

POSSIBILIDADES DE EXPLORAÇÃO DE LAVOURAS XERÓFILAS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO¹

JOSÉ TARQUINIO PRISCO²

RESUMO - Neste trabalho discutem-se as possibilidades de domesticação de xerófitas nativas com vistas à adoção das chamadas "lavouras xerófilas" para o trópico semi-árido brasileiro. À luz de informações e conhecimentos existentes na literatura sobre os mecanismos morfofisiológicos de resistência à seca e de seus efeitos na produtividade vegetal, demonstra-se que a domesticação de xerófitas nativas é questionável. Recomendam-se a seleção e o melhoramento de espécies cultivadas que já possuem algumas características de adaptabilidade à seca, bem como o desenvolvimento de pesquisas que possibilitem estabelecer práticas de manejo das culturas, do solo e da água, que sejam mais adequadas às condições do trópico semi-árido brasileiro.

Termos para indexação: seca, xerofitismo, resistência à seca, tolerância à seca, mecanismos de resistência à seca, domesticação de xerófitas, lavouras xerófilas.

POSSIBILITY OF EXPLOITATION OF XEROPHYTIC CROPS FOR THE BRAZILIAN SEMI-ARID TROPICS

ABSTRACT - This paper discusses the possibility of domesticating wild xerophytes for the purpose of exploiting them as xerophytic crops in the Brazilian semi-arid tropics. Based on information and knowledge existent in the literature on the morphophysiological mechanisms of drought resistance and their effect on plant productivity, it is demonstrated that wild xerophyte domestication is questionable. Selection and breeding of known crops that already have some drought adaptation mechanism as well as the development of research designed to establish crop, soil and water management practices suitable for the semi-arid tropics are recommended.

Index terms: drought, xerophytism, drought resistance, drought tolerance, mechanisms of drought resistance, domestication of wild xerophytes, xerophytic crops.

INTRODUÇÃO

A irregularidade na distribuição espacial e temporal de chuvas e a exploração de espécies mesófitas em condições de agricultura de sequeiro ("dry farming"), tem sido apontada como determinante da baixa produtividade agrícola do trópico semi-árido brasileiro. Por esta razão, várias proposições têm surgido nos últimos anos no sentido de se domesticar xerófitas nativas com a finalidade de utilizá-las para exploração agrícola nesta região (Duque 1964, 1980, 1982, Guerra 1981, Aragão & Monteiro 1982).

Estas proposições deveriam ser mais profundamente avaliadas, especialmente no que respeita aos conceitos de seca e xerofitismo, bem como da discussão dos

¹ Aceito para publicação em 18 de novembro de 1985.

² Eng. - Agr., Ph.D., Pesquisador, CNPq, Prof. Dep. de Bioquímica e Biologia Molecular, Centro de Ciências, Univ. Fed. do Ceará, Caixa Postal 1065, CEP 60000 Fortaleza, CE.

mecanismos morfofisiológicos encontrados nas plantas resistentes à seca e suas repercussões em termos de produtividade agrícola. Tal abordagem é fundamental para que se possa analisar o problema com um embasamento mais científico e menos emocional. Visando contribuir para esta discussão abordam-se, à luz de informações e conhecimentos já existentes na literatura, os aspectos acima mencionados e apresentam-se algumas sugestões que talvez devam ser levadas em conta antes de se pensar na aceitação generalizada das chamadas "lavouras xerófilas".

Seca, xerofitismo, resistência e tolerância à seca

Conceituar seca não é tarefa fácil, pois depende do enfoque que se deseja dar ao termo. Por exemplo, o meteorologista deve considerar como "seca" um período em que a precipitação pluvial é inferior à média da região para o período considerado. O fazendeiro, por sua vez, deve achar que ocorre uma "seca" quando a falta de chuvas acarreta prejuízos para a sua produção. Provavelmente, se argüido, um atacadista de produtos agrícolas sobre sua concepção a respeito de "seca" ele a ligará ao aumento do preço dos alimentos como consequência da falta de chuvas. Nos dicionários da língua portuguesa encontra-se que "seca" é "falta de chuvas; estiagem; período em que a ausência ou carência de chuvas acarreta graves problemas sociais e econômicos" (Ferreira 1975). A definição registrada em dicionário é ambígua, pois um período de estiagem na Amazônia poderia corresponder a um período de inundação no Nordeste. A falta de chuvas durante duas semanas nas Filipinas pode significar uma "seca" para os plantadores de arroz daquele país. Para os fitotecnistas, especialmente os fisiologistas de plantas cultivadas, os problemas sociais e econômicos são efeitos secundários. Para eles, "seca" é um evento climático, definido, de maneira ampla, como ausência de chuvas por um período de tempo suficientemente longo, capaz de reduzir a umidade do solo a níveis que possam causar prejuízo às plantas (ou às culturas). Convém lembrar, por outro lado, que o período de estiagem capaz de causar dano aos vegetais e afetar sua produção está na dependência da capacidade de retenção de água no solo, das condições atmosféricas que afetam a evapotranspiração, e da espécie de planta considerada. O ecologista tem quase a mesma visão do fitotecnista. O seu conceito de seca, entretanto, difere em um ponto fundamental: enquanto o ecologista preocupa-se com os efeitos da seca na "sobrevivência da espécie", o fitotecnista está interessado nos seus efeitos sobre a "produção agrícola". Esta diferença, como veremos mais adiante, é muito importante quando se pensa em utilizar xerófitas nativas para exploração agrícola.

O termo "xerófita" foi introduzido por Warming em 1895 (Seddon 1974), para caracterizar plantas que conseguem viver em ambientes áridos, ou seja, plantas que conseguem completar seu ciclo vital em regiões carentes de água. É, portanto, um conceito ecológico e essencialmente qualitativo, pois não estabelece limites definidos de carência hídrica. O xerofitismo é uma resposta evolutiva do vegetal a uma pressão de seleção exercida pelo ambiente desfavorável, em termos de suprimento de água para a planta. As xerófitas sofreram alterações, durante a evolução, alterações estas que têm caráter adaptativo profundamente ligado ao fenômeno de sobrevivência, ou seja, à necessidade de assegurar o completo desenvolvimento do ciclo vital da espécie. O termo xerófita é, atualmente, usado para designar "plantas resistentes à seca".

E o que vem a ser "planta tolerante à seca"?

Quanto ao significado deste termo não há concordância entre os diversos autores. Alguns consideram como tolerantes apenas as plantas que são capazes de sobreviver - completar seu ciclo de vida - com baixos conteúdos de água em seus tecidos (Arnon 1975, O'Toole & Chang 1979, Levitt 1980). Outros incluem nesta categoria todas as plantas resistentes à seca, excluindo apenas aquelas que "fogem à seca" (efêmeras), ou seja, as que evoluíram no sentido de reduzir o seu ciclo vital, de modo a completá-lo antes que sobrevenha o período de deficiência hídrica (May & Milthorpe 1962, Turner 1979, Kramer 1980, Jones et al. 1981, Kramer 1983).

Mecanismos de resistência à seca

Podemos dizer que "resistência à seca" é o termo genérico que caracteriza os diferentes mecanismos encontrados nas plantas superiores que representam a resposta evolutiva do vegetal à pressão de seleção exercida pela "seca". Existem, basicamente, três mecanismos: fuga à seca, tolerância à seca em altos níveis de potencial hídrico e tolerância à seca em baixos níveis de potencial hídrico.

Fuga à seca - Neste caso, a planta possui a habilidade de completar o seu ciclo vital antes que seus tecidos atinjam um déficit hídrico de tal magnitude que possa afetar seu desenvolvimento normal. Nas comunidades vegetais encontradas nos desertos e em algumas regiões semi-áridas, existem várias espécies - plantas efêmeras - que com o advento das chuvas, germinam, crescem, florescem e produzem sementes rapidamente, de modo que conseguem completar todo o seu desenvolvimento fenológico antes que o teor de umidade do solo caia a níveis que possam causar-lhes dano. Algumas destas plantas efêmeras possuem a capacidade de produzir flores com o mínimo de desenvolvimento vegetativo. Quando chove pouco, elas apresentam reduzido crescimento vegetativo, produzem número reduzido de flores e, em consequência, também de sementes; mas se a disponibilidade de água no solo é "grande", elas apresentam vigoroso crescimento vegetativo, muitas flores e muitas sementes. Esta "versatilidade" de desenvolvimento, que tecnicamente se denomina de plasticidade de desenvolvimento, é um mecanismo de sobrevivência muito importante, porque garante uma boa produção de sementes nos anos "úmidos", de modo a possibilitar o não desaparecimento da espécie sob efeito de períodos prolongados de secas.

As efêmeras, portanto, possuem dois mecanismos de resistência à seca: rápido desenvolvimento fenológico e plasticidade de desenvolvimento.

Tolerância à seca em altos níveis de potencial hídrico - Tal mecanismo determina a existência de um grupo onde se incluem as espécies que possuem a habilidade de retardar a perda d'água ou de aumentar a sua absorção, de modo que conservam em seus tecidos um alto "status hídrico", mesmo quando as condições ambientais são desfavoráveis (baixa umidade do solo ou alta demanda evaporativa do ar). Alguns autores denominam os indivíduos que se enquadram nesta categoria de plantas que evitam a seca (Arnon 1979, O'Toole & Chang 1979, Levitt 1980); mas na realidade, o que elas evitam é a desidratação dos seus tecidos (Jones et al. 1981). Seria mais lógico denominar de plantas que evitam a seca àquelas classificadas como efêmeras (Kramer 1983), às quais nos referimos no item anterior.

Dentre os mecanismos responsáveis pelo retardamento da desidratação nas plantas, existem, como vimos, os que acarretam aumento da capacidade de absorção de água e os que resultam em diminuição da perda d'água (redução da transpiração).

Uma característica comumente observada nas plantas resistentes à seca é que elas possuem uma grande proporção de sua massa total concentrada no sistema radicular. Arbustos e gramíneas perenes encontrados em regiões áridas e semi-áridas podem chegar a ter 90% de seu peso total no sistema radicular, reduzindo-se o peso seco da parte aérea a apenas 10% do peso seco total (Fisher & Turner 1978). Este aumento em massa do sistema radicular pode significar raízes profundas ou alta densidade do sistema radicular (Turner 1979). Tal adaptação garante, em grande parte, uma absorção de água suficiente para manter um "ritmo transpiratório normal", assegurando, portanto, a manutenção de um bom "status hídrico" nos tecidos do vegetal. Se, por um lado, a mencionada característica assegura a manutenção da capacidade de retirar água do solo, por outro, "obriga" a planta a investir grande parte da sua produção em biomassa no sistema radicular, em detrimento da parte aérea, valendo notar que raízes nem sempre podem ser aproveitadas na exploração agrícola comercial.

Outro aspecto que tem sido negligenciado pela maioria dos autores é o da resistência oferecida pela raiz ao fluxo de água do solo para a planta, bem como as demais resistências ao movimento de água existentes dentro da planta (Turner

1979, Jones et al. 1981). Se tais resistências forem altas, não haverá água disponível para os centros metabolicamente ativos da parte aérea.

Encontram-se, nas xerófitas, vários mecanismos responsáveis pela diminuição da perda d'água (Turner 1979, Jones et al. 1981, Turner & Begg 1981, Kramer 1983). De maneira geral, eles se enquadram em três tipos:

- a. os que provocam aumento na resistência cuticular ou estomatal (redução no número de estômatos por unidades de área foliar, redução no diâmetro do poro estomático, localização de estômatos apenas em uma das superfícies da folha, presença de pelos e ceras na superfícies foliar, estômatos em criptas e controle estomático);
- b. os que reduzem a quantidade de radiação absorvida pelas folhas (presença de pelos, ceras e sais que aumentam a reflectância da superfície foliar e movimento das folhas de modo a diminuir a superfície exposta à radiação);
- c. os que são responsáveis pela redução da área do vegetal mais sujeita à evaporação (compactação da copa, diminuição da área ou aumento da espessura foliar e queda das folhas mediante pronta formação da camada de abscisão).

Infelizmente, todos esses mecanismos que as plantas resistentes à seca desenvolveram ao longo de sua evolução e que são responsáveis pela redução da perda d'água, também resultam em diminuição na assimilação de carbono (produção de biomassa), com os conseqüentes efeitos na produtividade. Se, por um lado, estas características são importantes para a sobrevivência das plantas em ambientes áridos, o mesmo não pode ser dito quando se pensa na exploração agrícola comercial, que pressupõe taxas fotossintéticas as mais altas possíveis.

Tolerância à seca em baixos níveis de potencial hídrico - Na discussão da tolerância à seca em baixos níveis de potencial hídrico é fundamental distinguir duas ordens de mecanismos: a) os que são responsáveis pela adaptabilidade dos tecidos vegetais a baixos potenciais hídricos, sem grandes prejuízos para os processos necessários ao crescimento, desenvolvimento e produção; b) aqueles que permitem ao protoplasma celular sobreviver à desidratação, conseguindo as plantas recuperação do déficit hídrico após colocadas em ambientes favoráveis.

A manutenção da turgescência celular (pressão de turgescência) com o declínio do potencial hídrico é fundamental para que haja expansão da célula e, em conseqüência, crescimento foliar (Kramer 1983). A abertura e fechamento dos estômatos - que é regulada por diferenças em pressão de turgescência das células-guarda -, influencia a transpiração e a fotossíntese. Além disso, a manutenção da turgescência é crucial para o funcionamento normal de outros processos fisiológicos e bioquímicos da célula (Hsiao 1973, Hsiao et al. 1976, Turner 1979, Kramer 1983). Portanto, a habilidade que possuem certas xerófitas de manter a pressão de turgescência em níveis suficientemente elevados, de modo a garantir os processos necessários ao crescimento, mesmo havendo redução do potencial hídrico de seus tecidos, é um mecanismo importante de resistência à seca.

Dois fenômenos podem contribuir para a manutenção da pressão de turgescência quando há diminuição do potencial hídrico: redução do potencial osmótico como conseqüência do aumento na concentração de solutos osmoticamente ativos - ajustamento osmótico - e existência de tecidos com alta elasticidade.

Como podem os tecidos foliares manter a pressão de turgescência quando há diminuição de potencial hídrico?

Teoricamente, isto poderá ocorrer quando houver ajustamento osmótico ou se houver aumento da elasticidade celular.

Para ilustrar a primeira situação (ajustamento osmótico), suponhamos que determinada planta possui nas células do tecido foliar um potencial hídrico de -10 bar, um potencial osmótico de -20 bar e uma pressão de turgescência de 10 bar.

Poderá, esta planta, manter a pressão de turgescência das células do tecido foliar em 10 bar se o teor de água do solo decrescer, acarretando, em conseqüência, uma diminuição do potencial hídrico das células, digamos, para -30 bar. Isto porque, se

POSSIBILIDADES DE EXPLORAÇÃO DE LAVOURAS XERÓFILAS

as paredes celulares do tecido forem mais ou menos rígidas e suas células tiverem a capacidade de aumentar a concentração de solutos osmoticamente ativos (diminuir o potencial osmótico), a pressão de turgescência poderá ser mantida em 10 bar. As equações abaixo ilustram o que acabamos de afirmar.

Situação inicial (solo com alta umidade);

$$\Psi_w(-10) = \Psi_p(10) + \Psi_s(-20);$$

Situação final (solo com baixo teor de umidade);

$$\Psi_w(-30) = \Psi_p(10) + \Psi_s(-40).$$

A este mecanismo de manutenção da pressão de turgescência em baixos níveis de potencial hídrico, à custa da diminuição do potencial osmótico, denomina-se ajustamento osmótico. Convém salientar que pode ocorrer acumulação de solutos, mesmo quando não há diminuição significativa do volume celular.

No caso do aumento da elasticidade celular, quando o potencial hídrico diminuir, haverá redução do volume celular, partindo-se da premissa de que as paredes das células do tecido foliar são elásticas. Esta diminuição em volume irá "concentrar" o suco celular e provocar a diminuição do Ψ_s necessária à manutenção de Ψ_p .

O ajustamento osmótico já foi demonstrado em várias espécies de plantas resistentes à seca (Slatyer 1967, Kramer 1969, Turner 1979, Jones et al. 1981, Turner & Begg 1981, Kramer 1983) e os solutos que se acumulam nestas espécies podem ser íons (Na^+ , K^+ , Cl^- e outros), carboidratos (glicose, frutose e sacarose), aminoácidos (prolina), compostos de amoníum quaternário (betainas) e ácidos orgânicos (Aspinall & Paleg 1981, Jones & Storey 1981, Jones et al. 1981, Kramer 1983).

O aumento da elasticidade celular, apesar de ser um mecanismo teoricamente possível, as evidências experimentais de sua ocorrência nas plantas resistentes à seca ainda são indiretas (Turner 1979, Jones et al. 1981).

De qualquer modo, esses mecanismos são importantes, porque além de terem valor adaptativo, não devem acarretar redução no crescimento do vegetal.

Finalmente, existem plantas que conseguem sobreviver, mesmo quando seus tecidos são quase totalmente desidratados. São popularmente denominadas de revivescerentes ('ressurrection plants'), porque, após sofrerem intensa desidratação, são capazes de se recuperar quando expostas a ambientes em que haja água disponível (Turner 1979, Jones et al. 1981, Kramer 1983). Um exemplo da situação aqui aludida encontramos no jericó (*Selaginella convoluta*). As bases fisiológicas que explicam este tipo de comportamento ainda estão no campo da especulação (Kramer 1983). Talvez, o ponto importante que deve ser enfatizado seja aquele que se refere ao mecanismo de resistência à seca, que visa essencialmente à sobrevivência da espécie, quando ela é exposta a uma situação extrema de carência hídrica, considerada mesmo como "catastrófica". É, portanto, um mecanismo adaptativo a que não se pode atribuir valor agrônomo.

Resistência à seca e produtividade

Como a produtividade vegetal depende, basicamente, da atividade fotossintética, qualquer mecanismo de resistência à seca que afete a fotossíntese tem influência negativa na produtividade.

Analisando-se os efeitos dos diferentes mecanismos de resistência à seca sobre a fotossíntese (Tabela 1), observa-se que, excluindo os de "fuga à seca", aqueles que aumentam a capacidade de absorção de água e os que mantêm a pressão de turgescência dos tecidos não reduzem a atividade fotossintética.

Convém lembrar que até mesmo os mecanismos aqui destacados podem reduzir a produtividade. Sabe-se, por exemplo, que um sistema radicular profundo ou denso desenvolve-se à custa do direcionamento para as raízes de substancial par-

te do que a planta assimila durante a fotossíntese, em detrimento de investimentos na parte aérea, onde, em geral, se localizam os órgãos do vegetal que normalmente são objeto de exploração econômica (caule, folha, flor, fruto ou semente). O ajustamento osmótico, que é um mecanismo importante, por não provocar, diretamente, redução na atividade fotossintética, também pode ser questionado, pois seus "custos metabólicos" ainda não foram computados com precisão. Há quem sugira que a acumulação de substâncias orgânicas durante o processo de ajustamento osmótico se faz em detrimento do crescimento (Munns & Weir 1981). Outros, todavia, afirmam que, por ser este processo reversível, a inibição é recompensada quando se elimina o déficit hídrico (Kramer 1983). O aumento da elasticidade celular, por ser um mecanismo cujas evidências experimentais são indiretas (Turner 1979, Jones et al. 1981), tem, no momento, apenas valor acadêmico, não se podendo aprofundar sua importância para a produção agrícola.

TABELA 1. Mecanismos de resistência à seca e seus efeitos na atividade fotossintética. Adaptado de Turner (1979) e de Jones et al. (1981).

Mecanismo	Atividade fotossintética*
1. Fuga à seca	
1. Rápido desenvolvimento fenológico.	Não há redução
2. Plasticidade de desenvolvimento.	Não há redução
2. Tolerância à seca em altos níveis de Ψ_w	
Aumento da capacidade de absorção de água	
1. Aumento da profundidade ou densidade do sistema radicular.	Não há redução
2. Redução da resistência ao fluxo de água do solo para as folhas.	Não há redução
Redução da perda d'água	
1. Aumento da resistência cuticular ou estomatal.	Há redução
2. Redução da quantidade de radiação absorvida pelas folhas.	Há redução
3. Redução da área do vegetal mais sujeita a evaporação.	Há redução
3. Tolerância à seca em baixos níveis de Ψ_w	
Manutenção da pressão de turgescência	
1. Ajustamento osmótico.	Não há redução
2. Aumento da elasticidade celular**.	Não há redução
Tolerância à dessecação.	Há redução

* Produção de matéria seca por unidade de área foliar.

** As evidências são indiretas.

Exploração econômica de xerófitas nativas

Não existem muitos exemplos de aproveitamento de xerófitas nativas. Alguns autores são de opinião de que estas plantas não devem ser exploradas objetivando a produção de biomassa, dada a sua baixa produtividade (Whaley 1952, Arnon 1972, Koller 1977). Todavia, em situações especiais, elas têm sido exploradas como extrativas (Duque 1964, 1982, Arnon 1972), especialmente de produtos secundários com elevado valor da relação preço/peso, como, por exemplo: alcalóides, tanino, vernizes, especiarias, ceras, borracha, óleos secativos, óleos essenciais, óleos comestíveis e algumas substâncias com propriedades farmacológicas (Duque 1964, 1982, Arnon 1972, Craveiro et al. 1981).

Mesmo nas regiões onde se vem fazendo a exploração de xerófitas como extrativas, a sua economicidade é questionável, dada a instabilidade a que está sujeita. Esta deve-se a dois fatores principais: 1 - a distribuição das plantas nos estandes naturais é difusa, requerendo grande disponibilidade de mão-de-obra de baixo cus-

to (Arnon 1972); 2 - os produtos explorados estão, em geral, sujeitos à competição com a indústria química, que pode lançar no mercado sucedâneos sintéticos de custo bem mais baixo (Brasil. Presidência da República 1984).

Existem, ainda, situações em que a exploração econômica das xerófitas torna-se viável porque há elevação anormal no preço de certos produtos, em decorrência de guerras ou de políticas governamentais que impedem a importação de determinadas matérias-primas. Entretanto, em épocas normais, sua exploração pode tornar-se antieconômica. Exemplos que se enquadram em tais situações são, entre outros, os do guayule (*Parthenium argentum*), nos Estados Unidos da América; os da maniçoba (*Manihot glaziovii* e *M. piauhiensis*), no Brasil; e os do kok-saghys (*Scorzera tau-saghys* e *Taraxacum kok-saghys*), na União Soviética (Arnon 1972, Brasil. Presidência da República 1984).

As pesquisas realizadas no sentido de passar xerófitas nativas com potencial econômico, do estágio de extrativas para o de culturas, não têm surtido os efeitos desejados (Arnon 1972, Koller 1977, Lopes Neto 1981), o que pode ser atribuído, em grande parte, ao conflito existente entre produtividade e resistência à seca, ao qual nos referimos anteriormente. Acresce que xerófitas nativas com potencial econômico, quando cultivadas sob condições consideradas "ótimas" de suprimento d'água, com vistas a intensificar-lhes a capacidade produtiva, têm, em geral, reduzida a percentagem dos constituintes de valor comercial, exatamente os que são elaborados pelas plantas, associados, via de regra, a "mecanismos de proteção" contra a aridez do meio ambiente (Arnon 1972).

A utilização de xerófitas nativas para constituição de pastagens e para exploração de madeira em áreas consideradas marginais para a agricultura, pode constituir-se em alternativa recomendável. No caso das pastagens, a exploração poderá ser viabilizada se a baixa produtividade das plantas for contornada com a seleção das que se distinguem como produtoras de forragem de boa qualidade (Johnson et al. 1981) e com a adoção de práticas adequadas de manejo (Araújo Filho et al. 1982). As plantas arbóreas e arbustivas produtoras de madeira, apesar de também possuírem baixa produtividade, especialmente quando comparadas com as espécies silvícolas tradicionais, oferecem possibilidade para atendimento das necessidades locais, notadamente no que se refere a estacas, dormentes, lenha e, em alguns casos, para uso na construção civil e na marcenaria (Tigre 1964, 1968, Duque 1982).

Alternativa de exploração agrícola no semi-árido brasileiro

As considerações acima nos levam à conclusão de que as chamadas "lavouras xerófilas" são de pequena viabilidade. As experiências até então realizadas nas diversas regiões áridas e semi-áridas do globo não têm surtido os efeitos desejados. Este fato deve-se, basicamente, à existência do conflito entre produtividade e a maioria dos mecanismos de resistência à seca encontrados nas xerófitas nativas. Portanto, o desafio que se apresenta é a compatibilização das características conflitantes. A nosso ver, será mais fácil do que tentar a domesticação de xerófitas nativas, transferir, por seleção e melhoramento genético, algumas características de adaptabilidade à seca para plantas mesófilas que possuam boa produtividade.

Nas culturas tradicionais, existe uma grande variabilidade de comportamento das diferentes espécies ou das diferentes cultivares de uma mesma espécie, no que respeita à adaptação à seca. O milheto (*Pennisetum americanum*), o sorgo (*Sorghum bicolor*), o algodão (*Gossypium* sps.), o guandu (*Cajanus cajan*), a mandioca (*Manihot esculenta*), a mamona (*Ricinus communis*), o gergelim (*Sesamum indicus*), o sisal (*Agave sisalana*), o cajueiro (*Anacardium occidentale*) e a goiabeira (*Psidium guajava*) constituem exemplos de plantas cultivadas que são exploradas economicamente em diversas regiões semi-áridas do mundo e que possuem características de adaptabilidade à seca.

A variabilidade genética da maioria das espécies acima referidas (Morgan 1980), associada ao conhecimento das respectivas respostas ao déficit hídrico (Ferreira et al. 1979), a identificação das características que conferem maior adaptabilidade

à seca (Turner & Begg 1981) e de suas herdabilidades (Souza et al. 1983a, b), poderão permitir, a médio prazo, a seleção e melhoramento de culturas que sejam, no semi-árido, mais adaptadas à exploração agrícola em condições de sequeiro. Esta proposição é perfeitamente viável e possui mais respaldo científico do que a domesticação de xerófitas nativas (Hurd 1971, Johnson 1980, Jordan & Miller 1980, Morgan 1980, Turner & Begg 1981, Blum 1983, Castleberry 1983, Burton 1983).

Ao invés de insistir, sem as necessárias reservas, na domesticação de xerófitas nativas, dever-se-ia dar prioridade ao melhoramento genético de plantas cultivadas, objetivando aumentar-lhes a resistência à seca. Ao mesmo tempo, seria recomendável incentivar pesquisas no sentido de desenvolver práticas de manejo das culturas, do solo e da água, que sejam mais adequadas às condições do trópico semi-árido brasileiro.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece as inúmeras sugestões feitas durante a elaboração deste trabalho pelos professores Francisco José Alves Fernandes Távora, Luiz Gonzaga Rebouças Ferreira e Prisco Bezerra.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, R.G.M. & MONTEIRO, D.C. A cultura da jojoba no Nordeste do Brasil. Fortaleza, BNB/ETENE/UFCE, 1982. 64p. (Estudos Econômicos e Sociais, 15).
- ARAÚJO FILHO, J.A.; TORRES, S.M.; GADELHA, J.A.; MACIEL, D.F. & CATTUNDA, A.G. Estudos de pastagem nativa do Ceará. Fortaleza, BNB/ETENE/UFCE, 1982. 75p. (Estudos Econômicos e Sociais, 13).
- ARNON, I. Crop production in dry regions; background and principles. London, L. Hill, 1972. v. 1.
- ARNON, I. Physiological principles of dry land crop production. In: GUPTA, U. S., ed. Physiological aspects of dry land farming. New Dehli, Oxford Press, 1975. p.3-145.
- ASPINALL, D. & PALEG, L.G. Proline accumulation; physiological aspects. In: PALEG, L.G. & ASPINALL, D., ed. The physiology and biochemistry of drought resistance in plants. New York, Academic Press, 1981. p.206-41.
- BLUM, A. Breeding programs for improving crop resistance to water stress. In: RAPER JUNIOR, D. & KRAMER, P.J., ed. Crop reactions to water and temperature stress in humid temperate climates. Boulder, Westview Press, 1983. p.263-75.
- BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Planejamento. Programa de ação; trópico semi-árido. Brasília, SEPLAN/CNPq, 1984. 197p.
- BURTON, G.W. Breeding programs for stress tolerance in forage and pasture crops. In: RAPER JUNIOR, D. & KRAMER, P.J., ed. Crop reactions to water and temperature stress in humid temperate climates. Boulder, Westview Press, 1983. p.289-96.
- CASTLEBERRY, R.M. Breeding program for stress tolerance in corn. In: RAPER JUNIOR, D. & KRAMER, P.J., ed. Crop reactions to water and temperature stress in humid temperate climates. Boulder, Westview Press, 1983. p.277-87.
- CRAVEIRO, A.A.; FERNANDES, A.G.; ANDRADE, C.H.S.; MATOS, F.J.A.; ALENCAR, J.W. & MACHADO, M.I.L. Óleos essenciais de plantas do Nordeste. Fortaleza, Ed. UFCE, 1981. 209p.

- DUQUE, J.G. O Nordeste e as lavouras xerófilas. Fortaleza, BNB/ETENE, 1964. 237p.
- DUQUE, J.G. Solo e água no Polígono das Secas. 5. ed. Mossoró, ESAM/Fund. Guimarães Duque/CNPq, 1980. 273p. (Coleção Mossoroense, 142).
- DUQUE, J.G. Perspectivas nordestinas. Fortaleza, BNB/ETENE, 1982. 337p.
- FERREIRA, A.B.H. Novo dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1975. 1517p.
- FERREIRA, L.G.R.; SOUZA, J.G. & PRISCO, J.T. Effect of water deficit on proline accumulation and growth of two cotton genotypes of different drought resistances. *Z. Pflanzenphysiol.*, 93:189-99, 1979.
- FISHER, R.A. & TURNER, N.C. Plant productivity in the arid and semi-arid zones. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 29:277-317, 1978.
- GUERRA, P.B. A civilização da seca. Fortaleza, MINTER/DNOCS, 1981. 324p.
- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 24:519-70, 1973.
- HSIAO, T.C.; ACEVEDO, E.; FERERES, E. & HENDERSON, D.W. Stress metabolism; water stress, growth, and osmotic adjustment. *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B*, 273:479-500, 1976.
- HURD, E.A. Can we breed for drought resistance? In: LARSON, K.L. & EASTIN, J.D., ed. *Drought injury and resistance in crops*. Madison, Crop Sci. Soc. Am., 1971. p.77-88.
- JOHNSON, D.A. Improvement of perennial herbaceous plants for droughtstressed western rangelands. In: TURNER, N.C. & KRAMER, P.J., ed. *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. New York, Wiley-Interscience, 1980. p.419-33.
- JOHNSON, D.A.; RUMBAUGH, M.D. & ASAY, K.H. Plant improvement for semi-arid rangelands; possibilities for drought resistance and nitrogen fixation. *Plant Soil*, 58:279-303, 1981.
- JONES, M.M.; TURNER, N.C. & OSMOND, C.B. Mechanisms of drought resistance. In: PALEG, L.G. & ASPINALL, D., ed. *The physiology and biochemistry of drought resistance in plants*. New York, Academic Press, 1981. p.15-37.
- JONES, R.G.W. & STOREY, R. Betaines. In: PALEG, L.G. & ASPINALL, D., ed. *The physiology and biochemistry of drought resistance in plants*. New York, Academic Press, 1981. p.172-204.
- JORDAN, W.R. & MILLER, F.R. Genetic variability in sorghum root systems; implications for drought resistance. In: TURNER, N.C. & KRAMER, P.J., ed. *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. New York, Wiley-Interscience, 1980. p.383-99.
- KOLLER, D. Physiological limits to crop production. In: MUNDLAK, Y. & SINGER, S.F., ed. *Arid zone development; potentialities and problems*. Cambridge, Mass., Ballinger, 1977. p.157-73.
- KRAMER, P.J. Drought, stress, and the origin of adaptations. In: TURNER, N.C. & KRAMER, P.J., ed. *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. New York, Wiley-Interscience, 1980. p.7-20.
- KRAMER, P.J. *Plant and soil water relationships; a modern synthesis*. New York, McGraw-Hill, 1969. 482p.
- KRAMER, P.J. *Water relations of plants*. New York, Academic Press, 1983. 489p.
- LEVITT, J. *Response of plants to environmental stresses; water, radiation, salt, and other stresses*. 2. ed. New York, Academic Press, 1980. v.2.
- LOPES NETO, A. *Algumas informações sobre jojoba*. Fortaleza, SEPLAN/IPLANCE, 1981. 102p.
- MAY, L.H. & MILTHORPE, F.L. Drought resistance of crop plants. *Field Crop Abstr.*, 15:171-9, 1962.

- MORGAN, J.M. Differences in adaptation to water stress within crop species. In: TURNER, N.C. & KRAMER, P.J., ed. *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. New York, Wiley-Interscience, 1980. p.369-82.
- MUNNS, R. & WEIR, R. Contribution of sugars to osmotic adjustment in elongating and expanded zones of wheat leaves during moderate water deficits at two light levels. *Aust. J. Plant Physiol.*, 8:93-105, 1981.
- O'TOOLE, J.C. & CHANG, T.T. Drought resistance in cereals; rice a case study. In: MUSSELL, H. & STAPLES, R.C., ed. *Stress physiology of crop plants*. New York, Wiley-Interscience, 1979. p.373-405.
- SEDDON, G. Xerophytes, xeromorphs and sclerophylls; the history of some concepts in ecology. *Biol. J. Linn. Soc.*, 6:65-87, 1974.
- SLATYER, R.O. *Plant-water relationships*. New York, Academic Press, 1967. 366p.
- SOUZA, J.G.; BARROS, A.C.Q.T. & SILVA, J.B. V. da. Reserva de hidratos de carbono e resistências do algodoeiro à seca. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(3):269-73, mar. 1983a.
- SOUZA, J.G.; SILVA, J.B. V. da; BARRETO NETO, M. & GILES, J.A. Velocidade de crescimento da raiz como parâmetro de resistência à seca no algodoeiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(2):169-72, fev. 1983b.
- TIGRE, C.B. Guia para o reflorestamento do Polígono das Secas. Fortaleza, MVOP/DNOCS, 1964. 53p. (Série I-A, 242).
- TIGRE, C.B. *Silvicultura para as matas xerófilas*. Fortaleza, MINTER/DNOCS, 1968. 176p. (Série I-A, 225).
- TURNER, N.C. Drought resistance and adaptation to water deficit in crop plants. In: MUSSELL, H. & STAPLES, R.C., ed. *Stress physiology in crop plants*. New York, Wiley-Interscience, 1979.
- TURNER, N.C. & BEGG, J.E. Plant-water relations and adaptation to stress. *Plant Soil*, 58:97-131, 1981.
- WHALEY, W.G. Arid lands and plant research. *Sci. Mon.*, 75:228-33, 1952.