

RESPOSTA DE *Astragalus sinicus* L. (ASTRÁGALO CHINÊS) AO CALCÁRIO E À INOCULAÇÃO¹

D. O. NORRIS², E. S. LOPES³ e II. MASCARENHAS⁴

Sumário

Astragalus sinicus foi cultivado num solo ácido de arroz, para testar seu potencial como uma cultura de estêrco verde, entre culturas de arroz inundado. O crescimento dessa leguminosa altamente especializada não foi satisfatório neste solo. A inoculação pelos métodos normais induziu a nodulação, todavia, obteve-se maior nodulação com a inoculação e também um revestimento de CaCO_3 . Apenas a calagem não induziu a nodulação, sem inoculação, mas aumentou a nodulação sob os tratamentos de inoculação. Os rendimentos de matéria seca foram maiores com calagem e inoculação mais revestimento de CaCO_3 . A germinação não foi afetada pelo tratamento de revestimento.

INTRODUÇÃO

A espécie *Astragalus sinicus* (Astrágalo chinês) é usada no Japão e Taiwan como uma cultura de estêrco verde que desenvolve entre as culturas de arroz durante o inverno. Desejou-se testar seu potencial para essa mesma finalidade no Brasil, e para tal, a semente a qual tinha sido introduzida sob os auspícios do Ponto IV, foi fornecida pelo Chefe da Seção de Introdução de Plantas, Instituto Agronômico de Campinas, junto com um inoculante especial de turfa, de procedência desconhecida, que mais tarde foi testado em vasos Leonard na estufa, tendo provado ser totalmente eficaz.

Uma grande parte das terras onde se cultiva o arroz, no Brasil, é bastante ácida. Sabe-se que a espécie *Astragalus* é em geral altamente especializada, sendo adaptada aos solos calcários, ou aos que possuem um alto teor de cálcio. De acôrdo com essa necessidade da leguminosa hospedeira, o *Rhizobium* associado é um tipo muito especial, produtor de ácido, parecendo muito com o *Rhizobium* da alfafa. Assim sendo, torna-se necessário inocular esta espécie numa nova terra, por causa da alta especificação de linhagem e também porque a nodulação da mesma

forma, não ocorre em solos ácidos, como acontece com a alfafa, a menos que seja assistida artificialmente por meio de adições de calcário. Conseqüentemente, decidiu-se efetuar o ensaio de *Astragalus sinicus* em solo ácido de arroz, sem e com calagem e com três variações de inoculação: 1) sem inoculação; 2) inoculação pela técnica normal (cultura de turfa aplicada à cada semente, usando solução de sacarose a 10% como adesivo); 3) inoculação com a adição de um revestimento de CaCO_3 , usando goma arábica como adesivo. Esta técnica foi desenvolvida na Austrália para promover a nodulação das espécies sensíveis ao ácido, em solos ácidos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado na área de cultura de arroz da Estação Experimental Theodureto de Camargo, do Instituto Agronômico de Campinas.

A época, a semente e a terra foram todos fatores limitantes neste experimento. O plantio deveria ter-se efetuado mais cedo, o experimento deveria ter sido maior, bem como deveria ter tido maior número de repetições e mais casualização. A fim de cumprirem-se estas condições ideais, o experimento deveria ter sido retardado no mínimo um ano. Foi decidido que dados valiosos que pudessem evitar muito esforço gasto mais tarde, poderiam ter sido de um experimento limitado de uma natureza exploratória.

O esquema experimental consistiu de dois blocos. Blocos 1 com calcário na dose de 2.000 kg/ha de calcário dolomítico. Bloco 2 em solo sem calagem, com espaçamento de 3,50 m entre os blocos. Dentro de cada bloco, uma faixa, um terço da largura do bloco, ao longo do lado um pouco mais

¹ Trabalho recebido para publicação em 10 de janeiro de 1967. Contribuição do Instituto de Pesquisas IRI e Instituto Agronômico de Campinas. Financiado em parte pela Fundação Ford e USAID/Brasil.

² Bacteriologista de leguminosas, C.S.I.R.O., Divisão de Pastagens Tropicais, Brisbane, Queensland, Austrália, e Consultor do Instituto de Pesquisas IRI, Campinas.

³ Eng.º Agrônomo da Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, São Paulo.

⁴ Eng.º Agrônomo da Seção de Leguminosas, Instituto Agronômico de Campinas.

alto, continha todos os canteiros não inoculados. A faixa central continha todos os canteiros com inoculação normal e a faixa restante, todos os canteiros inoculados e revestidos. Procedeu-se assim na distribuição para evitar o possível movimento do inóculo pela lavagem de terrenos superiores para inferiores pela chuva. Em todo tratamento de inoculação, cada variedade de *Astragalus* foi repetida duas vezes, sendo as posições casualizadas.

O sub-canteiro unitário consistia de quatro fileiras de 3,5 m de comprimento e distantes 20 cm. Cada fileira recebeu 4 g de semente com a finalidade de obter-se um bom canteiro. (Como quase cada semente germinou, esta quantidade poderia ter sido reduzida para 1 g, o que poderia servir como orientação útil para os futuros experimentos.) Foi feita concessão para o peso extra de CaCO_3 no caso da semente revestida.

Detalhes do estabelecimento

Foi aplicado calcário no Bloco 1 em 15 de maio de 1964, tendo sido revolvida a superfície. O solo era uma turfa preta de pH 4,5 com uma alta capacidade de troca e a aplicação de 2.000 kg/ha de calcário dolomítico não aumentou significativamente o pH, que se mantinha ainda 4,5 após dois meses.

O local do experimento havia sido plantado com cultura de arroz no verão anterior, ao qual foi adicionado adubo, não tendo sido outro adubo aplicado antes do plantio. Contudo, em 6 de julho, 60 dias após o plantio, notava-se que as plantas estavam deficientes em nutriente. Seu crescimento foi retardado apresentando um desenvolvimento de pigmento. Uma cobertura equivalente a 35 kg/ha de P (sob a forma de superfosfato) e 24 kg/ha de K (sob a forma de KCl) totalmente absorvida foi aplicada acrescentando 140 g de superfosfato e 17,5 g de KCl em solução a cada sub-canteiro.

O canteiro foi plantado em 19 de maio de 1964, sendo abertas fileiras com uma pequena enxada pontuda, tendo sido semeado manualmente logo em seguida e fechado por revolvimento. Foi necessário irrigar o canteiro manualmente logo após o plantio e mais quatro vezes até que choveu.

A inoculação da semente foi feita no laboratório, 24 horas antes do plantio. A semente para os canteiros inoculados normalmente, foi inoculada acrescentando-se no total (64 g de sementes), 1 g de cultura de turfa misturada com 12 ml de solução de sacarose a 10%, totalmente misturada e colocada para secar. As sementes destinadas aos canteiros revestidos (64 g) foram inoculadas acrescentando-se 1 g de cultura de turfa para 12 ml de solução de goma arábica pura

em pó a 45% e totalmente misturada com as sementes. Em seguida, 45 g de CaCO_3 puro, bastante fino, foi acrescentado e a semente revestida por rotação numa lata grande, posta para secar e endurecer de um dia para outro. No plantio, todos os canteiros não inoculados foram semeados primeiro, antes que as sementes inoculadas fôssem tocadas.

Os canteiros foram limpos manualmente, conforme se fez necessário, tendo-se sempre o cuidado de limpar primeiramente os canteiros não inoculados.

A contagem de germinação foi feita em 9 de junho (21 dias após a semeadura) de todas as plantas que tinham emergido, mortas ou vivas, usando a parte central de um metro das duas fileiras centrais de cada sub-canteiro.

A porcentagem de plantas com nódulos foi anotada em 20 de julho (nove semanas a partir da semeadura) usando-se quatro aglomerados de plantas novas, tiradas duas de cada fileira externa de cada sub-canteiro.

A variedade Taiwan foi colhida em 14 de setembro de 1964, com 118 dias e a variedade Japão em 12 de outubro, com 146 dias. A colheita foi feita cortando-se com tesoura no nível da terra, os três metros centrais das duas fileiras do meio de cada canteiro. Foi medida a produção total de peso seco após secagem durante 24 horas a 60°C.

Análises de nitrogênio foram feitas do material de cada sub-canteiro, pelo método Kjeldahl.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde o início notou-se que esta espécie não se adaptou a este solo. Mesmo após a aplicação de adubo, embora tenha havido uma resposta, esta não foi vigorosa. O crescimento foi sempre muito fraco na área sem calcário e obviamente muito melhor na área com calcário, embora ainda lento e sem vigor.

Ambas as variedades reagiram do mesmo modo aos vários fatores estudados. Ambas tornaram-se severamente afetadas pela podridão seca da raiz, causando um forte escurecimento das raízes, da qual uma espécie de *Fusarium* foi isolado. Este estado foi mais acentuado na área sem calcário, do que na com calcário. Ambas as variedades desenvolveram mais ou menos a mesma quantidade de mofos em forma de pó no fim do experimento e ambas apresentaram as mesmas respostas ao calcário e ao revestimento.

Porém, a diferença entre as duas variedades quanto ao crescimento foi tão notável como que sugerindo que se tratasse de duas espécies, não duas variedades. Taiwan foi muito mais vigorosa, apresentando um

crescimento vertical. Começou a florescer em 20 de agosto de 1963, 93 dias a partir do plantio, e na colheita em 14 de setembro, com 118 dias, estava completamente na florescência, apresentando muitas vagens quase maduras. Japão, ao contrário, foi conspícua desde o início, apresentando um tipo baixo de forma circular "rosette-type", rente ao chão e com falta de quantidade. Sòmente a partir de 9 de outubro houve algum crescimento vertical e algumas flôres apareceram; na colheita apenas uma planta ou outra apresentou florescência. Estas diferenças entre as duas variedades podem bem representar respostas à duração do dia, visto que Taiwan é originária de um lugar com a mesma latitude de Campinas, mas Japão de uma região consideravelmente mais alta (30-45°N). Se êste fato fôr verdadeiro, uma resposta diferente dada pela Japão pode ser esperada se fôr semeada no extremo sul do Brasil.

Os resultados do efeito do tratamento sôbre a germinação constam do Quadro 1. É óbvio que o processo de cobrir a semente com goma arábica e calcário não afetou significativamente a germinação.

QUADRO 1. Germinação do *Astragalus sinicus* (variedades Taiwan e Japão) plantadas em solo ácido de arroz, afetadas pela semente coberta com goma arábica e calcário (médias de duas repetições)

Tratamento	Variedade Taiwan		Variedade Japão	
	Sem calcário	Com calcário	Sem calcário	Com calcário
	Número de plantas			
Não inoculado.....	529	481	442	446
Turfa.....	509	518	406	452
Turfa e "pellet".....	442	591	557	402

Os efeitos do tratamento na porcentagem de plantas noduladas constam do Quadro 2. Os seguintes pontos surgem partindo-se dêsses dados:

- 1) Nenhuma planta nodulou sem inoculação. Isto quer dizer que quaisquer diferenças entre os tratamentos de inoculação foram devidas sòmente aos tratamentos e não foram confundidas pela nodulação natural causada pelo *Rhizobium* já presente no solo;
- 2) Ocorreu uma quantidade moderada de nodulação (média de duas variedades 22%) na ausência de qualquer calagem;
- 3) Houve uma resposta clara à calagem em melhor nodulação;
- 4) O revestimento aumentou bastante a nodulação em ambos os solos com e sem calcário, porém mais significativamente no sem calcário.

Os resultados do efeito do tratamento do número de nódulos por planta constam do Quadro 3.

QUADRO 2. Efeito do tratamento de inoculação na porcentagem de *Astragalus sinicus* nodulado quando plantado num solo ácido de arroz (médias de duas repetições)

Tratamento	Variedade Taiwan		Variedade Japão	
	Sem calcário	Com calcário	Sem calcário	Com calcário
	Porcentagem de plantas noduladas			
Não inoculadas.....	0	0	0	0
Turfa.....	24	60	21	54
Turfa e "pellet".....	70	88	83	86

QUADRO 3. Efeito do tratamento de inoculação na produção de nódulo

Tratamento de solo	Tratamento de inoculante	Variedade Taiwan											Máximo número de nódulos
		Número de nódulos por planta											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	>10	
		Número de plantas em cada classificação de número de nódulos (total de 100)											
Sem calcário.....	Turfa.....	54	23	10	6	2	2	2	—	1	—	—	9
	Revest.....	9	16	15	9	11	8	5	4	1	5	17	25
Calcário.....	Turfa.....	17	10	10	13	14	7	4	3	4	2	16	30
	Revest.....	9	4	15	14	14	8	8	9	5	—	14	20
		Variedade Japão											
Sem calcário.....	Turfa.....	45	19	17	9	5	1	2	—	—	—	2	16
	Revest.....	9	7	8	8	11	7	4	4	2	7	33	28
Calcário.....	Turfa.....	22	22	15	8	10	3	2	4	2	1	9	40
	Revest.....	5	10	10	11	9	11	6	8	9	4	17	21

O tempo não permitiu a contagem dos nódulos por planta na ocasião do exame da porcentagem de plantas noduladas (Quadro 2). Portanto, 17 dias mais tarde, em 6 de agosto de 1964 (80 dias a partir do plantio), uma amostra de plantas ao acaso foi tirada das duas fileiras externas de cada tratamento, sendo as raízes lavadas cuidadosamente em água e os nódulos contados em 100 plantas. Os dados foram então distribuídos numa tabela de classificação (Quadro 3), que apresenta o número de plantas em cada tratamento que teve 1-10 e mais do que 10 nódulos. As plantas sem nodulação não foram consideradas e não constam desse quadro.

Como observado, as diferenças no número de nódulos por planta foram apenas por causa do tratamento e não foram confundidas pela nodulação natural causada pelo *Rhizobium* nativo no solo. Podem ser observados os seguintes pontos:

1. No solo sem calcário, com inoculação normal, das plantas que formaram nódulos a maioria apresentava apenas 1 ou 2 e apenas duas plantas obtiveram mais de 10 nódulos. Contrastando, na área com calcário, os números de plantas nas classificações 1 e 2 foram muito reduzidos e os números nas classificações 3-10 e > 10 aumentaram correspondentemente;
2. No solo sem calcário, a aplicação de um "pellet" de calcário aumentou o número de nódulos por planta, alterando a distribuição de números por planta ao mesmo aspecto do solo com calcário;
3. Mesmo no solo com calcário houve uma leve tendência para o revestimento de calcário com a finalidade de melhorar o número de nódulos por planta.

Dados sobre a produção total de matéria seca são apresentados no Quadro 4.

QUADRO 4. Efeito do tratamento de inoculação nas produções de *Astragalus sinicus* plantado num solo ácido de arroz (médias de duas repetições)

Tratamento	Variedade Taiwan		Variedade Japão	
	Sem calcário	Com calcário	Sem calcário	Com calcário
	Produção de matéria seca, gramas			
Sem inoculação.....	47	46,5	15	42
Turfa.....	80	123	20	80,5
Turfa e "pellet".....	95,5	144	38	68,5

Estes rendimentos da matéria seca confrontam a situação da nodulação. Na variedade Taiwan provavelmente representam um valor mais ou menos verdadeiro da produção. Na variedade Japão, os rendimentos não foram muito bons. Esta variedade foi deixada outros 30 dias depois que Taiwan foi ceifada, na esperança que florescesse, o que não aconteceu. Essa demora apenas resultou numa perda considerável de plantas que sofreram os efeitos de doenças de raiz, particularmente no bloco sem calcário.

As cifras percentuais de nitrogênio não apresentaram nenhuma correlação com tratamento e variaram de um mínimo de 2,24% (variedade Japão, inoculada, mais "pellet", com calcário) a um máximo de 3,49% (variedade Taiwan, inoculada, sem calcário).

CONCLUSÕES

O fato de que nenhum vestígio de nodulação ocorreu em *Astragalus sinicus*, mesmo em solo que recebeu calcário na ausência de inoculação, indica sua grande especificidade de linhagem. Será perda de tempo plantar esta espécie em qualquer área sem inoculação. Esta completa ausência de nodulação não foi devida às condições do solo, porque com inoculação normal de turfa, 22% das plantas nodularam mesmo sem calcário.

A resposta bastante acentuada ao calcário na porcentagem de plantas noduladas e em número de nódulos por planta, indica bem claro que estamos lidando com uma leguminosa adaptada a bons solos e que é improvável ser de utilidade em solos ácidos, a menos que ajudada pela calagem. Não se trata provavelmente de uma espécie como a alfafa, visto que 22% das plantas nodularam mesmo sem calcário, o que não poderia se esperar da alfafa num solo de pH 4,5.

Em geral, pareceria que *Astragalus sinicus* é improvável ser de muita utilidade em solos muito ácidos de arroz. Se há áreas de cultivo de arroz no Brasil, possuindo solos apenas levemente ácidos, neutros ou alcalinos, estas seriam as áreas próprias para se experimentar o *Astragalus*. Pode também haver algumas zonas nas quais a acidez não seja excessiva e o simples uso de "pellets" de calcário possa servir para promover boa nodulação e estabelecimento sem as despesas de calagem.

O ensaio demonstra muito satisfatoriamente o benefício a ser ganho com leguminosas especializadas partindo do simples processo do revestimento da semente com calcário após a inoculação.

AGRADECIMENTOS

Os técnicos são gratos ao Dr. Reinaldo Foster e ao pessoal da Estação Experimental Theodureto de Camargo, do Instituto Agronômico de Campinas, pela assistência no preparo da terra, estabelecimento e manutenção do experimento. Agradece-se também ao Dr. Ko Watanabe, do Instituto de Pesquisas IRI, pelas análises de nitrogênio.

Pelos recursos financeiros o Instituto de Pesquisas IRI deseja agradecer a assistência prestada pela Aliança para o Progresso através do Ministério da Agricultura e USAID e, principalmente, aos Ministros Ney Braga e Stuart van Dyke, aos Drs. Ady Raul da Silva, Salomão Aronovich, Richard Newberg, Howard Ream e Ervin Bullard.

THE RESPONSE OF *Astragalus sinicus* L. (CHINESE MILK VETCH) TO LIME AND INOCULATION*Abstract*

An experiment utilizing two varieties (Taiwan and Japan) of *Astragalus sinicus*, to test their potencial as a green manure crop for the winter periods between crops of paddy rice, was conducted in the rice experiment area of the Estação Experimental Theodureto de Camargo of the Instituto Agronômico de Campinas.

Because of the highly specialized nature of *Astragalus* in regard to high calcium status and high rhizobial strain specificity, the trial was conducted with and without liming and with three variations of inoculation: 1) no inoculation, 2) peat culture inoculation and 3) inoculation with the addition of a pellet of CaCO_3 , using gum arabic as adhesive.

Growth of *Astragalus sinicus* was not good on this acid soil even with added fertilizer and lime, although these treatments did increase yield. Nodulation was absent without inoculation. Nodulation by the peat culture method varied from 21 to 60 percent, with the higher figures occurring under lime treatment. The best treatment was pelleting and liming with a high of 86 percent of the plants nodulated.

In general, it would seem that *Astragalus sinicus* is unlikely to be of much use on very acid rice soils. The trial demonstrated very satisfactorily the benefit to be gained with specialized legumes from the simple process of lime pelleting the seed after inoculation.