

Flutuações dos Níveis dos Carboidratos de Reserva Disponíveis nas Raízes e no Caule do Marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.)¹

Fabianno Cavalcante de Carvalho², João Ambrósio de Araújo Filho³, Mailde Carlos do Rêgo⁴, Francisco Franco Feitosa Teles⁵

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi estudar as flutuações dos níveis dos carboidratos de reserva (Carboidratos Ácido-Digeríveis, CAD), nas raízes e no caule do marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell.Arg.), durante seu ciclo fenológico. Um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições e distribuição fatorial de 3 x 9 (diâmetro de raiz ou caule vs estádios fenológicos), foi usado na análises estatísticas das variáveis raiz e caule. Os níveis dos CAD nas raízes apresentaram duas fases distintas: a de depleção-reposição das reservas, no período compreendido entre o intumescimento das gemas e a de frutificação, em que não ocorreram diferenças entre as classes de diâmetro nos diferentes estádios fenológicos. Houve uma fase de armazenamento, no período entre a frutificação e a queda das folhas, que variou conforme o diâmetro da raiz. Os níveis de CAD no caule mostraram o menor padrão de depleção-reposição e armazenamento, em função dos estádios fenológicos, mas não variaram em função do diâmetro do caule.

Palavras-chave: caatinga, euphorbiaceae, fenologia, fisiologia de arbusto

Change in the Available Storage Carbohydrate Levels on the Roots and on the Stems of Marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.)

ABSTRACT - The objective of this work was to study the change of the storage carbohydrate levels (Acid Digestible Carbohydrate, ADC) on the roots and on the stems of marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell.Arg.), during its phenologic cycle. A complete randomized experimental design with four replicates in a 3 x 9 factorial arrangement (roots and stems fraction x phenophase) was used in statistical analyses of the root and stems variables. The levels of the ADC in the roots showed two distinct stages, a depletion-reposition storage phase in the period between the tumescence of the aerial buds and the fruiting, when effect was found for root diameter and a storage phase, during the period between the fruiting and the falling of the leaves where differences among the smallest diameter class and the biggest diameter class were observed. The phases of depletion-reposition and storage of the ADC in the stems did not present differences among the three classes of length in each phenophase. However, the phenophase affected the depletion-reposition and the storage phases.

Key Words: caatinga, euphorbiaceae, phenology, shrub physiology

Introdução

A vegetação nativa da região semi-árida do Nordeste Brasileiro, conhecida como caatinga, ocupa uma área de aproximadamente 850.000 km², cerca de 10% da área total do país. Nesta região, as atividades agro-pastoris, por mais de três séculos de exploração, modificaram profundamente a composição florística e a capacidade de produção de forragem. Hoje, esta vegetação se encontra em diferentes estádios de sucessão secundária.

As espécies lenhosas indesejáveis, na maioria dos sítios ecológicos do sertão, ocupam áreas cada vez

mais extensas, dificultando o acesso dos animais ao estrato herbáceo. Dentre estas espécies, encontra-se o marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), que é um arbusto pertencente à família *euphorbiaceae*, muito abundante na flora do Sertão Cearense. Trata-se de uma espécie colonizadora que invade as pastagens e lavouras abandonadas, tornando-se uma planta "praga", devido ao seu grande poder reprodutivo.

O manejo das espécies lenhosas de baixo valor forrageiro, com a finalidade de controlá-las e aumentar a produção de matéria seca das espécies forrageiras, pode ser determinado em função de suas características morfológicas e fisiológicas.

¹ Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

² Professor Assistente da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA. Av. da Universidade, 850, Betânia - 62040-370 - Sobral-Ceará.

³ Pesquisador da EMBRAPA-CNPQ. Caixa Postal D-10 - 62.011-970 - Sobral-Ceará. Bolsista do CNPq.

⁴ Professor Adjunto da UFC. Fortaleza - Ceará. Bolsista do CNPq.

⁵ Professor Titular da UVA. Bolsista do CNPq.

Geralmente, a concentração de carboidratos nas raízes dos arbustos é maior que no caule (McCONNELL e GARRISON, 1966), embora isto, aparentemente, não seja observado em *Artemisia tridentata* Nutt. e, em certas estações do ano, em *Eurotia lanata* Moq. (COYNE e COOK, 1970).

DONART (1969), com base em outros autores, informa que o armazenamento de carboidratos nas raízes e na base do caule está inversamente relacionado com a produção de folhas. Associação entre os níveis das reservas e o índice de crescimento subsequente das plantas foi demonstrada por vários autores, conforme revisão realizada por HUMPHREYS (1966). De acordo com DINA e KLIKOFF (1973), plantas de *Artemisia tridentata* Nutt., sob estresse hídrico, aumentaram as reservas de carboidratos nas folhas, no caule e nas raízes.

O modelo usual das flutuações dos carboidratos totais disponíveis, segundo HUMPHREYS (1966), tem sido descrito como único, em que níveis caem nas raízes e bases do caule na primavera com o começo do novo crescimento, alcançando valor mínimo no meio do verão ou no começo do florescimento, aumentando no outono durante a maturação e declinando no inverno com a respiração da planta em dormência.

McCONNELL e GARRISON (1966), trabalhando com *Purshia tridentata* DC., reportaram que os carboidratos de reserva das raízes podem ser reduzidos durante o início da estação de crescimento e durante a formação da semente, sendo acumulados até depois da queda das folhas.

De acordo com TRILICA (1977), as plantas perenes apresentam a curva do ciclo anual dos níveis dos carboidratos de reserva, nos órgãos de armazenamento, em forma de "V" ou "U". As plantas que exibem a curva do ciclo estacional em forma "V", normalmente, têm rápida mobilização de reservas no início do crescimento, seguida por rápida acumulação. Aquelas que têm a curva do ciclo em forma de "U" mantêm as reservas em níveis baixos, durante todo o período de crescimento, com as reservas mobilizadas sendo repostas somente depois que as plantas diminuem o crescimento e se aproximam da maturação ou deiscência das sementes.

A literatura existente sobre carboidratos de reserva em arbustos de regiões de clima tropical semi-árido é muito escassa, e os poucos trabalhos encontrados são de regiões de clima temperado.

O objetivo deste trabalho foi determinar os níveis dos carboidratos de reserva, nas raízes e no caule do marmeleiro, ao longo dos diferentes estádios

fenológicos, bem como identificar a melhor época de corte para o controle ou para a utilização da espécie para fins de produção, com base nos níveis mínimos dos carboidratos de reserva disponíveis.

Material e Métodos

A área onde foi conduzido o experimento está localizada na Fazenda Crioula, base física do Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos - CNPC-EMBRAPA, em Sobral, Ceará, a 3° 42' de latitude Sul, 40° 21' de longitude Oeste, na zona fisiográfica do Sertão Cearense, à margem da estrada Sobral-Groaíras, Km 4, com altitude de 83 metros (EMBRAPA, 1989). O experimento foi realizado no período de novembro de 1991 a novembro de 1992.

O solo da área experimental é do tipo bruno-não-cálcico vértico, textura argilosa cascalhenta, moderadamente drenado e profundo, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano a suave ondulado.

A região onde o experimento foi conduzido possui clima tipo Aw de savana, caracterizado por estação seca, que vai de julho a dezembro, com precipitação média de, apenas, 36,8 mm. A estação chuvosa (janeiro a junho) apresenta precipitação média de 722 mm (EMBRAPA, 1989). No ano de 1991 e 1992, as precipitações foram, respectivamente, de 737 e 433 mm. A temperatura média anual está em torno de 28°C, sendo as máximas e as mínimas em torno de 35 e 22°C, respectivamente. A média da umidade relativa do ar durante o ano é de 69% (EMBRAPA, 1989).

A área experimental é caracterizada por vegetação lenhosa, tipo caatinga hiperxerófila, em estágio de sucessão secundária inicial, com cobertura de solo de, aproximadamente, 90%, havendo grande predominância do marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), cuja densidade é, aproximadamente, de 10.500 plantas/ha. Além do marmeleiro, as espécies arbustivo-arbóreas com maior ocorrência na área são: mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), pau-branco (*Auxemma onocalyx* Taub.), catingueira (*Caesalpinia bracteosa* Tul.), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.). O estrato herbáceo, apesar de escasso, é composto principalmente por espécies anuais, destacando-se o capim-panasco (*Aristida setifolia* H.B.K.), bamburral (*Hyptis suaveolens* Poit.), mata-pasto (*Senna obtusifolia* L.), vassourinha de botão (*Borreria verticillata* G.F.W. Mayer), erva de ovelha (*Stylosanthes humilis* H.B.K.), milhã branca (*Brachiaria plantaginea* Hitchc.), entre outros. A

grande maioria das espécies lenhosas perde inteiramente as folhas a partir do início da estação seca.

A seleção das plantas para a coleta de dados foi feita utilizando-se o "Método dos Quadrantes" (COX, 1970). A distribuição dos pontos amostrais foi ao acaso, mediante sorteio ao longo de transectos. As coletas foram realizadas seguindo-se os diferentes estádios fenológicos do marmeleiro, ou seja: (1) dormência (período seco); (2) intumescimento das gemas; (3) 50% de enfolhamento; (4) 100% de enfolhamento; (5) floração; (6) frutificação; (7) queda dos frutos; (8) queda das folhas; e (9) dormência. Em cada coleta foram relacionadas 16 plantas, ou seja, quatro plantas por ponto amostral. As plantas eram então reunidas em grupos de quatro, sendo uma de cada ponto amostral, para formação de amostras compostas de raízes e caules.

A separação das partes da planta, em raiz e caule, foi feita na região do colo com o auxílio de um arco de serra manual. Após esta separação, o caule foi fracionado em três classes de comprimento (0 - 10 cm; 10 - 30 cm e 30 - 60 cm) e as raízes, em três classes de diâmetro (0 - 0,5 cm; 0,5 - 1,0 cm e > 1,0 cm), usando-se paquímetro com precisão de 0,1 mm. Em seguida, o material foi colocado em estufa de circulação forçada de ar, graduada em 100°C por uma hora, para inativação das enzimas do catabolismo dos carboidratos e por mais 48 horas a 65°C para a obtenção do peso do material pré-seco.

As amostras sofreram, primeiramente, trituração grosseira em moinho Wiley com peneira de 20 meshes e depois em peneiras de 40 meshes para a homogeneização final. A técnica usada na determinação dos níveis de carboidratos de reserva foi a preconizada por TELES (1977) - Carboidratos Ácido-Digeríveis (CAD), a qual consiste em deixar amostras em contato com ácido clorídrico diluído, em ebulição, por duas horas e meia. Após essa hidrólise ácida, os monossacarídeos resultantes são determinados colorimetricamente pelo Reagente de Teles.

Os cálculos foram feitos de acordo com a seguinte fórmula:

$$\% \text{ CAD} = \frac{a}{b} \times 250 \text{ mL} \times d \times \frac{100}{1000} \text{ mg} \times 0,9$$

a = Absorvância da amostra;

b = Absorvância do padrão; e

d = Concentração do padrão (mg/mL).

A análise estatística individual, para as variáveis raiz e caule, foi realizada por intermédio de delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, com distribuição fatorial de 3 (frações de raiz e caule) x 9 (estádios de desenvolvimento fenológico), conforme o modelo matemático abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + C_j + (P \times C)_{ij} + e_{ijk}$$

em que

Y_{ijk} = Valor referente à *i*-ésima fração do órgão da planta no *j*-ésimo estágio de desenvolvimento da *k*-ésima repetição.

μ = Média geral.

P_i = efeito da *i*-ésima fração do órgão, da planta com *i* = 1, 2, 3.

C_j = Efeito do *j*-ésimo estágio de desenvolvimento com *j* = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

$(P \times C)_{ij}$ = Interação da *i*-ésima fração do órgão da planta com o *j*-ésimo estágio de desenvolvimento.

e_{ijk} = Erro aleatório associado a cada observação.

Para a comparação das médias das variáveis estudadas, utilizou-se o teste LSD (Least significant difference) (LI, 1965).

Resultados e Discussão

Os resultados das análises de laboratório mostraram que as flutuações dos níveis dos carboidratos ácido-digeríveis (CAD) nas raízes do marmeleiro, ao longo dos diferentes estádios fenológicos, foram mais acentuadas na estação chuvosa que na estação seca (Figura 1).

A análise de variância dos CAD das raízes do marmeleiro apresentou diferença ($P < 0,05$) entre as classes de diâmetro, entre os estádios fenológicos e para os efeitos da interação entre as classes de diâmetro versus estádios fenológicos.

As variações do teor de carboidratos nas raízes mostraram tendência distinta, ao longo do ano, para todas as classes de diâmetro, porém, todas apresentaram tendência similar de curva de depleção-reposição e armazenamento dos carboidratos de reserva.

O modelo das flutuações dos níveis dos carboidratos de reserva nas raízes do marmeleiro mostrou que, após o início das chuvas, como era esperado, ocorreu grande mobilização de carboidratos para a formação dos primeiros tecidos da planta, coincidindo com a fase de 50% de enfolhamento. Nesta fase, observou-se depleção rápida das reservas armazenadas (25,92% → 12,51%). Com a formação das primeiras folhas, quando estas já satisfazem as necessidades metabólicas da planta, há reposição lenta e gradual dos carboidratos até o período da frutificação (14,17% → 17,31%). A partir desse estágio, inicia-se a acumulação das reservas (23,24%).

Após a queda das folhas e por toda a estação seca, ocorreu pequeno decréscimo das reservas,

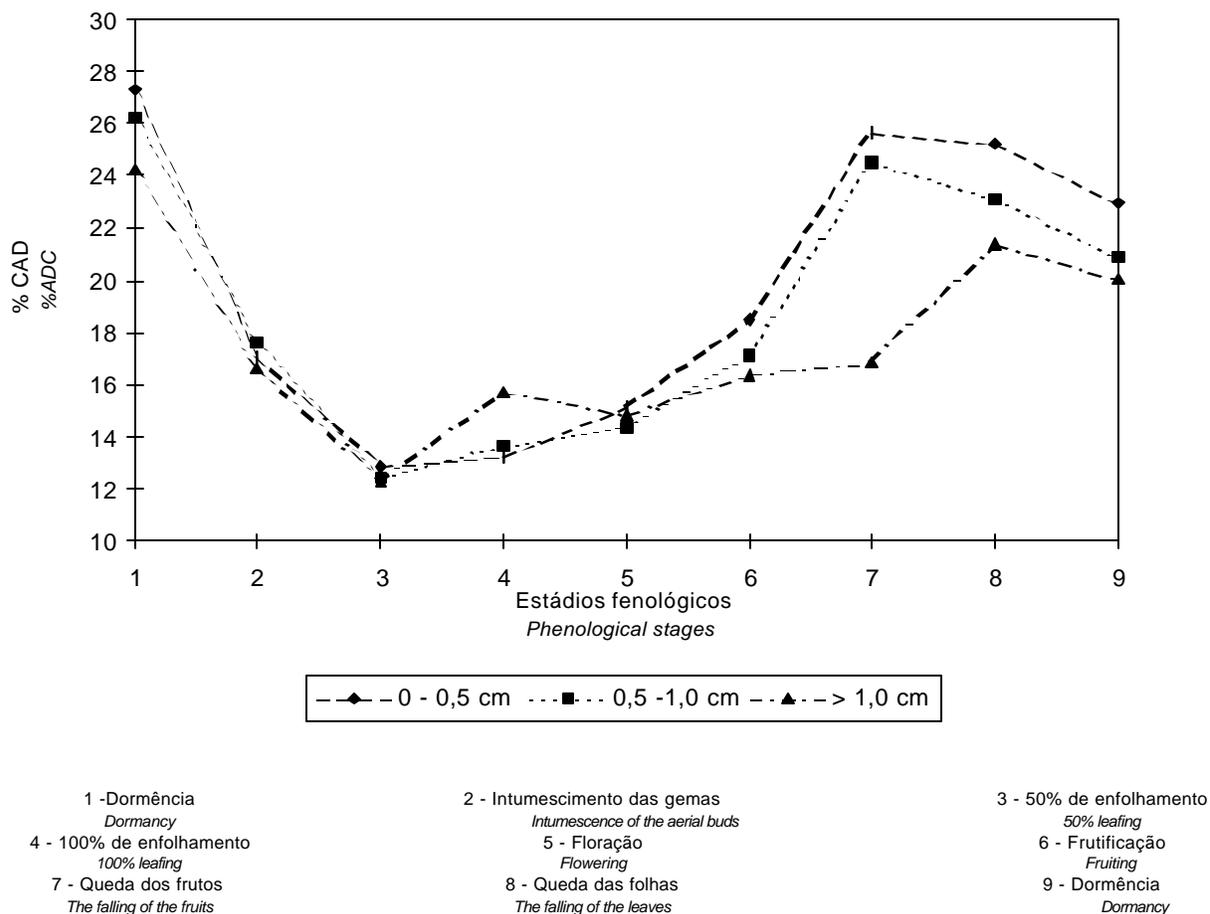


Figura 1 - Percentagens de carboidratos ácido-digeríveis (CAD) nas raízes do marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), nos diferentes estádios fenológicos.

Figure 1 - Percentages of acid digestible carbohydrates (ADC) in the marmeleiro roots (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), in the different phenological stages.

devido, provavelmente, à respiração e à extensão das raízes (21,27%). Este modelo coincide com o apresentado por HUMPHREYS (1966). Resultados semelhantes foram obtidos por McCONNELL e GARRINSON (1966), trabalhando com o gênero *Purshia*; DONART (1969), com os gêneros *Symphoricarpos* e *Chrysothamnus*; e STODDART et al. (1975), com o gênero *Artemisia*. Contudo, estes trabalhos mostraram pequena variação entre espécies devido ao crescimento, às condições ambientais e à metodologia analítica empregada na determinação dos carboidratos.

Os ciclos de depleção-reposição e armazenamento dos carboidratos de reserva para as diferentes classes de diâmetro das raízes do marmeleiro seguem duas fases distintas: uma fase de depleção-reposição das reservas, período compreendido entre o intumescimento das gemas e a frutificação, em que não ocorreram diferenças significativas entre os níveis dos carboidratos nas três

classes de diâmetro, nos diferentes estádios fenológicos, e uma fase de armazenamento, período compreendido entre a frutificação e a dormência, em que ocorreram diferenças ($P < 0,05$) entre a classe de menor diâmetro (0-0,5 cm) e a de maior diâmetro (>1,0 cm), observando-se aumento de 18,45 a 25,69% para as primeiras e de 16,37 a 21,39% para as últimas. Isso ocorreu porque as raízes de menor diâmetro foram as que mais absorveram os nutrientes do solo e acumularam maior percentagem de CAD, principalmente glicose e sacarose, o que é semelhante ao relatado por MALAVOLTA (1980). Contudo, as de maior diâmetro servem de sustentação e fixação da planta e apresentam maior percentagem de carboidratos estruturais, os quais não são determinados pelo método descrito por TELES (1977) usado nesse trabalho. As raízes intermediárias (0,5-1,0 cm) funcionam tanto como raízes absorventes como de sustentação-fixação da planta, não diferindo estatisticamente das classes anteriores.

As diferenças foram mais significativas dentro que entre as classes de diâmetro ao longo dos estádios fenológicos. Em todas as três classes de diâmetro, as raízes apresentaram valores percentuais médios mínimos dos CAD em torno de 12,51%, no estágio de 50% de enfolhamento e valores percentuais médios máximos de, aproximadamente, 23,24% no estágio de queda das folhas.

Na Figura 2 observa-se também que as flutuações dos níveis dos CAD no caule do marmeleiro foram maiores na estação úmida que na estação seca, ao longo do ano.

Os dados da análise de variância dos CAD do caule mostraram diferença significativa ($P < 0,05$) somente para os estádios fenológicos, não havendo, portanto, significância para as classes de comprimento e para os efeitos da interação classes de comprimento versus estádios fenológicos. Ao contrário das

raízes, o teor de carboidratos no caule mostrou tendência similar, ao longo do ano, para todas as classes de comprimentos.

O modelo das flutuações dos CAD no caule do marmeleiro é semelhante ao das raízes, em todos os estádios de desenvolvimento fenológico, embora as oscilações sejam menores, tanto na época chuvosa quanto na época seca. Esse modelo se assemelha ao apresentado por HUMPHREYS (1966) e STODDART et al. (1975), porém com pequenas variações.

Os ciclos de depleção-reposição e armazenamento das reservas do caule não apresentaram diferenças significativas entre as três classes de comprimento, dentro de cada estágio fenológico. No entanto, os estádios fenológicos apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as fases de depleção-reposição e armazenamento.

As classes de comprimento não apresentaram

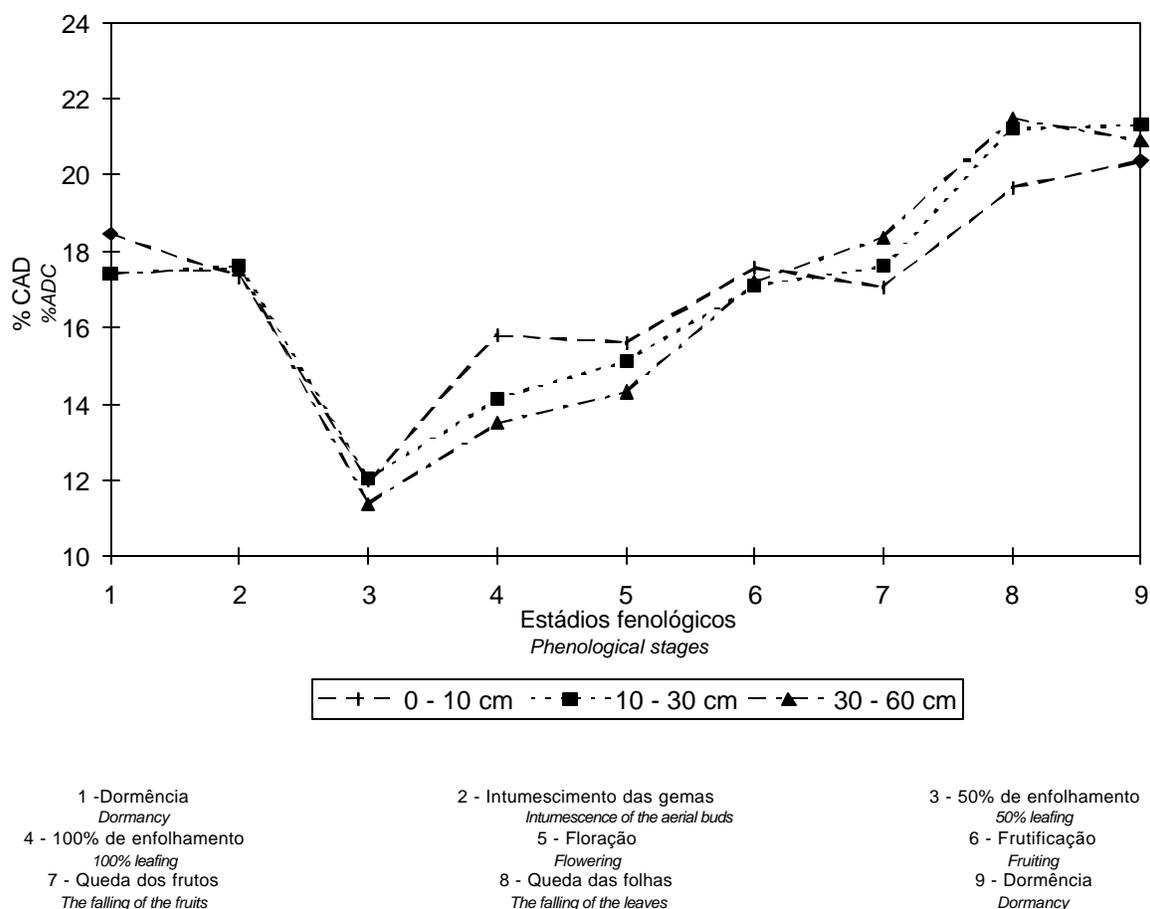


Figura 2 - Percentagens de carboidratos ácido-digeríveis (CAD) no caule do marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), nos diferentes estádios fenológicos.

Figure 2 - Percentages of acid digestible carbohydrates (ADC) in the marmeleiro stems (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), in the different phenological stages.

significância, em consequência, provavelmente, destas servirem apenas como passagem para os carboidratos mobilizados das raízes, como também pelo maior acúmulo de carboidratos estruturais não-determinados pelo método descrito por TELES (1977).

Para todas as três classes de comprimento, o caule apresentou valores percentuais médios mínimos dos CAD de, aproximadamente, 11,80%, no período de 50% de enfolhamento e valores percentuais médios máximos em torno de 20,79% no período de queda das folhas.

Conclusões

O marmeleiro apresentou curva de depleção-reposição e armazenamento dos carboidratos de reserva (CAD) nas raízes e no caule em forma de “U”, ou seja, existe um período mais ou menos longo (80 a 100 dias), que vai do intumescimento das gemas até a frutificação, em que as reservas orgânicas das plantas são mantidas baixas. Neste período, as raízes apresentaram curva em forma de “U” mais característica.

As mobilizações dos carboidratos de reserva foram mais profundas nas raízes que no caule. Isso demonstra que as raízes foram os depósitos mais expressivos para os carboidratos de reserva e que o caule pode ter servido apenas como uma passagem para os carboidratos mobilizados pelas raízes.

Este trabalho propõe que qualquer técnica ou método de controle do marmeleiro deve ser aplicado até o período da frutificação, ou seja, de 80 a 100 dias após o início das chuvas, quando as reservas de carboidratos não-estruturais estão em nível mínimo, tornando as plantas altamente susceptíveis aos efeitos da remoção da parte aérea. Obviamente, para fins de preservação da espécie, o corte não pode ser realizado nesta época.

Referências Bibliográficas

- COX, G.W. *Laboratory manual of general ecology*. Debuque, Iowa: WCB, 1970. 165p.
- COYNE, P.I., COOK, C.W. Seasonal carbohydrate reserve cycles in eight desert range species. *J. Range Manag.*, v.23, n.6, p.438-444, 1970.
- DINA, S.J., KLIKOFF, L.G. Effect of plant moisture stress on carbohydrate and nitrogen content of big sagebrush. *J. Range Manag.*, v.26, n.3, p.207-209, 1973.
- DONART, G.B. Carbohydrate reserves of six mountain range plants as related to growth. *J. Range Manag.*, v.22, n.6, p.411-415, 1969.
- HUMPHREYS, L.R. Pasture defoliation practice: a review. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.*, v.32, p.93-105, 1966.
- LI, J.C.R. *Statistical inference*. New York: Edwards Brothers, 1965. 658p.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- McCONNELL, B.R., GARRISON, G.A. Seasonal variations of available carbohydrates in bitterbrush. *J. Wildlife Manag.*, v.30, n.1, p.168-172, 1966.
- EMBRAPA. RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE CAPRINOS 1982-1986. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1989. 284p.
- STODDART, L.A., SMITH, A.D., BOX, T.W. *Range management*. New York: McGraw-Hill, 1975. 532p.
- TELES, F.F.F. *The nutrient analysis of prickly pear*. Arizona: University of Arizona, 1977. 157p. Thesis (Doctor).
- TRLICA, M.J. Distribution and utilization of carbohydrate reserves in range plants. In: SOSEBEE, R.E. *Rangeland plant physiology*. Colorado: Society for Range Management, 1977. p.73-96. (Range Science Series, 4).

Recebido em: 26/03/97

Aceito em: 29/04/98