMS 331, além de uma adubação básica com 1,2 g de superfosfato simples e 0,34 g de cloreto de potássio por vaso, que foram bem misturados ao solo. Aplicou-se também 1 g de CaCO_3 por 1.000 g de solo para correção do pH. Os vasos dos tratamentos com nitrogênio receberam ainda 1,0 g de sulfato de amônia. Após 42 dias de crescimento foi feita a coleta. A semeadura foi feita no dia 24 de fevereiro de 1975 e a coleta no dia 7 de abril de 1975. Os parâmetros analisados foram: peso seco da parte aérea, porcentagem de nitrogênio e nitrogênio total na parte aérea, além de número e peso de nódulos. No mais, segue-se o esquema exposto para o experimento I.

5. RESULTADOS

5.1. Experimento I: Efeito de Três Fungicidas Sistêmicos sobre a Nodulação e Fixação do Nitrogênio em Três Variedades de Soja com e sem Inoculantes Bacterianos

5.1.1. Peso seco da parte aérea

As médias dos pesos secos da parte aérea encontram-se relacionadas na Tabela 2. O coeficiente de variação do experimento foi de 24,6%. Pelo teste F observou-se uma diferença significativa, ao nível de 1%, entre variedades, inoculantes e fungicidas, não se detectando nenhuma interação significativa. As médias para variedades, inoculantes e fungicidas encontram-se na Tabela 3, com as respectivas diferenças mínimas significativas (DMS), pelo Teste de Tukey, ao nível de 5%.

5.1.2. Porcentagem de nitrogênio na parte aérea das plantas

Os resultados são apresentados na Tabela 4. O experimento mostrou um coeficiente de variação de 9,2% e pelo teste F observou-se uma diferença significativa, ao nível de 1%, entre variedades, ino-

culantes e fungicidas. Pelo mesmo teste não se observou nenhuma interação significativa. Aplicou-se o teste de Tukey para variedades, inoculantes e fungicidas, ao nível de 5% de significância, e as médias desses tratamentos e os respectivos DMS encontram-se na Tabela 5.

5.1.3. Nitrogênio total da parte aérea das plantas

A partir dos dados de peso seco da parte aérea e da porcentagem de nitrogênio da parte aérea das plantas, calculou-se o valor de nitrogênio total. Estes dados são apresentados na Tabela 6.

A análise de variância dos resultados para nitrogênio total detectou valores significativos, ao nível de 1%, para variedades, inoculantes, fungicidas e a interação dupla variedades x inoculantes. As demais interações duplas e a interação tripla não foram significativas. O coeficiente de variação deste parâmetro foi de 27,2%. Comparando-se as médias de variedades, inoculantes e fungicidas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5%, obtiveram-se as diferenças apresentadas na Tabela 7. A interação dupla variedade x inoculante foi desdobrada e as médias para variedades dentro de inoculantes são apresentadas na Tabela 8.

5.1.4. Número de nódulos

Fez-se a contagem do número de nódulos por parcela e as médias são apresentadas na Tabela 9. Foram separados alguns nódulos para determinação da redução de acetileno, a qual não pôde ser feita por motivo de avaria do cromatógrafo de gás. Posteriormente, estes nódulos

dulos foram perdidos, não permitindo a obtenção do peso seco total de nódulos. Uma vez que o número de nódulos isoladamente não é de grande significância, pois pode haver muita variação no seu tamanho, não se procedeu à análise estatística destes resultados.

A Tabela 9, onde são apresentadas as médias dos números de nódulos, consta apenas para demonstrar que houve diferença na nodulação entre os tratamentos inoculados e a testemunha sem inóculo.

Tabela 2. Experimento I: Médias do peso seco da parte aérea das plantas (g)

| | | V A R I E D A D E S | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|---------------------|---------|-------|-------|-------------|---------|-------|-------|-------------|---------|-------|-------|
| | | VIÇOJA | | | | SANTA ROSA | | | | IAC 1 | | | |
| Fungicidas | | Inoculantes | | | | Inoculantes | | | | Inoculantes | | | |
| | | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Test. | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Test. | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Test. |
| Benomyl | | 3.000 | 3.425 | 2.883 | 2.710 | 1.888 | 2.018 | 1.750 | 1.940 | 2.173 | 2.770 | 2.558 | 2.090 |
| Oxicarboxin | | 2.375 | 2.607 | 2.635 | 2.360 | 1.908 | 1.898 | 1.390 | 1.715 | 1.540 | 1.230 | 1.573 | 1.495 |
| Carboxin | | 2.138 | 2.150 | 1.800 | 1.830 | 1.173 | 1.345 | 1.438 | 1.253 | 1.753 | 1.260 | 1.218 | 1.333 |
| Testemunha | | 4.263 | 4.280 | 3.003 | 2.400 | 2.305 | 2.680 | 2.538 | 2.255 | 2.908 | 2.565 | 2.190 | 2.115 |

Tabela 3. Experimento I: Peso seco da parte aérea das plantas. Médias de variedades, inoculantes e fungicidas, com os respectivos DMS

| Variedades | Médias | Inoculantes | Médias | Fungicidas | Médias |
|------------|--------|-------------|---------|-------------|--------|
| Viçoja | 2,74 a | Testemunha | 1,95 b | Testemunha | 2,79 a |
| Santa Rosa | 1,84 b | SMS 331 | 2,28 a | Benomyl | 2,43 b |
| IAC I | 1,92 b | SMS 333 | 2,35 a | Oxicarboxin | 1,89 c |
| | | PRG 5 | 2,08 ab | Carboxin | 1,56 d |

DMS variedade = 0,2207 DMS Inoculantes = 0,2842 DMS Fungicida = 0,2842

Tabela 4. Experimento I: Médias de porcentagens de Nitrogênio da parte aérea das plantas

| | | V A R I E D A D E S | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|---------------------|---------|-------|-------|---------|-------------|-------|-------|---------|---------|-------------|-------|
| | | VIÇÓJA | | | | | SANTA ROSA | | | | | IAC 1 | |
| Fungicidas | | Inoculantes | | | | | Inoculantes | | | | | Inoculantes | |
| | | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Test. | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Test. | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Test. |
| Benomyl | | 2.401 | 2.513 | 1.988 | 2.128 | 2.370 | 2.150 | 2.220 | 2.400 | 3.000 | 2.540 | 2.470 | 2.296 |
| Oxicarboxin | | 2.800 | 2.650 | 2.303 | 2.174 | 2.790 | 2.660 | 2.230 | 2.670 | 3.370 | 3.460 | 3.070 | 2.464 |
| Carboxin | | 2.986 | 2.940 | 2.671 | 2.247 | 2.150 | 2.800 | 2.640 | 2.120 | 3.620 | 3.990 | 3.717 | 3.294 |
| Testemunha | | 2.458 | 2.450 | 1.806 | 1.760 | 2.250 | 2.140 | 1.780 | 2.350 | 2.546 | 2.653 | 2.555 | 2.513 |

Tabela 5. Experimento I: Porcentagem de Nitrogênio da parte aérea. Comparação das médias para variedades, inoculantes e fungicidas

| Variedades | Médias | Inoculantes | Médias | Fungicidas | Médias |
|------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|
| Viçoja | 8,86 b | Testemunha | 8,79 b | Testemunha | 8,64 b |
| Santa Rosa | 8,89 b | SMS 331 | 9,51 a | Benomyl | 8,83 b |
| IAC 1 | 9,79 a | SMS 333 | 9,47 a | Oxicarboxin | 9,46 a |
| | | PRG 5 | 8,93 b | Carboxin | 9,79 a |
| DMS | Variedades = 0,35 | DMS | Inoculante = 0,45 | DMS | fungicida = 0,45 |

Tabela 6. Experimento I: Médias de Nitrogênio total da parte aérea das plantas (g)

| | | V A R I E D A D E S | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|---------------------|---------|-------|-------|-------------|---------|-------|-------|-------------|---------|-------|-------|
| | | VIÇOJA | | | | SANTA ROSA | | | | IAC 1 | | | |
| Fungicidas | | Inoculantes | | | | Inoculantes | | | | Inoculantes | | | |
| | | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Test. | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Test. | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Test. |
| Benomyl | | 0,288 | 0,338 | 0,227 | 0,226 | 0,178 | 0,171 | 0,154 | 0,188 | 0,250 | 0,289 | 0,250 | 0,192 |
| Oxicarboxin | | 0,264 | 0,274 | 0,240 | 0,197 | 0,212 | 0,205 | 0,123 | 0,186 | 0,205 | 0,160 | 0,194 | 0,148 |
| Carboxin | | 0,254 | 0,246 | 0,187 | 0,158 | 0,141 | 0,150 | 0,138 | 0,105 | 0,203 | 0,168 | 0,158 | 0,171 |
| Testemunha | | 0,443 | 0,415 | 0,215 | 0,168 | 0,215 | 0,239 | 0,179 | 0,218 | 0,292 | 0,262 | 0,230 | 0,207 |

Tabela 7. Experimento I: Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Comparação das médias de variedades, inoculantes e fungicidas

| Variedades | Médias | Inoculantes | Médias | Fungicidas | Médias |
|-----------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|
| Viçôja | 0,065 a | Testemunha | 0,045 b | Testemunha | 0,064 a |
| Santa Rosa | 0,044 c | SMS 331 | 0,061 a | Benomyl | 0,057ab |
| IAC 1 | 0,053 b | SMS 333 | 0,061 a | Oxicarboxin | 0,050bc |
| | | PRG 5 | 0,048 b | Carboxin | 0,043 c |
| DMS _{Variedade} = 0,0061 | | DMS _{Inoculantes} = 0,0078 | | DMS _{fungicidas} = 0,0078 | |

Tabela 8. Experimento I: Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Médias de variedades dentro de inoculantes

| Variedades | Inoculantes | | | |
|------------|-------------|----------|----------|----------|
| | Testemunha | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 |
| Viçôja | 0,0468 a | 0,0780 a | 0,0795 a | 0,0542 a |
| Santa Rosa | 0,0436 a | 0,0466 c | 0,0478 b | 0,0370 b |
| IAC 1 | 0,0448 a | 0,0594 b | 0,0548 b | 0,0519 a |

DMS dentro de inóculo = 0,0122

Tabela 9. Experimento I: Médias dos números de nódulos das plantas

| Fungicidas | V A R I E D A D E S | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------|---------|-------|-------------|------------|---------|-------|-------------|---------|---------|-------|-------------|
| | VIÇÓJA | | | | SANTA ROSA | | | | IAC 1 | | | |
| | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Inoculantes | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Inoculantes | SMS 331 | SMS 333 | PRG 5 | Inoculantes |
| Benomyl | 17 | 16,3 | 19,5 | 3,8 | 21,5 | 23,3 | 24,8 | 4,5 | 1,8 | 17,5 | 16,8 | 11,3 |
| Oxycarboxin | 16,8 | 14,3 | 16,5 | 3,3 | 20,5 | 27,3 | 22,5 | 3,0 | 14,0 | 10,0 | 11,8 | 2,5 |
| Carboxin | 12,3 | 15,8 | 14,5 | 2,8 | 10,3 | 15,8 | 14,5 | 1,8 | 11,8 | 11,3 | 11,0 | 2,5 |
| Testemunha | 15,0 | 23,3 | 23,0 | 2,0 | 17,0 | 17,0 | 14,3 | 2,0 | 25,3 | 21,3 | 19,5 | 1,3 |

5.2. Experimento II: Efeito de Três Fungicidas Sistêmicos na Nodulação e Fixação de Nitrogênio, na Variedade Viçosa, com e sem Adubação Nitrogenada e na Presença e Ausência de um Inoculante Bacteriano

5.2.1. Peso seco da parte aérea das plantas

As médias dos pesos secos da parte aérea de cada tratamento encontram-se na Tabela 10. O peso seco mostrou um coeficiente de variação de 11,2% e revelou um efeito significativo, ao nível de 1%, para nitrogênio, fungicidas, inoculante e para a interação nitrogênio x inoculante e ao nível de 5%, para a interação fungicidas x inoculante. As médias foram iguais a 7,13 g e 8,36 g para ausência e presença de inoculante, respectivamente. Em ausência de inoculante houve efeito significativo para nitrogênio e as médias respectivas foram de 6,49 g e 7,78 g para ausência e presença de nitrogênio. Em presença de inoculante não se verificou efeito significativo para nitrogênio, o que é comprovado pelas médias respectivas de 8,38 e 8,34. Verificou-se efeito significativo para fungicidas. Considerando-se serem quatro as médias comparadas, determinou-se a diferença mínima significativa pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, que foi igual a 0,73. As médias foram de 9,30 para testemunha, 8,57 para o Benomyl, 7,11 para o Oxicarboxin e 6,02 para o Carboxin, sendo todas elas estatisticamente diferentes entre si. Desdobrando-se a interação fungicidas x inoculante, obtiveram-se as médias para fungicidas na ausência e presença de inoculante, as quais são apresentadas na Tabela 11.

5.2.2. Porcentagem de nitrogênio da parte aérea das plantas

As médias para porcentagem de nitrogênio são apresentadas na Tabela 12. Este parâmetro mostrou um coeficiente de variação igual a 2,4%. Observou-se um efeito significativo, ao nível de 1%, para inoculante e fungicidas, bem como para tratamentos com e sem inoculante. Dentro dos tratamentos sem inoculante foram estudados os efeitos do nitrogênio, dos fungicidas e a interação nitrogênio x fungicida; apenas os fungicidas tiveram efeito altamente significativo. Dentro dos tratamentos com inoculante foi estudado o nitrogênio dentro de cada fungicida, mostrando um efeito significativo, ao nível de 5%, para o Benomyl e a 1% para Oxicarboxin.

As médias de % de nitrogênio foram de 6,22% na ausência de inoculante e 9,12% na presença de inoculante. Na Tabela 13 são apresentadas as médias dos tratamentos sem inoculante e dos tratamentos com inoculante. Na Tabela 14 são apresentadas as médias de nitrogênio dentro de fungicidas.

5.2.3. Nitrogênio total da parte aérea das plantas

Os dados médios para nitrogênio total da parte aérea, calculados a partir do peso seco e da porcentagem de nitrogênio, são apresentados na Tabela 15. Detectou-se um coeficiente de variação igual a 12% e a análise revelou efeito significativo para fungicidas, inoculantes e para as interações duplas nitrogênio x fungicidas, nitrogênio x inoculante e fungicidas x inoculante, além da interação tripla, todos ao nível de 1% de probabilidade.

As médias de nitrogênio total foram de 0,0818 e de 0,2120, respectivamente na ausência e na presença de inoculante.

Para a comparação dos fungicidas, de fungicidas dentro de adubação nitrogenada, de inoculante dentro de adubação nitrogenada e de fungicidas na presença e na ausência de inoculante, aplicou-se o teste de Tukey, ao nível de 5%, e estes resultados são apresentados nas Tabelas 16, 17, 18 e 19, respectivamente.

5.2.4. Número de nódulos

As médias do número de nódulos do Experimento II encontram-se na Tabela 20. O coeficiente de variação foi de 5,7%. A análise de variância mostrou significância para inoculantes, fungicidas e tratamentos com e sem inoculantes. Na Tabela 21 podem-se observar as médias para fungicidas nos tratamentos com e sem inoculantes, comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. As tabelas 22 e 23 mostram as médias de nitrogênio dentro de fungicidas nos tratamentos sem e com inoculantes, respectivamente.

5.2.5. Peso de nódulos

Os dados para peso de nódulos são apresentados na Tabela 24. A análise de variância para peso de nódulos mostrou um coeficiente de variação de 13,3% e apresentou significância para inoculantes e fungicidas em tratamentos com e sem inoculantes e, dentro destes tratamentos, foi feito um estudo de cada fungicida. Na Tabela 25 são apresentadas as médias para fungicidas sem e com inoculantes, comparadas pe

lo teste de Tukey.. Nas Tabelas 26 e 27 são apresentadas as médias de nitrogênio dentro de fungicidas, na presença e na ausência de inoculante.

Tabela 10. Experimento II: Médias do peso seco da parte aérea das plantas (g)

| Variedade Viçoja | FUNGICIDAS | | | | | | | |
|---------------------|------------|-------|-------------|-------|----------|-------|------------|-------|
| | Benomyl | | Oxicarboxin | | Carboxin | | Testemunha | |
| | Sem N | Com N | Sem N | Com N | Sem N | Com N | Sem N | Com N |
| Com Inoculante | 9,28 | 10,11 | 7,69 | 7,16 | 6,32 | 6,54 | 10,24 | 9,50 |
| Sem Inoculante | 6,41 | 8,47 | 6,10 | 7,48 | 5,33 | 5,88 | 8,10 | 9,30 |

Tabela 11. Experimento II: Peso seco da parte aérea das plantas. Médias de fungicidas na ausência e presença de inoculante

| Inoculante SMS 331 | | |
|--------------------|----------------|----------------|
| Tratamentos | Sem Inoculante | Com Inoculante |
| Testemunha | 8,696 a | 9,870 a |
| Benomyl | 7,442 b | 9,696 a |
| Carboxin | 5,606 d | 6,430 b |
| Oxicarboxin | 6,790 c | 7,426 b |

DMS = 1,029 (5% para fungicidas)

Tabela 12. Experimento II: Médias de porcentagens de Nitrogênio da parte aérea das plantas

| | | FUNGICIDAS | | | | | | | |
|---------------------|---------|------------|-------------|-------|----------|-------|------------|-------|--|
| Variedade Viçoja | Benomyl | | Oxicarboxin | | Carboxin | | Testemunha | | |
| | Sem N | Com N | Sem N | Com N | Sem N | Com N | Sem N | Com N | |
| Com Inoculante | 2,653 | 2,498 | 2,632 | 2,054 | 2,534 | 2,505 | 2,825 | 2,477 | |
| Sem Inoculante | 1,158 | 1,068 | 1,278 | 1,215 | 1,485 | 1,491 | 0,900 | 0,892 | |

Tabela 13. Experimento II: Porcentagem de Nitrogênio da parte aérea. Comparação das médias para fungicidas nos tratamentos com e sem inoculante

| Fungicidas | Sem Inoculante | Com Inoculante |
|-------------|----------------|----------------|
| Testemunha | 5,43 d | 9,35 a |
| Benomyl | 6,05 c | 9,23 ab |
| Oxicarboxin | 6,40 b | 8,78 c |
| Carboxin | 7,00 a | 9,13 b |

DMS fungicidas = 0,22

Tabela 14. Experimento II: Porcentagem de Nitrogênio da parte aérea das plantas. Médias de Nitrogênio dentro de fungicidas.

| Tratamentos | Médias | |
|-------------|--------|-----------|
| Testemunha | - N | 9,68 n.s. |
| | + N | 9,05 |
| Benomyl | - N | 9,37 * |
| | + N | 9,09 |
| Oxicarboxin | - N | 9,33 |
| | + N | 8,23 * |
| Carboxin | - N | 9,16 n.s. |
| | + N | 9,10 |

* comparado pelo teste F

Tabela 15. Experimento II: Médias de Nitrogênio total da parte aérea das plantas (g)

| Variedades Viçoja | Benomyl | | | Oxicarboxin | | | Carboxin | | | Testemunha | | |
|----------------------|---------|--------|--------|-------------|--------|--------|----------|--------|-----|------------|-----|---|
| | Sem | N | Com | N | Sem | N | Com | N | Sem | N | Com | N |
| Com Inoculante | 0,2460 | 0,2506 | 0,2023 | 0,1469 | 0,1607 | 0,1632 | 0,2896 | 0,2367 | | | | |
| Sem Inoculante | 0,0880 | 0,0896 | 0,0780 | 0,0906 | 0,0790 | 0,0874 | 0,0729 | 0,0828 | | | | |

Tabela 16. Experimento II. Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Médias para o efeito de fungicidas

| Tratamentos | Médias |
|-------------|----------|
| Testemunha | 0,1705 a |
| Benomyl | 0,1651 a |
| Oxicarboxin | 0,1294 b |
| Carboxin | 0,1225 b |

DMS fungicidas = 0,0147 (5%)

Tabela 17. Experimento II. Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Médias para fungicidas nos tratamentos com e sem adubação nitrogenada

| Tratamentos | Sem Adubação Nitrog. | Com Adubação Nitrog. |
|-------------|----------------------|----------------------|
| Testemunha | 0,1812 a | 0,1598 a |
| Benomyl | 0,1601 b | 0,1700 a |
| Oxicarboxin | 0,1401 c | 0,1187 b |
| Carboxin | 0,1198 d | 0,1252 b |

DMS fungicidas = 0,0207 (5%)

Tabela 18. Experimento II. Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Médias de Nitrogênio total para o efeito de inoculantes nos tratamentos com e sem adubação nitrogenada.

| Tratamento | Com Inoculante | Sem Inoculante |
|--------------|----------------|----------------|
| Sem adubação | 0,2246 | 0,0760 |
| Com adubação | 0,1993 | 0,0875 |

DMS = 0,0111

Tabela 19. Experimento II. Nitrogênio total da parte aérea das plantas. Médias para fungicidas nos tratamentos com e sem inoculante

| Tratamentos | Sem Inoculantes | Com Inoculante |
|-------------|-----------------|----------------|
| Testemunha | 0,0778 a | 0,2632 a |
| Benomyl | 0,0819 a | 0,2482 a |
| Oxicarboxin | 0,0842 a | 0,1746 b |
| Carboxin | 0,0831 a | 0,1618 b |

DMS fungicidas = 0,0207 (5% Tukey)

Tabela 20. Experimento II. Médias de números de nódulos

| Variedade Viçôja | Benomyl | | Oxicarboxin | | Carboxin. | | Testemunha | |
|---------------------|---------|--------|-------------|--------|-----------|--------|------------|-------|
| | Sem | N Com | N Sem | N Com | N Sem | N Com | N Sem | N Com |
| Com Inoculante | 11,636 | 12,731 | 9,890 | 11,504 | 11,492 | 10,040 | 10,968 | 9,980 |
| Sem Inoculante | 2,852 | 2,036 | 3,934 | 3,000 | 1,988 | 1,416 | 1,952 | 3,720 |

Tabela 21. Experimento II. Número de nódulos. Comparação das médias para fungicidas nos tratamentos com e sem inoculante

| Fungicidas | Sem Inoculante | | Com Inoculante | |
|-------------|----------------|----|----------------|---|
| | Médias | | Médias | |
| Testemunha | 1,65 | ab | 3,23 | b |
| Benomyl | 1,55 | b | 3,49 | a |
| Oxicarboxin | 1,85 | a | 3,27 | b |
| Carboxin | 1,28 | c | 3,26 | b |

DMS fungicidas = 0,17

Tabela 22. Experimento II. Número de nódulos. Médias de Nitrogênio dentro de fungicidas. Tratamento sem inoculante

| Tratamentos | Médias |
|-------------|------------|
| Testemunha | - N 1,38 * |
| | + N 1,92 |
| Benomyl | - N 1,68 * |
| | + N 1,42 |
| Oxicarboxin | - N 1,98 * |
| | + N 1,73 |
| Carboxin | - N 1,40 * |
| | + N 1,17 |

* Avaliado pelo Teste F

Tabela 23. Experimento II. Número de nódulos. Médias de Nitrogênio dentro de fungicidas. Tratamentos com inoculante.

| Tratamentos | Médias |
|-------------|---------------|
| Testemunha | - N 3,31 * |
| | + N 3,16 |
| Benomyl | - N 3,41 n.s. |
| | + N 3,57 |
| Oxicarboxin | - N 3,14 * |
| | + N 3,39 |
| Carboxin | - N 3,39 n.s. |
| | + N 3,17 |

* Significância pelo teste F

Tabela 24. Experimento II. Médias de peso de nódulos

| Variedades Viçoja | Benomyl | | Oxicarboxin | | Carboxin | | Testemunha | |
|----------------------|---------|--------|-------------|--------|----------|--------|------------|--------|
| | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com | Sem | Com |
| Com Inoculante | 0,2852 | 0,3222 | 0,2144 | 0,2752 | 0,2790 | 0,2250 | 0,2540 | 0,2066 |
| Sem Inoculante | 0,0413 | 0,0245 | 0,0494 | 0,0393 | 0,0268 | 0,0134 | 0,0231 | 0,0572 |

Tabela 25. Experimento II. Peso de nódulos. Comparação das médias para fungicidas nos tratamentos com inoculante e sem inoculante.

| Fungicidas | Sem Inoculante | Com Inoculante |
|-------------|----------------|----------------|
| | Médias | Médias |
| Testemunhas | 0,0401 a b | 0,2303 a |
| Benomyl | 0,0328 a b | 0,3037 b |
| Oxicarboxin | 0,0443 b | 0,2448 a |
| Carboxin | 0,0200 a | 0,2520 a |

DMS fungicidas = 0,0230

Tabela 26. Experimento II. Peso de nódulos. Médias de Nitrogênio dentro de fungicidas. Tratamento sem inoculante.

| Tratamentos | | Médias | |
|-------------|-----|--------|------|
| Testemunha | - N | 0,0231 | * |
| | + N | 0,0571 | |
| Benomyl | - N | 0,0412 | n.s. |
| | + N | 0,0244 | |
| Oxicarboxin | - N | 0,0494 | n.s. |
| | + N | 0,0393 | |
| Carboxin | - N | 0,0267 | n.s. |
| | + N | 0,0133 | |

* Significância pelo teste F

Tabela 27. Experimento II. Peso de nódulos. Médias de Nitrogênio dentro de fungicidas. Tratamento com inoculantes.

| Tratamentos | | Médias | |
|-------------|-----|--------|---|
| Testemunha | - N | 0,2540 | * |
| | + N | 0,2066 | |
| Benomyl | - N | 0,2852 | * |
| | + N | 0,3222 | |
| Oxicarboxin | - N | 0,2144 | * |
| | + N | 0,2752 | |
| Carboxin | - N | 0,2790 | * |
| | + N | 0,2250 | |

* Significância pelo teste F

6. DISCUSSÃO

6.1. Experimento I: Efeito de Três Fungicidas Sistêmicos sobre a Nodulação e Fixação do Nitrogênio em Três Variedades de Soja com e sem Inoculantes Bacterianos

6.1.1. Peso seco da parte aérea

Comparando-se as médias de peso seco para variedades, verificou-se que a variedade Viçoja teve uma produção de massa seca muito superior às outras duas variedades utilizadas, demonstrando um maior desenvolvimento vegetativo. O inoculante PRG 5 não se diferenciou dos outros dois inoculantes nem da testemunha. Os fungicidas tiveram efeito no peso seco. O tratamento testemunha apresentou maior peso e, seguindo uma ordem decrescente, ordenam-se os pesos secos correspondentes aos tratamentos com Benomyl, Oxicarboxin e Carboxin. Isto evidencia que os três fungicidas utilizados afetaram negativamente o desenvolvimento vegetativo das plantas, sendo o menos prejudicial o Benomyl e o mais prejudicial o Carboxin, com o Oxicarboxin como intermediário.

6.1.2. Porcentagem de nitrogênio na parte aérea das plantas

A variedade IAC 1 destacou-se das demais por seu alto teor em nitrogênio. Com relação aos inoculantes, SMS 331 e SMS 333 mostraram um efeito superior ao inoculante PRG 5 e à testemunha. O inoculante PRG 5 mostrou baixa eficiência, uma vez que sua média não diferiu da média da testemunha sem inoculante.

O tratamento de fungicidas teve um efeito favorável no aumento da concentração de nitrogênio para os casos de Oxicarboxin e Carboxin. Este efeito, porém, pode ser um reflexo da diminuição do peso seco induzido por estes mesmos fungicidas, pois que é comum haver maior concentração de elementos em plantas de pequeno desenvolvimento vegetativo. Quanto ao Benomyl, não houve diferença no teor de nitrogênio quando comparado com a testemunha.

6.1.3. Nitrogênio total

Os resultados para Nitrogênio total da parte aérea da planta são os que melhor refletem a capacidade produtiva da planta, isto é, pode-se considerar que existe uma correlação estreita entre o conteúdo total de Nitrogênio de uma planta e a grandeza da colheita. Neste caso, pode-se observar que as três variedades diferiram entre si, sendo que a variedade Viçôja apresentou o maior valor total de nitrogênio, seguida da variedade IAC 1, e ficando em último lugar a variedade Santa Rosa. Portanto, a variedade Viçôja, embora tendo uma menor porcentagem de Nitrogênio, colocou-se em 1º lugar por seu grande peso seco e a variedade IAC 1 ficou em posição intermediária por apresentar alto teor de Nitrogênio, embora com desenvolvimento vegetativo menor.

Entre os inoculantes, os que proporcionaram maior conteúdo de Nitrogênio nas plantas foram o SMS 331 e o SMS 333, os quais não diferiram entre si. Ficou demonstrado que o inoculante PRG 5 é de baixa eficiência, não contribuindo para um aumento do Nitrogênio total nas plantas, quando comparado com a testemunha que não havia sido inoculada.

Os fungicidas também tiveram um efeito no conteúdo total de Nitrogênio das plantas. Verificou-se que o Benomyl não diferiu estatisticamente da testemunha e nem de Oxicarboxin. Oxicarboxin e Carboxin embora não diferindo entre si, diferiram ambos da testemunha, causando uma diminuição no teor de Nitrogênio total. Embora o Oxicarboxin e o Carboxin tenham dado valores superiores para a porcentagem de Nitrogênio, sua interferência no crescimento das plantas foi suficientemente grande para causar uma diminuição do Nitrogênio total, fator este que indica uma provável diminuição na colheita para plantas tratadas com estes produtos.

A análise estatística mostrou diferença significativa para a interação dupla Variedade x Inoculante. Desdobrando-se a variedade em relação a cada um dos inoculantes e a testemunha, verificou-se haver uma diferença significativa entre os três inoculantes, nas três variedades utilizadas. Não houve diferença significativa entre variedades sem inoculantes. Para o inoculante SMS 331, a variedade com maior valor de Nitrogênio total foi a Viçõja, estando em segundo lugar a IAC 1 e, finalmente, a Santa Rosa. Com o inoculante SMS 333, a variedade Viçõja sobrepujou as outras duas que não se diferenciaram entre si. Finalmente, o inoculante PRG 5 teve um efeito positivo, embora pequeno, nas variedades Viçõja e IAC 1, e não aumentou o Nitrogênio total na variedade Santa Rosa. Observando-se a Tabela 8, verifica-se facilmente que a variedade que mais se destacou na presença dos inoculantes SMS 331

e SMS 333 foi a Viçoja, podendo ser aconselhável qualquer um desses inoculantes para esta variedade. Para a variedade IAC 1 os três inoculantes tiveram um efeito semelhante, contribuindo com uma fixação de Nitrogênio muito inferior àquela obtida para a variedade Viçoja. Já no caso da variedade Santa Rosa nenhum dos inoculantes contribuiu para o aumento significativo do Nitrogênio total, quando comparados com a testemunha sem inóculo. Merece menção o fato de que não houve diferença significativa entre as três variedades na ausência de inóculo, porém havia diferença significativa entre elas na presença dos diferentes inoculantes. Isto demonstra mais uma vez que para a alta eficiência do inoculante deve haver uma afinidade entre este e a variedade em questão.

6.1.4. Número de nódulos

Pela média de nódulos obtidos para os diferentes tratamentos, pode-se verificar que todos os tratamentos que não receberam inoculante bacteriano tiveram um número de nódulos sensivelmente inferior aos tratamentos inoculados. Contudo, apareceram alguns nódulos, provavelmente devido à contaminação com Rhizobium, talvez pela água de irrigação ou pelo próprio ar. Como foi exposto em materiais e métodos, estes tratamentos sem Rhizobium japonicum receberam uma inoculação protetora com Rhizobium phaseoli, bactéria esta que não é capaz de produzir nódulos na soja, porém sua presença em alta densidade na rizosfera desta planta pode, eventualmente, impedir a grande multiplicação do Rhizobium japonicum que aparecer como contaminante.

6.2. Experimento II: Efeito de Três Fungicidas Sistêmicos na Nodulação e Fixação de Nitrogênio, na Variedade Vicoja, com e sem Adubação Nitrogenada e na Presença e Ausência de um Inoculante Bacteriano.

6.2.1. . Peso seco da parte aérea

A interação dupla fungicidas x Nitrogênio não foi significativa. Este resultado evidenciou o fato de os fungicidas não interferirem no efeito do Nitrogênio. A interação Nitrogênio x inoculante foi significativa. Portanto, tornou-se necessário estudar Nitrogênio em presença e em ausência de inoculante, já que este interfere no resultado daquele. Com relação ao inoculante, verificou-se que este teve um efeito significativo no aumento da produção de massa seca. O Nitrogênio mostrou efeito significativo apenas na ausência de inoculante, demonstrando que nesta situação a presença do Nitrogênio foi benéfico, aumentando a produção. Em presença de inoculante, a presença ou não de Nitrogênio não teve efeito significativo. Todos os fungicidas tiveram um efeito negativo sobre o peso seco das plantas. As médias indicam que houve uma ordem de prejuízo, sendo este maior para Carboxin, intermediário para Oxicarboxin e menor para Benomyl. A interação fungicidas x inoculante também foi significativa, demonstrando que na ausência de inoculante os 3 fungicidas foram prejudiciais ao desenvolvimento das plantas, como visto acima. Contudo, na presença do inoculante, o efeito prejudicial do Benomyl foi amenizado; este tratamento não se diferenciando significativamente da testemunha sem fungicidas. Oxicarboxin e Carboxin, que não diferiram entre si, ainda mostraram um efeito depressivamente no peso seco das plantas. Evidenciou-se, pois, o fato de que o efeito dos fungicidas se faz sentir mais sobre o crescimento das plantas do que sobre o inoculante, o qual contribui para o aumento do peso seco mesmo na presença de fungicidas, chegando até a neutralizar o efeito

6.2.2. Porcentagem de Nitrogênio da parte aérea

Nesta análise evidenciou-se o efeito positivo da inoculação no aumento da porcentagem de Nitrogênio. Comparando-se o efeito dos fungicidas na ausência de inoculantes, verificou-se que todos tratamentos diferiram entre si e houve um incremento na porcentagem de Nitrogênio maior para Carboxin, intermediário para Oxicarboxin e menor para Benomyl, em relação à testemunha. Novamente, isto pode ser reflexo do pequeno crescimento da planta na presença destes fungicidas. Já, na presença do inoculante, o Benomyl não diferiu da testemunha, Carboxin apresentou uma porcentagem de Nitrogênio menor que a testemunha, mas não diferindo de Benomyl, enquanto o Oxicarboxin mostrou a menor porcentagem de Nitrogênio. Estudando-se o Nitrogênio dentro de fungicidas não houve efeito significativo deste elemento para testemunha sem fungicida e para Carboxin. Para o caso do Benomyl e Oxicarboxin houve maior porcentagem de Nitrogênio nos tratamentos que não haviam recebido adubação nitrogenada, o que sugere um efeito negativo destes fungicidas na absorção do Nitrogênio do solo.

6.2.3. Nitrogênio total da parte aérea das plantas

Para o Nitrogênio total, o único efeito não significativo foi a adubação nitrogenada, o que evidenciou que na concentração em que foi utilizado este fertilizante não influenciou o conteúdo total de Nitrogênio das plantas.

O fungicida Benomyl não diminuiu significativamente o Nitrogênio total, quando comparado com a testemunha, enquanto o Oxicarboxin e o Carboxin, que não diferiram entre si, mostraram uma diminuição

significativa deste parâmetro. Observando-se o efeito de fungicidas no peso seco e na % de Nitrogênio das plantas, pode-se concluir que o primeiro foi mais afetado por todos os fungicidas, enquanto que no segundo só houve diminuição para Oxicarboxin e Carboxin.

Houve interação significativa entre os fungicidas e a adubação nitrogenada. Na ausência do adubo todos os fungicidas diminuíram o Nitrogênio total. Aparentemente, a presença da adubação nitrogenada, no entanto, foi suficiente para anular o efeito negativo do Benomyl, manifestando-se apenas o de Oxicarboxin e Carboxin.

Na interação fungicidas x inoculante observa-se que nenhum dos fungicidas afetou o conteúdo de N das plantas, na ausência do inoculante. Na sua presença, porém, houve diminuição para Oxicarboxin e Carboxin e o Benomyl não diferiu da testemunha.

Portanto, os fungicidas afetaram o peso seco das plantas mas não tiveram efeito significativo na % de Nitrogênio na planta, o que se reflete em ausência de efeito para Nitrogênio total, quando não havia sido feita a inoculação das plantas. Na presença de inoculante apenas o Benomyl deixou de afetar as plantas, igualando-se à testemunha, o que é novamente observado para o Nitrogênio total. Mas a diminuição do peso seco com Oxicarboxin e Carboxin foi suficiente para ocasionar também uma diminuição do Nitrogênio total.

Plantas inoculadas mostraram um conteúdo de Nitrogênio 2,5 vezes maior que plantas não inoculadas, mostrando um efeito altamente significativo do inoculante. O adubo nitrogenado teve um efeito promotor para plantas não inoculadas, porém prejudicou as plantas inoculadas. Demonstrou-se desta forma que a presença de Nitrogênio mineral

do solo é benéfica ao desenvolvimento da soja, podendo porém interferir no processo simbiótico da fixação do Nitrogênio, causando uma diminuição na sua intensidade.

6.2.4. Números de nódulos

Este experimento demonstra que os tratamentos com inoculação apresentaram um número de nódulos superior aos tratamentos sem inoculação, o que evidencia uma boa compatibilidade entre a variedade de soja e a estirpe de Rhizobium japonicum utilizada. O fato de a testemunha sem inóculo não ter permanecido livre de nódulos é facilmente explicável pela contaminação que pode ser proveniente da água de irrigação, do ar ou da própria manipulação dos vasos, embora tenham sido tomados todos os cuidados para evitá-la. Estudando-se o efeito dos fungicidas sobre nódulos, Tabela 20, na presença e ausência de inoculante, constatou-se que na ausência de inoculante, o tratamento com Benomyl não diferiu significativamente da testemunha sem fungicida; o tratamento com Oxicarboxin apresentou o número de nódulos superior aos dos tratamentos com Benomyl e com Carboxin; mas também não se diferenciou significativamente da testemunha; Carboxin causou uma diminuição significativa no número de nódulos, diferenciando-se de todos os outros tratamentos. Na presença do inoculante o número de nódulos foi semelhante na testemunha e nos tratamentos com Oxicarboxin e com Carboxin, enquanto o Benomyl ocasionou um aumento significativo no número dos nódulos.

Analisando-se o efeito do Nitrogênio dentro de cada fungicida nos tratamentos sem inoculante, observou-se que a presença do Nitrogênio aumentou o número de nódulos apenas na testemunha. Nos demais tratamentos houve menor número de nódulos para aqueles que haviam

recebido adubação nitrogenada. Na presença do inoculante houve efeito significativo da adubação nitrogenada apenas na testemunha e no tratamento com Oxicarboxin. Na testemunha, a presença do Nitrogênio causou uma diminuição no número de nódulos e, no caso do Oxicarboxin, o número de nódulos foi maior para os tratamentos com adubação nitrogenada.

6.2.5. Peso de nódulos

Na ausência de inoculantes, Tabela 24, a variação das médias para os diferentes fungicidas foi muito pequeno; houve apenas uma diferença nítida entre Oxicarboxin e Carboxin, o primeiro aumentando os pesos dos nódulos e o segundo diminuindo-os.

Na presença de inoculante, o peso de nódulos foi superior a todos os outros no tratamento com Benomyl. Oxicarboxin e Carboxin não diferiram da testemunha. Verificou-se que houve um efeito da adubação nitrogenada dentro de cada fungicida. Na ausência de inoculante constatou-se diferença significativa apenas para a testemunha sem fungicida, ocorrendo aumento do peso de nódulos na presença de Nitrogênio. Na presença de inoculante houve efeito significativo da adubação para todos os tratamentos com fungicidas. Na testemunha sem fungicida e para Carboxin, a presença do adubo nitrogenado no substrato diminuiu o peso de nódulos e no caso do Benomyl e Oxicarboxin ocorreu o oposto. Embora se tenha estudado o número e peso de nódulos na ausência de inoculantes, estes resultados têm pouca significância na prática, uma vez que os nódulos que apareceram nestes tratamentos são provenientes de contaminação. Observou-se que as diferenças para os diversos fungicidas não foram muito marcantes, e pode ser que estas na realidade reflitam apenas uma variação casual da grandeza da contaminação. Na pre -

sença de inoculante, em que houve uma nodulação muito maior, como era de se esperar, notou-se apenas que a presença do Benomyl aumentou significativamente o número e o peso total dos nódulos. Portanto, os fungicidas Oxicarboxin e Carboxin parecem não ter interferido na formação e no crescimento de nódulos, mas apenas na fixação do Nitrogênio conforme mostra a Tabela 24. Já Benomyl teve um efeito promotor na nodulação, aumentando o número, bem como o peso total de nódulos. Contudo, ao se observar as médias para Nitrogênio total na parte aérea das plantas, verifica-se que o Benomyl prejudicou a fixação do Nitrogênio. Conclui-se, pois, não haver uma correlação estreita entre o número e peso de nódulos e a quantidade de Nitrogênio fixada. Para Oxicarboxin e Carboxin, os quais não diferiram da testemunha com relação ao número e peso de nódulos, a interferência na fixação foi ainda maior. O Nitrogênio, quando estudado dentro de cada fungicida, na ausência de inoculante aumentou o número e peso de nódulos na testemunha, o que pode indicar que a nodulação se dá mais facilmente na presença de uma pequena dose de Nitrogênio no solo. Para as demais diferenças entre tratamentos com e sem Nitrogênio na presença dos diversos fungicidas, estas diferenças provavelmente também são devidas ao acaso. Na presença do inoculante, o adubo nitrogenado no substrato teve interação significativa com diversos fungicidas. Na testemunha sem fungicida, a presença do adubo nitrogenado diminuiu o número e peso total dos nódulos, indicando talvez que para o inoculante usado, SMS 331, a dose do Nitrogênio usado na adubação, embora pequena, foi suficientemente elevada para deprimir a nodulação. Para o caso do Carboxin também houve aumento do peso dos nódulos na ausência de Nitrogênio, enquanto para Benomyl e Oxicarboxin houve aumento na presença do adubo nitrogenado. Estes resultados poderiam indicar que Benomyl e Oxicarboxin se tornam menos tóxicos ao Rhizobium na presença de Nitrogênio mineral no solo.

7. CONCLUSÕES

A combinação da variedade Viçoja com os inoculantes SMS 331 e SMS 333 é superior a qualquer outra testada neste trabalho. O inoculante PRG 5 é de baixa eficiência para as três variedades de soja.

O fungicida Benomyl não tem efeito prejudicial na simbiose soja x Rhizobium, quando avaliado pelo Nitrogênio total da parte aérea das plantas, mas o Oxicarboxin e o Carboxin diminuem o Nitrogênio total.

De todos os parâmetros analisados o Nitrogênio total é o mais apropriado, pois leva em consideração tanto o peso seco quanto a % de Nitrogênio das plantas, eliminando efeitos contraditórios obtidos nestes outros dois parâmetros. Maior número e peso de nódulos não se refletem necessariamente numa maior fixação de Nitrogênio.

O efeito prejudicial mais pronunciado dos três fungicidas é sobre o peso seco das plantas, na seguinte ordem decrescente de prejuízos: Carboxin, Oxicarboxin e Benomyl.

As estirpes de Rhizobium japonicum testadas não parecem ser muito sensíveis aos fungicidas. No caso de Benomyl, a presença do inoculante é suficiente para igualar este tratamento à testemunha talvez pelo efeito promotor deste produto na nodulação.

A adubação nitrogenada favorece a soja sem inoculante mas torna-se sem efeito ou até prejudicial na presença de inoculante.

8. SUMMARY

Two greenhouse experiments were set up to evaluate the effect of three systemic fungicides on nitrogen fixation and nodulation in soybeans (Glycine max (L) Merrill). In the first experiment the effect of these fungicides on nodulation and nitrogen fixation was assessed using three soybean varieties and three strains of Rhizobium japonicum Kirch. Buch; in the second experiment the effect of the same fungicides was studied with regard to inoculated and non-inoculated plants in the presence and absence of nitrogen fertilizer.

The results demonstrated that the variety Viçoja was superior to the other two testes varieties, the second was IAC 1 and the worst Santa Rosa. The inoculants SMS 331 and SMS 333 were highly effective, specially when in symbiosis with the variety Viçoja. The inoculant PRG 5 was not effective in combination with the three varieties. Benomyl had no negative influence on Nitrogen fixation, whereas Oxicarboxin and specially Carboxin reduced the total Nitrogen content of plants.

Nitrogen fertilization had no influence on inoculated plants but promoted growth of uninoculated soybeans.

9. LITERATURA CITADA

- BONATO, E.R., 1972. Efeito do tratamento de sementes, com doses máximas de cinco fungicidas, sobre a nodulação em soja. (s.d.), (s.l.) e (s.ed.). DNPEA, M.A.
- BRAKEL, J., 1963. Action sur le Rhizobium de divers fongicides et insecticides commerciaux. Ann. Institut Pasteur, T. 105, p. 143-149
- BOONKERD, N.; W. ROONGRATANAKASIN; P. WADEESIRISAK & Y. VASUVAT, 1976. Influence of N fertilizer rates on Rhizobium japonicum. In Rhizobium. Newsletter, Vol. 21 nº 1 p. 36.
- BURRIS, R.H., 1974. Methodology. In: QUISPEL, A. The biology of nitrogen fixation. North-Holland Publishing Company, Amsterdam-Oxford p. 9-33.
- BREMNER J.M., 1965. Total nitrogen. In: BLACK, C.A. Methods of Soil Analysis. Amer. Soc. Agronomy, Madison, Wisc. p. 1149-1178.
- CARDOSO, C.O.N., E.J.B.N. CARDOSO, A.C.D. de TOLEDO, H. KIMATI & J. SOAVE, 1976. Guia de Fungicidas, Editora "Luiz de Queiroz", p. 209.
- CHAKRAVARTI, B.P., S.V. HEGDES e T.B. ANILKUMAR, 1970. In In Vitro Effect of Antibiotics and Fungicides on Rhizobium species from GUAR. Hindustan Antibiot. Bull. 13 (1-2):14-15.
- DIATLOFF, A., 1970. The effects of some pesticides on root nodule bacteria and subsequent nodulation. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. Volume 10 (46):562-567.

- DOBEREINER, J. e M. NERY, 1976. Efeito de fungicidas preemergentes na nodulação e fixação de Nitrogênio em soja. Anais do XV Congresso Brasileiro de Solo. Campinas, SP, p. 177-180.
- GALLI, F., 1959. Contribuição ao estudo da ação de herbicidas e inseticidas sobre a nodulação em soja (Glycine max Merrill). Piracicaba, ESALQ-USP, 42 p. (Tese para provimento efetivo da 11ª Cadeira)
- HAMDI, Y.A., A.A. MOHARRAM and M. LOFTI, 1974. Effect of certain fungicides on some Rhizobia - legume - symbiotic systems. Zbl. Bakt. Abt. II, 129:363-368.
- KAPUSTA, G. & D.L. ROUWENHORST, 1973. Interaction of selected pesticides and Rhizobium japonicum in pure culture and under field conditions. Agronomy Journal, volume 65:112-115.
- KECSKES, M. & J.M. VINCENT, 1973. Compatibility of fungicide treatment and Rhizobium inoculation of Vetch Seed. Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae, Tomus 22(1-2).
- LEVINA, R. & D. KARAGUISHEVA, 1974. Nitragin treatment of soybeans and application of herbicides. Vestn. Akad. Nauk. Kaz. SSR (3), 48-55.
- LIN, S.C., B.R. FUNKE & J.T. SCHULZ, 1972. Effects of some organophosphate and carbamate insecticides on nitrification and legume growth. Plant and Soil, 37:489-496.
- MICK, D.L. & P.A. DAHM, 1970. Metabolism of Parathion by Two species of Rhizobium. Journal of Economic Entomology, 63(4):1155-1159.
- NERY, M. & J. DOBEREINER, 1976. Efeito de fungicidas preemergentes na nodulação e fixação de Nitrogênio em soja. Anais do XV Congresso Brasileiro de Solo. Campinas - SP, p. 177-180.
- NOGUEZ, M.A., E. ROSSETO & NERI MAUCH, 1976. Influência do uso de fungicidas na cultura da soja. AGROS, Vol. XI, nº 1:55-60.
- NORRIS, D.O., 1964. Technique used in work with Rhizobium. In Some Concepts and Methods in Sub-Tropical Pasture Research. Bulletin 47 Commonwealth Agricultural Bureaux, England, p. 186-198.
- OLIVERO, E.L.G. de e J.C.P. BASURCO, 1970. Efeito em campos de los cy rasemillas "Captan y Thiran" del herbicida "Trifluralina" sobre soja inoculada. Anais da V Reunião Latina Americana de Rhizobium:310-311.

- OSTWAL, K.P. e A.C. GAUR, 1971. Effect of seed dressing fungicides and antibiotic aureofungin on soybean inoculated with Rhizobium japonicum. Hindustan Antibiot. Bull. 13(3-4):73-75.
- PETERSON, L.A. & G. CHESTERS, 1964. A reliable total nitrogen determination of plant tissue accumulating nitrate nitrogen. Agron. J. 56:89-90.
- RUSCHEL, A.P. & W.F. da COSTA, 1966. Fixação simbiótica de Nitrogênio atmosférico em feijão (Phaseolus vulgaris). III. Influência de alguns inseticidas e fungicidas. Pesq. Agropec. Bras. 1:147-149.
- SARRUGE, R. & H.P. HAAG, 1974. Análise química quantitativa. Determinação do Nitrogênio. Curso Pós-Graduado Nutrição Mineral das Plantas. Piracicaba. pp. mimeografado.
- VINCENT, J.M., 1970. A manual for the practical study of root nodule bacteria. IPB, Handbook nº 15, Oxford. Blackwell Scient. Publ.