



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

ALTERAÇÕES METABÓLICAS OCORRIDAS NA MAMONEIRA, CULTIVAR BRS 188 PARAGUAÇÚ EM FUNÇÃO ESTRESSE HÍDRICO

Napoleão Esberard de Macedo Beltrão¹, Gleibson Dionízio Cardoso¹, Liv Soares Severino¹, Márcia Maria Bezerra Guimarães², Uilma Cardoso de Queiroz³. (1) Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, 58107720, Campina Grande, PB. e-mail: nbeltrao@cnpa.embrapa.br; gleibson@cnpa.embrapa.br; liv@cnpa.embrapa.br. (2) Universidade Estadual da Paraíba, e-mail: marcia.m.b.g@ibest.com.br. (3) UFPB, Campus II, Rua Aprígio Veloso, Estagiária da Embrapa Algodão. Telefone: (83) 341-3608 – Ramal 2082. e-mail: uilmaqueiroz@uol.com.br

RESUMO

Objetivando-se verificar os efeitos do estresse hídrico (deficiência e excesso), por vários períodos de tempo, no metabolismo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) na fase inicial do seu crescimento, um experimento em condições de casa-de-vegetação foi conduzido na sede da Embrapa Algodão localizada em Campina Grande, Paraíba, no ano de 2001. Foram testados sete tratamentos com cinco repetições, em condições controladas delineamento de blocos ao acaso e esquema de análise fatorial 3 x 2 + 1, sendo os fatores períodos de duração do estresse (2, 4 e 6 dias) e dois tipos ou natureza do estresse, deficiência ou excesso, mais uma testemunha absoluta, sem estresse. Verificou-se independência entre os fatores estudados para todas as variáveis computadas. No tocante a duração do estresse, somente as variáveis atividade da invertase e o teor de amido nas folhas foram significativamente alteradas, sendo com seis dias de estresse a atividade da invertase foi reduzida 18,47% em relação ao estresse por dois dias e de 16,43% com relação a testemunha sem estresse. Com relação ao tipo do estresse foi verificado que o excesso de água, e conseqüente hipoxia incrementou a atividade da enzima beta-amilase 34,13% quando comparada ao tratamento com deficiência hídrica e de 50,48% com relação a testemunha.

INTRODUÇÃO

A Mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma das principais oleaginosas do mundo, com a singularidade de não ter o óleo comestível, e o único que a natureza construiu, glicídico, que é solúvel em álcool (WEISS, 1983, FREIRE, 2001), constituindo em média, nas cultivares comerciais, cerca de 48%, em termos de produto bruto nas sementes (MAMONA, 1967, citado por HEMERLY, 1981). É uma espécie pertencente a família euphorbiaceae, heliófila, de razoável nível de xerofitismo e de ampla capacidade de adaptação (MAZZANI, 1983 e AMORIM NETO et al., 2001), necessitando de chuvas regulares durante a fase vegetativa e de períodos secos na maturação dos frutos. De acordo com Távora (1982) e Bahia (1995) a maior exigência de água pela mamoneira ocorre no início da fase vegetativa. Para Silva (1981) a mamoneira é muito exigente em calor e sensível ao excesso de umidade no solo, o que também é dito por Mazzani (1983) e Weiss (1983).

Apesar de ser muito importante como planta produtora de um óleo de larga aplicação industrial



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

(CHIERICE & CLARO NETO, 2001), pouco se conhece dos efeitos do estresse hídrico por deficiência ou por excesso, com correlata hipoxia ou mesmo anoxia no metabolismo e na bioquímica da mamoneira, em especial nas fases iniciais de seu crescimento e desenvolvimento.

Objetivou-se com este trabalho verificar os efeitos do estresse hídrico (deficiência e excesso) e o tempo de duração no metabolismo da mamoneira, cultivar BRS 188 Paraguaçu na sua fase inicial do crescimento, antes do início da floração para a emissão do primeiro cacho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em condições de casa-de-vegetação, com controle parcial do ambiente, localizada em Campina Grande, Paraíba e pertencente a Embrapa Algodão no ano de 2001, com a semeadura realizada em 30 de agosto. Foi utilizada a cultivar BRS 188 Paraguaçu, de mamona que tem ciclo em torno de 235 dias, de frutos semi-indeiscentes e teor de óleo nas sementes em média de 48%, de acordo com a EMBRAPA (1999). Cada unidade experimental foi constituída de um vaso de plástico, com volume de 20 litros. Cada vaso foi preenchido com solo misturado com 10% de esterco de curral bem curtido, e passado em peneira de 2,0mm. Cada vaso foi preenchido com o solo, deixando-se 3,0cm livre para se aplicar os tratamentos e evitar que houvesse transbordamento de água, quando das irrigações. Em cada vaso foram semeadas três sementes, deixando-se após o desbaste uma planta por vaso. Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições e sete tratamentos, com esquema de análise fatorial $2 \times 3 + 1$, sendo os fatores: duas condições de estresse hídrico, deficiência e excesso, três períodos de duração do estresse (2, 4 e 6 dias) e um tratamento adicional, testemunha, sem estresse. As avaliações foram realizadas aos 53 dias do plantio antes do início da floração para a emissão do primeiro cacho e com altura média, na testemunha, de 54cm e no estágio de seis a sete folhas, incluindo as duas cotiledonares.

Foram avaliadas as seguintes variáveis relacionadas com o metabolismo da planta: amido e açúcares solúveis nas folhas e nas raízes, proteínas nas folhas e atividade das enzimas β -amilase e invertase nas folhas. As determinações foram realizadas aos 52 dias a partir da emergência das plântulas, que levaram cerca de oito dias para germinarem. As amostras das folhas, discos de 1,2cm de diâmetro, foram retiradas da terceira folha contada a partir do ápice da planta. Os discos foram macerados com 10ml de uma solução tampão, com pH = 5 para as determinações das enzimas β -amilase e invertase, além do conteúdo de proteínas solúveis na folha. O teor de proteína foi determinado utilizando-se a metodologia de Lowry et al. (1951). A redução dos açúcares solúveis resultante das atividades das enzimas β -amilase e invertase foi medida usando-se a metodologia preconizada por Bernfeld (1955). Os teores de açúcares solúveis e amido foram determinados via



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

metodologias preconizadas por Ashwel (1957) e McCready et al. (1950). Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA), as médias foram comparadas pelo Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se verificou significância em nenhuma das interações entre os dois fatores estudados, o que significa que eles foram independentes entre si, (Tabela 1). Apesar dos danos externos, com (redução da altura das plantas e área foliar), não se verificou distúrbios significativos nas variáveis ligadas ao metabolismo das plantas, em especial dos açúcares (Tabela 1).

Não houve diferenças significativas para a variável proteínas solúveis nas folhas (Tabela 2), das quais a Rubisco (mais importante) e ligada diretamente a assimilação clorofiliana das plantas, responsável pela fixação inicial do CO₂ no processo fotossintético, representando mais de 50% das proteínas solúveis do cloroplasto das plantas (LARCHER, 2000). Com relação à enzima β -amilase, que é a (1-4)-glucan-malto-hidrolase, que ataca a amilose e a amilopectina componentes do amido, polissacarídeo de reserva das plantas (LEHNINGER, 1976), e exoamilase, que ataca o amido formando maltose da amilose e maltose e dextrina da amilopectina (CONN & STUMPF, 1980), verifica-se que o estresse anoxítico elevou significativamente a atividade dela em relação ao estresse hídrico por deficiência de água e que a duração do estresse não alterou a atividade desta proteína funcional. Este fato permite acreditar que a planta em estresse por excesso de água no ambiente edáfico, com depilação completa do oxigênio (anoxia) pode promover a hidrólise do amido de reserva para se ajustar no equilíbrio osmótico para tentar reverter o processo nefasto da falta de oxigênio.

A enzima invertase, que funciona desdobrando a sacarose (diholossídeo), formado por uma molécula de glicose e uma de frutose, sendo um açúcar não redutor e o principal no deslocamento via floema das plantas (STREET & OPIK, 1974), foi pouco afetada pelas condições impostas as unidades experimentais (Tabela 2). Em geral houve uma tendência para a redução dos carboidratos solúveis e o amido nas raízes das plantas submetidas ao estresse anoxítico, fato que não ocorreu nas folhas, (Tabela 2).

CONCLUSÕES

- O estresse hídrico, em especial por excesso, com conseqüente anoxia no meio edáfico, altera o metabolismo da mamoneira, na sua fase jovial, cultivar BRS 188 Paraguaçu, em especial a atividade da enzima β -amilase que tem sua atividade aumentada com este tipo de estresse com relação à testemunha e a planta submetida ao estresse hídrico por deficiência hídrica;



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

- Os teores de amido e de açúcares solúveis nas raízes das plantas de mamona, cultivar BRS 188 Paraguaçu, na sua fase jovial, são incrementados quando as plantas são submetidas a anoxia radicular quando comparado com o estresse hídrico por deficiência hídrica.



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

Tabela 1. Resumos das análises de variância dos dados das variáveis conteúdo de proteínas na folha ($\mu\text{g. cm}^{-2}$), conteúdo de β -amilase na folha ($\mu\text{g. glucose.cm}^{-2}$), na folha ($\text{mg. glucose. g}^{-1}$ M. Seca), conteúdo de carboidratos solúveis na folha ($\text{mg. Glucose. g}^{-1}$ M. Seca), conteúdo de amido na raiz ($\text{mg. glucose. g}^{-1}$ M. Seca) conteúdo de carboidratos na raiz ($\text{mg. Glucose. g}^{-1}$ M. Seca). Alterações químicas e bioquímicas na mamoneira (cultivar BRS 188-Paraguaçu), na fase inicial, submetido ao estresse hídrico (deficiência e excesso). Campina Grande, PB. 2001.

Quadrado Médio									
Fontes de Variação	GL	Proteínas	B-amilase	invertase	Amido folha	Carboidratos folhas	Amido raiz	Carboidratos raiz	
Período (P)	2	1493,82 ^{ns}	1273,46 ^{ns}	9237,80*	140,39**	158,27 ^{ns}	54,14 ^{ns}	70,95 ^{ns}	
Estresse hídrico (E)	1	1936,51 ^{ns}	2918,82*	3928,72 ^{ns}	4,12 ^{ns}	170,39 ^{ns}	3495,42**	15125,51**	
P x E	1	115,58 ^{ns}	238,13 ^{ns}	2520,16 ^{ns}	1,99 ^{ns}	892,94 ^{ns}	199,82 ^{ns}	586,23 ^{ns}	
Fatorial vs. Testemunha	1	1487,76 ^{ns}	1116,90 ^{ns}	488,9 ^{ns}	0,0228 ^{ns}	382,97 ^{ns}	356,70 ^{ns}	361,15 ^{ns}	
Bloco	4	2583,07 ^{ns}	1299,81 ^{ns}	16121,75*	35,34 ^{ns}	202,20 ^{ns}	77,91 ^{ns}	800,76 ^{ns}	
Erro	24	455,35	665,74	1994,41	13,34	324,39	114,03	484,88	
C.V. (%)	-	8,35	39,48	16,47	10,81	20,28	23,12	38,10	

ns: Não significativo pelo teste F, a nível de 5% de probabilidade

*: Significativo pelo teste F, a nível de 5% de probabilidade

**: Significativo pelo teste F, a nível de 1% de probabilidade

Tabela 2. Médias dos tratamentos das variáveis, conteúdo de proteínas nas folhas ($\mu\text{g.cm}^{-2}$), conteúdo de β -amilase na folha ($\mu\text{g. glucose.cm}^{-2}$), conteúdo de invertase na folha ($\mu\text{g. glucose.cm}^{-2}$) conteúdo de amido na folha ($\text{mg. glucose. g}^{-1}$ M.Seca), conteúdo de carboidratos solúveis na folha ($\text{mg. glucose. g}^{-1}$ M.Seca), conteúdo de amido na raiz ($\text{mg. glucose g}^{-1}$ M.Seca), conteúdo de carboidratos na raiz ($\text{mg. glucose g}^{-1}$ M.Seca), em função dos fatores duração e tipo do estresse hídrico (deficiência e excesso). Campina Grande, PB. 2001.

Variáveis					
Fatores	Proteínas	B-amilase	invertase	Amido folha	Carboidrato raiz
Período (dias)					
2	244,88 a	56,66 a	287,37 b	29,99 b	91,62 a
4	261,07 a	79,21 a	286,80 b	33,85 ab	93,22 a
6	268,83 a	67,12 a	234,45 a	37,49 a	85,67 a
Tipo de estresse					
Deficiência	250,23 a	57,80 b	280,98 a	34,15 a	92,56 a
Excesso	266,30 a	77,53 a	258,00 a	33,41 a	87,79 a
Fatorial	258,27 a	67,67 a	269,54 a	33,78 a	90,17 a
Testemunha	239,63 a	51,52 a	280,22 a	33,85 a	80,72 a



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

Em cada coluna e para cada fator, além do contraste fatorial vs. Testemunha, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

REFERÊNCIAS

- AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A.E. de; BELTRÃO, N.E. de M. Clima e Solo. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (eds. Tec.) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.63-76.
- ASHWEL, G. Colorimetric analyses of sugar. In: COLOWICK, A.; KAPLAN, B. (Eds.) **Methods of enzymology**. New York: Academic Press. 1957. p.85-86, v.3.
- BAHIA. Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração. **Diagnósticos e oportunidades de investimento a mamona**. Salvador: CICM/SEBRAE. (s.n.) 1995.
- BERNFELD, P. Amylases α and β . In: COLOWICK, A.; KAPLAN, B. (Eds.). **Methods of enzymology**. New York: Academic Press, 1955. p.149-158, v.1.
- CHIERICE, G.O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Eds. Tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão (Campina Grande, PB). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.89-120.
- CONN, E.E.; STUMPF, P.K. **Introdução a bioquímica**. Tradução de José Reinaldo Magalhães. São Paulo, SP. Edgard Blucher. 1980. 525p.
- EMBRAPA. BRS 188 Paraguaçu. Campina Grande, PB. Embrapa Algodão, 1999. (Folder).
- FREIRE, R.M.M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Eds. Tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão (Campina Grande, PB). Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2001. p.295-334.
- HEMERLY, F.X. Mamona: **comportamento e tendências no Brasil**. Brasília, Embrapa-DID, 1981. 69p. (EMBRAPA-DTC-Documentos, 2).
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. tradução de Carlos Henrique B. A. Prado. São Paulo, SP. RiMa. 2000. 531p.
- LEHNINGER, A.L. **Bioquímica**. tradução de José Reinaldo Magalhães. v.1, São Paulo, SP. 1976. 262p.
- LOWRY, O.H.; ROSEMBERG, M.J.; FARR, A.L.; With the Folin-phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, v.193, p.265-275, 1951.
- MAZZANI, B. Euforbiaceas oleaginosas. Tártago. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas, Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuárias, 1983. p.277-360.
- McCREADY, R.M.; GUGGOLZ, A.; SILVEIRA, V.; OWENS, H.S. Determination of starch and amylase in vegetables; applications to peas. **Analytical Chemistry**, v.22, p.1156-1158, 1950.
- SEARA (Fortaleza, CE). **Projeto recuperação da cotonicultura estadual**. Fortaleza, CE, 1989. p.32-39.
- SILVA, W.J. da. Aptidões climáticas para as culturas do girassol, da mamona e do amendoim. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.7. n.82, p.24-28, 1981.
- STREET, H.E.; OPIK, H. **Fisiologia das angiospermas. Crescimento e desenvolvimento**. Tradução de Kurt Guenther Hell. São Paulo, SP. Polígono, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1974. 315p.
- TÁVORA, F.J.A. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.
- WEISS, E.A. Castor. In: WEISS, E.A. **Oil seed crops**. London: Longman, 1983. p.31-99.