



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CENTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO SOCIO
AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

***Croton linearifolius*: PRODUÇÃO DE MUDAS E RESPOSTAS**
FISIOLÓGICAS AO ESTRESSE HÍDRICO

IRACEMA SOUZA PEREIRA

ITAPETINGA – BA

2013

***Croton linearifolius*: PRODUÇÃO DE MUDAS E RESPOSTAS
FISIOLÓGICAS AO ESTRESSE HÍDRICO**

IRACEMA SOUZA PEREIRA

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual do Sudoeste da
Bahia, como parte das exigências do
programa de Pós-graduação em
Ciências Ambientais - Área de
Concentração em Meio Ambiente e
Desenvolvimento, para a obtenção do
Título de Mestre.

Orientadora: Daniela Deitos Fries
Co-Orientadora: Sandra Lúcia Cunha
e Silva

ITAPETINGA – BA

2013

IRACEMA SOUZA PEREIRA

***Croton linearifolius*: PRODUÇÃO VEGETATIVA DE MUDAS E
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AO ESTRESSE HÍDRICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Itapetinga, BA. Área de
Concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Aprovada em: 26 / 03 /2013

BANCA EXAMINADORA

Daniela Deitos Fries
Prof.^a. Dr.^a. Daniela Deitos Fries – (Orientadora, UESB)
Presidente

Janaína Silva de Freitas
Prof.^a. Dr.^a Janaína Silva de Freitas (UESB)

Patricia Araujo de Abreu Cara
Prof.^a. Dr.^a. Patrícia Araújo de Abreu Cara – (UESB)

583.69 Pereira, Iracema Souza.
P491c *Croton linearifolius*: produção de mudas e respostas fisiológicas ao estresse hídrico. / Iracema Souza Pereira. - Itapetinga: UESB, 2013. 55f.

Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – Campus de Itapetinga. Sob a orientação da Profa. D.Sc Daniela Deitos Fries e co-orientação da Profa. D.Sc Sandra Lúcia Cunha e Silva.

1. Croton – Cultivo – Produção de mudas. 2. *Croton linearifolius* – Deficiência hídrica. 3. Bioma Caatinga. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. II. Fries, Daniela Deitos. III. Silva, Sandra Lúcia Cunha e. III. Título.

CDD (21): **583.69**

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemática para Desdobramento por Assunto:

1. Croton – Cultivo – Produção de mudas
2. *Croton linearifolius* – Deficiência hídrica
3. Bioma Caatinga

DEDICATÓRIA

Dedico a todos que me ajudaram nesta caminhada, pois o sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. “Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

À Deus, que me ilumina e em quem
minha fé é sempre renovada.

Dedico e ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente à DEUS, pelo dom da vida, pela fé e perseverança nos momentos difíceis da minha vida e de meu trabalho, e pelo que conquistei até este momento, pelas dificuldades, lutas e vitórias. Nele confiei, Nele esperei e Nele conquistei!

A minha filha, Maryane, pela paciência e por ser tudo meu ser, todo o meu tempo, toda a minha vida. Obrigada. É por você que aqui cheguei!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu esposo, Marcos, pela dedicação, paciência, compreensão e presença constante durante toda essa fase.

À minha orientadora, Daniela Deitos, mais que um obrigado, minha eterna gratidão, pela oportunidade e confiança e por acreditar na minha capacidade.

Pelos Amigos: Reginaldo, Mateus, Allan, Aline, Rita, Cleide, Iasminy, Milane, por toda a colaboração, amizade e apoio prestados durante o desenvolvimento do trabalho, obrigada.

Meu agradecimento também à todas as pessoas que de uma forma ou outra me ajudaram na realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

“Minha esperança é necessária, mas não é suficiente. Ela, só, não ganha à luta, mas sem ela a luta fraqueja e titubeia. Precisamos da esperança crítica, como o peixe necessita da água despoluída”.

Paulo Freire

PEREIRA, I. S. *Croton linearifolius*: PRODUÇÃO DE MUDAS E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AO ESTRESSE HÍDRICO. Itapetinga - BA: UESB, 2013. 55 p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais – Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento) *

Resumo: A flora da caatinga tem uma diversidade de plantas com alto potencial farmacológico e econômico e, dentre elas, destacam-se espécies do gênero *Croton*, que tem indicativo de atividade inseticida. O uso de produtos naturais como bioinseticidas tem baixa toxicidade e persistência, relacionados a um menor impacto ambiental. Os estresses ambientais podem interferir nas concentrações de compostos secundários nas plantas, uma vez que interferem em seu metabolismo normal. O estresse hídrico, comum na região de caatinga, é um fator limitante ao crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas. Além disso, o conhecimento desses mecanismos de tolerância pode contribuir para a produção de plantas com potencial bioinseticida, cuja concentração do princípio ativo pode ser aumentada. Objetivou-se avaliar características bioquímico-fisiológicas de tolerância à seca em mudas de plantas de *Croton linearifolius*, com potencial bioinseticida, além de contribuir para o conhecimento mais expressivo de adaptação sob condições de estresse. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, onde as mudas foram produzidas por meio de estacas. Durante o período de desenvolvimento das mudas, foi avaliado o crescimento e a irrigação foi mantida diariamente, até a indução do estresse hídrico. Avaliações de crescimento vegetativo, características bioquímicas da planta e avaliações histoquímicas de amido, foram realizadas durante o estresse. A presença de amido no caule permite a produção vegetativa de mudas de *C. linearifolius*, e com realização de uma poda após o estabelecimento pode ser acelerada a produção de biomassa, além de apresentarem mecanismo de tolerância ao estresse hídrico.

Palavras-chave: Caatinga, *Croton*, Deficiência hídrica.

* Orientadora: Daniela Deitos Fries, *D.Sc.* UESB e Co-orientadora: Sandra Lúcia Cunha e Silva, *D.Sc.* UESB.

PEREIRA,S.I. *Croton linearifolius*:SEEDLING PRODUCTION AND PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO WATER STRESS.Itapetinga-BA: UESB, 2013.55p. (Dissertation– MSc. In Environmental Sciences-Area of Concentration in Environment and Development)*

ABSTRACT

Summary: The flora of the caatinga has a high diversity of plants with potential pharmacological and economic, among which stand out the genus *Croton*, which is indicative of insecticidal activity. The use of natural products as biopesticides has low toxicity and persistence, associated with a lower environmental impact. The environmental stresses may interfere at concentrations of secondary metabolites in plants, since interfere with their normal metabolism. Water stress, in the county of caatinga, is a limiting factor to growth, development and yield. In addition, knowledge of these tolerance mechanisms may contribute to the production of plants with potential bioinsecticide whose concentration of active ingredients may be increased. This study aimed to evaluate biochemical-physiological characteristics of drought tolerance in seedlings of *Croton linearifolius* with potential bio-insecticide, besides contributing to the knowledge more expressive adaptation under stress conditions. The experiment was conducted in a greenhouse where the seedlings were produced by cuttings. During seedling development, we evaluated the growth and irrigation was continued daily until the induction of water stress. Reviews of vegetative growth, and biochemical characteristics of plant starch histochemical evaluations were performed during stress. The presence of starch in the stem allows the production of vegetative cuttings *C. linearifolius*, and conducting a pruning once established can be accelerated biomass production, besides presenting mechanism of tolerance to water stress.

Keywords: Caatinga, *Croton*, Water deficiency.

* Orientadora: Daniela Deitos Fries, *D.Sc.* UESB e Co-orientadora:Sandra Lúcia Cunha e Silva, *D.Sc.* UESB.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura1: *Croton linearifolius*, em seu habitat natural da caatinga, na Floresta Nacional localizada no município de Contendas do Sincorá, BA19

CAPÍTULO 2

- Figura 1- Mudas de *Croton linearifolius*, produzidas a partir de estacas, durante o período de 120 dias após o plantio (DAP).....41
- Figura 2- O CRA nas folhas de *C. linearifolius*, submetidos a dois regimes hídricos: Controle e estresse nos dias 0,7 e 14 dias e rehidratação42
- Figura 3 - Teor de prolina nas folhas de *C. linearifolius*.....43
- Figura 4- Teores de clorofila total, *a* e *b* nas folhas de *C. linearifolius* submetida ao estresse hídrico.....44
- Figura 5- Caracterização histoquímica do amido observado no parênquima medular e cortical, de caules de *Croton linearifolius*.....46
- Figura 6- Conteúdo de amido no caule de *C. linearifolius*.....47
- Figura 7-Conteúdo de açúcares solúveis totais, nos caules (A) e nas folhas (B) de *C.linearifolius*.....47
- Figura 8-Conteúdo de açúcares redutores nos caules (A) e nas folhas (B) de *C. linearifolius*..48
- Figura 9 - Número de ramos (A) e número de folhas (B) por planta e comprimento de ramos (C), de mudas de *Croton linearifolius*, após poda, durante o período 49 dias.....49

Lista de abreviatura e símbolos

AR- Açúcar redutor

AST- Açúcar solúvel total

CRA-Conteúdo Relativo de Água

DAP- Dias após plantio

DNS- Ácido 3,5- dinitrosalicílico P.A.

EROs - Espécies reativas de oxigênio

FAA-Formaldeído: Ácido Acético: Álcool

MF- Massa fresca

MS- Massa seca

MT- Massa túrgida

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – Introdução Geral

1 INTRODUÇÃO12
2 REFERENCIAL TEÓRICO14
2.1 Bioma Caatinga.....	.14
2.1.1 Clima.....	.15
2.1.2 Solo.....	.15
2.1.3 Vegetação.....	.16
2.1.4 Extrativismo.....	.16
2.2 Família Euphorbiacea.....	.18
2.2.1 Gênero <i>Croton</i>18
2.2.2 <i>Croton linearifolius</i>20
2.4 Produção de Mudanças.....	.21
2.5 Estresse Hídrico.....	.22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	.25

CAPÍTULO II – PRODUÇÃO VEGETATIVA, PODA E TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO DE MUDAS DE *Croton linearifolius*

Resumo.....	35
Abstract.....	36
1 INTRODUÇÃO	37
2 MATERIAL E MÉTODOS	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4 CONCLUSÕES	50
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

Em condições naturais, as plantas estão constantemente expostas ao estresse ambiental. O seu desenvolvimento em diferentes regiões é limitado por uma variedade de fatores causados por agentes bióticos e abióticos (Wang et al.,2003). Os fatores bióticos são impostos por organismos, já o abiótico é devido ao excesso ou deficiência no ambiente físico ou químico (BUCHANAN et al., 2002).

O estresse hídrico é um fator limitante ao crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas. As respostas fisiológicas das plantas à falta de água no solo envolvem alto grau de complexidade, pois dependem também da ação conjunta de outros fatores ambientais.

Sabe-se que a exposição das plantas à limitação de água no ambiente promove várias mudanças fisiológicas e de desenvolvimento. Entretanto, o entendimento básico da fisiologia, da bioquímica e dos mecanismos moleculares para percepção, tradução e tolerância à seca é ainda um grande desafio para a biologia (VALLIYODAN E NGUYEN, 2006).

A baixa disponibilidade de água no solo é um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento das plantas. O semiárido nordestino apresenta como característica marcante a irregularidade do regime pluviométrico e sua vegetação nativa predominante é a caatinga, um ecossistema de grande importância para a região de Nordeste (PEREIRA JUNIOR, 2011).

O bioma caatinga, conhecido também como savana estépica, apresenta variadas tipologias, tendo características com adaptações morfofisiológicas para a convivência com o período de déficit hídrico, (IBGE, 1992), segundo Guedes et. al.(2009), este bioma possuir espécies com estratégias fenológicas que permitem superar as diferentes condições ambientais.

De acordo com Drumond et. al. (2000), a caatinga é caracterizada por uma floresta seca, formada por uma vegetação xerófila de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo, com uma variação fisionômica e uma flora com grande diversidade de espécies.

A flora da caatinga possui uma diversidade de plantas com alto potencial farmacológico e econômico (SILVA et al., 2010). A família Euphorbiaceae é uma das famílias de maior importância econômica (SÁTIRO E ROQUE, 2008), sendo que o gênero *Croton* está entre as plantas nativas da caatinga, em destaque por apresentarem metabólitos secundários com interesse econômico (LIMA E PIRANI, 2008).

A capacidade das plantas de tolerar a seca também envolve o acúmulo de solutos orgânicos de baixo peso molecular e íons inorgânicos. O acúmulo desses solutos ajuda a prevenir a perda de água e a manter o turgor celular. Dentre eles, destacam-se a prolina e outros aminoácidos, além de manitol, sorbitol, sacarose, oligossacarídeos, poliaminas e compostos de amônio quaternário (TAMURA et al., 2003; REDDY et al., 2004).

A prolina é conhecida como agente osmorregulador em muitas espécies de plantas, e o seu acúmulo está relacionado com o déficit hídrico, aumentando várias vezes com a redução do potencial hídrico da folha (REDDY et al., 2004).

O estresse hídrico, quando mais severo, assim como outros estresses ambientais, promovem a formação de espécies reativas de oxigênio (EROs), desencadeando o estresse oxidativo. Segundo Bartosz (1997), planta que tem a capacidade antioxidante intensificada tem mais condições de tolerar diversos tipos de estresse. A capacidade de tolerar o estresse oxidativo é considerada um fator importante para a proteção contra diferentes estresses ambientais.

Tendo em vista o exposto acima, objetivou-se avaliar as características bioquímico-fisiológicas de tolerância à seca em mudas de plantas de *Croton linearifolius*, com potencial bioinseticida, além de contribuir para o conhecimento mais expressivo de adaptação sob condições de estresse.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bioma Caatinga

O Brasil é um país onde se encontra a maior biodiversidade do mundo, de acordo com Myers et. al.(2000), o país tem a flora mais rica da terra com pelo menos 50.000 espécies. O território brasileiro possui grande diversidade de clima, de paisagem, de solo, de vegetação e de fauna que é dividida entre os biomas e os principais são: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal, entre outros (RIBEIRO E WALTER, 2007).

Dentre os biomas, o único que é exclusivo brasileiro é a Caatinga, com isso grande parte do patrimônio biológico dessa região só é encontrada no Nordeste do Brasil.(SILVA et. al. 2003).

O bioma da caatinga ocupa em cerca de 900 mil Km², o que corresponde aproximadamente a 54% da região Nordeste e 11% do território brasileiro, ocupando parte dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Piauí, Bahia e uma pequena porção ao norte de Minas Gerais (ANDRADE *et al.*, 2005).

A palavra caatinga tem sua origem do tupi- guarani (CAA=mata e TINGA=branca): mata branca que caracteriza o período de estiagem, apresentado uma paisagem esbranquiçada, pois a vegetação perde as folhas, ficando com um aspecto seco e sem vida (ALVES, 2007).

A caatinga possuir uma elevada biodiversidade e segundo Tabarelli e Silva (2002), este bioma tem pelo menos 932 espécies de vegetais superiores, 185 de peixes, 156 espécies de répteis e anfíbios, 358 espécies de aves e 148, de mamíferos.

De acordo Araujo (2007), a caatinga é caracterizada com ecossistemas xerófilos, pela irregularidade das chuvas, com períodos longos de seca, intermitência de seus rios e solos rasos. A vegetação da caatinga é bem variada e heterogênea, isto acontece por que em grande parte é determinada pelo clima, relevo e solo que também são bastante variados (RODAL et. al. 2008).

De acordo Neto (2009), o bioma caatinga apresenta uma grande importância ecológica, social e econômica.

2.1.1 Clima

O clima da região da caatinga é o semiárido que tem como características as elevadas temperaturas e a irregularidade pluviométrica, apresentando irregularidade no espaço e tempo a principal marca deste clima (SOUZA e SOUZA 2007). De acordo com Andrade et. al.(2009), existem duas estações definidas: a primeira é a estação chuvosa (inverno) que dura de três a cinco meses; e a outra estação é a da seca (verão) que tem uma duração de sete a nove meses. A precipitação média é de 250 a 1000 mm, tendo uma deficiência hídrica elevada durante o ano todo e esta região da caatinga tem a temperatura que varia de 24 a 28° C (DRUMOND et. al. 2000).

De acordo Junior (2010), por esta região ter uma irregularidade na distribuição temporal e espacial da pluviosidade, existe uma adaptação da vegetação e da fauna endêmica a esse fenômeno natural.

2.1.2 Solo

A origem geomorfológica e geológica das caatingas tem solos com variados mosaicos e características variadas (LEAL et. al., 2005). Segundo Alves et. al.(2009), Geologicamente, a região da caatinga é composta de vários tipos diferentes de rochas.

Na caatinga são encontrados vários tipos de solos, sendo que o mais comum são os sedimentares arenosos que pertencem às associações de NEOSSOLOS, LUVISSOLOS, ARGISSOLOS e PLANOSSOLOS (JUNIOR, 2010). Os solos, com algumas exceções por serem rasos, são ricos em minérios, pedregosos e com fraca capacidade de retenção de água, a presença dos minerais é que faz com que o solo da caatinga seja fértil, mesmo sendo uma região que sofre por falta de água (ALVES et. al. 2009).

Porém, a maioria dos solos do semiárido apresenta características químicas adequadas, com limitações físicas, normalmente no que se referem à topografia, profundidade, pedregosidade e drenagem (OLIVEIRA et al., 2003).

A caatinga consegue surpreender mesmo no meio de tanta aridez, com suas ilhas úmidas e solos férteis, que soa os conhecidos brejos, pois eles quebram a uniformidade das condições ecogeográficas dos sertões (ALVES et. al. 2009).

2.1.3 Vegetação

A cobertura vegetal do bioma da caatinga é distribuída e determinada em boa parte, pelo clima, relevo e embasamento geológico que resultam em ambientes ecológicos bastantes distintos (RODAL *et al.* 2008). Possui uma vegetação típica do semiárido nordestino, com solos secos, tendo um clima de sol forte o ano todo (PRUDÊNCIO E CÂNDIDO, 2009).

De acordo com Drumond *et. al.* (2000), a caatinga é caracterizada por uma floresta seca, formada por uma vegetação xerófila de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo, com uma variação fisionômica e uma flora com grande diversidade de espécies. Com isso é possível a identificação de pelo menos três níveis: o primeiro é arbóreo, com altura de oito a doze metros; o segundo nível é arbustivo e o terceiro, é herbáceo (LYRA *et al.*,2009).

A flora da caatinga tem espécies vegetais com caracteres anatômicos, morfológicos e funcionais especializados para a sobrevivência, por causa das condições adversas de clima e solo que são típicos deste ambiente da caatinga (JUNIOR, 2010).

Seu bioma tem uma ampla variação de fisionomia e flora, além de uma elevada diversidade de espécies, sendo que as famílias representantes mais predominantes são: Caesalpinaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Cactaceae (DRUMOND *et. al.*, 2000).

Quanto à flora deste bioma, há uma diversidade de plantas com alto potencial farmacológico e econômico (SILVA *et al.*, 2010); e apesar de passar por períodos de seca, quando chove a paisagem muda rapidamente, pois as plantas renascem e cobrem-se de folhas, voltando a ter uma vegetação com aspecto verde, cobrindo assim a paisagem morta dando vida e beleza a esse bioma (ALVES *et al.*,2009).

A importância da caatinga não está só na sua elevada biodiversidade e o alto nível de endemismos, mas também porque, ela funciona como um importante laboratório para estudos com plantas, invertebrados e vertebrados que conseguem se adequar a um regime estressante e com chuvas altamente variáveis (LEAL *et al.*,2005).

2.1.4 Extrativismo

O processo histórico do Brasil passou por um período de colonização, aonde a prática extrativista sem manejo vem resultando em degradação dos recursos naturais, desde

1500, quando os portugueses chegaram aqui, o modelo de colonização baseou-se no exploratório sendo a principal atividade de origem vegetal (SILVA, 2011).

O Brasil é uma nação com a maior diversidade de espécies no mundo, pois existem seis biomas terrestres e três grandes ecossistemas marinhos e pelo menos 103.870 espécies animais e 43.020 espécies vegetais atualmente conhecidas no país (MMA, 2011).

A biodiversidade brasileira vem sofrendo com a perda e a degradação de habitat, sendo as principais causas a expansão agrícola e os desmatamentos, considerados fatores importantes que contribuíram para esse cenário de degradação (MMA, 2011).

A flora brasileira é bastante usada de forma variada, porém a retirada de madeira tem sido a principal causa da diminuição da cobertura vegetal (BARRETO, 2010). Entretanto, o aumento das atividades humanas tem apresentado resultado na alteração de vários ambientes naturais (FELIPPI, 2010).

É sabido que durante o desenvolvimento da história da humanidade, já eram utilizadas as espécies vegetais como recursos para a sua sobrevivência, e de acordo com Ramos (2007), as práticas desenvolvidas para a manipulação desses recursos eram repassadas a várias gerações.

O extrativismo de forma desenfreada tem um impacto grande, pois as plantas, muitas vezes, são removidas inteiras da natureza, o que contribui de modo expressivo para a extinção de espécies da flora brasileira (SOUZA et al.,2012). Em contrapartida, sabe-se que o extrativismo é uma pratica antiga e foi um meio de sobrevivência das comunidades.

A caatinga é o bioma brasileiro que é o terceiro ecossistema mais degradado do Brasil, ficando atrás da Mata Atlântica e do Cerrado. (ARAUJO, 2007). A sua vegetação não diferente das outras, passa por extenso processo de devastação ambiental, por causa do uso insustentável dos recursos naturais (LEAL *et al.*, 2003).

Portanto, com base no contexto ambiental, que envolve a preservação tanto da fauna quanto da flora, tem-se buscado alternativas sustentáveis para a exploração dos recursos naturais. Sendo assim, uma atividade extrativista que tem expansão no mercado ou é de sobrevivência de uma comunidade, tem de ter uma elaboração de planos de manejo, conservação e respeito ao limite da exploração sustentável das espécies (PEREIRA et al.,2009).

Com isso, a produção de mudas para reduzir o extrativismo vegetal é de grande importância para a preservação e manutenção da biodiversidade, proporcionada à

conservação da vida vegetal, pode tornar possível uma menor exploração das espécies (BARROS et al., 2008).

2.2 Família Euphorbiacea

A família Euphorbiacea compreende cerca de 8.000 espécies, distribuídas em 317 gêneros. Esta família tem uma importância econômica entre as angiospermas, apresenta distribuição ampla e com representantes em diferentes tipos de vegetação do país (SÁTIRO E ROQUE, 2008). Pertence a uma das maiores famílias da divisão Magnoliophyta, com uma notável variedade morfológica (LUCENA E SALES, 2006), o que dificulta a diferenciação e reconhecimento de suas espécies.

Segundo Souza e Lorenzi (2008), a família Euphorbiacea, ocorre cerca de 70 gêneros e 1000 espécies no Brasil, sendo, dessa forma, uma família comum na formação da flora brasileira e uma das mais complexas do ponto de vista taxonômico.

As espécies da família Euphorbiacea são ricas em metabolitos secundários, destacando-se alcalóides, terpenóides e carcinógenos, geralmente encontrados em seus suculentos caules (LIMA E PIRANE, 2008). Os gêneros mais representantes em número de espécies são: *Acalypha*, *Croton*, *Euphorbia*, *Macaranga*, *Jatropha*, *Phyllanthus* e *Mallotus*.

Segundo Fernandes (2012), a família Euphorbiacea apresenta plantas geralmente latescentes, monoicas ou dioicas, tendo características como flores diclinas (flores pistiladas característica do gineceu sincárpico), ovário súpero e geralmente tricarpelar. O fruto dessa família tem características semelhantes a uma capsular com deiscência explosiva, abre-se em três mericarpos, conhecido como cápsula tricoca (SÁTIRO E ROQUE, 2008).

2.2.1 Gênero *Croton*

O gênero *Croton*, tem distribuição pantropical, a maioria dos seus representantes ocorre nas Américas e pertence à família Euphorbiacea e subfamília Crotonoideae. No Brasil, incidem mais de 300 espécies desse gênero, sendo que muitas dessas plantas têm propriedades químicas e/ou farmacológicas conhecidas (ABREU et al., 2001, BERRY et al., 2005 e SILVA et al., 2010). As plantas desse gênero têm um crescimento rápido e

desenvolvem-se em uma grande variedade de habitats e de solos, entretanto, não se desenvolvem em áreas com inundações periódicas, pois necessitam de grande incidência de luz (GOUVEIA, 2007).

Segundo Rinna et.al. (2009), o *Croton* pode ser estimado como um grupo que tem alta complexidade taxonômica em função do grande número de espécies, da ampla distribuição geográfica e de sua grande diversidade morfológica (ALVES, 2012).

De acordo com Farias (2006), as espécies desse gênero têm características de folhas com revestimento piloso, inteiras ou raramente trilobadas com estípulas, suas flores são pequenas, esbranquiçadas e dispostas em racemos mais ou menos alongados e o fruto é uma cápsula de 2 a 6 mm de diâmetro e as sementes são geralmente escuras e oleaginosas.

O gênero *Croton* tem despertado grande interesse, devido as suas propriedades químicas (Gouveia, 2007) e sua relevância econômica relacionada ao seu conteúdo de óleos essenciais e diversas substâncias ativas como terpenóides, flavonóides e alcalóides (Laranjeira, 2010).

As espécies do gênero *Croton* são usadas como estimulante, inseticida, vermífugo, diurético, antisséptico, purgativo, analgésico, antipirético e cicatrizante (ZUCHINALLI, 2009). E de acordo com Palmeira (2006), também é utilizada em aplicações no tratamento de tumor, câncer, epilepsia, inflamação, malária, diarreia, tuberculose e em uma série de sintomas gastrointestinais.

De acordo Silva et al., (2010), algumas espécies pertencentes ao gênero *Croton* possuem um indicativo de atividade inseticida, sendo utilizadas pelas comunidades locais com esta aplicação. No entanto, existem poucos estudos relatados na literatura sobre a comprovação dessa atividade. Também são escassos os estudos que avaliem a toxicidade destas espécies, o que leva à necessidade de se ampliar os conhecimentos sobre a biodiversidade da caatinga para se descobrir novas espécies que apresentem potencial para utilização como inseticidas naturais, assim como, para produzirem menores impactos para o meio ambiente menos.

No Brasil, de acordo com Roel (2001), inúmeras pesquisas sobre o potencial fitoinseticida de algumas plantas nativas estão sendo realizadas, destacando-se a importância de estudar as espécies nativas ou silvestres e sua aplicação como inseticidas naturais para que possam minimizar os impactos da contaminação química sobre o ambiente e os alimentos.

2.2.2 *Croton linearifolius*

O *Croton linearifolius* é uma espécie do nordeste do Brasil, popularmente conhecida como velame pimenta e pode ser encontrada em vegetação de Caatinga. Segundo Silva et al.,(2009), possui potencial inseticida e de acordo Fernandes (2012) e Dequech et al., (2010), os inseticidas botânicos são produtos derivados de plantas, que no decorrer da sua evolução, desenvolveram suas próprias defesas, sintetizando metabólitos secundários com teores inseticidas, com atividade tóxica ou repelente contra os insetos herbívoros.

Segundo Almeida (2010), diante dos apelos conservacionistas, houve um aumento na comercialização de inseticidas de origem vegetal nos últimos anos. Esse inseticida tem uma rápida degradação e também é pouco danoso ao meio ambiente.

A espécie de *Croton linearifolius*, apresentou um efeito inseticida sob os adultos de *Cochliomyia macellaria* e através da prospecção fitoquímica do extrato etanólico do caule revelou a presença de alcaloides, esteroides, flavonoides, taninos, açúcares redutores e bases quaternárias, assim como a ausência de antocianidina, antocianina, antraquinona, auronas, chalconas, cumarina, leucoantocianidina e saponinas (CUNHA e SILVA et al., 2010).

De acordo com Lima e Pirani (2008), *Croton linearifolius* é um arbusto de 0,5 – 2,0 m de altura, monoicos; o caule é lepidoto. Possuem folhas fortemente discolores, estreitas, variando de lanceoladas a estreitamente elípticas, com uma nervação hifódroma, na face adaxial é totalmente glabra e na face abaxial é lepidota, com tricomas lepidoto-típicos. As flores são pistiladas creme-esverdeadas: suas primeiras sépalas são pistiladas e desiguais no tamanho, sendo que ao passo da segunda elas são semelhantes entre si. O fruto tem 4,5 mm de comprimento e sua largura é de 4,0 mm. As sementes possuem 4,0 mm de comprimento, 2,5 mm de largura, elipsoide e levemente rugosa.

A espécie caracteriza-se ainda pela presença de estômatos paracíticos, sua célula é circundada por duas células subsidiárias desiguais paralelas ao ostíolo. Sua epiderme é formada por células de paredes levemente sinuosas e apresentam tricomas glandulares e tricomas tectores estrelados (Brito et al.,2011).



Figura1: Imagem do *Croton linearifolius*, em seu habitat natural da caatinga, na Floresta Nacional localizada no município de Contendas do Sincorá, BA.

2.5 Produção de mudas

O homem sempre despertou um fascínio encantador pela natureza, não só pelos recursos para sua alimentação e manutenção, mas por ser sua principal fonte de inspiração e aprendizado (ZUCHINALLI, 2009). Porém, a utilização inadequada da flora pode levar a perda da biodiversidade, sendo que as principais atividades que causam estes danos são desmatamento, extrativismo, agricultura, construção, entre outras atividades (EMBRAPA, 2007).

A preocupação mundial em relação à qualidade ambiental tem se mostrado cada vez mais frequentes, com isso tem aumentado à demanda de serviços e produtos e em especial a produção de mudas para a recuperação de áreas degradadas, (JOSÉ et al.,2005).

Em vista da situação da degradação causada pela ação do homem, são necessários meios rápidos e eficazes de recuperação ambiental, o que faz com que surja demandas de desenvolvimento de tecnologias de produção de mudas nativas (ZAMITH E SCARANO, 2004).

Segundo Pereira et al. (2009), o extrativismo está em grande expansão, porém se não for controlado pode acarretar em grandes desequilíbrios na fauna e flora. Entretanto, a preservação e manutenção da biodiversidade em regiões extrativistas, tendo como solução a produção de mudas de plantas de interesse, tem como resultado a redução nos impactos causados pela retirada das plantas do hábitat natural.

Com a necessidade de reposição da vegetação nativa, de se fazer a arborização urbana de vias públicas e a recuperação de áreas desmatadas, conhecimentos de biologia reprodutiva e fisiologia das espécies são fundamentais para auxiliar a produção de mudas de alta qualidade para o desenvolvimento de programas de conservação (VILELA, 2008).

Para a produção de mudas é necessárias alterar a qualidade morfofisiológica das mudas, desde a fase inicial até seu plantio no campo, tendo cuidados de manejo como: irrigação, fertilização, sombreamento, poda, aclimatização, entre outros (FELIPPI, 2010).

A produção de mudas tem uma grande importância para os programas de reflorestamento (FELIPPI, 2010). Segundo Vilela (2008), a produção de mudas tem que ser de boa qualidade para que resistam às condições adversas da área de plantio.

Sendo assim, para uma boa produção de mudas com qualidade é importante definir protocolos e estratégias, sendo que seja em condições acessíveis para o público interessado e em menor espaço de tempo (CUNHA, et al.,2005).

2.6 Estresse Hídrico

A água nas plantas tem uma função muito importante, pois é responsável pela dissolução e transporte de moléculas e íons, que também influenciam na estrutura de proteínas, polissacarídeos e outros constituintes da membrana celular (LUIS, 2009). Com isso, a água torna-se fundamental para a vida e o processo metabólico das plantas.

As plantas em seu habitat natural estão expostas às variações ambientais, as quais interferem em seu desenvolvimento normal. Quando ocorrem mudanças e respostas aos níveis de funcionamento do organismo, do ponto de vista da fisiologia, é considerado como estresse: quando a disponibilidade de água no solo diminui, as plantas começam uma complexa via de respostas e com a percepção da deficiência hídrica desencadeia uma série de eventos de ordem molecular e com várias respostas fisiológicas metabólicas e de desenvolvimento (SILVA,2010).

O estresse hídrico é um fator limitante ao crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas. Em plantas adaptadas ou tolerantes, ocorrem alterações morfológicas e metabólicas, em resposta às condições de deficiência hídrica, que contribuem para a sobrevivência nesses ambientes (BLUM, 1996).

A adaptação das plantas pode ocorrer de duas formas: evitando a seca ou tolerando-a. Evitar é a habilidade das plantas de manter os potenciais hídricos dos tecidos altos, ao passo que tolerar é a habilidade de manter suas funções normais até mesmo em potenciais hídricos baixos (REDDY et al., 2004).

Esse fator se torna uma limitação nas taxas de crescimento e produtividade vegetal, uma vez que, as respostas fisiológicas das plantas à falta de água no solo envolvem alto grau de complexidade, pois dependem também da ação conjunta de outros fatores de estresses.

Quando as plantas passam por período de estresse hídrico, normalmente, elas podem promover mudanças morfológicas, como condutância estomática reduzida, diminuição da área foliar, espessamento de paredes celulares, aumento da cerosidade da cutícula, desenvolvimento de sistemas de raízes (TAIZ E ZEIGER, 2004).

A redução da atividade fotossintética, acúmulo de ácidos orgânicos, substâncias osmoticamente ativas, como também mudanças no metabolismo de carboidratos, são possíveis respostas fisiológicas e bioquímicas ao estresse (VALLIYODAN E NGUYEN, 2006). A adaptação das plantas ao estresse ambiental resulta de eventos integrados que ocorrem em todos os níveis de organização, envolvendo alterações morfológicas, anatômicas, celulares, bioquímicas e moleculares.

De acordo com Sales (2011), a diminuição gradativa da disponibilidade de água pode permitir uma melhor adaptação da planta em condições de deficiência, limitando a extensão de injúria. Em resposta à seca, ocorre uma diminuição do conteúdo relativo de água (CRA), que vem sendo observada em culturas e plantas que vivem naturalmente em ambientes secos, a queda do CRA é diferente entre as espécies, podendo ser um indicativo de baixa capacidade de a planta recuperar-se após o estresse hídrico (GRATANI E VARONE, 2004; CLAVEL et al., 2005; CHYLINSKI et al., 2007).

Segundo Chaves e Oliveira (2004), com a perda de água, a planta se previne em função do fechamento estomático. O investimento adicional no aprofundamento do sistema radicular e a melhora dos mecanismos de absorção de água do solo com baixa umidade são modificações fisiológicas que a planta faz para ter maior capacidade de tolerar a seca. A

deficiência hídrica também causa mudanças na relação entre alguns dos produtos finais da fotossíntese, como amido e sacarose (REDDY et al., 2004), no período da seca o amido é degradado nos tecidos que acumulam e sua redução é consequência da atividade da amilase; este processo é acompanhado por um aumento de quantidade de açúcares solúveis e redutores (CHAVES-FILHO E STACCIARINI-SERAPHIN,2001).

De acordo com Silva (2001), nas plantas que estão passando por deficiência hídrica, encontram-se uma maior concentração de solutos, com isso, possui uma capacidade de ajustamento osmótico _ uma característica de plantas resistentes à seca. Muitas vezes, quando as plantas experimentam condições mais severas de estresses ambientais, desencadeiam o estresse oxidativo, que corresponde a um desequilíbrio entre a taxa de produção de agentes oxidantes e sua degradação (SIES, 1991). Isto acontece quando a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) está acelerada ou quando os mecanismos envolvidos na proteção contra elas encontram-se deteriorados (GIASSON et al., 2002).

Nas plantas, a produção de EROs é favorecida por vários fatores ambientais de estresse, como a exposição a níveis exagerados de luminosidade, déficit hídrico, metais pesados, salinidade, temperaturas extremas, poluição do ar, herbicidas e também como resposta a estresses bióticos (MALLICK E MOHN, 2000), que promovem reações oxidativas em componentes celulares. Danos a biomoléculas como lipídios de membrana, proteínas, pigmentos fotossintéticos e ácidos nucleicos são também ocasionados (MITTLER, 2002).

Uma das formas de se avaliar a intensidade do estresse oxidativo é pela peroxidação lipídica que, de acordo com Niki (2009), inativa os receptores e enzimas da membrana aumentando a permeabilidade, provocando danos ao funcionamento das membranas biológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A.S.; BARBOSA, P.S.; MULLER, A.H.; GUIHLON, G.M.S.P. Constituintes químicos do caule e das cascas do caule de *Croton pulleivar*. *Glabrior* (euphorbiaceae). **Revista Virtual de Iniciação Acadêmica da UFPA**, vol1, nº 2, Julho 2001.

ALBUQUERQUE, U.P. NUNES, A.T. ALMEIDA, A.L.S. ALMEIDA, C.M.A.D. NETO, E.M.F.L. VIEIRA, F.J. SILVA, F.S. SOLDATI, G.T. NASCIMENTO, L.G.S. SANTOS, L.L.; RAMOS, M.A. CRUZ, M.P. ALENCAR, N.L. MEDEIROS, P.M. ARAÚJO, T.A.S. NASCIMENTO, V.T. Caatinga: biodiversidade e qualidade de vida. **NUPEEA – Núcleo de Publicações em Ecologia e Etnobotânica Aplicada**, Bauru, SP, Canal 6, p.120, 2010.

ALMEIDA, M.N. Eficiência de um inseticida botânico no controle de ninfas de *Euphalerusclitoriae* (HEMIPTERA: PSYLLIDAE). **Revista Controle Biológico**, vol.2, 2010.

ALVES, J.J.A. ARAUJO, M.A. NASCIMENTO, S.S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **REVISTA CAATINGA**, vol.22, n3, p 126-135, 2009.

ALVES, J.J.A. Geoecologia da caatinga no semiárido do nordeste brasileiro. **Climatologia e estudos da paisagem**. Rio claro. vol.2, n.1, p.58, 2007.

ALVES, A.S.A. Taxonomia de *Croton* SECT. *Ocalia* (KLOTZSCH) BAILL. No Brasil e *Croton* SECT. *Geiseleria* (A. GRAY) BAILL. *S.l.* (EUPHORBIACEAE) no nordeste do Brasil. **Dissertação** (Mestrado em Botânica), Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Biologia, p.91f., Recife, 2012.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fisionomias de Caatinga, com diferentes recursos históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, Lavras, vol.11, n.3, p.253-262, jul - set. 2005.

ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, F. X. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Bot. Bras.** [online]. 2009, vol.23, n.4, pp. 935-943. ISSN 0102-3306.

ARAÚJO, C.S. SOBRINHO, J.F. O bioma caatinga no entendimento dos alunos da rede pública de ensino da cidade de Sobral, Ceará. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, 2009 ISSN 1982-3800.

ARAÚJO, L.V.C. Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de caatinga no semiárido paraibano. **Tese** (curso de Doutorado em Agronomia, na Universidade Federal da Paraíba).2007

BARRETO, S.L. CASTRO, S.M.; Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do umbu – Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2010.64 p. ISBN 978-85-87697-64-6.

BARROS, A. P., et al. Produção de mudas de espécies frutíferas do cerrado." Anais do Seminário de Extensão Universitária-Semex 1.1 ISSN: 2177-904X (2011).

BARTOSZ, G.Oxidative stress in plants. **Acta Physiologia Plantarum**, Warsaw, vol.19, n.1, p.47-64.1997.

BERRY, P. E.; HIPP, A. L., WURDACK, K. J.; VAN EE, B. W. & RIINA, R. Molecular phylogenetics of the giant genus *Croton* and tribe Crotonaeae (Euphorbiaceae sensu stricto) using ITS and *trnL-trnF* sequence data. **American Journal of Botany** **92**: 1520–1534.2005

BLUM, A. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. **Plant Growth Regul.**,vol.20, p.135-148, 1996.

BUCHANAN, Bob B.; GRUISSEM, Wilhelm; JONES, Russel L. **Biochemistry e molecular biology of plants**. Maryland American Society of Plant Physiologists 2006.1367 p. ISBN 0943088399.

BRITO M.S.; FRIES, D.D.; SILVA, S.L.C.; GUALBERTO, S.A. Anatomia foliar de *croton linearifolius* mull. Arg. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011.

CHAVES, M. M.; OLIVEIRA, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of Experimental Botany**, vol.55, n.407, p.2365-2384, 2004.

CHAVES-FILHO, J.T. & STACCIARINI-SERAPHIN, E. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycopersicum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.199-204, 2001.

CHYLINSKI, W. K.; LUKASZEWSKA, A. J.; KUTNIT, K. Drought response of twobedding plants. **Acta Physiologic Plant**, vol.29, p.399-406, 2007.

CLAVEL, D.; DRAME, N. K.; ROY-MACAULEY, H.; BRACONNIER, S.; LAFFRAY, Analysis of early responses to drought associated with field drought adaptation in four Sahelian groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. **Environmental Experimental of Botany**, vol.54, p.219-230, 2005.

COSTA, T.C. C; ACCIOLY, L.J.O. OLIVEIRA, L.M.T. OLIVEIRA, M.A.J. GUIMARÃES, D.P.L. Interação de fatores biofísicos e antrópicos com a diversidade florística na indicação de áreas para conservação do bioma Caatinga. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 21(1): 19-37, 2009.

COSTA, E.L. SILVA, R.F.P. FIUZA, L.M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, vol. 26, n.2, p. 173-185, 2004.

CUNHA, A.O.; ANDRADE, L.A.; BRUNO, A.R.L. SILVA, J.A.L. SOUZA, V.C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (mart. exd.c.) standl. **Revista Árvore**, Viçosa, vol. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DEQUECH, S. T. B. et al. Inseticidas botânicos sobre *Liriomyza huido brensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) e seus parasitóides em feijão-de-vagem cultivado em estufa. *Biotemas*, 23 (2): 37-43, junho de 2010. ISSN 0103 – 1643.

DRUMOND, M.A.; KILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, M.C.; OLIVEIRA, V.R.; ALBUQUERQUE, S.G.; NASCIMENTO, C.E.S. & CAVALCANTE, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. [online], 2000 **EMBRAPA**. CPATSA. Disponível em http://portais.ufg.br/uploads/160/original_uso_sustentavel.pdf. Acessado em 09/05 2013.

EMBRAPA, Preservação e uso da Caatinga. Embrapa Informação Tecnológica, 2007.
FARIAS, M.S.Q. Efeitos do óleo essencial do *cróton argyrophyloides* muell. Arg. e do cariofileno sobre a contratilidade de anéis de aorta de ratos. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Fisiológicas), 2006.

FELLIPI, M. **Morfologia e silvicultura de espécies arbóreas da floresta estacional decidual**. Tese. (Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal), 2010.

FERNANDES, T. S. Bioatividade de Extratos Aquosos de Pinhão roxo *Jatropha gossypifolia* L. sobre *Spodoptera frugiperda*. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

GIASSON, B.I.; ISCHIROPOULOS, H.; LEE VMY, TROJANOWSKI, J.Q. 2002. The relationship between oxidative/nitrative stress and pathological inclusions in Alzheimer's and Parkinson's diseases. *Free Radical BioMed* 32: 1264-1275

GOUVEIA, T.C. Morfologia, anatomia do lenho e densidade básica de *Croton florinbundus* Spreng e *Croton macrobothrys* Baillon. 2007. PDF. Disponível em

[.http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/serie_registros/IFSerReg31/4549.pdf](http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/serie_registros/IFSerReg31/4549.pdf).

Acessado em 26/01/2011.

GRATANI, L.; VARONE, L. Leaf key traits of *Erica arborea* L., *Erica multiflora* L. and *Rosmarinus officinalis* L. co-occurring in the Mediterranean maquis. **Flora**, vol.199, p.58-69,2004.

JOSÉ, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L. Produção de mudas de aroeira (*schinusterebinthi foliusraddi*) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, vol. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

LARANJEIRA, L. CARVALHO, C. MOTA, F.ARAÚJO, L. AGUIAR, J.; RODRIGUES, M.; TAVARES, J.; AGRA, M.; SILVA, M.; SILVA, T. Avaliação da Atividade Hemolítica Do Extrato Etanólico De *Croton grewioides* Baill. **X Jornada De Ensino, Pesquisa E Extensão – Jepex. Ufrpe**: Recife, 18-22 Outubro. 2010.

LEAL I.R.; SILVA J.M.C.; TABARELLI, M.; LACHER Jr.T.E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, Vol. 1, nº 1, Julho 2005.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Ecologia e conservação da Caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 822 p.

LIMA, L.R. & PIRANI, J.R. Revisão taxonômica de *Croton* sect. *Lamprocroton* (Müll. Arg.) Pax (Euphorbiaceae.s.) **Biota Neotrop.**, vol. 8, nº. 2, 2008.

LUCENA, M. F. A.; SALES, M. F. Tricomas foliares em espécies de *Croton* L.(Crotonoideae-Euphorbiaceae). **Rodriguésia**, vol. 57, n. 1, p. 11-25, 2006.

LUIS, R.M.F.C.B. Respostas de *Jatropha curcas* L. ao déficit hídrico: Caracterização bioquímica e ecofisiológica. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia), 2009.

LYRA, L.H.B. LIMA, D.L. SILVA, S.S. XAVIER, T.S. LIMA, V.C. A questão do semiárido e o bioma caatinga, 2009. Disponível em: www.geo.ufv.br, Acesso em: 10/10/2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica: Brasil**. Brasília: MMA, 2011. 248 p.. ISBN 978-85-7738-150-0. Disponível em: <http://www.cbd.int/doc/world/br/br-nr-04-pt.pdf>. Acessado em: 10/05/2013.

MALLICK N., MOHN F.H., 2000. Reactive oxygen species: response of algal cells. *Journal of Plant Physiology*, 157, 183-193

MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Plant Science**, Watsonville, vol.7, 2002.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. 2000. **Nature** 403: 852-858.

OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R.; FERRAZ, F. B.; JACOMINE, P. K. T, Classificação de solos Planossólicos do sertão do Araripe. **Revista Brasileira de Ciências Solo**, n. 4, vol. 27, p. 685-693, 2003.

NETO, A.L.D. Florística e fitossociologia de uma área de caatinga em porto da folha. **Monografia**. 2009. P.37(Curso de Engenharia florestal da universidade Federal de Sergipe).

NIKI, E. Lipid peroxidation: Physiological levels and dual biological effects. **Free Radical Biology & Medicine**, London, vol.47, 2009.

PALMEIRAS JUNIOR, S. F.; ALVES, F. S. M.; VIEIRA, L. F A.; CONSERVA, L. M.; LEMOS, R. P. L. Constituintes químicos da folhas de *Croton sellowii* (Euphorbiaceae), **Rev. Bras. Farmacog.**, vol.16, n.3, p.397-402, 2006.

PEREIRA, F. D.; CORRÊA, H. S.; NASCIMENTO, S. F.; ARAÚJO, R.L.; MELLO, A. H.; A importância da Atividade Extrativista Não Madeireira no Projeto de Assentamento Agroextrativista Praia Alta e Piranha – Nova Ipixuna-PA, **Revista Brasileira De Agroecologia** 2009, vol. 4, nº 2.

PRUDÊNCIO, M.A. CÂNDIDO, D.K. Degradação da vegetação nativa do município de Assú/RN: indicadores e ações mitigadoras. **Sociedade e Território**, Natal, vol. 21, nº 1 – 2 (Edição Especial), p. 144 -156, jan./dez. 2009.

RAMOS, M.A. Plantas usadas como combustíveis na caatinga: é possível o uso sustentável? **Cadernos de cultura e ciência** 24 Vol. 2- Nº 2 2007.

REDDY, A. R.; CHAITANYA, K. V.; VIVEKANANDAN, M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of Plant Physiology**, vol.161, p.1189-1202, 2004.

RIBEIRO, J.F. ;WALTER, B.M.T. Tipos de Vegetação do Bioma Cerrado. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – **Embrapa**. 2007. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_23_911200585232.html#topoPagina. Acessado em: 20/05/2013.

RIINA, R.; BERRY, P.E.; VAN EE, B.W. Molecular Phylogenetics of the Dragon's Blood *Croton* sect. *Cyclostigma* (Euphorbiaceae): A Polyphyletic Assemblage Unraveled. **Systematic Botany** 34(2): 360-374. 2009.

RODAL, M.J.N.; MARTINS, F.R.; SAMPAIO, E.V.S.B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga (Mossoró, Brasil)**, vol.21, n.3, p.192-205.2008

ROEL, A.R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o Desenvolvimento Rural Sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. Vol. 1, nº. 2, 2001.

SALES, R.M.P. Efeito da deficiência hídrica associada à adubação nitrogenada sobre crescimento e estabelecimento de *Arachis pintoi* cv. Belmonte. 2011. 65 p. **Dissertação** – Mestrado em Zootecnia.

SÁTIRO, L.N.; ROQUE, N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. vol.22, n°.1 São Paulo, 2008.

SIES H. 1991. Oxidative stress: Introduction. In: Oxidative stress, oxidants and antioxidants, p. 15–22, **Academic Press, California**.

SILVA, A.J. Extrativismo do coco babaçu (*orbignyaphalerata*, mart.) no município de Miguel Alves – pi: caminhos para o desenvolvimento local sustentável. **Dissertação** Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal do Piauí, 2011.

SILVA, E.S.A.; SOUZA, C.M.A.; ROCHA NETO, O.G.; FIGUEIRÊDO, F.J.C. Parâmetros bioquímicos de plantas de pimenta longa (*piperhispidinervum* dc.) em diferentes condições de cultivo no município de Igarapé-Açu. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 51, p.171-189, 2009.

SILVA, P.B. Aspectos fisiológicos de seis genótipos de cana-de-açúcar submetidos a estresse hídrico. 2010. 96p. **Dissertação** de mestrado Agronomia – Produção Vegetal e Proteção de Plantas.

SOUZA, S.A.M. SOUZA, M.J.N. Unidades de Conservação no Contexto do Bioma Caatinga: O caso do monumento natural dos monólitos de Quixadá – CE. **Anais do XIII Simpósio brasileiro de geografia física aplicada**, Natal, 2007.

SOUZA, V. C. LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em **APG II**. 2ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008.

SILVA, S. SOARES, A.M. MAGALHAES, P.C. Respostas fisiológicas de gramíneas promissoras para revegetação ciliar de reservatórios hidrelétricos, submetidas à deficiência hídrica. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, vol.25, n.1, p. 124-133, 2001.

SILVA, S.F. LIMA, G.P.P. MORGADO, L.B. Tolerância e caracterização bioquímica em feijão-caupi submetido a estresse hídrico na pré-floração. **Naturalia**, Rio Claro, vol. 33, p. 34-44, 2010.

SOUZA, C.D.; FELFILI, J.M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, Go, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. 20(1): 135-142. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C. Áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma caatinga. Universidade Federal de Pernambuco. 47-52, 2002. Disponível em: <http://www.acaatinga.org.br/wp-content/uploads/2011/08/25-cap.-20.pdf>. Acesso em: 09/05/2013.

TAMURA, T.; HARA, K.; YAMAGUCHI, Y.; KOIZUMI, N.; SANO, H. Osmotic stress tolerance of transgenic tobacco expressing a gene encoding a membrane located receptor-like protein from tobacco plants. **Plant Physiology**, vol.131, p.454-62, 2003.

TROVÃO, D.M.B.M. FERNANDES, P.D. ANDRADE, L.A. NETO, J.D. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.11, n.3, p.307-311, 2007.

VALLIYODAN, B.; NGUYEN, H. T. Understanding regulatory networks and engineering for enhanced drought tolerance in plants. **Current Opinion in Plant Biology**, vol.9, p.189-195, 2006.

VILELA, A.N.M. Germinação e crescimento inicial de três espécies nativas de mata atlântica, sob diferentes intervalos de irrigação. **Monografia** (Curso de Engenharia Florestal), 2008.

ZAMITH, L.R; SCARANO, F.R. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, 18(1): 161-176. 2004.

ZUCHINALLI, A. Estudo de propriedades químicas e biológicas da espécie vegetal *cróton urucurana* Florianópolis 2009. **Dissertação**. p.91(Pós-Graduação Universidade Federal de Santa Catarina). 2009.

CAPÍTULO II

PRODUÇÃO VEGETATIVA, PODA E TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO DE MUDAS DE *Croton linearifolius*¹

RESUMO – Dentre a diversidade da flora da caatinga destaca-se espécies do gênero *Croton* com indicativo de atividade inseticida. Com a finalidade de reduzir o extrativismo de espécies nativas, objetivou-se verificar a possibilidade de produzir mudas de forma vegetativa de *Croton linearifolius* e avaliar sua resposta ao estresse hídrico e à poda. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e as mudas foram produzidas a partir de caules de *C.linearifolius*. O crescimento foi avaliado por 120 dias, sendo que, em seguida, as plantas passaram por deficiência hídrica, rehidratação e poda. Verificou-se 47% de sobrevivência das plantas após brotação, as quais apresentaram um aumento constante no número de folhas e no crescimento do caule. Durante o período de deficiência hídrica verificou-se redução no conteúdo relativo de água (CRA), atingindo 30% aos 14 dias, o qual retornou aos valores iniciais (80%) após 48 h de reidratação. Houve redução nos teores de clorofilas e aumento nos de prolina durante o estresse hídrico, além de redução significativa nos conteúdos de amido do caule e aumento dos teores de açúcares redutores. Após a poda, independente das plantas terem passado pela deficiência hídrica, apresentaram crescimento mais acentuado que durante seu estabelecimento, produzindo maior quantidade de parte aérea em menor tempo. A presença de amido no caule é condição indispensável para a produção vegetativa de mudas de *C.linearifolius*, sendo que essas plantas apresentam adaptações para tolerar o estresse hídrico. A poda pode contribuir com uma maior produção de material vegetal para a extração de biocompostos.

Palavras-chave: Crescimento inicial. Histoquímica. Deficiência hídrica.

* Autor para correspondência

¹Parte da dissertação de mestrado

2

3

4

PRODUCTION VEGETATIVE, PRUNING AND WATER STRESS TOLERANCE OF
SEEDLINGS *Croton linearifolius*

ABSTRACT –Among the diversity of flora of caatinga stands out the genus *Croton* which is indicative of insecticidal activity. For the purpose to reduce the extraction of native species, aimed to verify the possibility of producing seedling's vegetative form of *Croton linearifolius* and assess their response to water stress and pruning. The experiment was conducted in a greenhouse and the seedlings were produced from stems of *C.linearifolius*. Growth was assessed for 120days, and then the plants started to water deficiency, rehydration and pruning. There was 47% survival of plants after sprouting, which showed a steady increase in the number of leaves and stem growth. During the water deficit period there was a reduction in relative water content (CRA), reaching 30% at 14 days, which returned to baseline (80%) after 48h of rehydration. There was a reduction in the chlorophyll contents and an increase in proline during water stress, and a significant reduction in the starch content of the stem and increased contents of reducing sugars. After pruning, independent of the plants that have passed by water deficiency, showed stronger growth than during its establishment, producing a higher quantity of biomass in less time. The presence of starch in the stem is essential for the production of vegetative seedlings of *C.linearifolius*, and these plants have adapted to tolerate water stress. Pruning can contribute to a higher production of plant material for extraction of biocompounds.

Keywords: Initial growth. Histochemistry. Water deficiency.

INTRODUÇÃO

A caatinga é considerada a quarta maior formação vegetal, sendo um bioma exclusivamente brasileiro (ALBUQUERQUE et al., 2010). Estende-se por 844.453 km², possuindo, aproximadamente, 11% do território nacional, dos quais 54% encontram-se na região nordeste do Brasil (NUNES, 2012).

A flora da caatinga compreende uma diversidade de plantas com alto potencial farmacológico e econômico, destacando-se, entre elas, espécies do gênero *Croton*, que, segundo Silva et al. (2010b), tem indicativo de atividade inseticida.

O gênero *Croton* pertence à família Euphorbiaceae, com mais de 300 espécies no Brasil, sendo que muitas delas têm propriedades químicas e/ou farmacológicas conhecidas (ABREU et al., 2001; BERRY et al., 2005).

O *Croton linearifolius* é uma espécie do nordeste do Brasil, popularmente conhecida como velame pimenta e segundo Silva et al. (2010b), possui potencial inseticida e apresentou alcalóides, esteróides, flavonoides e taninos no extrato etanólico do caule. Sua potencialidade como inseticida natural tem despertado interesse, entretanto, a intensificação do uso de espécies nativas, as quais são coletadas de forma extrativista, aliado à deficiência hídrica comum na região, podem contribuir para a diminuição das populações dessa espécie.

Segundo Pereira et al. (2009), o extrativismo está em grande expansão, porém se não for controlado pode acarretar em grandes desequilíbrios na fauna e flora. Para a preservação e manutenção da biodiversidade em regiões extrativistas, uma possibilidade é a produção de mudas de plantas de interesse, possibilitando, com isso, redução nos impactos causados pela retirada das plantas do hábitat natural.

A formação de mudas tem que ser de boa qualidade para que possam resistir às condições adversas encontradas na área de plantio (CUNHA et al., 2005). De acordo com Conceição et al. (2005), a produtividade de qualquer espécie, depende de inter-relações complexas entre plantas individuais, comunidade de plantas e o meio ambiente.

A água é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das plantas, uma vez que, a baixa disponibilidade de água no solo pode reduzir o potencial de estabelecimento das mudas (MENDES et al., 2007). As respostas fisiológicas das plantas à falta de água no solo envolvem alto grau de complexidade, pois dependem também da ação

conjunta de outros fatores de estresses. Quando as plantas são adaptadas ou tolerantes, ocorrem modificações morfológicas e metabólicas, em resposta às condições de deficiência hídrica, que contribuem para a sobrevivência nesses ambientes (BLUM, 1996).

A redução da atividade fotossintética, acúmulo de ácidos orgânicos e outros compostos osmoticamente ativos, além de mudanças no metabolismo de carboidratos, são algumas respostas fisiológicas e bioquímicas ao estresse (VALLIYODAN & NGUYEN, 2006).

A deficiência hídrica também causa mudanças na relação entre alguns dos produtos finais da fotossíntese, como amido e sacarose (REDDY et al., 2004). No período da seca, o amido é degradado nos tecidos que o acumulam e sua redução é consequência da atividade da amilase, sendo acompanhada por um aumento de quantidade de açúcares solúveis e redutores (CHAVES-FILHO; STACCIARINI-SERAPHIN, 2001).

O conhecimento do desenvolvimento inicial de plantas e sua adaptação, assim como, o entendimento dos mecanismos de tolerância ao estresse hídrico são necessárias para o sucesso na produção de mudas. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial no estabelecimento de mudas de *Croton linearifolius* produzidas de forma vegetativa e suas respostas ao estresse hídrico e à poda.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, localizada no setor de Forragicultura e Pastagem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Campus de Itapetinga.

Caules da espécie *Croton linearifolius* (registro HUEFS 146620 – Herbário da UEFS) foram coletados no hábitat natural da caatinga, na Floresta Nacional (13°55'37.08"S e 41°05'52.03" O), localizada no município de Contendas do Sincorá, BA.

As mudas foram produzidas a partir de estacas com aproximadamente 5 cm, as quais foram plantadas em vasos produzidos com garrafas pet. As garrafas de 2L foram cortadas ao meio, sendo a parte superior invertida e encaixada na parte inferior. Uma corda de seda, com aproximadamente 30 cm, foi introduzida pelo orifício do bico da garrafa, de forma que parte dela ficasse na porção inferior e a outra parte chegasse até a extremidade superior da garrafa. A parte superior foi preenchida com solo e na parte inferior foi colocada água,

funcionando como um reservatório, de maneira que a corda permitisse um fluxo de água da parte de baixo para o solo em cima, mantendo-o úmido, próximo à capacidade de campo.

Foram plantadas 4 estacas por vaso, as quais foram monitoradas periodicamente para verificação da brotação, mantendo-se uma muda por vaso. Quinze dias após o plantio, foram iniciadas as avaliações de crescimento em 15 mudas.

Após 120 dias, as plantas foram submetidas a dois regimes hídricos: próximo à capacidade de campo (controle) e suspensão total de água, por um período de 14 dias, o qual foi definido pela murcha da maioria das folhas das plantas que estavam em estresse. O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo dois regimes hídricos, com quatro repetições. Um lote de plantas foi reidratado após o estresse hídrico para verificar a possibilidade de recuperação.

Após a coleta de folhas e caules para as análises, as plantas foram podadas, de forma que ficasse somente o caule principal, com, aproximadamente, 10 cm.

Para avaliação do crescimento nas mudas obtidas das estacas e nas plantas após a poda foi avaliado o número de brotos, número de folhas e comprimento do caule, por meio de contagem e medições com régua métrica.

Conteúdo relativo de água (CRA) foi realizado em folhas frescas, completamente expandidas, coletadas no início da manhã, aos 0 (zero), 7 e 14 dias após a suspensão da água e 48 horas após a reidratação. As folhas foram acondicionadas no escuro em caixa de isopor com gelo e transportadas para o laboratório, onde foram retiradas as nervuras centrais e cortadas em seis pedaços. O material foi pesado para determinação de massa fresca (MF), sendo, em seguida, colocado em placas de petri com água destilada, onde ficaram por 6 horas em geladeira, para a obtenção da massa túrgida (MT). Após secagem em estufa a 65°C, esse mesmo material foi pesado para determinação da massa seca (MS). O CRA foi obtido pela seguinte fórmula (BARRS, 1968): $CRA (\%) = [(MF-MS)/(MT-MS)] \times 100$.

O conteúdo de prolina foi extraído de 100 mg de massa seca de folhas, coletadas aos 0 e 14 dias após o estresse, de plantas controle e estressadas. As folhas foram maceradas e homogeneizadas em 10 mL de ácido sulfosalicílico 3%, sendo posteriormente filtrado em papel de filtro. A quantificação da prolina foi realizada segundo Bates (1973).

Análises dos conteúdos de clorofila total, *a* e *b* foram realizadas aos 14 dias após a suspensão da água em folhas frescas, completamente expandidas, coletadas entre 10 e 11 h da manhã em plantas controle e sob estresse, sendo acondicionadas em gelo, no escuro.

Imediatamente após a coleta, 200 mg foram pesados, evitando-se a luminosidade, e macerados em acetona 80% gelada. Em seguida, o homogenato foi filtrado, o volume completado para 10 mL e quantificado em espectrofotômetro a 645 e 663 nm (ARNON, 1949). O cálculo das clorofilas foi realizado através das seguintes fórmulas: Clorofilas totais = $(20,1 \times \text{Abs } 645) + (8,02 \times \text{Abs } 663)$; Clorofila *a* = $(12,7 \times \text{Abs } 663) - (2,69 \times \text{Abs } 645)$; e Clorofila *b* = $(22,9 \times \text{Abs } 645) - (4,68 \times \text{Abs } 663)$.

Para a análise qualitativa do amido, pelo método histoquímico, caules de plantas controle e em condições de estresse foram coletados aos 0 e 14 dias após a suspensão da água e no hábitat natural no mesmo período da coleta do material para a produção das mudas. Os caules foram fixados em FAA₅₀ (formaldeído: ácido acético: álcool 50%) por 48 horas e conservados em álcool 70%. As secções foram realizadas à mão livre, coradas com Lugol e, após lavagem em água destilada, a lâmina foi preparada com água glicerizada 50%. As avaliações foram feitas com o auxílio de um microscópio de luz, Olympus BX4, e as características fotomicrografadas.

Os carboidratos solúveis foram extraídos pela homogeneização de 150mg de massa seca de folhas e caules em 3 mL de água destilada, seguido de centrifugação a 4.000 rpm, por 20 minutos, e coleta do sobrenadante. O processo foi realizado mais duas vezes e os sobrenadantes combinados. Para extração do amido, o pellet foi ressuspendido com 4mL do tampão acetato de potássio 200 mM (pH 4,8) e colocado em banho-maria (100°C) por 5 minutos. Sendo, em seguida, adicionados 15 µL da enzima amiloglucosidase, incubando-se em banho-maria a 40°C por 2 horas, sob agitação. Após centrifugação a 4.000 rpm, por 20 minutos, o sobrenadante foi coletado e o volume completado para 10 mL. Açúcares solúveis totais e amido foram quantificados pelo método da antrona (DISCHE, 1962), açúcares redutores pelo método do DNS (MILLER, 1959).

Os dados foram submetidos a análise de variância, e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 15 dias após o plantio (DAP), as estacas já apresentavam, pelo menos, de um a dois ramos, mantendo-se constante até os 120 DAP, com média de 1,3 ramos por estaca (Figura 1A). Houve um aumento crescente no número de folhas (Figura 1B), alcançando

em torno de 15 folhas por planta aos 60 DAP e 40 aos 120 DAP. O comprimento dos ramos (Figura 1C) apresentou valores médios de 8,1cm aos 60 DAP e 21,2 cm aos 120 DAP, com um crescimento diário constante de 0,08 cm, durante o período.

As mudas de *Croton linearifolius* apresentaram bastante variação em relação ao crescimento inicial. Os primeiros dias desse crescimento são influenciados pelo conteúdo de reservas no caule, uma vez que, as mudas foram produzidas a partir de estacas. Um fator que pode ter influenciado a variação no crescimento foi a redistribuição dessas reservas, tendo como dreno tanto a formação de raízes quanto de ramos e folhas. Sabendo-se que, para o estabelecimento da planta é essencial a formação das raízes, em um primeiro momento a alocação inicial dessas reservas deveria ser para esse fim, para que a planta consiga manter a absorção de água e nutrientes para suportar a fotossíntese após a formação das primeiras folhas. Como somente 40% das plantas que apresentaram o crescimento de ramos aos 15 DAP sobreviveram, possivelmente, não houve um bom desenvolvimento inicial das raízes até o consumo total das reservas, por isso o baixo percentual de mudas estabelecidas.

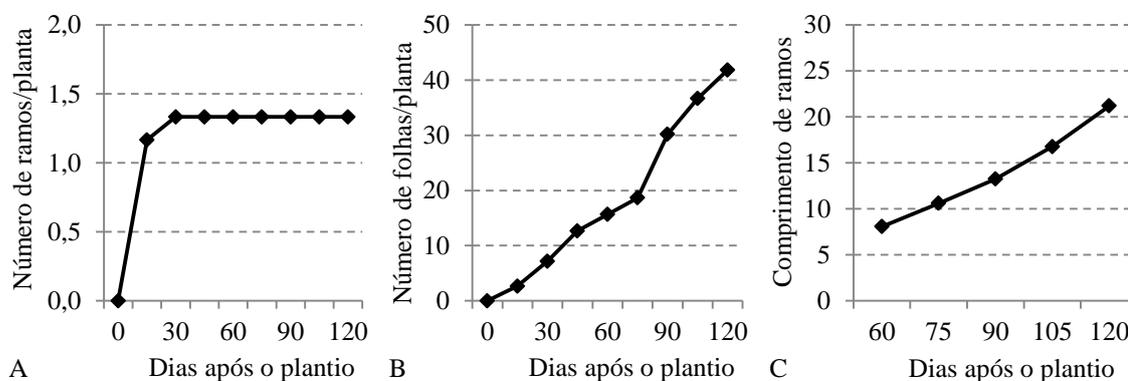


Figura1. Número de brotos (A) e número de folhas (B) por planta e comprimento de ramos (C), de mudas de *Croton linearifolius*, produzidas a partir de estacas, durante o período de 120 dias após o plantio (DAP).

Após, aproximadamente, 120 dias de estabelecimento, as plantas foram submetidas a um período de deficiência hídrica para evidenciar possíveis características de tolerância, uma vez que, no hábitat natural elas passam constantemente por esse estresse. Por ser uma planta com potencial inseticida (SILVA et al., 2010b), conhecimentos sobre suas respostas ao ambiente podem potencializar sua produção, reduzindo o extrativismo.

O conteúdo relativo de água (CRA) nas folhas de *C. linearifolius*, manteve-se constante aos 0, 7 e 14 dias nas plantas controle, com média em torno de 80% (Figura 2). Nas plantas que estiveram sob estresse hídrico houve diminuição do CRA, o qual se apresentou em torno de 50% aos 7 dias e 30% aos 14 dias, sendo essa diferença significativa entre os períodos avaliados ($P < 0,05$). Após 48h de reidratação, o CRA retornou aos valores iniciais.

Quando o potencial hídrico do solo vai decrescendo de forma rápida, a fase inicial do ajustamento osmótico na planta é a desidratação, ocorrendo uma diminuição de água nas células e uma redução no potencial osmótico celular (MORENO, 2009; SILVA, 2010).

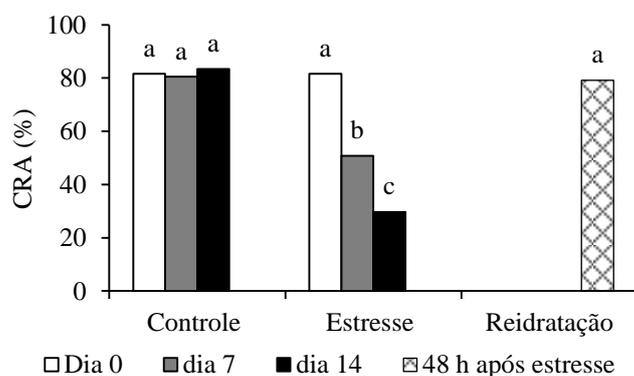


Figura 2. Conteúdo relativo de água (CRA) em folhagem de mudas de *Croton linearifolius*, submetidas a dois regimes hídricos: próximo à capacidade de campo e suspensão total da água por 0 (zero), 7 e 14 dias, sendo, após esse período, reidratadas por 48 horas. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Como uma das primeiras reações de plantas tolerantes a falta de água é o fechamento estomático (MORENO, 2009), a perda de água pela transpiração pode ter contribuído pouco na redução do CRA no *C. linearifolius*, uma vez que, a rápida recuperação do CRA após a reidratação demonstra certo grau de tolerância nessas plantas. Alterações como fechamento dos estômatos são formas de tolerar o estresse, embora possam reduzir a atividade fotossintética e, conseqüentemente, o crescimento (CHAVES & OLIVEIRA, 2004).

Segundo Lambers et al. (2008), plantas que apresentam acúmulo de componentes osmóticos como forma de tolerância tem uma diminuição mais rápida do turgor celular. Dessa forma, a redução de mais de 60% no CRA observado nas folhas de *C. linearifolius*

após 14 dias de suspensão da água (Figura 2), em relação ao controle pode ser devido à produção de substâncias osmoticamente ativas.

Foi verificado um ajustamento osmótico nas folhas de plantas de *C. linearifolius* submetidas ao estresse hídrico pelo aumento nos teores de prolina (Figura 3). Verificou-se que no dia 0 e no controle aos 14 dias após a indução do estresse os teores de prolina foram baixos, alcançando no máximo 2,11 mg/g MS. Nas plantas que estavam sob condições de deficiência hídrica, esses valores aumentaram em torno de 3 vezes, alcançando, em média, 6,43 mg/g MS.

Com a diminuição da quantidade de água no solo, para se adaptar ou se ajustar ao ambiente, ocorre o um aumento de prolina nas folhas (MAIA et al., 2007). Isto está relacionado ao fato de que esse aminoácido é conhecido como agente osmorregulador em muitas espécies de plantas, sendo seu acúmulo induzido pela deficiência hídrica, aumentando várias vezes com a redução do potencial hídrico da folha (REDDY et al., 2004). O acúmulo desses solutos ajuda a prevenir a perda de água e a manter o turgor celular, sendo que alterações nos conteúdos desses metabólitos estão associadas com funções de proteção celular ou com a manutenção da estrutura dos componentes celulares. Entretanto, muitas plantas não são hábeis para sintetizar esses metabólitos especiais (SEKI et al., 2007). Esse fato indica que as plantas de *C. linearifolius* apresentam tolerância ao estresse hídrico, uma vez que, nessas condições houve um aumento significativo desse metabólito em suas folhas.

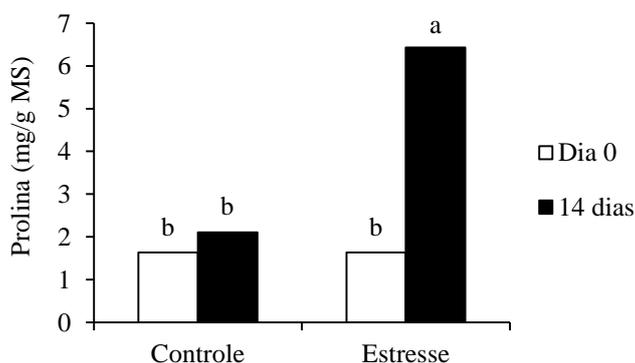


Figura 3. Teores de prolina em folhas de mudas de *Croton linearifolius*, submetidas a dois regimes hídricos: próximo à capacidade de campo e suspensão total da água por 14 dias. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Os teores de clorofilas totais, *a* e *b* (Figura 4), reduziram significativamente ($P < 0,05$) nas plantas em condições de deficiência hídrica em relação às do controle, sendo que a que mais reduziu foi a clorofila *a*, permanecendo com apenas 27% da observada no controle. A redução nos teores de clorofilas está relacionada à degradação desse pigmento devido à falta de água nas plantas (LAMBERS et al., 2008). Essa evidência foi observada visualmente em virtude da redução da coloração verde nas folhas.

A redução nos teores de clorofila, juntamente com o fechamento estomático, influenciam na redução da fotossíntese. Dessa forma, a manutenção da sobrevivência da planta em condições de estresse hídrico pode ocorrer pela utilização de reservas. Foi verificada a presença de amido em grandes extensões do parênquima medular (Figuras 5 A e C) e cortical (Figuras 5 B e D) de caules de mudas de *C. linearifolius* antes da indução do estresse (dia zero, Figuras 5 A e B) e nas plantas controle após 14 dias (Figuras 5 C e D). Após o período de deficiência hídrica houve redução na presença de amido nesses caules, o que pode ser evidenciado, após os 14 dias de estresse (Figura 5 E e F), quando comparado aos do controle (Figuras 5 C e D). Essa redução está relacionada a degradação dessas reservas, que podem ter sido utilizadas tanto para a manutenção da planta durante esse período como para a produção de carboidratos solúveis para o suprimento de substâncias osmoticamente ativas para a manutenção do turgor celular.

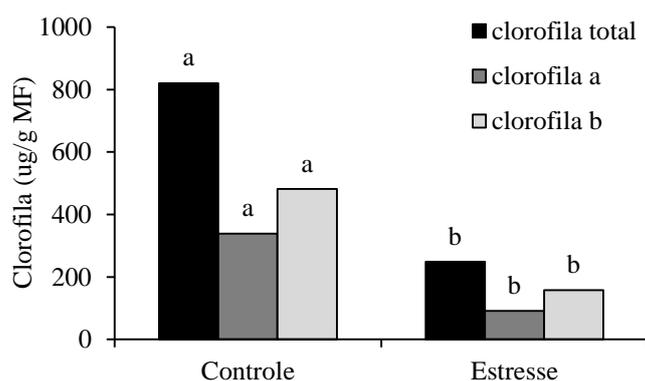


Figura 4. Teores de clorofila total, *a* e *b* em folhas de mudas de *Croton linearifolius*, submetidas a dois regimes hídricos: próximo à capacidade de campo e suspensão total da água por 14 dias. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey em cada fração da clorofila.

Caules de *C. linearifolius* coletados no hábitat natural em abril de 2012 apresentaram amido, principalmente no parênquima medular (Figura 5 G), porém em menor proporção

que nos caules das plantas do experimento. No parênquima cortical (Figura 5 H), poucas evidências de amido foram observadas. Isso pode justificar a baixa produção de mudas a partir de estacas obtidas desses caules, cuja redução da presença de amido poderia estar relacionada a um estresse hídrico, uma vez que, as plantas estavam com características de deficiência hídrica. Sabendo-se que é possível a produção vegetativa dessa espécie, sugere-se que as estacas para a produção de mudas sejam coletadas após períodos em que a planta tenha estado em condições favoráveis ao seu desenvolvimento, as quais favoreçam a fotossíntese.

Redução significativa nos conteúdos de amido do caule foi verificada nas plantas em condições de estresse, atingindo em torno de 35% em relação aos conteúdos do controle e 30% ao dia 0 (Figura 6). Quando as plantas passam por períodos de estresse hídrico, o amido de reserva é degradado e segundo Chaves-Filho&Stacciarini-Seraphin (2001), essa redução é uma consequência da atividade da amilase, podendo levar a um aumento na quantidade de açúcares solúveis e redutores na planta. A redução do amido é um indicativo de consumo desses carboidratos para a manutenção da sobrevivência das plantas (MELO et al., 2007).

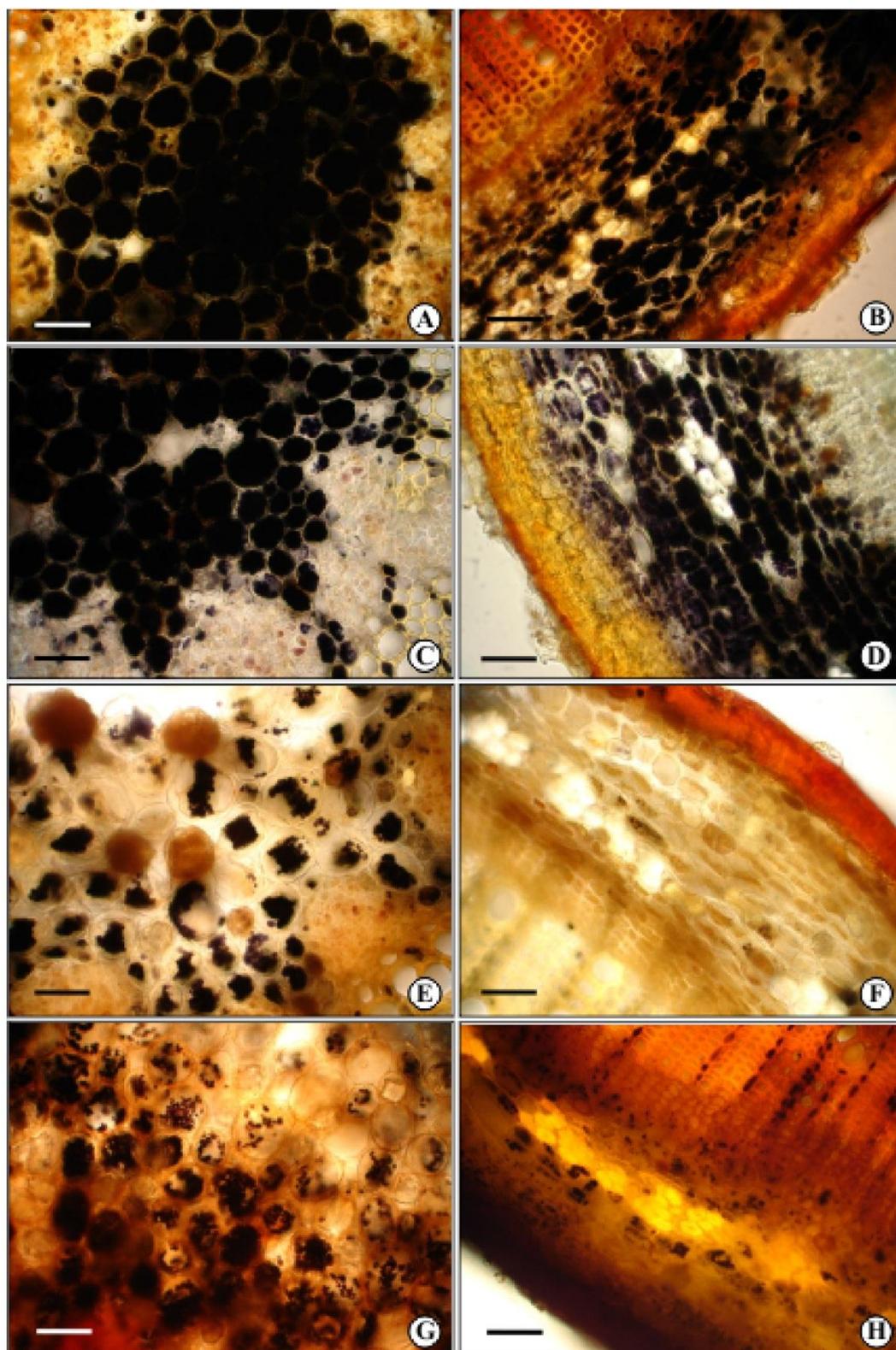


Figura 5. Caracterização histoquímica do amido observado no parênquima medular (A, C, E e G) e cortical (B, D, F e H) de caules demudas de *Croton linearifolius* antes da indução do estresse hídrico (A e B), submetidas a dois regimes hídricos: próximo à capacidade de

campo (C e D) e suspensão total da água por 14 dias (E e F) e em plantas coletadas no habitat natural em abril de 2012 (G e H). Coloração Lugol. Barra = 100 μ m.

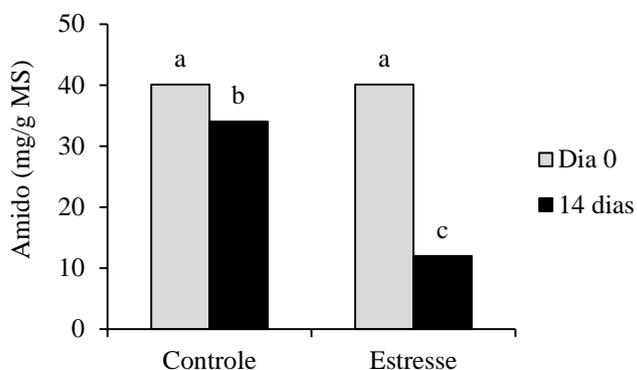


Figura 6. Conteúdo de amido em caules de mudas de *Croton linearifolius* antes da indução do estresse hídrico (dia 0) e submetidas a dois regimes hídricos: próximo à capacidade de campo e suspensão total da água por 14 dias. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os conteúdos de açúcares solúveis totais (AST) nos caules de plantas em condições normais ou de estresse (Figura 7 A). Embora tenha havido redução nesses açúcares do dia 0 para o dia 14 nas folhas em condições de estresse, essa diferença não foi significativa em relação às plantas controle no mesmo período (Figura 7 B). De acordo Melo et al. (2007), diminuição nos açúcares solúveis das folhas em plantas submetidas ao estresse hídrico pode indicar um baixo potencial osmorregulatório, uma vez que essas moléculas podem estar sendo utilizadas para manutenção e sobrevivência da planta.

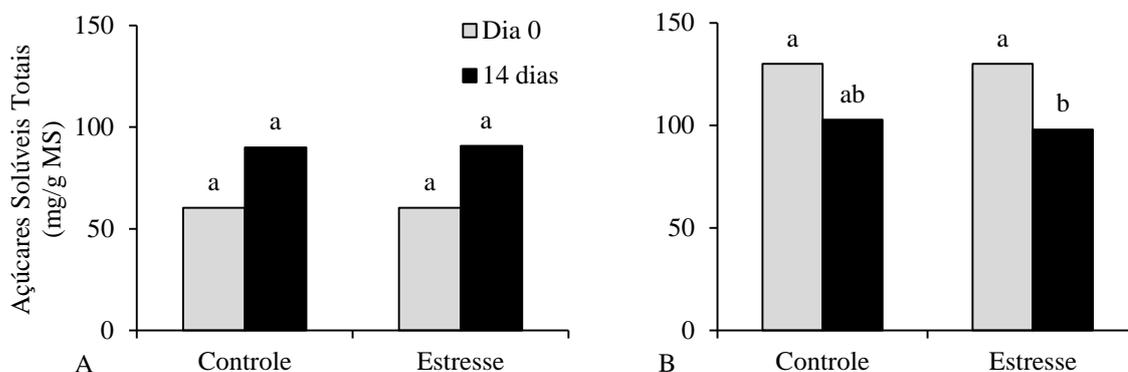


Figura 7. Conteúdo de açúcares solúveis totais (AST) em caules (A) e folhas (B) de mudas de *Croton linearifolius* antes da indução do estresse hídrico (dia 0) e submetidas a dois regimes hídricos: próximo à capacidade de campo e suspensão total da água por 14 dias. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Quanto aos açúcares redutores (AR), o aumento significativo ($P < 0,05$), tanto nos caules (Figura 8 A) como nas folhas (Figura 8 B), pode confirmar a regulação osmótica das plantas de *C. linearifolius*, uma vez que esses carboidratos podem estar atuando como compostos osmoticamente ativos, juntamente com a prolina. Isso é evidenciado por Mendes et al. (2007), que afirma que o aumento dos teores de carboidratos deve-se ao fato de o mesmo atuar com regulador osmótico, assim sustenta os níveis de água nas folhas e com isso o equilíbrio osmótico das células. As plantas que passam por período de baixa disponibilidade de água, desenvolvem uma maior concentração de solutos que possuem uma capacidade de ajustamento osmótico, sendo uma característica de plantas resistentes à seca (SILVA et al., 2001).

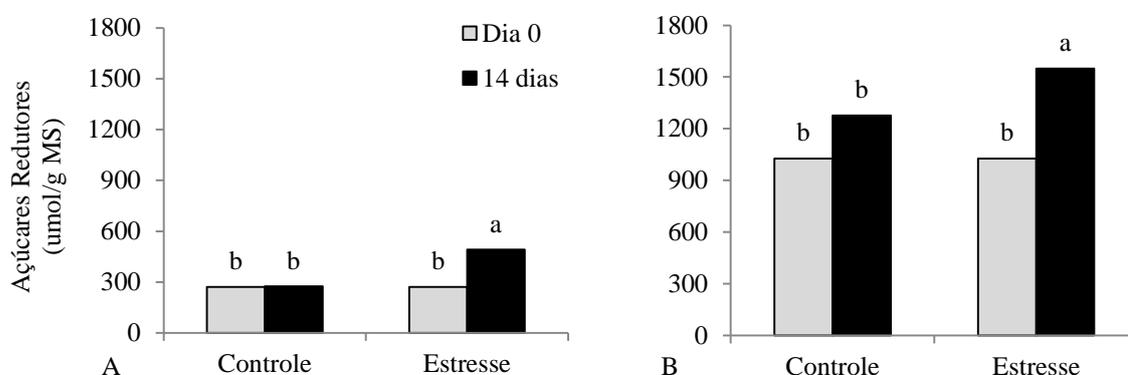


Figura 8. Conteúdo de açúcares Redutores (AR) em caules (A) e folhas (B) de mudas de *Croton linearifolius* antes da indução do estresse hídrico (dia 0) e submetidas a dois regimes hídricos: próximo à capacidade de campo e suspensão total da água por 14 dias. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

De acordo Silva et al. (2001), as espécies que possuem um aumento dos teores de AR e AST em condições de estresse hídrico, tem uma capacidade maior de suportar os danos causados pela falta de água.

Após o período de estresse, as plantas foram podadas e seu crescimento foi avaliado. Verificou-se que, sete dias após a poda as plantas apresentaram cerca de 3 ramos, tanto nas

que haviam passado pelo estresse como nas outras, alcançando 4,25 ramos por planta aos 25 dias e permanecendo constante até 49 dias (Figura 9 A). O número de folhas por planta aumentou gradualmente até os 35 dias após a poda, chegando à 50% a cada 7 dias (Figura 9 B). A partir daí, esse aumento reduziu ficando em torno de 2 a 5% na última semana, o que, provavelmente, se deve a queda das folhas mais velhas. O comprimento dos ramos também aumentou gradualmente até os 49 dias após a poda, crescendo, aproximadamente, 0,7 cm por dia (Figura 9C).

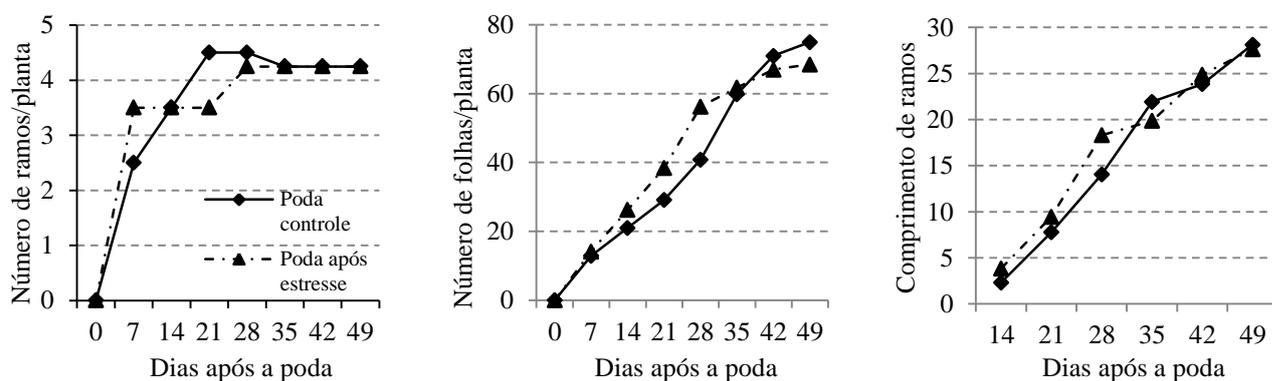


Figura 9. Número de ramos (A) e número de folhas (B) por planta e comprimento de ramos (C), de mudas de *Croton linearifolius*, após poda, durante o período de 49 dias.

Após a poda, independente das plantas terem passado por um período de estresse hídrico, apresentaram um crescimento mais acentuado que durante seu estabelecimento, resultando em uma parte aérea muito maior em menor período de tempo. Esse resultado está relacionado, principalmente, ao fato de que, após a poda, o sistema radicular já estava bem desenvolvido e toda a reserva no caule poderia ser alocada para o desenvolvimento da parte aérea, além da absorção de nutrientes e água do solo. Sendo assim, a produção de mudas de *C. linearifolius* de forma vegetativa, com realização de uma poda após o estabelecimento pode acelerar a produção de biomassa, sendo uma alternativa para viabilizar a produção de grandes quantidades de material vegetal para a extração de compostos bioativos.

CONCLUSÕES

O bom crescimento das estacas e a presença de amido no caule permitem a produção vegetativa de mudas de *Croton linearifolius*. A produção de mudas de *C. linearifolius* de forma vegetativa, com realização de uma poda após o estabelecimento pode acelerar a produção de biomassa, sendo uma alternativa para viabilizar a produção de grandes quantidades de material vegetal para a extração de compostos bioativos.

Essas plantas apresentaram tolerância ao estresse hídrico, pois apresentam reduções significativas no conteúdo relativo de água em deficiência hídrica, tendo uma rápida recuperação após reidratação. Os altos conteúdos de prolina nas folhas juntamente com a degradação do amido no caule e consequente aumento de açúcares redutores demonstram um ajustamento osmótico realizado pelas mudas de *C. linearifolius* durante o estresse.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABREU, A. S.; BARBOSA, P. S.; MULLER, A. H.; GUIHLON, G.M.S.P. Constituintes químicos do caule e das cascas do caule de *Croton pulleivar.Glabrior* (euphorbiaceae). **Revista Virtual de Iniciação Acadêmica da UFPA**,v.1, n.2, 2001.

ALBUQUERQUE, U. P.; NUNES, A. T.; ALMEIDA, A. L. S. ALMEIDA, C.M.A.D. NETO, E.M.F.L. VIEIRA, F.J. SILVA, F.S. SOLDATI, G.T. NASCIMENTO, L.G.S. SANTOS, L.L. RAMOS, M.A. CRUZ, M.P. ALENCAR, N.L. MEDEIROS, P.M. ARAÚJO, T.A.S. NASCIMENTO, V.T. **Caatinga: biodiversidade e qualidade de vida**. Bauru: Canal 6, 2010. 133p.

ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Bet vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, n.1, p.1-15, 1949.

BARRS, H. D. Determination of water deficits in plant tissues. In: KOZLOWSKI, T.T T. **Water deficits and plant growth**. New Delhi: Academic Press,1968. V.1. pp. 235-368.

BATES, L. S. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Short Communication. **Plant and Soil**, v.39, n.1, p.205-207, 1973.

BERRY, P. E.; HIPPI, A. L., WURDACK, K. J.; VAN EE, B. W.; RIINA, R. Molecular phylogenetics of the giant genus *Croton* and tribe Crotoneae (Euphorbiaceae sensu stricto) using ITS and *trnL-trn F* sequencedata. **American Journal of Botany**, v.92, p.1520-1534, 2005.

BLUM, A. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. **Plant Growth Regulation**, v.20, p.135-148, 1996.

CHAVES, M. M.; OLIVEIRA, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.407, p.2365-2384, 2004.

CHAVES-FILHO, J.T. & STACCIARINI-SERAPHIN, E. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.2, p.199-204, 2001.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, A. R. L.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. exd.c.) standl. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. **Carbohydrate chemistry**, New York: Academic Press, 1962. p.477-520.

LAMBERS, H.; CHAPIN III, F. S.; PONS, T. L. **Plant Physiological Ecology**, 2ed. New York: Springer, 2008. 604p.

MAIA, P. S. P.; NETO, C. F. O.; CASTRO, D. S.; FREITAS, J. M. N.; LOBATO, A. K. S.; COSTA, R. C. L. C. Conteúdo relativo de água, teor de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas de duas cultivares de milho submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.2, p.918-920, 2007.

MELO, H.C.; CASTRO, E.M.; SOARES, A.M.; MELO, L.A.; ALVES, J.D. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoehnea**, v.34, p.145-153, 2007.

MENDES, F.S. CASTRO, D.S.; NETO, C.F.O.; LOBATO, A.K.S. CUNHA, R.L.M. COSTA, R.C.L.C. Níveis de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas de mogno (*Swietenia macrophylla* King R.A) induzidas ao estresse hídrico e a reidratação. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.2, p.939-941, 2007.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v.31, n.3, p.426-428, 1959.

MORENO F. Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico. Una revisión. **Agronomía Colombiana**, v.27, n.2, p. 179-191, 2009.

NUNES, S. T. **Recuperação de áreas degradadas da caatinga com as espécies nativas jurema preta (*mimosa tenuiflora*) com e sem acúleos e favela (*cnidoscolusquercifolius*) com e sem espinhos**. 2012.74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

PEREIRA, F. D.; CORRÊA, H. S.; NASCIMENTO, S. F.; ARAÚJO, R.L.; MELLO, A. H.; A importância da atividade extrativista não madeireira no projeto de assentamento agroextrativista Praialta e Piranheira – Nova Ipixuna-PA, **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, 2009.

REDDY, A. R.; CHAITANYA, K. V.; VIVEKANANDAN, M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of Plant Physiology**, v.161, p.1189-1202, 2004.

SEKI, M.; UMEZAWA, T.; URANO, K.; SHINOZAKI, K. Regulatory metabolic networks in drought stress responses. **Current Opinion in Plant Biology**, v.10, p.296-302, 2007.

SILVA, P.B. **Aspectos fisiológicos de seis genótipos de cana-de-açúcar submetidos a estresse hídrico**.2010. 96p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Universidade Federal de Alagoas.

SILVA, S.F.;LIMA,G.P.P.;MORGADO,L.B. Tolerância e caracterização bioquímica em feijão-caupi submetido a estresse hídrico na pré-floração. **Naturalia**, Rio Claro, v. 33, p. 34-44, 2010 a.

SILVA, S. L.C.; CARVALHO, M. G. de; GUALBERTO S. A.; CARNEIRO-TORRES, D. S.; VASCONCELOS, K. C. F. de; OLIVEIRA, N. F. Bioatividade do extrato etanólico do caule de *Croton linearifolius* Mull. Arg. (Euphorbiaceae) sobre *Crochliomyiamacellaria* (Diptera: Calliphoridae). **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.4, p.252-258, 2010b.

SILVA, S. SOARES, A.M. MAGALHAES, P.C. Respostas fisiológicas de gramíneas promissoras para revegetação ciliar de reservatórios hidrelétricos, submetidas à deficiência hídrica. **Ciência & Agrotecnologia**, v.25, n.1, p. 124-133, 2001.

VALLIYODAN, B.; NGUYEN, H. T. Understanding regulatory networks and engineering for enhanced drought tolerance in plants. **Current Opinion in Plant Biology**, v.9, p.189-195, 2006.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A baixa disponibilidade de água no solo é um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento das plantas, assim o conhecimento das formas como as plantas respondem ao estresse hídrico, ou os mecanismos que elas utilizam para atuar em condição de déficit hídrico, é fundamental para que se estabeleçam estratégias de manejo que visem favorecer a persistência e a produtividade das mudas.

A utilização de plantas nativas, extraídas de seu ambiente natural podem ser uma alternativa, porém, os impactos causados ao meio ambiente com o extrativismo podem promover um desequilíbrio da fauna e flora local, ou até mesmo o desaparecimento ou redução intensa da espécie utilizada. A solução para esse problema foi à produção de mudas dessas plantas em casa de vegetação e depois com realização de uma poda após o estabelecimento pode acelerar a produção de biomassa. Para tanto, foi necessário o estudo da fisiologia dessas plantas para se conseguir uma melhor adaptação.

Dessa forma, os conhecimentos da fisiologia da planta para a produção de mudas e potencialização nos teores de compostos secundários poderão minimizar o impacto causado ao ambiente natural devido ao extrativismo de plantas que apresentam atividade de inseticida natural.

Devido às consequências que o meio ambiente vem passando e à dificuldade de revegetação natural em ambientes semiáridos, é importante que novas investigações se voltem para o desenvolvimento de plantas que podem crescer e produzir com menos água. E assim com a complexidade de se caracterizar, separadamente, os efeitos e as respostas das plantas à deficiência hídrica é importante, englobar estudos que tenha características fisiológicas, bioquímicas e anatômicas, sem perder de vista a sua interação com outros fatores ambientais.