

PROBLEMAS SÔBRE ROTAÇÃO SOJA  $\times$  ALGODÃO (\*). SHIRO MIYASAKA, J. ROMANO GALLO e J. GOMES DA SILVA. Diversos fatores têm contribuído, nos últimos anos, para um maior interesse pelo plantio de lavouras comerciais de soja, principalmente por parte de lavradores que possuem equipamento para a colheita mecânica. Um dos objetivos visados por êsses agricultores tem sido a prática das rotações bienais soja-arroz e soja-milho, sobretudo na região da Alta Mojiana, e soja-trigo, no sul do Estado. Essas práticas de exploração racional do solo têm sido extensivamente recomendadas pelos órgãos técnicos da Secretaria da Agricultura.

Maior atenção tem sido, todavia, despertada pela rotação soja-algodão, mórmente em face de resultados desfavoráveis para o algodoeiro, obtidos com êsse sistema em estações experimentais do Instituto Agronômico do Estado.

**Ensaio de rotação trienal milho  $\times$  algodão  $\times$  soja, instalado na Estação Experimental de Ribeirão Preto.** O ensaio melhor estudado tem sido o da Estação Experimental de Ribeirão Preto, conduzido há mais de 10 anos pela Seção de Conservação do Solo, do Instituto Agronômico (1). Esta experiência foi instalada no ano agrícola 1944/45 e teve prosseguimento até 1950/51, com os seis tratamentos seguintes, distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições: a) milho contínuo, b) soja contínua, c) algodão contínuo, d), e) e f) milho-algodão-soja em rotação trienal, iniciada com cada uma dessas culturas, respectivamente.

A partir de 1951/52 o ensaio sofreu ligeira modificação no seu planejamento, sendo os canteiros sub-divididos de modo a permitir adubações de N — P — K — NP — NK — PK — NPK, nas doses básicas de 25 kg de N, 60 kg de  $P_2O_5$  e 30 kg de  $K_2O$ , por hectare, além do testemunha sem adubo.

O quadro 1 mostra, em resumo, as produções médias das três culturas agrupadas em duas fases da experiência, nos sistemas de rotação e contínuo.

(\*) Trabalho apresentado ao VII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Piracicaba, S. Paulo, de 20 a 30 de julho de 1959.

Os autores agradecem ao Dr. Álvaro Santos Costa, pela leitura do texto.

Recebido para publicação em 16 de outubro de 1959.

(1) Relatórios dos trabalhos da Seção de Conservação do Solo. Campinas, Instituto agrônômico, 1956/57 e 1957/58. [Não publicados]

QUADRO 1. — Produção de milho, algodão e soja, em quilogramas por hectare, no ensaio de rotação trienal, na Estação Experimental de Ribeirão Preto

CULTURAS	SISTEMA DE CULTURA	PRODUÇÕES MÉDIAS	
		1944/45 a 1950/51	1951/52 a 1957/58
MILHO	Contínuo	2 155	1 858
	Rotação	2 864	2 951
ALGODÃO	Contínuo	378	744
	Rotação	350	553
SOJA	Contínuo	801	1 129
	Rotação	1 108	1 989

Como se vê, o algodão é a única cultura que não está sendo beneficiada pela rotação.

**Análise foliar.** Diante dessas informações e com a finalidade de obter dados a respeito da nutrição do algodoeiro e da soja no ensaio em questão, cultivado ou não em rotação, procedeu-se durante o ano agrícola 1957/58 à análise foliar para os teores de fósforo e de potássio, obtendo-se os números que compõem o quadro 2.

QUADRO 2. — Concentração de fósforo e potássio, por cento de matéria seca, nas folhas de soja e de algodão quando cultivados continuamente e em rotação

Tratamentos	SOJA				ALGODÃO			
	Fósforo		Potássio		Fósforo		Potássio	
	Cont.	Rot.	Cont.	Rot.	Cont.	Rot.	Cont.	Rot.
Test. ....	0,165	0,172	0,54	1,33	0,143	0,187	0,58	0,54
N .....	0,130	0,162	0,42	0,86	0,156	0,134	0,60	0,54
P .....	0,219	0,186	1,12	0,94	0,218	0,157	0,99	0,70
K .....	0,163	0,151	0,96	1,39	0,210	0,130	1,39	0,72
NP .....	0,172	0,184	0,84	1,06	0,192	0,181	1,52	0,48
NK .....	0,124	0,177	1,10	1,42	0,178	0,129	1,16	0,62
PK .....	0,215	0,190	1,69	1,45	0,166	0,149	1,20	0,92
NPK .....	0,147	0,228	1,12	1,29	0,159	0,163	0,82	0,72
Média .....	0,167	0,181	0,97	1,22	0,178	0,154	1,03	0,66

Verifica-se, pelos dados, que os teores de fósforo e, principalmente, os de potássio foram mais baixos nas fôlhas do algodoeiro cultivado em rotação que no tratamento contínuo.

As análises efetuadas nas fôlhas da soja mostraram uma situação inversa da verificada para o algodoeiro, isto é, os teores de fósforo e de potássio foram mais elevados no tratamento com rotação que no contínuo.

**Hipóteses.** Em vista dos dados obtidos procurou-se aventar algumas hipóteses para explicar os resultados desfavoráveis obtidos no rendimento de algodão no ensaio em questão.

A primeira hipótese é a da diferença da disponibilidade de elementos nutritivos existentes no solo, nos dois sistemas culturais. Assim, examinando as produções das três culturas no quadro 1, observa-se que, enquanto no período de 1944/45 a 1950/51 a soja e o milho, favorecidos pela rotação, produziram em média 1 108 kg/ha e 2 864 kg/ha, respectivamente, o algodão produziu apenas 350 kg/ha. A título de ilustração foram calculadas as quantidades de elementos nutritivos extraídas do solo nos dois ciclos e verificou-se que houve diferenças acentuadas quanto à remoção de elementos minerais do solo, entre os tratamentos "algodão contínuo" e "rotação trienal" (quadro 3).

QUADRO 3. — Remoção de elementos nutritivos do solo no ensaio de rotação trienal, na Estação Experimental de Ribeirão Preto, nos períodos de 1944/45 a 1950/51 e 1951/52 a 1957/58

PARCELA	MÉDIA ANUAL				TOTAL NO CICLO DA ROTAÇÃO TRIENAL			
	1944/45 a 1950/51		1951/52 a 1957/58		1944/45 a 1950/51		1951/52 a 1957/58	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
CONTÍNUO								
Algodão .....	4,41	12,60	8,68	24,80	13,23	37,80	26,04	74,40
ROTAÇÃO TRIENAL					28,93	79,56	40,80	105,79
Soja .....	12,00	22,20	21,08	40,17				
Milho .....	12,87	45,76	13,27	47,22				
Algodão .....	4,06	11,60	6,45	18,40				

As quantidades de elementos nutritivos removidas do solo pelo algodão e milho foram calculados segundo Catani e outros<sup>(2)</sup>. Os resultados relativos à soja foram calculados segundo dados de análises efetuadas no Laboratório de Pesquisas de Elementos Minerais em Plantas, do Instituto Agronômico<sup>(3)</sup>. Assim, segundo êsses cálculos, das parcelas de algodão mantidas no sistema contínuo foram retirados durante a primeira fase da experiência 13,23 kg/ha de  $P_2O_5$  e 37,80 kg/ha de  $K_2O$ , durante três anos de cultivo, enquanto que no mesmo período, das parcelas com rotação foram exportados com as três culturas — milho, algodão e soja — 28,93 kg/ha de  $P_2O_5$  e 79,56 kg/ha de  $K_2O$ , respectivamente. A diferença de produção de algodão contínuo sobre o algodão em rotação foi notada mesmo após a aplicação dos fertilizantes, efetuada em 1951/52. Esta adubação foi feita de maneira uniforme para as três culturas e em ambos os sistemas de cultivo.

Êsse conceito da diferença de disponibilidade nutritiva do solo nos dois sistemas poder-se-ia estender a outros elementos, inclusive micro elementos.

A segunda hipótese é a presença de nematóides *Meloidogyne sp.* que, segundo Oteifa<sup>(4)</sup>, dificulta a assimilação de elementos nutritivos, sobretudo a de potássio, pelas plantas hospedeiras. Foi constatada por Lordello, Zamith e Arruda<sup>(5)</sup> a presença de nematóides *Pratylenchus steineri* Lordello, Zamith & Boock, em alguns canteiros do referido experimento, atacando a soja e o algodoeiro.

Uma terceira hipótese seria a incompatibilidade entre as duas culturas soja e algodão ou entre as três culturas milho, algodão e soja, por questões de algum princípio tóxico.

**Discussão.** Tomando-se como tese a primeira hipótese, o fato de terem sido encontrados teores mais baixos de fósforo e de potássio nas folhas do algodoeiro cultivado em rotação que no tratamento contínuo, poderia ser explicado em função da menor disponibilidade desses elementos para o algodoeiro no primeiro sistema em relação

(2) CATANI, R. A. GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Extração de elementos nutritivos do solo por diversas culturas. Campinas, Instituto agronômico, 1954. [cartaz]

(3) Soja (grão): 10,6 kg de  $P_2O_5$  e 20,2 kg de  $K_2O$ , por 1 000 kg de colheita.

(4) OTEIFA, B. A. Potassium nutrition of the host in relation to infection by a root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Proc. helminth. Soc. 19:99-104. 1952.

(5) LORDELLO, L. G., ZAMITH, A. P. L. & ARRUDA, H. V. DE. Nematóides que prejudicam as culturas da soja e do algodoeiro no Estado de São Paulo e sua interferência nos planos de rotação. Rev. Agric., Piracicaba, 33:161-166. 1958.

ao segundo sistema de cultivo, enquanto que a situação inversa verificada para a soja poderia ser explicada pela maior capacidade dessa leguminosa, em relação ao algodoeiro, em aproveitar os elementos nutritivos do solo.

Contudo, pode-se também aceitar a segunda hipótese, admitindo que o algodoeiro seja muito mais sensível que a própria soja, relativamente ao ataque de determinado nematóide. Realmente, o complexo nematológico que ocorre nos solos do Estado de São Paulo tem se revelado um importante inimigo da cultura algodoeira, ao passo que para a cultura da soja os nematóides parecem não representar um fator limitante, contrariando o que se pensava nos primeiros tempos em que se cuidou do fomento dessa cultura. De fato, os autores têm observado em parcelas experimentais altamente infestadas da Estação Experimental "Theodoreto de Camargo", em Campinas, que a população de nematóides parece diminuir com os simples tratamentos culturais de rotina (arações, gradeações, riscações e cultivos), mesmo quando cultivados continuamente com a soja. Por outro lado, lavouras comerciais e canteiros de ensaios mesmo com alta incidência desses vermes não têm mostrado quebras apreciáveis que comprometam a produção de grãos de soja. Os dados do quadro 1 confirmam essas observações, pois no ensaio em tela, os mesmos nematóides que derubaram o rendimento do algodão não impediram que a soja (espécie mais suscetível a esse inimigo que a própria malvácea, porém mais tolerante), produzisse quase 2 000 quilos de grãos por hectare, no tratamento "rotação trienal com algodão". Essa produção de soja é 188% superior ao rendimento médio da cultura no Estado de São Paulo, durante 1949/50 a 1958/59, e 144% maior que o índice dos Estados Unidos, em idêntico período.

Todavia, esta segunda hipótese, isto é, a do nematóide como principal responsável pela queda de rendimento do algodoeiro, será completamente desamparada, se forem confirmadas as recentes observações preliminares efetuadas em outra experiência conduzida em Campinas, na Estação Experimental "Theodoreto de Camargo", onde a produção de algodão também começou a diminuir a partir do ano agrícola de 1958/59 (terceiro ano de cultivo), apesar dos exames nematológicos não terem mostrado a presença do nematóide atacando o algodoeiro.

A terceira hipótese poderia ter apoio em um experimento realizado na Seção de Algodão do Instituto Agrônomico em 1949-50) <sup>(4)</sup>. O experimento visou estudar o efeito residual de diversas leguminosas como adubo verde, as quais precederam a cultura do algodoeiro, e entre as leguminosas figurava a soja, porém esta não beneficiou o algodão apesar de considerável quantidade de massa verde deixada no solo e de não ter sido colhido o grão. Não foi realizado o estudo nematológico neste ensaio, porém tudo leva a crer que não tenha ocorrido infestação de nematóide, por diversas circunstâncias.

**Estudos em andamento.** Vários experimentos e estudos estão em andamento nas diversas estações experimentais do Instituto Agrônomico, pois novas investigações se fazem necessárias para equacionar devidamente o problema da rotação soja-algodão, principalmente com relação às interferências do "complexo nematóide-murcha" na produção do algodoeiro, e à existência de um suprimento adequado de elementos minerais no solo, suficiente para atender a demanda de produções econômicas das diversas culturas da rotação.

SERVIÇO DE EXPANSÃO DA SOJA, DEPARTAMENTO DA PRODUÇÃO VEGETAL, e LABORATÓRIO DE PESQUISAS DE ELEMENTOS MINERAIS EM PLANTAS, INSTITUTO AGRÔNOMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.

## PROBLEMS ON SOYBEAN X COTTON ROTATION

### SUMMARY

Cotton yields obtained in rotation experiments with soybean have been lower than expected. This observation was confirmed by the results from a long-term rotation experiment corn x cotton x soybean, carried out at the Ribeirão Preto Agr. Exp. Sta.

Data from this experiment indicated that cotton yields from plots under rotation were lower than those from plots under continuous cropping. Also, the results from leaf analysis showed that cotton plants in rotation plots had lower levels of phosphorus and potassium than those in plots under continuous cropping.

Three explanations for the observed results are advanced: (1) the nutrient level available for the cotton plants in plots under rotation is lower than in those under continuous cropping, because the crops in rotation remove more soil nutrients than cotton; (2) the lower cotton yields under rotation could be explained on the basis of nematode attack; in this case soil infestation would be increased by the soybean crop and the lower nutrient levels in the leaves could result from root damage induced by the nematodes; (3) the possibility exists that the soybean plant leaves a substance in the soil that might be detrimental to the cotton plant.

<sup>(4)</sup> Relatório dos trabalhos da Seção de Algodão. Campinas, Instituto agrônomico, 1950-51. [Não publicado]