

# Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão\*1/

ARNOBIO ANSELMO DE MAGALHÃES\*\*, AGUSTIN A. MILLAR\*\*\*,

ELIANE NOGUEIRA CHOUDHURY\*\*

## ABSTRACT

*This work conducted to study the phenological response of beans (Phaseolus vulgaris L., cultivar 'IPA-74-19) to water stress.*

*At the Bebedouro Experimental Station, EMBRAPA, Petrolina, PE., an experiment was set up using a randomized block design with 9 treatments and 3 replicates. The experiment had water stress periods in specific stages of plant growth. In all treatments, the irrigation was maintained at optimum level before and after a water stress period. At harvest, data for grain yield, number of pods per plant, and grains per pods were obtained.*

*For grain yield, significant difference was found between treatments at 0.01 level. For pods per plant data, significant difference was found between treatments at 0.05 level, whereas no significant difference was found between treatments for grains per pods. Flowering was the most critical period to water stress, where a soil matric potential level of -5bars produced 36.85 per cent yield reduction. At the beginning of flowering, water stress of -7 bars of soil matric potential produced 20.49 per cent yield reduction. At the initial and later stages of fruit formation, soil water deficit of -2.7 bars caused 24 per cent of yield reduction.*

## Introdução

A RESPOSTA das culturas ao déficit de água é uma informação básica para o manejo da irrigação a nível de parcela (11). Por outro lado, é necessário se conhecer em forma quantitativa a resposta da cultura ao déficit de água ao longo do ciclo fenológico para determinar quando e quanto aplicar

de água através de irrigação complementar em culturas de sequeiro (12). Qualitativamente, se conhece o período mais crítico à falta de água na maioria das culturas (2, 11, 12), contudo, torna-se necessário quantificar as quedas nos rendimentos ao longo do ciclo fenológico, em função do déficit hídrico com a finalidade de dar elementos de decisão aos operadores dos projetos de irrigação, e possibilitar a otimização no uso dos recursos hídricos em condições de sequeiro.

O feijão é um produto de importância mundial na alimentação da população, sendo cultivado em condições de irrigação e principalmente em condições de sequeiro (3). O Brasil, por exemplo, é o maior produtor mundial de feijão, atualmente com cerca de 2.500 milhões de toneladas por ano, apresentando também, o maior índice de consumo *per capita*, estimado em 80 g pessoa/dia, superando até mesmo a carne (10). Apesar de sua grande importância econômica e social, não se tem desenvolvido uma tecnologia mais especializada e adequada às condições econômicas do produtor brasileiro.

\* Recebido para publicação em 2 fevereiro 1978.

1/ Contribuição conjunta do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), EMBRAPA e Cia. de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), Petrolina, PE-Brasil. Parte da Tese para obtenção do grau de Mestre em Irrigação, apresentada pelo primeiro autor na Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB-Brasil.

\*\* Engos. Agros. M. S., Pesquisadores em Manejo de Água e Física de Solos, respectivamente. CPATSA/EMBRAPA, Petrolina, PE-Brasil.

\*\*\* Engº Agrº, Ph.D., Especialista em Irrigação da FAO. Projeto PNUD/FAO-BRA/74/008. CPATSA/EMBRAPA, Petrolina, PE-Brasil.

Endereço atual do Dr. Millar: Especialista em Tecnologia de Irrigação, IICA-Brasil, Caixa Postal 1316, 70.000 Brasília, D. F., Brasil.

A maior parte da produção mundial de feijão é obtida em regiões semi-áridas, geralmente com inadequada distribuição de chuvas, em condições de agricultura de sequeiro. Nessas regiões, para tornar a produção de feijão menos dependente dos fatores climáticos, precisa-se otimizar a eficiência do uso da água de chuva, e da água armazenada em pequenos açudes, através da irrigação suplementar. Para lograr isto, torna-se necessário o conhecimento da distribuição e probabilidades de ocorrência de chuvas, da capacidade de armazenamento dos solos, do ciclo fenológico das culturas, da profundidade dos sistemas radiculares, do uso consuntivo, e quantificação da resposta do feijão ao déficit de água ao longo do ciclo fenológico (12).

Neste trabalho se apresentam resultados quantitativos do efeito do déficit fenológico de água sobre a produção e componentes da produção do feijão.

#### Materials e métodos

O experimento de déficit fenológico em feijão, foi conduzido no Campo Experimental do Bebedouro, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (EMBRAPA), em Petrolina-PE., Brasil.

Segundo Hargreaves (8), o clima da região varia de semi-árido a árido. A temperatura média anual oscila entre 23° e 28°C, caracterizando-se os meses de junho e julho por serem os mais frios, e outubro e novembro os meses mais quentes. A precipitação média anual está em torno de 400 mm (7) e a umidade relativa do ar na região é em média 67,8 por cento, conforme dados da FAO/PNUD (5).

O solo, segundo dados da FAO/PNUD (4), é um oxisol (latossolo 37 BB) profundo, amarelo avermelhado, com textura que varia de arenosa na superfície a barro-argilo-arenosa ou argilo-arenosa a partir de 0,50 m, com presença de mosqueado abaixo desta profundidade, apresentando transição clara e as vezes abrupta entre os horizontes. Na Figura 1, se apresenta a curva de retenção de umidade da camada 0-30 cm do solo da área experimental.

O delineamento estatístico adotado para o experimento, foi o de blocos casualizados com 9 tratamentos e 3 repetições. As parcelas tiveram dimensões de

4 x 3 m, e foram espaçadas uma das outras de 1,50 m. O espaçamento adotado para a cultura foi de 0,50 m entre linhas e de 0,20 m entre plantas. Considerou-se como área útil a área ocupada pelas 4 linhas centrais, reduzidas em 0,30 m em cada extremidade, totalizando 6,80 m<sup>2</sup>.

A adubação foi constituída de 40 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio, e 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples. Em fundação aplicou-se 1/3 de nitrogênio e todo o fósforo. O restante do nitrogênio foi aplicado em cobertura, 27 dias após o plantio. O plantio foi executado em 18.05.77, utilizando-se o cultivar 'IPA-74-19'. Após 15 dias do plantio, foi feito o desbaste, deixando-se duas plantas a cada vinte centímetros, de maneira a manter uma densidade populacional de 200.000 plantas por hectare.

Os tratamentos adotados no experimento foram os seguintes:

- 1.- Irrigar em condições ótimas durante todo o ciclo fenológico.
- 2.- Déficit logo após o aparecimento do 2º trifólio.
- 3.- Déficit 18 dias após a emergência.
- 4.- Déficit antes da floração (aproximadamente aos 22 dias após a emergência).
- 5.- Déficit no início da floração (aproximadamente 32 dias após a emergência).
- 6.- Déficit em plena floração (36 dias após a emergência).
- 7.- Déficit no início da frutificação (aproximadamente 46 dias após a emergência).
- 8.- Déficit em plena frutificação (aproximadamente 50 dias após a emergência).
- 9.- Déficit antes do início de maturação (aproximadamente 55 dias após a emergência).

A Figura 2 mostra o diagrama esquemático da distribuição dos déficits de água no ciclo fenológico.

No final de cada um dos tratamentos em déficit, foram feitas amostragens do solo para determinação da umidade e aplicação de uma lâmina de água suficiente para elevá-lo até capacidade de campo. Após os déficits de água, os tratamentos foram conduzidos em condições ótimas de umidade até o resto do ciclo da cultura.

As irrigações foram feitas em sulcos fechados e nivelados. A condução da água a partir de um reservatório, foi feita por um sistema fixo enterrado de tubos de PVC rígido de 10 cm de diâmetro ao qual acoplavam-se mangueiras de plástico de 5 cm de diâmetro para distribuir água em todas as parcelas.

Para determinar o conteúdo de umidade do solo usou-se o método gravimétrico. Antes e após cada irrigação foram feitas amostragens do solo até a profundidade de 0,90 m em 2 parcelas por tratamento. Os dados de potencial matricial do solo foram inferidos

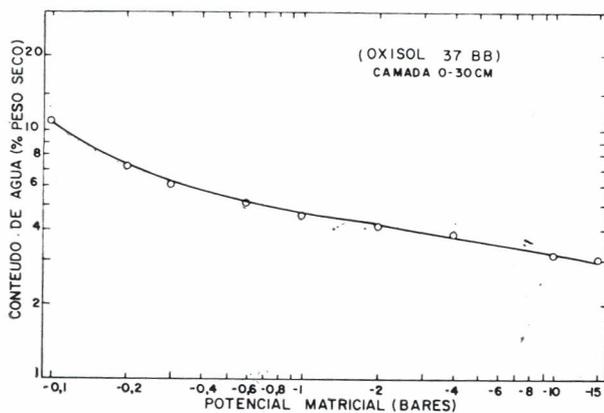


Fig. 1.—Curva de retenção de água do solo da área experimental.

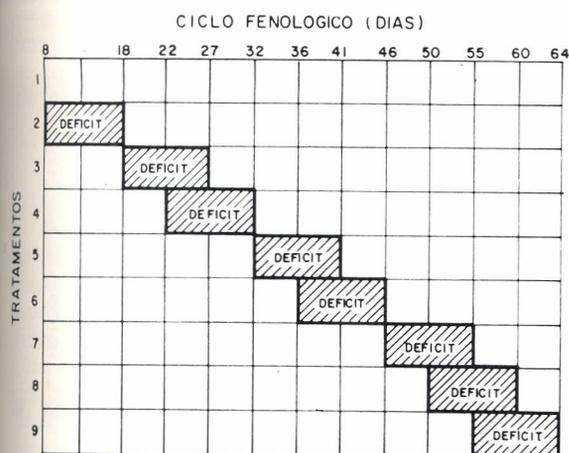


Fig. 2.—Diagrama esquemático da distribuição dos déficits de água no ciclo fenológico do feijão.

através da curva de retenção de água, usando-se os dados do conteúdo de água do solo coletados no campo.

A colheita foi realizada 81 dias após a emergência, sendo feita a contagem do número de vagens por planta, e número de grão por vagem. O número de vagens por planta e de grãos por vagem foi obtido a partir de grupos de 20 plantas colhidas nas duas fileiras centrais de cada parcela. Das vagens colhidas em cada parcela, foram tiradas 50 vagens ao acaso para a determinação do número de grãos por vagem.

A análise estatística dos dados foi feita segundo os métodos convencionais de análise de variância. Para comparação das variâncias e dos contrastes entre médias,

utilizaram-se os testes de F e Duncan, respectivamente. Os dados correspondentes ao número de vagens por planta e de grãos por vagem, foram transformados em raiz quadrada para que se efetuasse a análise estatística.

### Resultados e discussão

#### Produção de grãos

Os resultados de grãos para cada um dos tratamentos de déficit fenológico de água, são apresentados na Tabela 1, incluindo-se também, os potenciais matriciais da camada 0-30 cm do solo no momento do término do déficit de água.

Os tratamentos 1 ( $\psi_m = -0,2$  bar ao longo do ciclo fenológico) e 5 ( $\psi_m = -5$  bares no final do período de início da floração a plena floração) apresentaram a máxima e a mínima produção, respectivamente. A fase do início da floração à plena floração, constituiu-se no período mais crítico do feijão ao déficit de água, o qual também foi evidenciado por Kattan e Fleming (9), Robins e Domingo (14) e Gabelman e Williams (6).

Para a produção de grãos, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos de déficit fenológico de água, ao nível de 1 por cento de probabilidade pelo teste de F. A comparação de médias de produção de grãos, são apresentadas na Tabela 1. Encontrou-se ao nível de 5 por cento de probabilidade, dois grupos distintos quanto aos rendimentos. O primeiro, formado pelos tratamentos 1, 2, 3, 8 e 9, estatisticamente iguais entre si e com produções mais elevadas e, o segundo, constituído pelos tratamentos 5, 6 e 7 que apresentaram

Tabela 1.—Produção de grãos, componentes da produção (vagens/planta, grãos/vagem) e rendimento relativo para o feijão em função do déficit fenológico de água.

Tratamentos	Potencial Matricial (Bares)	Produção de grãos kg/ha	Componentes da Produção		Rendimento relativo de grãos (%)
			Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	
1	- 0,20	2135,98 a	9,27 ab	5,65 a	100,00
2	- 1,05	2032,70 a	9,53 ab	5,52 a	95,16
3	- 4,00	2005,79 ab	8,85 abc	4,93 a	93,90
4	- 7,00	1698,42 bc	8,57 abc	5,09 a	79,51
5	- 5,00	1348,97 d	7,07 c	5,40 a	63,15
6	- 4,00	1416,67 cd	9,80 ab	5,61 a	66,32
7	- 2,70	1623,51 cd	7,50 bc	5,89 a	76,00
8	- 3,20	2093,23 a	9,40 ab	5,59 a	98,00
9	-10,00	2119,04 a	10,10 a	5,83 a	99,21

Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Duncan.

as produções menores. No cômputo geral, o primeiro voca abscisão de flores, polinização deficiente e reduções dados dos outros autores (1, 9, 13).

Os tratamentos 5, 6 e 7 corresponderam aos períodos de início da floração, plena floração e início da frutificação, respectivamente. As baixas produções obtidas indicam que são períodos sensíveis ao déficit de água. Nesse período reprodutivo, a falta de água provoca abscisão de flores, polinização deficiente e redução de número de vagens e número de grãos por vagem, fatores estes que incidem numa baixa produção de grãos (1, 14). Os resultados obtidos, concordam com os dados de outros autores (1, 9, 13).

Seguindo o procedimento de Millar (11) para definir o efeito do déficit de água no ciclo da cultura, calculou-se o rendimento relativo, o qual é definido através da relação do rendimento sob condições limitadas de água (tratamento de déficits fenológico) e o rendimento sob condições ótimas de irrigação. Esta informação é apresentada na Figura 3, a qual também indica a fenologia da cultura e o nível de potencial matricial atingido na camada 0-30 cm do solo no momento da irrigação. O período mais crítico, registrou-se como sendo o início da floração a plena floração, ocorrido aos 31 dias após a emergência. O déficit provocado durante esta fase, reduziu os rendimentos da cultura em 36,85 por cento. Os dados de rendimento relativo, indicaram ainda, que o déficit durante os períodos de plena floração a início de frutificação e durante o início de frutificação à plena frutificação, provocou também, diminuição acentuada nos rendimentos, na ordem de 33,68 por cento e 24 por cento, respectivamente. Os déficits provocados durante os períodos que vão da emergência a pré-floração e da plena frutificação ao início de maturação, tiveram pouca influência sobre a produção da cultura.

Da Figura 3, conclui-se que para obter uma produção de ao menos 80 por cento da produção potencial, não pode faltar água para a cultura, na faixa fenológica que se estende desde antes do início da floração até a plena frutificação. A informação da Figura 3, é muito importante para o manejo da irrigação em áreas irrigadas, e otimização no uso da água armazenada em pequenos açudes nas áreas de sequeiro, através da irrigação suplementar.

Em condições de chuva natural, esta informação permite tirar melhor proveito da pluviometria, somente ajustando a época de plantio de maneira que o período de maior redução nos rendimentos, coincida com o período que apresentar maior probabilidade de ocorrência de chuvas. Em condições de irrigação, a Figura 3, constitui-se num elemento de decisão econômica, na oportunidade da aplicação de irrigação as culturas. Por outro lado, esta informação pode ser usada para selecionar variedades tolerantes à seca (12). A metodologia descrita por Millar (11), consistiria em submeter todas as variedades promissoras a déficits de água somente no período mais crítico, obtendo-se a produtividade no final do ciclo. Aquelas variedades que fossem capazes de suportar o déficit de água e dar uma maior produtividade, seriam portanto, as mais adaptadas e tolerantes a seca.

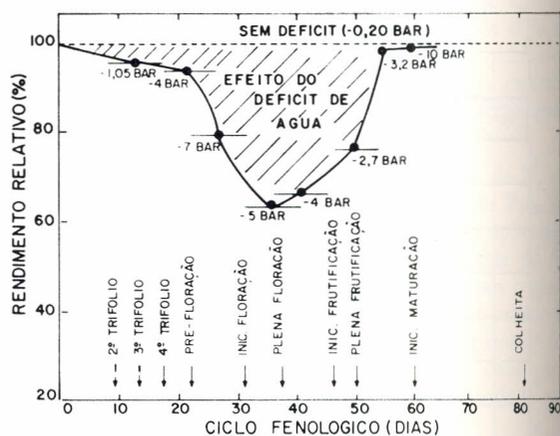


Fig. 3.—Rendimento relativo de feijão em função do ciclo fenológico.

### Produção de vagens por planta e de grãos por vagem

Os dados do número de vagens por planta e de grãos por vagem, são mostrados na Tabela 1. Em geral, os dados mostram pouca variação entre os tratamentos de déficit de água. Contudo, o tratamento de déficit no período de início da floração a plena floração, foi o que apresentou menor número de vagens por planta.

Para os dados de número de vagens por planta, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos de déficit fenológico de água ao nível de 5 por cento de probabilidade. Quanto aos dados de número de grãos por vagem, não houve diferença significativa entre os tratamentos de déficit fenológico de água. A comparação das médias de produção de vagens por planta, realizada através do teste de Duncan, indicou que as variações entre os tratamentos foram mínimas.

### Conclusões

1.—Para a produção de grãos, verificou-se diferença significativa ao nível de 1 por cento de probabilidade entre os tratamentos de déficit fenológico de água.

2.—Para a produção de vagens por planta, verificou-se diferença significativa ao nível de 5 por cento de probabilidade entre os tratamentos de déficit fenológico, entretanto, não houve diferença significativa ao nível de 5 por cento para a produção de grãos por vagem.

3.—O período mais crítico ao déficit de água, foi do início de floração a plena floração, onde níveis de potencial matricial do solo de -5 bares, causaram 36,85 por cento de redução nos rendimentos.

4.—No período de pré-floração a início de floração, um déficit de água no solo de -7 bares de potencial matricial, causou 20,49 por cento de redução nos rendimentos.

5.—No período de início de frutificação a plena frutificação, um déficit de água no solo de -2,7 bares de potencial matricial, provocou 24 por cento de redução nos rendimentos.

#### Resumo

Estudou-se a resposta do feijão, cultivar 'IPA-74-19', ao déficit fenológico de água, usando-se um delineamento de blocos casualizados com 9 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos consistiram em provocar déficits de água somente em determinados períodos do ciclo fenológico. O conteúdo de água no solo foi mantido num nível ótimo antes e após o período de déficit de água. Por ocasião da colheita, fizeram-se determinações da produção de grãos, número de vagens por planta e de grãos por vagem. Para as produções de grãos e vagens por planta, verificaram-se diferenças significativas ao nível de 5 por cento de probabilidade entre os tratamentos, entretanto, não houve diferença significativa ao nível de 5 por cento de probabilidade para a produção de grãos por vagem. O período mais crítico ao déficit de água foi do início da floração a plena floração. Neste período, no de pre-floração a início de floração, e no período de início de frutificação a plena frutificação, a redução nos rendimentos devido ao déficit de água, foram 36,85; 20,49 e 24 por cento, respectivamente.

#### Resumen

Se estudió la respuesta del frijol, cultivar 'IPA-74-19', al déficit fenológico de agua, usándose un diseño de bloques azarizados con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos consistieron en provocar déficit de agua sólo en determinados períodos del ciclo fenológico. El contenido de agua del suelo fue mantenido en un nivel óptimo antes y después del período de déficit del agua. En el momento de la cosecha, se hicieron determinaciones de producción de granos, números de vainas por planta y de granos por vaina. Para las producciones de granos y vainas por planta, se encontraron diferencias significativas al nivel de 5 por ciento de probabilidad entre los tratamientos, mientras que no hubo diferencia significativa al nivel de 5 por ciento de probabilidad para la producción de granos por vaina. El período más crítico para el déficit de agua fue desde el inicio de la floración hasta plena floración. En este período, en el de prefloración al inicio de la floración, y en el de inicio de la fructificación a plena fructificación, la reducción de los rendimientos debida al déficit de agua fue de 36,85; 20,49; y 24 por ciento, respectivamente.

#### Literatura citada

1. BIERHUIZEN, J. F. e DE VOS, N. M. The effect of soil moisture on the growth and yield of vegetable crops. Report of the Conference of Supplementary Irrigation; Communication VI; International Society of Soil Science, Copenhagen, 1959. pp. 83-92.
2. DOOREMBOS, J. e PRUITT, W. O. Crop water requirements. Rome, FAO/ONU. 179 p. 1975.
3. FAO. Production yearbook. FAO, Rome, volume 23, 1970. 154 p.
4. FAO/PNUD. Survey of the São Francisco River Basin. Volume II. Part. 2: Semi-detailed soil surveys. 1966. 71 p.
5. FAO/PNUD. Estudios de Irrigación e Ingeniería. Estudios de la cuenca del Río São Francisco. Roma, FAO/PNUD. 1971. 301 p.
6. GABELMAN, W. H. e WILLIAMS, D.D. F. Developmental studies with irrigated snap beans. Wisconsin Agricultural Experiments Station, Research Bulletin 221. 1960.
7. HARGREAVES, G. H. Monthly precipitation probabilities for Northeast Brazil: Logan, Utah State University. 1973. 423 p. (Contract AID/csd 2167).
8. ————. Climatic zoning for agricultural production in Northeast Brazil. Logan, Utah State University. 1974. 6 p. (Contract AID/csd 2167).
9. KATTAN, A. A., e FLEMING, J. W. Effect of irrigation at specific stages of development on yield, quality, growth and composition of snap beans. Proceedings of the American Society of Horticultural Science 68: 329-342. 1956.
10. MEDINA, JULIO CESAR. Aspectos gerais sobre o feijão. Viçosa, MG, Brasil. Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa. 1972. 160 p.
11. MILLAR, AGUSTIN A. Respuesta de los cultivos al déficit de água como información básica para el manejo del riego. Brasília, CODEVASF/FAO/USAID/ABID. 1976. 62 p. (Conferência apresentada no seminário sobre manejo de água. Brasília, Maio 3-5. 1976).
12. MILLAR, AGUSTIN A. Uso de alguns métodos e resultados de pesquisa de irrigação em programas de pesquisas para as áreas de sequeiro. Petrolina, PNUD/FAO-Projeto BRA/74/008, 1977. 23 p. (Documento de orientação para pesquisadores).
13. NELSON, W. E. The effect of soil moisture stress at critical stages of some vegetable crops. Thesis, Rutgers University, N.J. 1962.
14. ROBINS, J. S., e DOMINGO, C. E. Moisture deficits in relation to growth and development of dry beans. Agronomy Journal 48:488-492. 1976.
15. SALTER, P. J., e GOODE, J. E. Crop responses to water at different stages of growth. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, East Malling, Maidstone, Kent, 246 p. 1967. (Research Review 2).

## Notas y Comentarios

### *La cosecha de agua aumenta la producción de la jojoba*

La "cosecha de agua" es una técnica para captar y almacenar el agua de lluvia o de nieve que se escurre por la superficie, canalizándola hacia plantas determinadas o para aplacar la sed del ganado o animales silvestres en regiones semidesérticas. Esta técnica ha sido usada con éxito para incrementar dramáticamente el rendimiento de semillas de arbustos de jojoba (*Simmondsia chinensis*) en zonas de sólo 23 centímetros de lluvia al año (*Agricultural Research*, Vol. 23, N° 3, p. 8).

Los investigadores de la Science and Education Administration (SEA) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, W. L. Ehrler, D. H. Fink y S. T. Mitchell, todos del Laboratorio de Conservación de Agua, en Phoenix, Arizona, creen que aumentar los rendimientos de las poblaciones existentes tiene varias ventajas sobre la expansión mediante plantaciones. Esto tiene su lógica, ya que hay dudas de que la jojoba pueda ser un cultivo comercial fácil. Su lento crecimiento, las sospechas de que la producción de semillas puede iniciarse largos años después de la plantación (Cf. *Turrialba*, Vol. 24, p. 340), no parecen indicar que sea una planta que pueda competir en el uso de tierra y agua con cultivos comerciales productivos.

Los estudios de Phoenix se iniciaron hace cuatro años para ver si los rendimientos podrían aumentarse significativamente con agua extra y determinar las relaciones planta-agua-suelo de la jojoba. Después de esos cuatro años, las plantas que reciben agua cosechada son ocho veces más productivas que las plantas testigo, que han permanecido en su estado natural.

El experimento se realizó en un sitio de una hectárea, que contenía jojoba nativa de tamaño pequeño de planta, en una zona con una precipitación anual de 230 mm por año. Dentro de esa hectárea se escogieron 30 plantas femeninas. Diez de las plantas se dejaron sin perturbación, mientras que a las otras diez se les arregló en el suelo situado cuesta arriba, una superficie triangular limpia de vegetación, apisonada con rodillo, rodeada con un ligero borde, en forma de dirigir la precipitación escurrida hacia una área de 3,3 metros cuadrados alrededor de cada planta y situada en el vértice más bajo del triángulo. Otras diez plantas tenían áreas tratadas en forma similar al segundo grupo, excepto que aquellas áreas fueron tratadas con un repelente de agua, primero con un aceite de bajo grado, y después con cera de parafina granulada. Se está probando ahora el aplicar xantato de celulosa como estabilizador del suelo, combinado con varias ceras. El xantato de celulosa, un paso en la fabricación del rayón viscosa que se obtiene tratando la celulosa alcalina con bisulfuro de carbono, puede llegar a emplearse como un tratamiento más barato, más eficiente y más durable para terraplenes de captación, sin necesidad de utilizar recursos no renovables tales como los de la industria petroquímica.

El promedio de cuatro años de lluvia/escurrimiento para cada sitio durante el período de crecimiento-rendimiento de octubre a junio fue de 152 mm para el testigo y de 230 y 889 mm para el primero y segundo tratamiento, respectivamente. El incremento de volumen de planta para los tres tratamientos fue de 43, 44 y 237 por ciento respectivamente.

El rendimiento de semillas, las que son del tamaño de un maní, fue pequeño, pero la tendencia era obvia. El rendimiento promedio por planta para el tratamiento sin perturbar fue de sólo 0,6 gramos, mientras que los rendimientos para el primer y segundo tratamiento fueron de 8,5 y 28 gramos, respectivamente.

Las heladas destruyeron las flores en 1975 y 1976, pero en 1977 el rendimiento de semillas fue de 28 g en el testigo y 79 g en el primer tratamiento, y unos 200 g en las zonas de captación de agua tratadas con repelentes de agua. El mejor rendimiento fue de 514 g en un arbusto.

La susceptibilidad a las heladas es un riesgo para la explotación de la jojoba en los lugares que ocurren. El buen rendimiento y el aumento del volumen de agua en el segundo

tratamiento en 1976-1977 con sólo 560 mm de agua representa un uso frugal de agua para un cultivo perenne en un clima cálido y en un ambiente parecido a un oasis.

### *Las arcillas y la configuración de moléculas orgánicas*

Los aminoácidos y azúcares, las piezas con las que están hechas las proteínas y los hidratos de carbono, vienen en versiones diestras y zurdas, como las manos. Y los seres vivos son muy meticulosos en seleccionar la configuración de las moléculas que usan al fabricar sus tejidos: para aminoácidos, la naturaleza escoge exclusivamente las versiones L (levógiras), mientras que los tipos de azúcar D (dextrógiras) son las más comunes. ¿Por qué? Stephen Bondy y Marilyn Harrington del Centro Médico de la Universidad de Colorado (*Science*, Vol. 203, p. 1243), creen que tienen una solución: sugieren que tiene que ver con la forma como las moléculas se adsorben a las partículas de arcilla en la "sopa primeva" en la que se originó la vida.

Aunque las versiones L y D de un aminoácido o azúcar particulares son químicamente idénticas entre sí, sus diferentes formas físicas son importantes en la manera en que se juntan entre ellas. En otras palabras, una vez que se ha empezado a hacer moléculas de proteínas con aminoácidos L, uno tiene que continuar con el mismo tipo; lo mismo se aplica a los carbohidratos.

La cuestión acerca de los comienzos de la vida, por consiguiente, es esta: ¿fue simplemente por azar el que las versiones diestras o zurdas fueron escogidas primero, y lo que aconteció es que fue la versión izquierda para los aminoácidos y la derecha para los azúcares; o hay alguna ventaja inherente en los sistemas que seleccionó la naturaleza?

Algunas personas han sugerido que las proteínas hechas con aminoácidos L son más resistentes a los rayos ultravioletas y a otras radiaciones, y en consecuencia han sobrevivido mejor en el cieno primitivo. La evidencia de esto es, sin embargo, bastante débil. Y no parece haber ninguna característica especial en las proteínas hechas con piezas L y carbohidratos hechos con piezas D. Así, quizás fue importante la manera como comenzó la vida.

Este es el argumento de Bondy y Harrington, y en esto están siguiendo los pasos de J.D. Bernal y, más recientemente, Graham Cairns Smith, un químico de la Universidad de Newcastle. Cairns Smith ha manifestado que las propiedades de las superficies de las arcillas finas ofrecen una plantilla apropiada sobre la cual las moléculas, tales como aminoácidos y proteínas, pueden encamblarse en una manera ordenada, formando así polímeros primitivos como trampolín hacia los primeros organismos.

Los investigadores de Colorado tienen ahora evidencia sólida sobre esta interesante aserción. Mediante el procedimiento simple de mezclar ejemplos de aminoácidos y azúcares L y D con una arcilla (Bentonita), descubrieron que, ciertamente, hay adsorción preferencial: para los aminoácidos, es el tipo L el que se adhiere, y para los azúcares es versión D, al igual que en la naturaleza.

### *Publicaciones*

*Iranian Journal of Agricultural Research*. La Pergamon Press ha tomado a su cargo la publicación de la revista *Iranian Journal of Agricultural Research*, que hasta el año 1978 era editada por la Universidad Pahlavi, en Shiraz, Iran. El texto es en inglés y los colaboradores pertenecen a diversas universidades persas. Con esto, se tiende a internacionalizar la comunicación de los trabajos de los científicos persas. Publica principalmente artículos inéditos de investigación realizada en Irán, aunque en el número que hemos recibido (Vol 6, N° 2) hay un artículo de invitación sobre el papel de la rizosfera en la nutrición del hierro en las plantas, de H. Marschmer, de la Universidad de Hohenheim (Alemania), y otro procedente de la American University, de Beirut, que al parecer es de un estudiante graduado iraní de esta universidad libanesa, sobre suplementos de gallinaza y urea en raciones para pollos.