

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

VERLÂNIA FABÍOLA DE SOUSA FARIAS

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO, QUALIDADE E CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE EM BROTOS DE PALMA (*Opuntia* sp.) PARA O CONSUMO
HUMANO**

POMBAL – PB
2013

VERLÂNIA FABÍOLA DE SOUSA FARIAS

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO, QUALIDADE E CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE EM BROTOS DE PALMA (*Opuntia* sp.) PARA O CONSUMO
HUMANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre. Linha de pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

ORIENTADOR: Dr. FRANCISCLEUDO BEZERRA DA COSTA

POMBAL – PB
2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG

DIS

F224a

Farias, Verlânia Fabíola de Sousa.

Avaliação do desenvolvimento, qualidade e capacidade antioxidante em brotos de palma (*Opuntia sp.*) para o consumo humano / Verlânia Fabíola de Sousa Farias. – Pombal, 2013.

74f.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.

"Orientação: Prof. Pós-Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa".

Referências.

1. Broto de Palma – *Opuntia sp.* 2. Cladódio – Avaliação. 3. Broto de Palma – Consumo Humano. I. Costa, Franciscleudo Bezerra da. II. Título.

UFCG/CCTA

CDU 633.39

VERLÂNIA FABÍOLA DE SOUSA FARIAS

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO, QUALIDADE E CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE EM BROTOS DE PALMA (*Opuntia sp.*) PARA O CONSUMO
HUMANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre. Linha de pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

APROVADA EM: 12/11/2013

EXAMINADORES

Prof. Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa
- Orientador -
UATA/CCTA/UFCG

Prof.^a Dra. Adriana Ferreira dos Santos
UATA/CCTA/UFCG

Prof. Dr. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga
UAGRA/CCTA/UFCG

Prof. Dr. Pahlevi Augusto de Souza
IFCE - Campus de Limoeiro do Norte - CE

POMBAL – PB
2013

Aos meus pais, Maria Aparecida e Veriano Farias, por serem meus maiores incentivadores e por terem me dado valores necessários para ser o que hoje sou. Cada conquista minha também é de vocês.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, razão maior da minha vida, meu tudo, que me iluminou e me fez escrever este trabalho.

Aos meus pais, Veriano e Aparecida, que estiveram sempre presentes em todos os momentos, apoiando-me e não medindo esforços para que eu atingisse meus objetivos.

Aos meus irmãos, Valkbergue e Fábio, pelo apoio e carinho que sempre demonstraram por mim; e a minha cunhada, Jéssica, que sempre esteve disposta a me ajudar. Foi bom tê-los por perto.

Àquele que teve muita paciência e que nunca deixou de me ajudar e de me compreender. A você, Alan Raniere, todo o meu amor.

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais (PPGSA) da Universidade Federal de Campina Grande, por ter tornado possível a realização deste curso.

Ao INSA/CNPq, pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

Ao meu orientador, prof. Franciscleudo Bezerra, pela confiança e respeito. Por toda paciência em me dar instruções, sempre com boa vontade e dedicação, pela contribuição e incentivo a pesquisa, tão necessários para realização deste trabalho e por sua compreensão diante as dificuldades.

À professora Adriana Ferreira, pelo incentivo, amizade e pelas coordenadas que me deu logo no início.

Ao professor Roberto Cleiton, pela atenção e pelo valioso auxílio na análise estatística dos dados.

Ao professor Pahlevi Augusto, pelas contribuições como examinador.

Aos professores do PPGSA, que contribuíram de forma valiosa para ampliação do nosso conhecimento.

Aos amigos, Emanuel, Marcela, Rafaela e em especial, a Inácia, Maria José e Thayse, que compartilharam comigo momentos de discussão e de aprendizagem durante a condução de todo o experimento. Pela amizade que se solidificou e que com certeza continuará.

Aos técnicos de laboratório, André, Climene, Emanuel, Everton, Francisco, Jeane, Joyce, Luís, Roberta, Sabrina, Thiago e Wélida, pela colaboração e amizade sempre.

A Luci, por sua agradável presença e por sempre providenciar aquele lanchinho.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram de alguma forma ao longo desta trajetória.

Muito obrigada!

FARIAS, V. F. S. **Avaliação do desenvolvimento, qualidade e capacidade antioxidante em brotos de palma (*Opuntia* sp.) para o consumo humano.** 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013.

RESUMO

O broto de palma surge no semiárido nordestino como uma hortaliça alternativa e potencial para o consumo humano, possibilitando a obtenção de produtos e alimentos ricos em nutrientes e antioxidantes. Assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento, a qualidade e a capacidade antioxidante em brotos de palma para o consumo humano. Os brotos foram colhidos nas primeiras horas do dia na área experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em Pombal - PB e avaliados quanto às variáveis físicas e químicas, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, no fatorial 2 x 4, sendo 2 cultivares ('Gigante' e 'Redonda') e 4 estádios de desenvolvimento (estádio 1 - brotos de 4,0 a 8,0 cm; estágio 2 - brotos de 8,01 a 12,0 cm; estágio 3 - brotos de 12,01 a 16,0 cm; estágio 4 - brotos de 16,01 a 20,0 cm), com seis repetições e 250 g por unidade experimental. Para as variáveis diâmetro longitudinal e transversal, massa fresca com espinhos, sem espinhos e dos espinhos e rendimento, houve um aumento significativo de seus valores com o estágio de desenvolvimento, com destaque para os brotos da cultivar 'Redonda'. Os teores de proteínas, lipídeos e carboidratos reduziram significativamente com o avanço do desenvolvimento, para ambas as cultivares, assim como para a relação sólidos solúveis e acidez titulável e para o amido. Nos compostos bioativos clorofilas, carotenoides e flavonoides, os maiores teores foram encontrados no terceiro e quarto estádios da cultivar 'Gigante'; já os polifenóis extraíveis foram maiores no primeiro e segundo estádios, dessa cultivar. Os teores de ácido ascórbico aumentaram com o estágio de desenvolvimento nas duas cultivares. A capacidade antioxidante foi superior na massa seca quando comparada à massa fresca, nos brotos de palma 'Gigante' e 'Redonda'. Dessa forma, independente dos tratamentos avaliados, os brotos de palma exibiram características similares às de outras hortaliças, constituindo-se como fonte de compostos com propriedades antioxidantes, podendo ser usados como hortaliça em qualquer estágio de desenvolvimento, sendo que o terceiro e o quarto estádios foram os mais indicados, tanto para o consumo *in natura* como para o processamento agroindustrial.

Palavras-chave: Cladódios. Fisiologia. Ponto de colheita. Caracterização.

FARIAS, V. F. S. **Evaluation of development, quality and antioxidant capacity in palm buds (*Opuntia* sp.) for human consumption.** 2013. 74 f. Dissertation (Master in Agribusiness Systems) - Federal University of Campina Grande, Pombal, 2013.

ABSTRACT

The bud of palm comes in northeast semiarid as an alternative and potential vegetable for human consumption, making it possible to obtain products and foods rich in nutrients and antioxidants. Thus, the objective was to evaluate the development, quality and antioxidant capacity in palm buds for human consumption. The buds were harvested in the early hours in the experimental area of the Centre for Science and Agrifood Technology, Federal University of Campina Grande, in Pombal - PB and analyzed for physical and chemical variables, using a completely randomized design in a factorial 2 x 4, with 2 cultivars ('Giant' and 'Round') and 4 developmental stages (stage 1 - buds from 4,0 to 8,0 cm, stage 2 - buds from 8,01 to 12,0 cm, stage 3 - buds 12,01 to 16,0 cm, stage 4 - buds from 16,01 to 20,0 cm), with six replicates of 250 g per experimental unit. For longitudinal and transverse diameter variables, fresh pasta with thorns, without thorns and spines and income, there was a significant increase in their values with the stage of development, with emphasis on the buds of the cultivar 'Round'. The levels of proteins, lipids and carbohydrates significantly decreased with advancing development, for cultivars, as well as the soluble solid and titratable acidity and starch. Bioactive compounds in chlorophylls, carotenoids and flavonoids, the highest levels were found in the third and fourth stages of cultivar 'Giant'; have extractable polyphenols were higher in the first and second stages, this cultivar. The levels of ascorbic acid increased with the stage of development in both cultivars. The antioxidant capacity was higher in dry weight when compared to fresh weight in buds palm 'Giant' and 'Round'. Thus, regardless of the treatments, the shoots palm exhibited similar to other vegetables, constituting a source of compounds with antioxidant characteristics, can be used as a vegetable in any stage of development, and the third and fourth in stars were the most suitable for both fresh consumption and for the agro-processing.

Keywords: Cladodes. Physiology. Harvest point. Characterization.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Área experimental do cultivo de palma ‘Gigante’ e ‘Redonda’. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013..... 13
- Figura 2 - Escala utilizada para definição dos estádios de desenvolvimento dos brotos de palma: E1 - brotos de 4,0 a 8,0 cm; E2 - brotos de 8,01 a 12,0 cm; E3 - brotos de 12,01 a 16,0 cm; E4 - brotos de 16,01 a 20,0 cm (a), brotos da cultivar ‘Gigante’ (b) e brotos da cultivar ‘Redonda’ (c) selecionados conforme o estágio de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013. 15
- Figura 3 - Broto de palma seccionado conforme a realização das análises químicas. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.....17
- Figura 4 - Diâmetro longitudinal (a) e diâmetro transversal (b) dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.....22
- Figura 5 - Espessura dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.....23
- Figura 6 - Massa fresca com espinhos (a) e massa fresca sem espinhos (b) dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.....24
- Figura 7 - Massa fresca dos espinhos dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.....25
- Figura 8 - Rendimento dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.....26
- Figura 9 - Massa seca dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.....27
- Figura 10 - Teores de umidade dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.....28
- Figura 11 - Teores de cinzas dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.....29
- Figura 12 - Teores de proteínas dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.....30
- Figura 13 - Teores de lipídeos dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.....31

- Figura 14 - Teores de carboidratos dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....32
- Figura 15 - Valor energético dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....33
- Figura 16 - Teores de ácido málico (a) e concentração de H⁺ (b) dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....34
- Figura 17 - Teores de sólidos solúveis dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....36
- Figura 18 - Valores da relação sólidos solúveis e acidez titulável dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....37
- Figura 19 - Teores de açúcares redutores (a) e de açúcares solúveis totais (b) dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....38
- Figura 20 - Teores de amido dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....39
- Figura 21 - Teores de clorofila total dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....40
- Figura 22 - Teores de carotenoides dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....41
- Figura 23 - Teores de flavonoides totais dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....42
- Figura 24 - Teores de polifenóis extraíveis dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....43
- Figura 25 - Teores de ácido ascórbico dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....44
- Figura 26 - Valores da capacidade antioxidante em base fresca (a) e em base seca (b) dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▣) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.....45

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 ORIGEM E INTRODUÇÃO DA PALMA NO BRASIL.....	3
2.2 CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DA PALMA.....	4
2.3 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA	5
2.4 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DOS BROTOS	6
2.5 BROTO DE PALMA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA.....	8
2.6 ANTIOXIDANTES.....	9
3 MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1 LOCALIZAÇÃO E MANEJO DO CULTIVO EM CAMPO.....	13
3.2 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL.....	14
3.3 DEFINIÇÃO DOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO.....	14
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	16
3.5 AVALIAÇÕES FÍSICAS.....	16
3.6 AVALIAÇÕES QUÍMICAS.....	17
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 AVALIAÇÕES FÍSICAS.....	22
4.1.1 Diâmetro longitudinal e transversal	22
4.1.2 Espessura	23
4.1.3 Massa fresca com espinhos e sem espinhos	23
4.1.4 Massa fresca dos espinhos	25
4.1.5 Rendimento	26
4.1.6 Massa seca	27
4.2 AVALIAÇÕES QUÍMICAS.....	28
4.2.1 Umidade	28
4.2.2 Cinzas	29
4.2.3 Proteínas	30
4.2.4 Lipídeos	31
4.2.5 Carboidratos	32

4.2.6 Valor energético.....	33
4.2.7 Acidez titulável e concentração de H⁺	34
4.2.8 Sólidos solúveis.....	35
4.2.9 Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT).....	36
4.2.10 Açúcares redutores e açúcares solúveis totais.....	37
4.2.11 Amido.....	39
4.2.12 Clorofila total.....	40
4.2.13 Carotenoides.....	41
4.2.14 Flavonoides totais.....	42
4.2.15 Polifenóis extraíveis	43
4.2.16 Ácido ascórbico.....	44
4.2.17 Capacidade antioxidante.....	45
5 CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
ANEXOS.....	54

1 INTRODUÇÃO

As regiões do semiárido brasileiro estão entre as maiores e mais secas do mundo, abrangendo 1.133 municípios, nove estados, em uma área de 969.584,4 km². Essas regiões são caracterizadas, de modo geral, pela aridez do clima, deficiência hídrica, por altas taxas de evapotranspiração e pela presença de solos pobres em matéria orgânica (BRASIL, 2005).

Assim, as culturas mais adaptadas ao semiárido são aquelas que dispõem de características que permitem suportar as adversidades edafoclimáticas. Essas plantas geralmente são menos exigentes em insumos agrícolas e proporcionam boa produtividade o ano inteiro, gerando alimentos, produtos e/ou subprodutos que são apreciados e tem valor de mercado (BARBERA; INGLESE; BARRIOS, 2001).

Neste contexto, a palma surge como uma boa alternativa que se adequa a essas condições, apresentando grande potencial socioeconômico para o semiárido. De acordo com Sáenz (2006) a palma produz frutos e brotos que podem ser utilizados *in natura* para o consumo humano e como matéria-prima na agroindústria para produção de conservas em salmoura, doces, bebidas e farinhas. Esses produtos também podem ser utilizados na medicina, na fabricação de cosméticos e em outros fins, que poderiam gerar oportunidades de emprego e renda para as populações desta região, a exemplo do que acontece em outras partes do mundo.

Apesar das inúmeras aplicações, a exploração da palma no Brasil limita-se a produção de forragem para os animais principalmente na época de seca. No entanto, pesquisas realizadas por Chiacchio (2008) têm revelado que o broto de palma vem sendo inserido na dieta da população em alguns municípios do estado da Bahia, onde são embalados e comercializados nas feiras livres. Já Flores Valdez (2001) menciona que os brotos de 15 a 20 cm de comprimento, são utilizados em diversas receitas culinárias, principalmente no México, sendo consumido também nos Estados Unidos e em alguns países da Europa e Ásia.

Embora seja pouco utilizado na alimentação humana, o broto ainda se apresenta como uma boa fonte de nutrientes. Ele é suculento, constituído principalmente de água e carboidratos, incluindo fibras, proteínas e minerais. Contém ainda valores consideráveis de fitoquímicos com propriedades antioxidantes como vitamina C, clorofilas, carotenoides e fenólicos, quando comparado a outras hortaliças.

Considerando que os brotos apresentam características nutricionais que propiciam o seu consumo, ainda são poucas as pesquisas direcionadas para a exploração do potencial dos mesmos como hortaliça. Desse modo, fez-se necessário, antes de tudo, a realização de um

estudo sobre a fisiologia do desenvolvimento dos brotos, no sentido de conhecer o tamanho do broto como hortaliça que pode ser usado para definir a sua qualidade e para indicar o ponto de colheita que destaque as melhores características para o consumo humano.

Diante destes aspectos, objetivou-se avaliar o desenvolvimento, a qualidade e a capacidade antioxidante em brotos de palma das cultivares ‘Gigante’ e ‘Redonda’ para o consumo humano, a fim de diversificar o conhecimento e de fornecer subsídios para incentivar a produção dessa cultura em regiões onde as condições do clima sejam favoráveis para o seu desenvolvimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORIGEM E INTRODUÇÃO DA PALMA NO BRASIL

A palma (*Opuntia* sp.) é uma cultura originária da América e hoje está distribuída em ambientes distintos, com uma ampla faixa de espécies, o que se deve à sua alta variação genética, que se origina das mais diversas condições agroclimáticas das áreas de onde são nativas, encontrando-se tanto de forma selvagem como de forma cultivada (SÁENZ, 2006).

No Brasil a palma foi introduzida, provavelmente, durante o período da colonização, destinada à criação da cochonilha, com o objetivo de se produzir um corante natural, o carmim, para ser empregado por indústrias têxteis em alguns Estados do Nordeste. Mais tarde, com o lançamento intensivo no mercado de corantes sintéticos derivados do petróleo, o processo de produção do carmim foi inviabilizado, levando ao abandono dessa atividade. Assim, as espécies introduzidas passaram a ser vistas como plantas ornamentais e somente por volta de 1915, é que a palma veio a ser utilizada como forragem, despertando o interesse de criadores que passaram a cultivá-la para este fim (ALBUQUERQUE; SANTOS, 2005).

A resistência da palma aos períodos de seca e o seu uso como forragem para os animais, comprovaram a eficácia dessa planta, que após a grande seca de 1932, foi implantada pelo governo federal em muitos campos de multiplicação, distribuindo-se a partir desse momento, por todo o Nordeste. Essa produção se expandiu principalmente pelos estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba, o que provavelmente contribuiu para que estes Estados até hoje se destacassem como áreas de cultivo de palma no Brasil (PEREIRA; LOPES, 2011).

No Nordeste brasileiro, predomina o cultivo de espécies de palma dos gêneros *Opuntia* (cultivares ‘Gigante’ e ‘Redonda’) e *Nopalea* (palma miúda ou palma doce), ambas da família *Cactacea*, provenientes do México e que são cultivadas principalmente nos períodos de seca, constituindo-se como uma das principais fontes de alimentação para o gado (CÂNDIDO et al., 2013) e, atualmente fazendo parte da dieta humana, com o seu uso em várias receitas da culinária nordestina.

Em muitos países a palma serve para várias finalidades, sendo difícil encontrar uma planta tão distribuída e explorada, sobretudo, em regiões áridas e semiáridas com economia de subsistência, que pela falta de recursos naturais e produtivos, forcem os agricultores e criadores a darem atenção a essas espécies, que podem aí sobreviver e produzir com rentabilidade. Assim, a cultura da palma se distribuiu pelo mundo como uma fonte eficaz de produtos e funções, inicialmente como uma planta selvagem e posteriormente como uma

planta cultivada, principalmente para a agricultura de subsistência (BARBERA; INGLESE; BARRIOS, 2001), e ainda para uma agricultura alternativa orientada para o mercado de frutas e hortaliças.

2.2 CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DA PALMA

As plantas do gênero *Opuntia* são arbustivas, eretas e podem alcançar de 3,5 a 5 m de altura. O sistema radicular é superficial, com uma raiz principal, que em condições favoráveis de umidade, se concentra em torno de 30 cm de profundidade, enquanto que, em condições de seca desenvolvem ramificações horizontais que se aprofundam para absorver água em níveis mais baixos (ALBUQUERQUE; SANTOS, 2005).

Os órgãos tipo caule, conhecidos botanicamente como cladódios e vulgarmente como brotos, são suculentos e apresentam forma de oval a alongada, alcançando de 30 a 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura e de 1,9 a 2,8 cm de espessura em torno de 90 dias. Os brotos jovens possuem cor variando de verde-escuro a verde-claro, que com o passar do tempo, tornam-se esbranquiçados ou acinzentados, devido à lignificação dos mesmos, transformando-se em verdadeiros caules lenhosos (SHEINVAR, 2001; SÁENZ, 2006).

Os brotos ou cladódios são protegidos por uma cutícula espessa, que é coberta por uma estrutura cerosa que diminui a perda de água por transpiração e protege contra o excesso de radiação solar. Esses órgãos também apresentam grande capacidade para armazenar água, uma vez que tem parênquima abundante com células que contêm grandes vacúolos (SÁENZ, 2006).

As aréolas, botões meristemáticos de onde emergem estruturas como espinhos, flores, novos brotos e gloquídios (pelos espinhosos) são piriformes e estão presentes em ambos os lados dos cladódios. Os espinhos são quase ausentes, e quando presentes medem até aproximadamente 1 cm de comprimento. Já os gloquídios são curtos, esclerificados e numerosos quando comparados com os espinhos, e sua superfície é coberta de escamas barbadas (HILLS, 2001).

As flores são hermafroditas e actinomorfas, desenvolvendo-se na parte superior dos cladódios de um ou dois anos, com cor variável entre as diferentes espécies. O fruto é uma falsa baga simples e carnosa com forma, cor e tamanho variável, que consiste em uma casca volumosa com muitas células de mucilagem envolvendo uma polpa suculenta e de sabor doce, com muitas sementes obovaladas e discoides (HILLS, 2001).

Os estômatos estão distribuídos uniformemente sobre ambos os lados da superfície do caule, estando dispersos aleatoriamente, em pequeno número por unidade de área com a particularidade de permanecerem fechados durante o dia, abrindo-se a noite; isso impede a perda de água por transpiração durante o dia e permite a entrada de dióxido de carbono (CO_2) no período da noite, matéria prima que é indispensável para a realização da fotossíntese (HILLS, 2001; NOBEL, 2001).

A palma e outras cactáceas realizam um tipo particular de fotossíntese que corresponde ao metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), em que a captação atmosférica diária de CO_2 e a perda de água ocorrem principalmente à noite, proporcionando alta eficiência no uso da água, quando comparado com o metabolismo que outras plantas realizam (NOBEL, 2001). Assim, a relação entre a anatomia e a fisiologia para a conservação da água nas plantas, CAM, são essenciais para sua adaptação em regiões áridas e semiáridas (SÁENZ, 2006).

2.3 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

Por ser uma cactácea que apresenta características morfofisiológicas de adaptação às condições do semiárido, a palma passou a ser cultivada em larga escala no Nordeste brasileiro nos últimos anos, constituindo-se como uma das principais culturas do período de seca. Estima-se existirem nesta região aproximadamente 600 mil hectares distribuídos nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte, Sergipe, Piauí e Bahia, representando 90% de toda a área plantada no Brasil (LOPES; SANTOS; VASCONCELOS, 2012).

Consolidada no semiárido brasileiro como importante alternativa para a alimentação animal, a palma é uma planta de grande potencial produtivo e de múltiplas utilidades, podendo ser usada na alimentação humana, na produção de medicamentos e cosméticos, na conservação e recuperação de solos, na construção de cercas vivas para casas, como fonte de energia, dentre outros usos nobres, a exemplo da fabricação de colas, adesivos, corantes e mucilagem (FLORES VALDEZ, 2001; DUBEUX JÚNIOR et al., 2010). Neste sentido, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) tem reconhecido o potencial da palma e sua importância para contribuir com o desenvolvimento das regiões áridas e semiáridas, especialmente nos países em desenvolvimento, através da exploração econômica das várias espécies com consequências excelentes para o meio ambiente e para a segurança alimentar (FAO, 2001).

A cultura da palma pode colaborar positivamente para a viabilidade econômica das pequenas e médias propriedades rurais do semiárido nordestino, criando empregos, renda e produzindo alimentos (GALINDO; SAMPAIO; MENEZES, 2005). Pesquisas conduzidas por Almeida (2011) mostram que no semiárido da Bahia a palma vem sendo comercializada como forragem para os rebanhos, mudas para a realização do plantio, frutos e brotos para a alimentação humana, desempenhando importante papel como atividade econômica, tendo em vista que a cultura proporciona a entrada direta de capital nos imóveis produtores.

Estudos realizados por Lopes (2012) têm revelado que a palma é vista com ares de cultura nobre no estado da Paraíba, devido ao Projeto Palmas para o Semiárido, o qual vem contribuindo com a implantação de núcleos de tecnologia social para produção e beneficiamento da palma. Grupos de produtores rurais são orientados a plantar e manejar a cactácea, de forma a atingir produtividades superiores às atingidas com o sistema tradicional. O projeto também vem proporcionando o acesso às informações sobre as diversas opções econômicas de uso da palma, possibilitando a diversificação da renda das famílias rurais desde a fabricação de farelo como base energética de rações balanceadas para alimentação dos animais, até a produção agroindustrial com a fabricação de cosméticos, doces, sucos, vinhos, licores, iogurtes, dentre outros produtos.

Chiacchio, Mesquita e Santos (2006) mencionaram em seus estudos a existência de um pomar de palma no município de Valinhos - SP, ocupando uma área de 1,5 hectares, onde 70% da produção de frutas são exportados e o restante comercializado no mercado interno, com faturamento em torno de US\$ 8 mil/ano, àquela época.

O cultivo da palma também ganha importância com o avanço da desertificação, onde o uso de tecnologias apropriadas e de culturas adequadas possibilita o desenvolvimento sustentável (BARBERA; INGLESE; BARRIOS, 2001). No entanto, em se tratando de uma planta eficiente no que se refere à absorção e perda de água, e que prospera em solos de regiões semiáridas podendo alcançar elevada produtividade, ainda são poucas as pesquisas voltadas para o manejo cultural dessa cactácea, tanto para o uso das frutas e dos cladódios na alimentação humana, como para a fabricação de produtos diferenciados de maior valor agregado.

2.4 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DOS BROTOS

Os brotos de palma do gênero *Opuntia* (consumidos como hortaliças) considerados de boa qualidade devem ser colhidos 30 a 60 dias após a brotação, com 80 a 120 g e 15 a 20 cm

de comprimento; devem ainda ser tenros, jovens, finos, de aparência fresca, túrgidos e de cor verde-brilhante. A composição química dos brotos é semelhante à maioria dos vegetais, apresentando em média 85 a 92% de água, 4 a 6% de carboidratos totais, 4 a 6% de fibras, 1 a 2% de proteínas, minerais como o cálcio (1%) e potássio (166 mg/100g), 10 a 15 mg/100 g de vitamina C e 30 µg/100 g de carotenoides (CANTWELL, 2001). Os brotos também apresentam em sua constituição flavonoides como kaempferol, isoramnetina e quercetina que se encontram na forma de agliconas, isto é, na forma de moléculas desprovidas de açúcares (VALENTE et al., 2010; MEDINA-TORRES et al., 2011). O Quadro 1 contém a composição média do broto de palma, alface e espinafre.

Quadro 1 – Composição média do broto de palma, alface e espinafre.

Componentes	Broto de palma	Alface	Espinafre
Água (%)	91,0	95,5	90,7
Proteínas (%)	1,5	1,0	3,2
Lipídeos (%)	0,2	0,1	0,3
Fibras cruas (%)	1,1	0,5	0,9
Carboidratos totais (%)	4,5	2,1	4,3
Cinzas (%)	1,3	0,5	1,8
Cálcio (mg/100g)	90,0	19,0	99,0
Vitamina C (mg/100g)	11,0	4,0	28,0
Carotenoides (µg/100g)	30,0	19,0	55,0

Fonte: Cantwell (2001).

A composição química do broto de palma varia conforme a época do ano, espécie, estádios de desenvolvimento, tipos de solo, entre outros fatores. Assim, por exemplo, o teor de água na palma situa-se entre 76%, em plena estiagem com cladódios de aparência murcha e 95%, no período das chuvas com cladódios de aparência bastante suculenta (SANTOS; FERREIRA; BATISTA, 2005; DUBEUX JÚNIOR et al., 2010). Já o conteúdo de fibra bruta aumenta com a idade dos cladódios, variando de 8,0% em brotos com seis meses de idade a 17,5% em brotos suberizados com quatro anos de idade em base seca (SÁENZ, 2006).

Segundo Cantwell (2001), o metabolismo fotossintético da palma influencia sobre os teores de ácidos, que variam muito durante o dia, afetando seu sabor e qualidade. Assim, tanto o horário de colheita como a temperatura de armazenamento são fatores que podem alterar a acidez do broto. Corrales-García et al. (2004) trabalhando com brotos de 10 variedades de palma, verificaram que a acidez dos brotos colhidos às 6:00 h da manhã diminuiu drasticamente, quando comparada com a acidez dos brotos colhidos às 13:00 h.

Os brotos contêm ainda elevados teores de mucilagem, um polissacarídeo complexo que faz parte da fibra dietética e que pode retardar a absorção de glicose. Essa mucilagem é constituída por arabinose, galactose, ramnose, ácido galacturônico, xilose e ácido urônico, que variam de acordo com o tipo de *Opuntia* (SÁENZ, 2000; RIBEIRO et al., 2010).

2.5 BROTO DE PALMA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Na alimentação humana, a palma vem sendo utilizada em preparações culinárias, tradicionalmente no México, desde o Império Asteca. Só muito depois, chegou à Itália, difundindo-se pela Europa (REYNOLDS; ARIAS, 2001). No México e em outros países com populações de origem mexicana, existem mais de 200 receitas de pratos à base de palma. Nos EUA e em alguns países europeus e asiáticos, a verdura é consumida esporadicamente como alimento exótico. No Brasil, em alguns municípios do sertão baiano e da Chapada Diamantina, o broto de palma participa da dieta da população, a ponto de ser acondicionado e comercializado nas feiras livres (FLORES VALDEZ, 2001; CHIACCHIO, 2008).

Os cladódios são normalmente consumidos como verdura fresca ou cozidos, logo após a retirada dos espinhos. Nas preparações cruas, são previamente colocados em água com vinagre, enquanto que nas cozidas são fervidos nesta mesma solução e depois escorridos. Em ambos os casos, o tratamento é feito com a finalidade de reduzir a secreção viscosa. Os brotos, cujo sabor lembra o feijão verde, são cortados, picados, cozidos ou grelhados, e consumidos como salada ou como parte de uma refeição (GUEDES et al., 2004).

Os brotos também são consumidos como produtos industrializados. No Sul dos Estados Unidos e no México, os principais produtos associados aos brotos são preparados em salmoura ou em conserva, na forma de molhos, patê, compotas, doces, bebidas e farinha. O broto em salmoura ou pickles é o mais consumido, sendo, portanto o mais processado (CORRALES-GARCÍA; SÁENZ, 2006).

No Brasil, algumas pesquisas estão sendo desenvolvidas com o objetivo de aproveitar a palma na elaboração de produtos diferenciados para alimentação humana, como também para acabar com o preconceito entre potenciais consumidores de palma, que poderiam ajudar na difusão de uma culinária delicada e nutritiva, que está presente nos mais finos restaurantes de países como o México, a Itália e a Espanha (CHIACCHIO; MESQUITA; SANTOS, 2006).

Estudos conduzidos por Batista et al. (2010) revelaram que a mistura de goiaba e palma (*Opuntia ficus indica*) na elaboração de bebidas mistas pode ser utilizada como um recurso para agregar ao produto novas características organolépticas e nutricionais. Seus

resultados mostraram que a palma promoveu um incremento de ácido ascórbico na bebida, uma vez que os teores médios encontrados nas formulações com 20% de polpa de palma (176 mg/100 g) foram maiores que os obtidos para as formulações com 15% de palma (110 mg/100 g). Os autores também avaliaram as características sensoriais do produto, mostrando que o grau de aceitação e de intenção de compra de todas as formulações foi bem aceito pelos provadores.

Gusmão (2011) relatou em suas pesquisas que os brotos de palma (*Opuntia ficus indica*) podem ser usados no processo de obtenção de farinhas, visando enriquecer os alimentos pobres em fibras e em minerais ou substituir parcialmente a farinha de trigo nos produtos de panificação, nos alimentos infantis ou dietéticos. Seus resultados apontaram para as diferentes frações granulométricas de farinhas (80, 150 e 325 Mesh) elevadas concentrações de fósforo (289,50 a 333,15 mg/100 g), cálcio (111,13 a 337,67 mg/100g) e ferro (59,67 a 87,89 mg/100 g). Uma das frações (80 Mesh) foi considerada como fonte de proteínas (10,52%), sendo indicada para todos os grupos de indivíduos, incluindo aqueles que mais necessitam deste nutriente.

2.6 ANTIOXIDANTES

Pesquisas têm demonstrado que o consumo diário de alimentos com propriedades antioxidantes pode produzir uma ação protetora efetiva contra os processos oxidativos que naturalmente ocorrem no organismo. Tais estudos indicaram que uma série de doenças entre as quais aterosclerose, diabetes, artrite, câncer, problemas cardiovasculares, podem estar ligadas aos danos causados por formas de oxigênio muito reativas que estão relacionadas aos processos de envelhecimento do organismo (BRENNAN; PAGLIARINI, 2001; YILDIRIM; MAVI; KARA, 2002).

Assim, os antioxidantes podem ser definidos como quaisquer substâncias que, presentes em baixas concentrações, frente a um substrato oxidável, retardam, previnem ou reparam a oxidação desse substrato. Eles protegem as células inibindo as reações associadas à formação de radicais livres, impedindo a perda da integridade celular e, ainda, reparando os danos causados por esses radicais (HALLIWELL, 2007).

Dentre os antioxidantes naturais, destacam-se as vitaminas C e E, os carotenoides e os compostos fenólicos, especialmente os flavonoides, que são os antioxidantes mais abundantes na alimentação humana. Esses antioxidantes absorvem radicais livres e inibem a cadeia de

iniciação ou interrompem a cadeia de propagação das reações oxidativas promovidas pelos radicais (PODSEDEK, 2007).

A vitamina C é geralmente consumida em grande quantidade na dieta humana, sendo adicionada a muitos produtos alimentícios para inibir a formação de metabólitos carcinogênicos. Ela é capaz de sequestrar os radicais livres com grande eficiência protegendo o organismo contra diversas infecções e contra os danos causados pela exposição às radiações e medicamentos (BIANCHI; ANTUNES, 1999). A vitamina C participa ainda da formação do tecido conjuntivo, produção de hormônios e anticorpos e da biossíntese de aminoácidos. É considerada um antioxidante fisiológico versátil, uma vez que exerce ação nos compartimentos extra e intracelulares (BENDICH; LANGSETH, 1995).

A vitamina E atua junto ao sistema de defesa celular participando na manutenção dos níveis fisiológicos das espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio no organismo, conferindo proteção a uma variedade de macromoléculas complexas como os lipídeos, poliproteínas e lipoproteínas do plasma (AZZI, 2007). Dentre os seus componentes o α -tocoferol é a forma antioxidante mais abundante e distribuída nos tecidos e no plasma, contendo inúmeras propriedades biológicas (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

Os carotenoides são compostos lipossolúveis, amarelos, laranjas e vermelhos, presentes em frutas e vegetais que atuam como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas (KURZ; CARLE; SCHIEBER, 2008). Segundo Quirós e Costa (2006) seus principais representantes são os carotenos (hidrocarbonetos puros) e as xantofilas (hidrocarbonetos que possuem grupos funcionais oxigenados). Além da atividade antioxidante através da interação com radicais livres e do sequestro do oxigênio singlete, os carotenoides possuem atividade provitamina A, sendo o β -caroteno o principal precursor da vitamina A e o mais abundante, estando presente em diversos vegetais como a cenoura, mamão, abóbora, dentre outros (SOUZA et al., 2012).

Os compostos fenólicos são caracterizados por uma estrutura aromática, contendo uma ou mais hidroxilas como grupos funcionais que podem ser substituídos por ésteres, ésteres metílicos e glicosídeos. Eles são oxidados com facilidade por meio de enzimas vegetais específicas e por influência de metais, luz, calor ou em meio alcalino, provocando o escurecimento de soluções ou compostos isolados (SOUZA, 2007). Sua quantificação revela informações a respeito da capacidade antioxidante, da qualidade do alimento e dos potenciais benefícios à saúde. Dentre os compostos fenólicos, os flavonoides constituem o grupo mais vasto englobando também as antocianinas (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Os flavonoides são estruturas polifenólicas de baixo peso molecular encontradas naturalmente nas plantas. São responsáveis pelo aspecto colorido das folhas e flores, podendo estar presentes em outras partes, e ainda por importantes funções na sinalização entre plantas e microrganismos, na fertilidade de algumas espécies, na defesa como agentes antimicrobianos e na proteção à radiação ultravioleta. Compreendem um grupo de compostos fenólicos que é amplamente distribuído, apresentando-se sob diferentes formas como antocianinas, flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavononas e catequinas que são encontrados principalmente em maçãs, uvas, vinho tinto e em chás, que contêm especialmente catequinas em sua composição (CHEYNIER, 2005; HUBER; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

As frutas e as hortaliças apresentam em sua composição compostos com ação antioxidante que variam em função de diversos fatores como a cultivar, estágio de desenvolvimento, tipo de solo e clima, sendo por esse motivo de acordo Araya, Clavijo e Herrera (2006) necessária à determinação da capacidade antioxidante, como meio de avaliar a proteção contra a oxidação e a deterioração do alimento; e, conseqüentemente, dispor de um instrumento para poder recomendar o consumo de alimentos que disponham de uma melhor qualidade e de elevado valor nutricional.

Dentre os métodos que determinam a capacidade dos antioxidantes em sequestrar radicais livres, destacam-se aqueles que envolvem um radical cromóforo como o ABTS [2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)], o DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) e o FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), simulando as espécies reativas ao oxigênio. Os mais utilizados são o ABTS e o DPPH. Ambos apresentam uma excelente estabilidade em certas condições, porém mostram algumas diferenças (ARNAO, 2000).

O DPPH é um radical de nitrogênio orgânico, estável, de cor violeta, que na presença de um doador de hidrogênio ou de elétron diminui a intensidade de absorção, mudando a cor da solução que se torna amarela, de acordo com o número de elétrons capturados. Esse radical pode ser obtido diretamente sem qualquer preparo prévio, além disso, se dissolve somente em meio orgânico e apresenta um pico de absorbância a 515 nm (KUSKOSKI et al., 2005).

Já o método ABTS mede a capacidade antioxidante através da captura do radical ABTS, que pode ser gerado através de uma reação química, eletroquímica ou enzimática. Essa captura do radical provoca um decréscimo da absorbância que pode ser lida em diferentes picos (414, 654, 734 e 815 nm) de absorção em meio alcóolico a partir da mistura do radical com o antioxidante. Esse método apresenta ainda excelente estabilidade, sendo um teste rápido que oferece resultados reprodutíveis, além de apresentar uma boa solubilidade,

permitindo análises de compostos tanto de natureza lipofílica como hidrofílica (KUSKOSKI et al., 2005; SUCUPIRA et al., 2012).

Contudo, vale lembrar que existem vários métodos de determinação da capacidade antioxidante, com embasamentos, mecanismos de ação e de expressão dos resultados diferentes. Nesse sentido, faz-se necessário escolher os métodos mais aceitos e difundidos, procurando-se sempre aqueles citados na literatura, sobre os quais já se dispõe de informações.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E MANEJO DO CULTIVO EM CAMPO

O cultivo da palma foi realizado na área experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Pombal - PB (Figura 1), localizada a 6°48'16'' de latitude Sul e 37°49'15'' de longitude Oeste, a uma altitude de 175 m. O clima predominante na região segundo a classificação de Köppen é do tipo BSh, ou seja, semiárido quente, com precipitação anual de 750 mm e chuvas concentradas nos meses de dezembro a abril.

Figura 1 – Área experimental do cultivo de palma ‘Gigante’ e ‘Redonda’. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



Cladódios de palma maduros das cultivares ‘Gigante’ e ‘Redonda’ oriundos de plantio experimental da Escola Agrotécnica da Universidade Estadual da Paraíba, Campus de Catolé do Rocha, foram adquiridos e plantados na posição vertical no sentido leste-oeste, com espaçamento de 1,0 x 0,3 m entre filas e plantas, respectivamente, no mês de abril de 2011. No momento do plantio, foram utilizados cerca de 500 g de esterco bovino curtido por cova e as mudas foram enterradas cerca de dois terços no solo. As plantas foram irrigadas manualmente duas vezes por semana, com volume aproximado de 1 L por planta nos meses de dezembro a maio de 2013.

O controle de plantas daninhas na área experimental foi feito a cada 2 meses por meio de capinas manuais e com enxada. Também foram realizadas, sempre que necessário, pulverizações com detergente neutro a 5% para o controle da cochonilha de escama seguindo as recomendações de Chiacchio (2008).

3.2 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

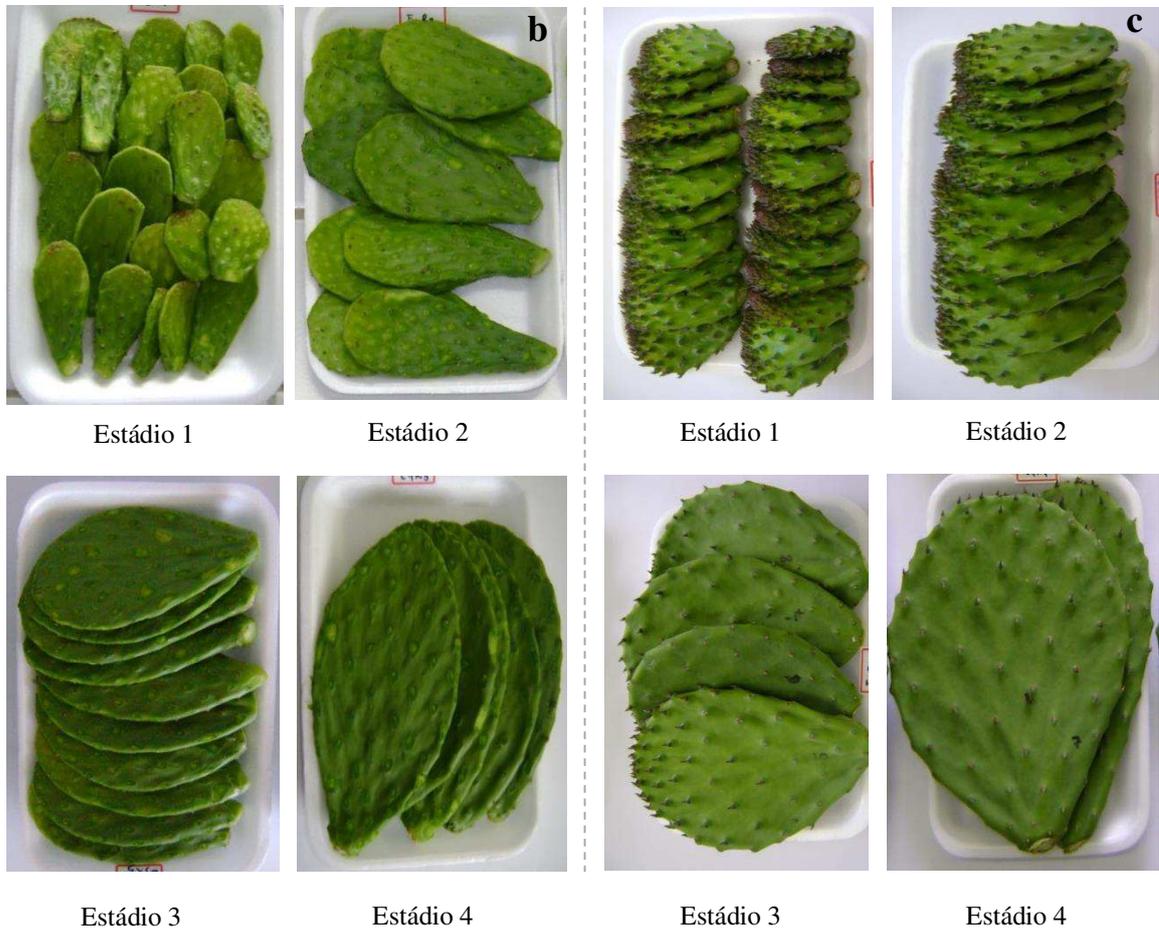
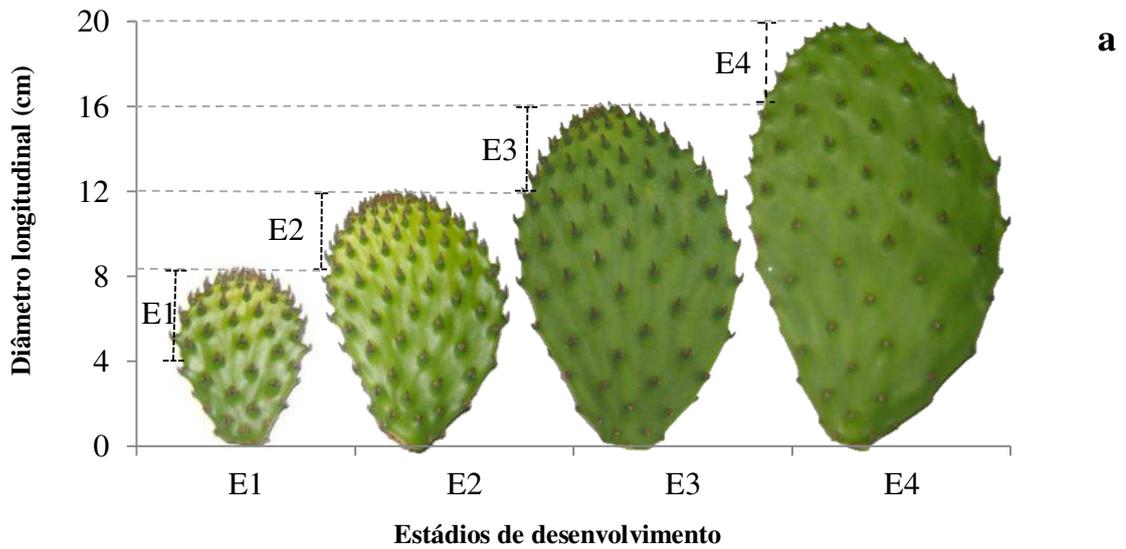
Foram utilizados brotos de palma das cultivares ‘Gigante’ (*Opuntia ficus indica* L. Miller) e ‘Redonda’ (*Opuntia* sp.), de ordem primária (brotos articulados ao cladódio mãe) e secundária (brotos articulados ao cladódio primário), com idade aproximada entre 8 e 30 dias e com 4 a 20 cm de comprimento. Os mesmos foram colhidos manualmente no início da manhã das 6:50 às 7:30 h, com aparência fresca e cor característica nos meses de janeiro a abril de 2013. Foram acondicionados em bandejas de polietileno e transportados para o laboratório de Análise de Alimentos do CCTA.

3.3 DEFINIÇÃO DOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

Após a colheita, os brotos foram selecionados visualmente quanto à ausência de injúrias, de modo a obterem-se amostras uniformes e com qualidade. Logo após, foram definidos em quatro estádios de desenvolvimento de acordo com o diâmetro longitudinal, considerando a seguinte escala: estágio **1** - brotos de 4,0 a 8,0 cm; estágio **2** - brotos de 8,01 a 12,0 cm; estágio **3** - brotos de 12,01 a 16,0 cm; estágio **4** - brotos de 16,01 a 20,0 cm (Figuras 2a, 2b e 2c).

Para definição do menor diâmetro longitudinal, foi levado em consideração o número de espinhos, tendo em vista que estes são numerosos em brotos com menor comprimento, tornando o produto inviável para a comercialização. Já o maior diâmetro longitudinal foi definido com base em Flores Valdez (2001) que indica para o consumo humano brotos de 15 a 20 cm de diâmetro longitudinal.

Figura 2 – Escala utilizada para definição dos estádios de desenvolvimento dos brotos de palma: E1 - brotos de 4,0 a 8,0 cm; E2 - brotos de 8,01 a 12,0 cm; E3 - brotos de 12,01 a 16,0 cm; E4 - brotos de 16,01 a 20,0 cm (a), brotos da cultivar ‘Gigante’ (b) e brotos da cultivar ‘Redonda’ (c) selecionados conforme o estágio de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, sendo o primeiro fator as cultivares ('Gigante' e 'Redonda') e o segundo, os estádios de desenvolvimento (estádio 1 - brotos de 4,0 a 8,0 cm; estágio 2 - brotos de 8,01 a 12,0 cm; estágio 3 - brotos de 12,01 a 16,0 cm; estágio 4 - brotos de 16,01 a 20,0 cm), com 6 repetições de aproximadamente 250 g de brotos por unidade experimental.

3.5 AVALIAÇÕES FÍSICAS

As avaliações físicas foram realizadas logo após a colheita dos brotos para as seguintes características:

a) Diâmetro e espessura (cm): o diâmetro longitudinal, transversal e a espessura dos brotos foram mensurados com o auxílio de um paquímetro digital.

b) Massa fresca (g): determinada por meio da pesagem de cada broto com e sem espinhos em balança semianalítica com precisão de 0,01 g.

c) Massa fresca dos espinhos (g): estimada pela diferença entre a massa dos brotos com e sem espinhos.

d) Rendimento (%): o rendimento dos brotos foi calculado por meio da Equação 1:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{MFSE (g)} \times 100}{\text{MFCE (g)}} \quad (1)$$

Onde: MFCE = massa fresca com espinhos; MFSE = massa fresca sem espinhos.

e) Massa seca (%): brotos sem espinhos foram cortados em tiras e secos em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 48 horas. O percentual de massa seca foi obtido pela Equação 2:

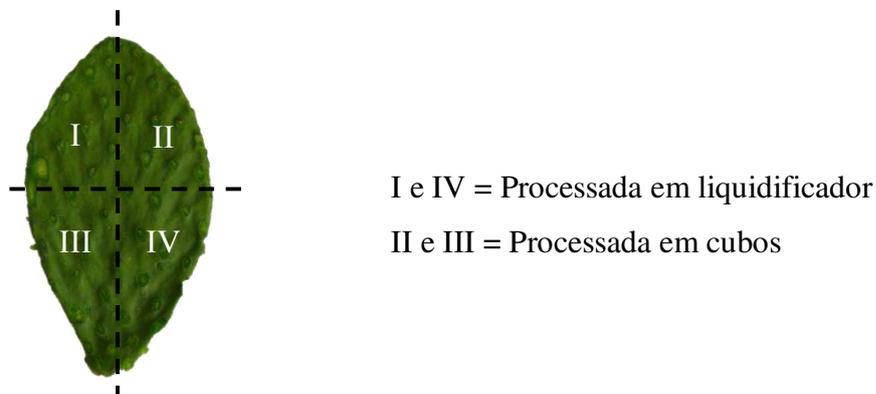
$$\text{Massa seca} = \frac{MS (g) \times 100}{MFSE (g)} \quad (2)$$

Onde: MS = Massa seca; MFSE = Massa fresca sem espinhos.

3.6 AVALIAÇÕES QUÍMICAS

Parte dos brotos foi processada em liquidificador doméstico e o extrato obtido foi avaliado quanto ao pH, acidez titulável, sólidos solúveis e capacidade antioxidante. O extrato excedente foi conservado em potes plásticos escuros e armazenado em freezer a -20 °C para a determinação dos açúcares solúveis totais, açúcares redutores, amido e polifenóis extraíveis. Outra parte foi cortada em cubos e utilizada para a avaliação imediata dos teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carotenoides, clorofila, flavonoides e ácido ascórbico (Figura 3).

Figura 3 – Broto de palma seccionado conforme a realização das análises químicas. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



a) Umidade (%): determinada por meio de secagem em estufa a 105 °C até peso constante de acordo com o método do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

b) Cinzas (%): determinada pela incineração da amostra em mufla a 550 °C até as cinzas ficarem brancas ou ligeiramente acinzentadas (IAL, 2008).

c) Proteínas (%): o teor de nitrogênio total das amostras foi determinado pelo Método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de conversão genérico 6,25 para transformação do teor quantificado em proteína segundo o método descrito pelo IAL (2008).

d) Lipídeos (%): foram determinados como extrato etéreo através da extração contínua pelo método de Soxhlet, utilizando hexano como solvente conforme as normas do IAL (2008).

e) Carboidratos (%): o teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das percentagens de umidade, proteína, lipídeos e cinzas (BRASIL, 2011).

f) Valor energético (kcal/100 g): calculado por meio da Equação 3, multiplicando-se os valores de proteínas, carboidratos e lipídios pelos fatores atwater (BRASIL, 2011).

$$\text{Valor energético} = [(P (\%) \times 4 \text{ kcal/g}) + (C (\%) \times 4 \text{ kcal/g}) + (L (\%) \times 9 \text{ kcal/g})] \quad (3)$$

Onde: P (%) = percentual de proteínas; C (%) = percentual de carboidratos; L (%) = percentual de lipídeos.

g) Concentração de H⁺ (μM): determinada através de leitura direta da polpa em potenciômetro digital e calculada de acordo com a Equação 4.

$$[H^+] = 10^{-pH} \times 10^6 \quad (4)$$

h) Acidez titulável (% de ácido málico): determinada conforme metodologia descrita pelo IAL (2008) através da titulação das amostras com solução de hidróxido de sódio 0,1 M até pH 8,1. Para o cálculo da acidez foi considerado o fator ácido de 67,05.

i) Sólidos solúveis (%): a polpa dos brotos foi filtrada em uma camada de algodão e o teor de sólidos solúveis foi determinado em refratômetro digital com compensação automática de temperatura.

j) Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT): obtida dividindo-se os valores de sólidos solúveis pelos valores da acidez titulável.

l) Açúcares redutores (%): determinados conforme o método do ácido dinitrosalicílico proposto por Miller (1959). O extrato foi preparado utilizando-se 1 g de polpa diluída em 100 mL de água destilada. Uma alíquota de 0,4 mL do extrato foi misturada a 1,1 mL de água e a 1,0 mL da solução de ácido dinitrosalicílico para obtenção das amostras, seguida de agitação e

repouso em banho-maria a 100 °C por 5 minutos. A curva padrão foi preparada com glicose e as leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro a 540 nm.

m) Açúcares solúveis totais (%): foram determinados pelo método da Antrona, segundo Yemm e Willis (1954). O extrato foi obtido através da diluição de 1 g da polpa em 10 mL de água destilada. As amostras foram preparadas em banho de gelo, adicionando-se em um tubo 0,5 mL do extrato, 0,5 mL de água destilada e 2,0 mL da solução de antrona 0,2%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 3 minutos. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão.

n) Amido (%): determinado de acordo com a metodologia descrita por Rodrigues et al. (2012) com modificações. Cerca de 0,5 g de amostra foi transferida para um tubo de centrífuga e lavada com três porções sucessivas de 5 mL de éter etílico, seguidas de duas porções de álcool etílico (80%) a quente. Após a adição de cada alíquota de solvente, os tubos foram agitados e centrifugados por 5 minutos a 1.500 rpm. Após as lavagens, o resíduo foi seco em estufa a 105 °C por 1 hora. Em seguida, adicionou-se 10 mL de ácido sulfúrico 0,5 N e o tubo foi colocado em banho-maria a 100 °C por uma hora. Decorrido o tempo estabelecido, o conteúdo do tubo foi transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 250 mL, onde o volume foi completado com água destilada. Após homogeneização e decantação do resíduo, uma alíquota de 0,75 mL do extrato foi misturada a 0,25 mL de água e 2,0 mL da solução de antrona, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 3 minutos. A curva padrão foi preparada com glicose e as leituras das amostras foram medidas em espectrofotômetro a 620 nm.

o) Carotenoides e clorofilas totais (mg/100 g): foram determinados de acordo com Lichtenthaler (1987) e calculados pelas Equações 5 e 6. Cerca de 0,2 g de amostra fresca foi macerada em almofariz com 0,2 g de carbonato de cálcio (CaCO₃) e 5 mL de acetona (80%) gelada em ambiente escuro. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 10 °C e 3.000 rpm por 10 minutos e os sobrenadantes foram lidos em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm.

$$\text{Carotenoides} = [(1000 \text{ Abs.}_{470} - 1,82 \text{ Ca} - 85,02 \text{ Cb}) / 198] \times 100 / 1000 \quad (5)$$

$$\text{Clorofila total} = [(17,3 \text{ Abs.}_{646} + 7,18 \text{ Abs.}_{663}) / \text{massa (g)}] \times 100 / 1000 \quad (6)$$

Onde: $Ca = [(12,21 \text{ Abs.}_{663} - 2,81 \text{ Abs.}_{646}) / \text{massa (g)}] \times 100 / 1000$; $Cb = [(20,13 \text{ Abs.}_{646} - 5,03 \text{ Abs.}_{663}) / \text{massa (g)}] \times 100 / 1000$; Abs. = absorvância

p) Flavonoides totais (mg/100 g): determinados de acordo com a metodologia de Francis (1982) e calculados por meio da Equação 7. Cerca de 0,5 g de amostra fresca foi macerada em almofariz com 20 mL de etanol - HCl (1,5 N) na proporção 85:15 em ambiente escuro e deixados em repouso por 24 horas na geladeira. As amostras foram filtradas em papel de filtro e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 374 nm.

$$\text{Flavonoides (mg/100 g)} = \frac{Fd \times Abs.}{76,6} \quad (7)$$

Onde: Fd = fator de diluição; Abs. = absorvância a 374 nm.

q) Polifenóis extraíveis (mg/100 g): estimados a partir do método de Folin e Ciocalteu descrito por Waterhouse (2006) com modificações. Os extratos foram preparados a partir da diluição de 0,5 g de amostra em 10 mL de água destilada e deixados em repouso por 1 h. Uma alíquota de 50 µL do extrato foi transferida para um tubo, onde foram adicionados 2.075 µL de água e 125 µL do reagente folin ciocalteu. A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos e logo após, foi adicionado 250 µl de carbonato de sódio a 20%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 40 ° C, por 30 minutos. A curva padrão foi preparada com ácido gálico, e as leituras foram medidas em espectrofotômetro a 765 nm.

r) Ácido ascórbico (mg/100 g): o conteúdo de ácido ascórbico foi determinado pelo método de Tillmans, segundo Carvalho et al. (1990). Cerca de 3 g da amostra fresca foi diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5%, homogeneizada por 1 minuto e em seguida titulada com solução de 2,6 diclorofenol indofenol 0,2%, até mudança de coloração.

s) Capacidade antioxidante (µM trolox/g): foi determinada pelo método de captura do radical livre ABTS, de acordo com Rufino et al. (2007) com modificações.

Obtenção dos extratos: para o extrato de palma seca, 1,0 g de amostra foi diluído em 10 mL etanol 80%. Já para o extrato de palma fresca, 10 g de amostra foram homogeneizadas com 50 mL de etanol 80%. Em seguida, ambos os extratos foram agitados, deixados em

repouso por 60 minutos em temperatura ambiente e centrifugados por 15 minutos a 1.500 rpm, e os sobrenadantes coletados para as análises.

Determinação da capacidade antioxidante: o radical ABTS foi formado pela reação da solução de ABTS 7 mM com solução de persulfato de potássio 140 mM, incubado a temperatura ambiente no escuro por 16 horas e logo depois, diluído em etanol até uma absorbância de $0,70 \pm 0,05$ nm a 734 nm. A capacidade antioxidante dos brotos secos foi estimada a partir da mistura de 30 μ L do extrato com 3,0 mL do radical ABTS e a dos brotos frescos a partir da adição de 100 μ L a 3,9 mL do radical ABTS. A leitura foi feita após 8 minutos da reação em espectrofotômetro a 734 nm e o etanol foi utilizado como branco. Como referência foi utilizado o trolox para obtenção da curva padrão.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e independente do resultado ter sido significativo para a interação entre os fatores, foi realizado o desdobramento para todas as variáveis avaliadas, sendo que para os casos onde se observou efeitos significativos foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, enquanto que para os efeitos não significativos aplicou-se a média do desvio padrão. Os dados foram analisados por meio do *software* Assitat versão 7.6 beta (SILVA, 2013).

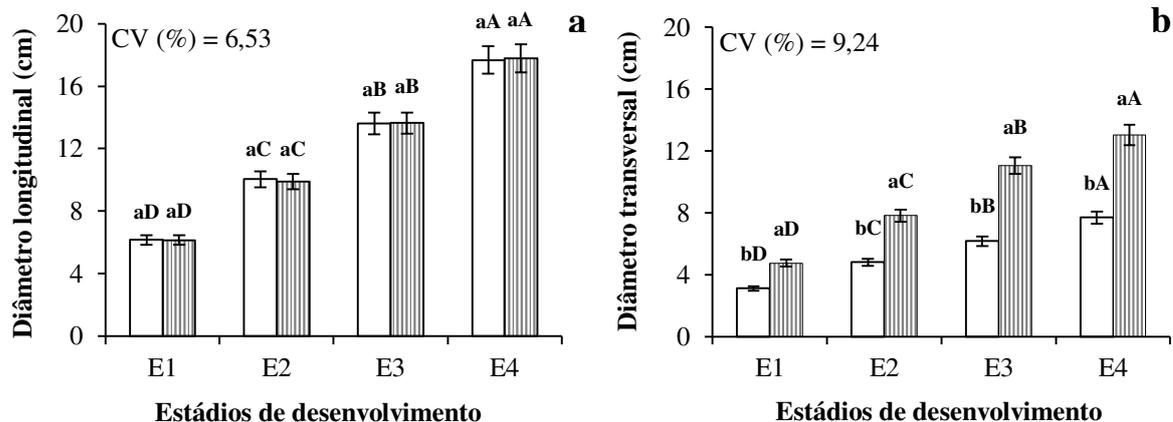
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÕES FÍSICAS

4.1.1 Diâmetro longitudinal e transversal

O diâmetro longitudinal estabelecido foi essencial para definir o estágio de desenvolvimento dos brotos de palma, para todas as variáveis estudadas (Figura 4a). Desse modo, verificou-se diferença significativa somente entre os estádios de desenvolvimento, visto que entre as cultivares, a escala de diâmetro longitudinal utilizada foi sempre a mesma.

Figura 4 – Diâmetro longitudinal (a) e diâmetro transversal (b) dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Já o diâmetro transversal dos brotos de palma diferiu significativamente nas cultivares por estágio de desenvolvimento e entre os estádios para cada cultivar (Figura 4b). Os valores encontrados variaram de 3,11 cm no primeiro estágio a 13,03 cm no quarto estágio e aumentaram na medida em que o diâmetro longitudinal aumentou.

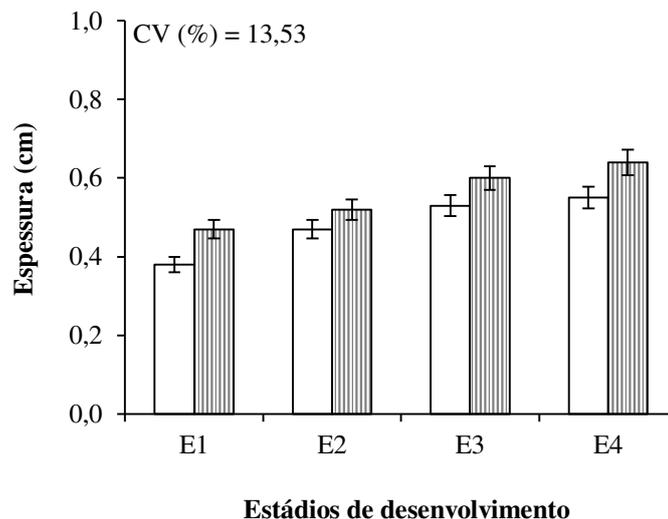
Verificou-se ainda para o diâmetro transversal que os brotos da cultivar ‘Redonda’ apresentaram valores superiores ao da ‘Gigante’ em todos os estádios de desenvolvimento e uma maior proximidade com o diâmetro longitudinal, conferindo aos mesmos formas mais arredondadas, próprias de sua identidade genética.

Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que a relação entre o diâmetro longitudinal e transversal dá uma ideia da forma do produto, podendo ser usada como um dos critérios para distinguir diferentes cultivares de uma mesma espécie.

4.1.2 Espessura

A espessura dos brotos não diferiu significativamente para a interação entre os fatores estudados (Figura 5). Nos estádios de desenvolvimento os valores da espessura variaram de 0,38 a 0,55 cm na cultivar ‘Gigante’ e de 0,47 a 0,64 cm na cultivar ‘Redonda’.

Figura 5 – Espessura dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



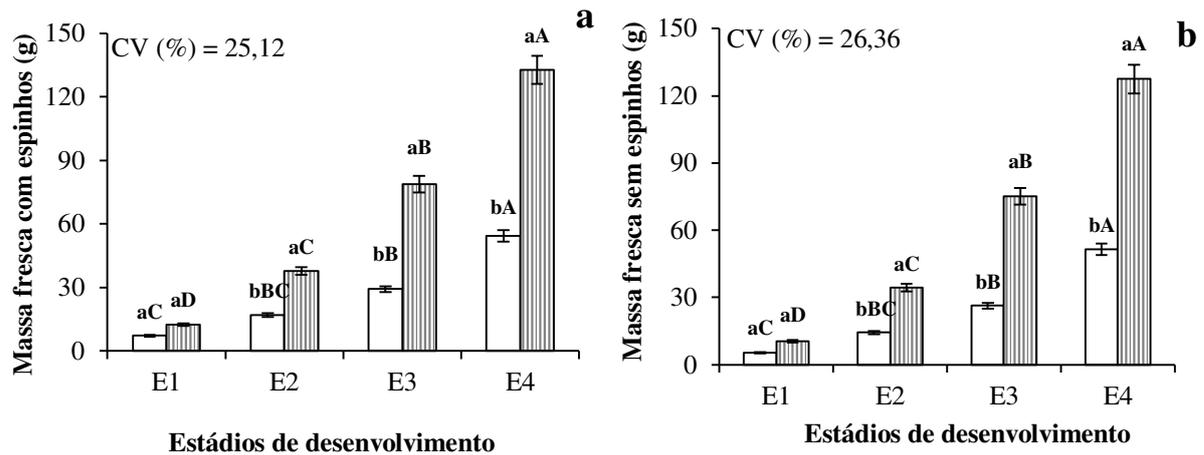
Observou-se ainda, que com o avanço do desenvolvimento houve um aumento da espessura dos brotos para ambas as cultivares, sendo que na ‘Redonda’ foram encontrados os maiores valores médios. Provavelmente, esta característica seja uma particularidade da cultivar ‘Redonda’ confirmada pelo maior acúmulo de massa fresca dos brotos com espinhos (Figura 6a) e sem espinhos (Figura 6b) que sempre foram maiores para esta cultivar.

4.1.3 Massa fresca com espinhos e sem espinhos

A massa fresca dos brotos com espinhos diferiu significativamente entre as cultivares a partir do segundo estágio de desenvolvimento (Figura 6a). Na cultivar ‘Gigante’, os valores encontrados aumentaram de 7,22 a 54,51 g e na cultivar ‘Redonda’ de 12,60 a 132,7 g, sendo

que nesta última foram encontradas diferenças significativas entre todos os estádios de desenvolvimento.

Figura 6 – Massa fresca com espinhos (a) e massa fresca sem espinhos (b) dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

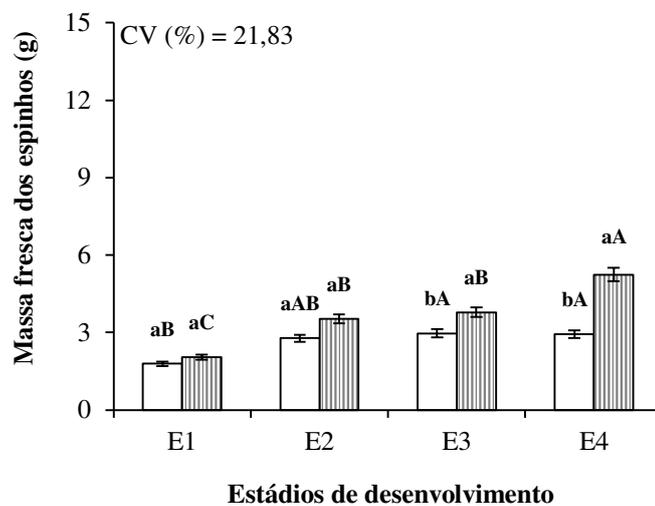
Foi observado que o aumento da massa fresca com espinhos nos estádios de desenvolvimento correspondeu a um aumento do tamanho, tanto em diâmetro longitudinal e transversal como da espessura dos brotos avaliados neste experimento. Verificou-se, também, que a massa dos brotos da cultivar ‘Redonda’ foi superior em todos os estádios de desenvolvimento quando comparada a da cultivar ‘Gigante’. Esses dados concordam com os de Lopes, Santos e Vasconcelos (2012) que relatam para brotos completamente desenvolvidos de palma ‘Gigante’ massa de 1,00 a 1,50 kg e para brotos de palma ‘Redonda’ massa de 1,80 a 2,00 kg.

A massa fresca dos brotos sem espinhos também diferiu significativamente entre as cultivares e os estádios de desenvolvimento, mostrando interação semelhante à observada para a massa com espinhos (Figura 6b). Os valores variaram entre 5,44 e 51,58 g na palma ‘Gigante’ e entre 10,53 e 127,48 g na palma ‘Redonda’, evidenciando um aumento da massa sem espinhos na medida em que os estádios de desenvolvimento avançaram.

4.1.4 Massa fresca dos espinhos

A massa fresca dos espinhos não apresentou diferenças significativas entre as cultivares do primeiro e segundo estádios de desenvolvimento. A maior diferença entre as cultivares foi encontrada no quarto estádio com um valor de 2,93 g na cultivar ‘Gigante’ e de 5,24 g na cultivar ‘Redonda’ (Figura 7).

Figura 7 – Massa fresca dos espinhos dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFMG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

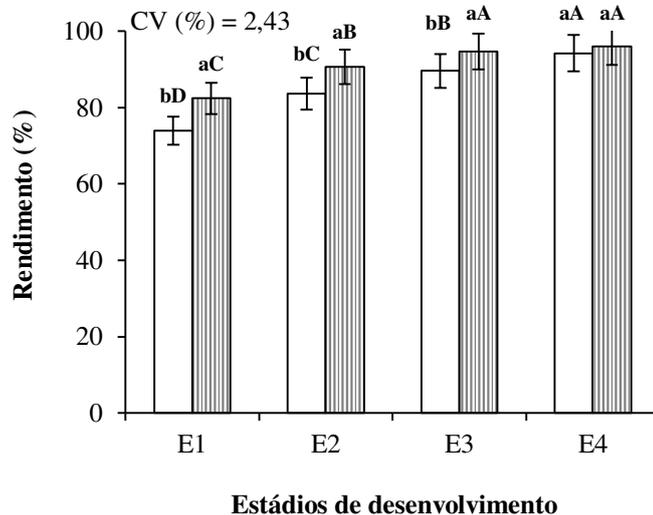
Observou-se ainda que a proporção de massa fresca dos espinhos diminuiu do primeiro ao quarto estádio de desenvolvimento, variando de 24,79% a 5,38% na cultivar ‘Gigante’ e de 16,28% a 3,95% na cultivar ‘Redonda’, quando comparada com a proporção de massa fresca dos brotos com espinhos (Figura 6a). Esses resultados concordam com os de Silva et al. (2010) que estudando clones de palma da espécie *Opuntia ficus indica* verificaram menor número de espinhos e portanto menor massa destes em brotos adultos quando comparados aos jovens.

De acordo com Hills (2001) os espinhos geralmente estão presentes nos primeiros estágios de crescimento, uma vez que o desenvolvimento dos cladódios e as condições ambientais (aumento da temperatura) promovem a queda da maioria dos espinhos, permanecendo uma pequena quantidade destes na base do broto por um período prolongado.

4.1.5 Rendimento

O rendimento dos brotos de palma aumentou com o avanço dos estádios de desenvolvimento para ambas as cultivares, com valores que variaram entre 74,02 e 96,01% (Figura 8). A cultivar ‘Redonda’ apresentou rendimento superior ao da cultivar ‘Gigante’ em todos os estádios de desenvolvimento, não diferindo significativamente somente no quarto estágio. Observou-se ainda que os valores encontrados para o rendimento variaram, de acordo com o tamanho do broto e com o número de espinhos.

Figura 8 – Rendimento dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



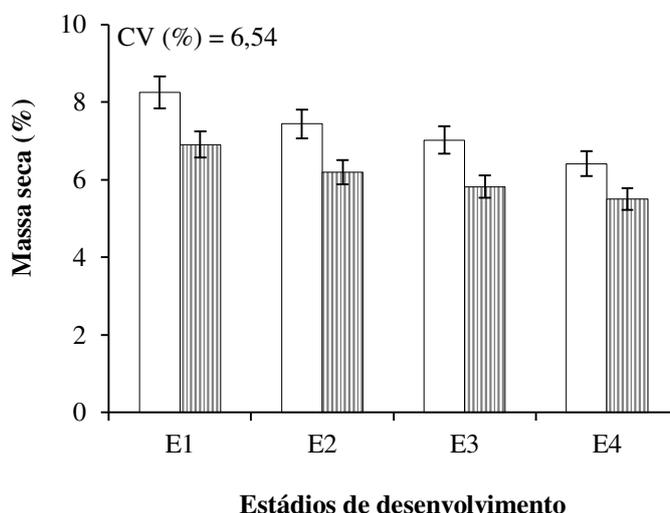
Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O rendimento dos alimentos tem relação direta com as perdas sofridas pelo mesmo, as quais variam em função de uma série de fatores, tais como tipo de alimento, estágio de desenvolvimento e técnicas usadas no preparo. O valor obtido para o rendimento em alimentos tem papel importante e no caso dos brotos, pode ser empregado na seleção dos melhores tamanhos, levando em consideração um maior aproveitamento do produto, tanto para o consumo *in natura* como para o processamento agroindustrial.

4.1.6 Massa seca

Para a característica massa seca, foram observados valores entre 6,41 e 8,25% na cultivar ‘Gigante’ e entre 5,50 e 6,91% na cultivar ‘Redonda’, não havendo diferença significativa para os tratamentos avaliados (Figura 9). Os valores obtidos diminuíram com o avanço do desenvolvimento dos brotos, encontrando-se o maior percentual de massa seca no primeiro estágio da cultivar ‘Gigante’. Essa diminuição dos valores justifica que o acúmulo de massa seca realmente ocorre na fase inicial de formação e de desenvolvimento dos brotos.

Figura 9 – Massa seca dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



Verificou-se ainda que os percentuais de massa seca foram maiores nos estádios de desenvolvimento onde o conteúdo de umidade foi menor (Figura 10), o que demonstra que essas variáveis são inversamente proporcionais.

Os valores obtidos neste estudo foram inferiores aos observados por Santos et al. (2001) que, trabalhando com palma com aproximadamente quatro anos de idade, encontraram para a massa seca, valores de 10,63 e 11% para as cultivares ‘Gigante’ e ‘Redonda’, respectivamente. Os percentuais de massa seca foram menores que os observados na literatura e provavelmente estão associados à remoção dos espinhos, a idade dos cladódios ou ainda as condições ambientais que influenciam sobre o “status” hídrico da planta.

Comparando o percentual de massa seca do broto com o de outras hortaliças, observa-se que o mesmo é próximo ao da alface Americana que apresenta um valor de 6,77%. Vale

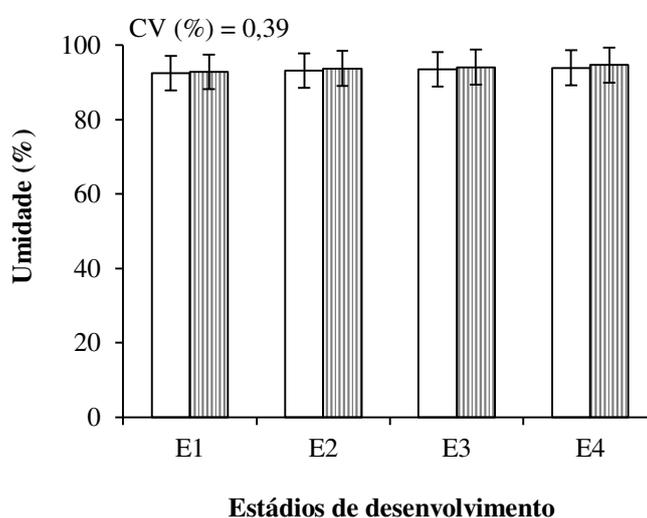
lembrar de acordo com Luengo e Calbo (2001) que maiores teores de matéria seca implicam em maior firmeza e maior capacidade de conservação do vegetal.

4.2 AVALIAÇÕES QUÍMICAS

4.2.1 Umidade

Os teores de umidade entre os tratamentos foram próximos e não apresentaram diferenças significativas (Figura 10). Os valores médios variaram de 92,46 a 93,92% na palma ‘Gigante’ e de 92,83 a 94,65% na palma ‘Redonda’, evidenciando uma pequena variação na umidade dos brotos nos diferentes estádios de desenvolvimento. No entanto, percebe-se que os brotos de palma independente do estágio de desenvolvimento destacam-se com um elevado teor de umidade. Esta característica torna-se de excelente vantagem para a palma, visto que se trata de um tecido vegetal que se desenvolve em condições xerófitas.

Figura 10 – Teores de umidade dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.



Cantwell (2001) estudando a composição de brotos jovens de palma do gênero *Opuntia*, encontrou teores de umidade de 91%. Já Loayza e Chavéz (2007) encontraram na cultivar ‘Amarillo’ teores de 92,60% em brotos de um mês de idade e de 94,33% em brotos de um ano de idade.

O alto teor de água encontrado caracteriza o aspecto suculento dos brotos avaliados, indicando que o suprimento de água dado ao tecido no período da colheita foi suficiente para

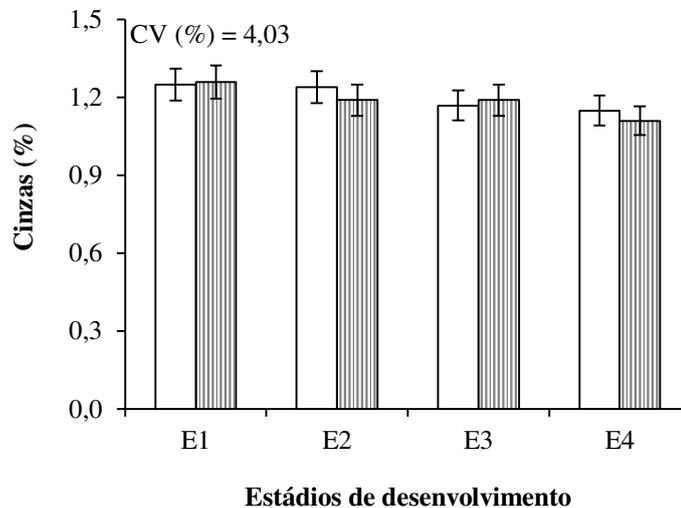
manter a turgidez dos mesmos. De acordo com Hills (2001) esse aspecto pode ser explicado anatomicamente, pela capacidade que os brotos têm de armazenar água em seus vacúolos e pela superfície de revestimento que contém uma grossa camada de cutina que previne a saída da água desses vegetais para a atmosfera.

Desse modo, o teor de água é um parâmetro importante, uma vez que está relacionado com a aparência física e com uma maior ou menor concentração de compostos solúveis devido à diluição dos mesmos no meio aquoso.

4.2.2 Cinzas

Os teores de cinzas não foram significativos em função dos tratamentos (Figura 11), observando-se que no primeiro estágio de desenvolvimento os teores alcançaram um valor aproximado de 1,26% para ambas as cultivares.

Figura 11 – Teores de cinzas dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.



Os valores observados neste trabalho foram próximos dos citados por Cantwell (2001) que encontrou teores de cinzas de 1,30% em brotos de palma jovens. Vale lembrar que as cinzas variam em função do número de compostos e de elementos que a forma e da estreita relação destes com a química dos solos.

O conteúdo de cinzas obtido pela incineração dos brotos dá uma ideia da quantidade dos minerais presentes no vegetal, já que o processo de queima provoca a volatilização ou alguma interação entre os constituintes da amostra. Desse modo, percebe-se que os teores de

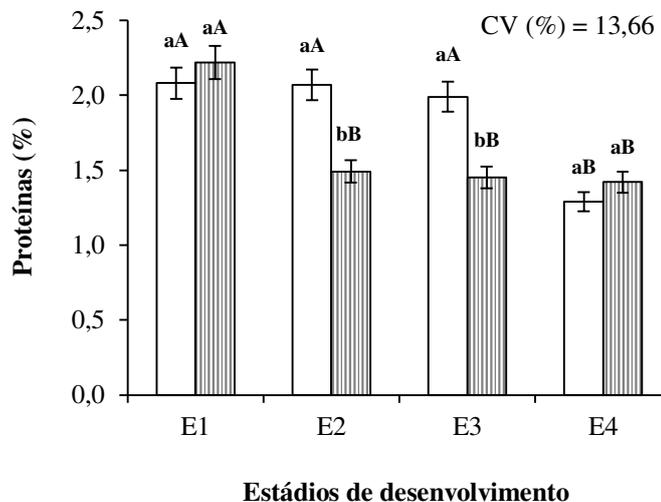
cinzas presentes nos brotos foram elevados, concordando com os dados da literatura que indicam grandes quantidades de minerais como cálcio, ferro e fósforo.

Os teores de cinzas dos brotos de palma quando comparados aos de outras hortaliças frescas, foram superiores aos 0,30% da alface Americana, 0,80% do brócolis e 0,40% do pimentão verde (BRASIL, 2011).

4.2.3 Proteínas

Os teores de proteínas das cultivares em função dos estádios de desenvolvimento diferiram significativamente (Figura 12). Foi observado que com o desenvolvimento dos brotos houve uma redução dos percentuais de proteínas que variaram de 2,08 a 1,29% na cultivar ‘Gigante’ e de 2,22 a 1,42% na cultivar ‘Redonda’.

Figura 12 – Teores de proteínas dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A tendência de redução do conteúdo de proteína, observada com o avanço da idade, concorda com os resultados obtidos por Loayza e Chávez (2007) que, trabalhando com brotos de *Opuntia ficus indica*, verificaram teores de proteínas variando de 0,94 a 0,48% em brotos de um mês e de um ano de idade, respectivamente, observando uma redução de quase 50% dos valores para essa característica, em função do aumento da idade dos brotos.

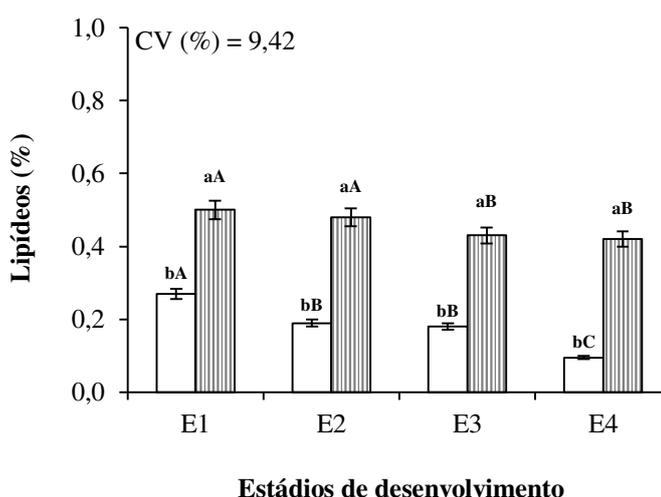
Os teores de proteínas encontrados neste trabalho podem ser justificados pelo aumento das percentagens de celulose, hemicelulose e lignina, que ocorrem com o avanço do desenvolvimento ou aumento da idade dos brotos, reduzindo a proporção de nutrientes como carboidratos solúveis, proteínas e minerais, que conduzem a uma queda na digestibilidade do vegetal como cita Velásquez et al. (2010).

Os teores de proteínas obtidos nos brotos do primeiro estágio de desenvolvimento foram superiores aos observados em outras hortaliças frescas, como pimentão verde (1,1%), rúcula (1,8%) e alface Americana (0,6%) conforme Brasil (2011).

4.2.4 Lipídeos

Os teores de lipídeos dos brotos de palma foram baixos e estão representados na Figura 13. Entre as cultivares foram observadas diferenças significativas em todos os estádios de desenvolvimento, encontrando-se os maiores valores de lipídeos na palma ‘Redonda’, os quais variaram de 0,50 a 0,42%. De um estágio para o outro, houve uma leve redução do conteúdo de lipídeo, mas nem todas as diferenças verificadas foram significativas.

Figura 13 – Teores de lipídeos dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se, ainda, que os teores médios de lipídeos variaram entre 0,10 e 0,50%. Valores próximos foram obtidos por Loayza e Chávez (2007), que comparando brotos de

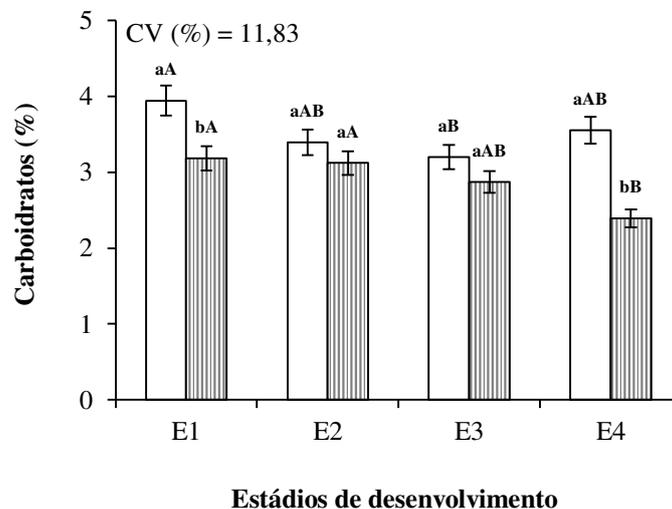
diferentes idades encontraram teores de 0,17% para brotos de um mês e de 0,11% para brotos de um ano de idade.

No geral, os teores de lipídeos nas hortaliças são baixos, em torno de 1%, e se encontram associados às camadas da cutícula protetora da superfície e as membranas celulares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

4.2.5 Carboidratos

Os teores de carboidratos dos brotos de palma encontram-se na Figura 14. Entre as cultivares verificou-se diferença significativa somente no primeiro e quarto estádios de desenvolvimento. Entre os estádios observou-se uma pequena diminuição dos teores de carboidratos com o avanço do desenvolvimento, à exceção dos valores registrados no quarto estádio para a cultivar ‘Gigante’, onde foi constatado um discreto aumento do valor.

Figura 14 – Teores de carboidratos dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFMG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Loayza e Chávez (2007) também verificaram uma diminuição dos carboidratos com o aumento da idade dos brotos de palma, que variaram de 5,96 a 2,43 % em brotos de um mês e de um ano de idade, respectivamente.

Os teores médios de carboidratos incluindo a fração para fibra alimentar foram obtidos a partir dos percentuais de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas, e variaram em

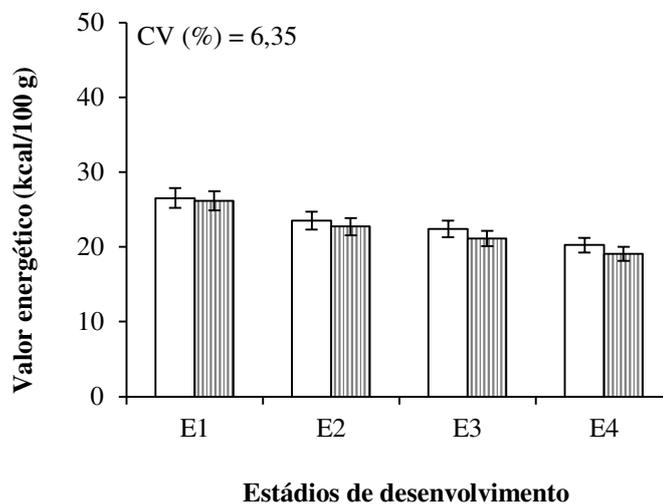
função destes resultados. Desse modo, observou-se que quanto maior foi o somatório dos constituintes, menor foi o valor encontrado para os carboidratos.

Os valores de carboidratos obtidos para ambas as cultivares de palma ficaram próximos dos valores citados por Brasil (2011) para alface Americana (1,70%), brócolis (4 %) e pimentão verde (4,90%), todos em base fresca.

4.2.6 Valor energético

Para o valor energético, não foi observado efeito significativo com relação a interação entre os fatores estudados (Figura 15). Os valores registrados diminuíram discretamente com o avanço do desenvolvimento, variando de 26,16 a 19,05 kcal/100 g. Essa redução pode ser atribuída à diminuição dos macronutrientes (proteínas, carboidratos e lipídeos) com o avanço da idade, tendo em vista que estes serviram de base para o cálculo do valor energético.

Figura 15 – Valor energético dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.

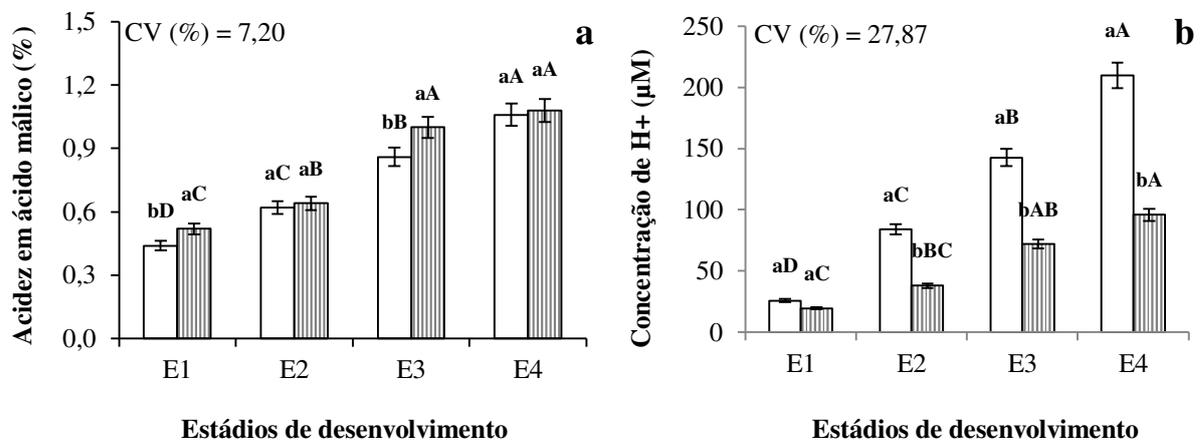


A energia encontrada nos brotos de palma foi próxima dos valores determinados por Brasil (2011) para couve manteiga (27 kcal/100 g), pimentão verde (21 kcal/100 g) e brócolis (25 kcal/100 g), podendo a palma ser indicada para dietas hipocalóricas, devido ao seu baixo valor calórico e por apresentar um comportamento biológico similar ao de outras hortaliças que já fazem parte de nossa dieta.

4.2.7 Acidez titulável e concentração de H⁺

A acidez titulável dos brotos de palma aumentou nas cultivares com o estágio de desenvolvimento, mostrando diferenças significativas entre os tratamentos avaliados (Figura 16a). No geral, os valores da acidez variaram de 0,44 a 1,08% de ácido málico.

Figura 16 – Teores de ácido málico (a) e concentração de H⁺ (b) dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O aumento observado para a acidez pode ser atribuído de fato ao estágio de desenvolvimento, uma vez que os brotos foram colhidos sempre de 6:50 às 7:30 h. Vale salientar que os mesmos se encontravam em crescimento, sendo por esse motivo necessária a realização de um estudo para investigar a variação dos teores de acidez durante todo o desenvolvimento da palma.

Os percentuais de acidez em ácido málico dos brotos de palma no quarto estágio de desenvolvimento, foram superiores aos observados por Corrales-García et al. (2004) que, estudando 10 cultivares de palma, encontraram teores de ácido variando de 0,28 a 0,76% em brotos com 30 dias de idade e 20 cm de comprimento, colhidos as 6:00 h. Esses resultados podem estar associados a fatores que influenciam sobre a acidez, como a cultivar e o horário de colheita, pois segundo Sáenz (2006) a variação da acidez durante o dia é uma característica típica de plantas CAM que deve ser levada em consideração para determinação da hora de colheita, dado que a acidez tem efeitos sobre a conservação e sabor da palma, influenciando sobre a aceitação do produto pelos consumidores.

Esses relatos também concordam com os de Corrales-García et al. (2004) que afirmam que o baixo teor de ácidos dos brotos é uma das características mais importantes para os consumidores. Desta forma, observa-se, neste trabalho, que os menores teores de ácidos foram encontrados no primeiro estágio de desenvolvimento para os brotos de ambas as cultivares evidenciando que a variação da acidez em resposta ao desenvolvimento fisiológico e ao horário de colheita é uma característica comum e típica de plantas com esse tipo de metabolismo.

Já para a concentração de H^+ observa-se na Figura 16b que houve um aumento significativo dos valores com o avanço do desenvolvimento dos brotos, os quais variaram de 25,85 a 209,81 μM na cultivar ‘Gigante’ e de 19,61 a 95,86 μM na cultivar ‘Redonda’. Verificou-se também que ambas as cultivares diferiram entre os estágios de desenvolvimento, e que entre as cultivares no primeiro estágio, não houve diferença significativa.

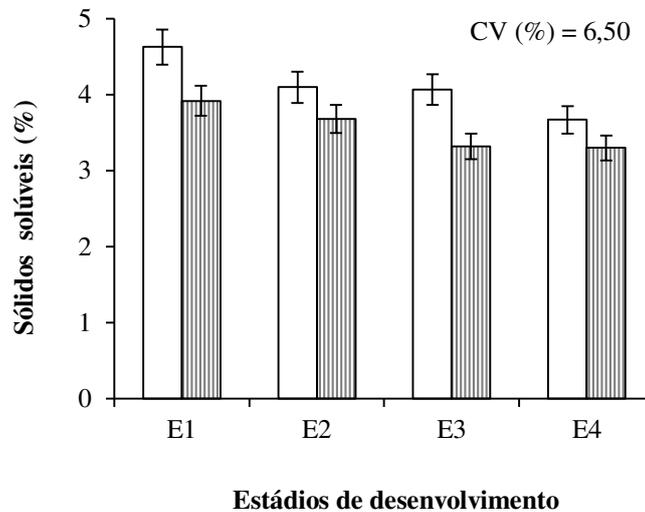
O aumento observado para a concentração de H^+ pode ser atribuído ao incremento da concentração de ácidos no decorrer do desenvolvimento dos brotos; contudo vale lembrar que esta foi maior na cultivar ‘Redonda’, evidenciando um possível efeito tamponante já que a concentração de H^+ não se refletiu com a mesma intensidade para a concentração de ácidos.

Os resultados deste estudo corroboram com os de Corrales-García et al. (2004) que estudando brotos com 20 cm de diâmetro longitudinal de dez cultivares de palma (*Opuntia* sp.) observaram que a capacidade tamponante era maior, na medida em que a acidez dos brotos era mais elevada; pressupondo, dessa forma, que o consumo de brotos poderia diminuir as mudanças bruscas de pH no trato digestivo.

4.2.8 Sólidos solúveis

Os teores de sólidos solúveis não diferiram significativamente para os tratamentos, mas foi possível observar uma pequena redução com o desenvolvimento para ambas as cultivares (Figura 17). Os maiores teores foram observados no primeiro estágio de desenvolvimento, sendo de 4,63% na cultivar ‘Gigante’ e de 3,92% na cultivar ‘Redonda’.

Figura 17 – teores de sólidos solúveis dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



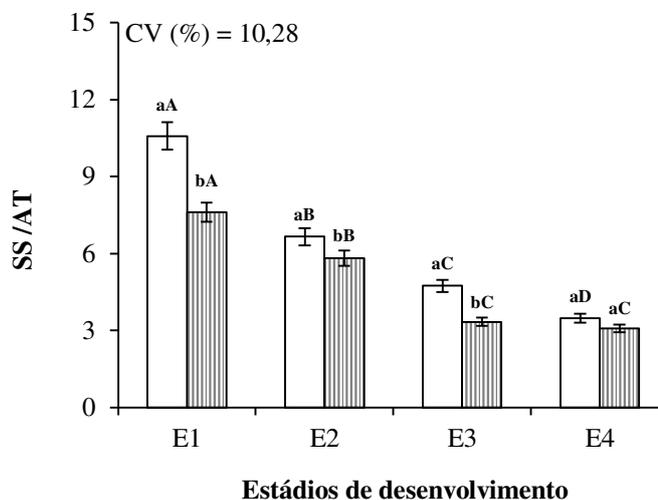
Essa variação na concentração de sólidos solúveis pode estar relacionada ao aumento do teor de umidade no decorrer do desenvolvimento, e conseqüentemente a uma maior diluição dos compostos solúveis no meio aquoso. Vale lembrar que os sólidos solúveis são constituídos predominantemente por açúcares, encontrando-se também aminoácidos, ácidos orgânicos e pigmentos dissolvidos no suco celular ou nos vacúolos.

4.2.9 Relação sólidos solúveis e Acidez titulável (SS/AT)

Conforme os dados da Figura 18 observa-se que a relação sólidos solúveis e acidez titulável diminuiu com o avanço do desenvolvimento, com valores variando de 10,58 a 3,47 na cultivar ‘Gigante’ e de 7,61 a 3,08 na cultivar ‘Redonda’. Os resultados variaram significativamente entre as cultivares, com exceção dos verificados no quarto estágio.

Percebe-se ainda que os valores obtidos para a relação SS/AT têm relação direta com seus componentes que são influenciados tanto por fatores ambientais como pelo potencial genético da própria planta.

Figura 18 – Valores da relação sólidos solúveis e acidez titulável dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



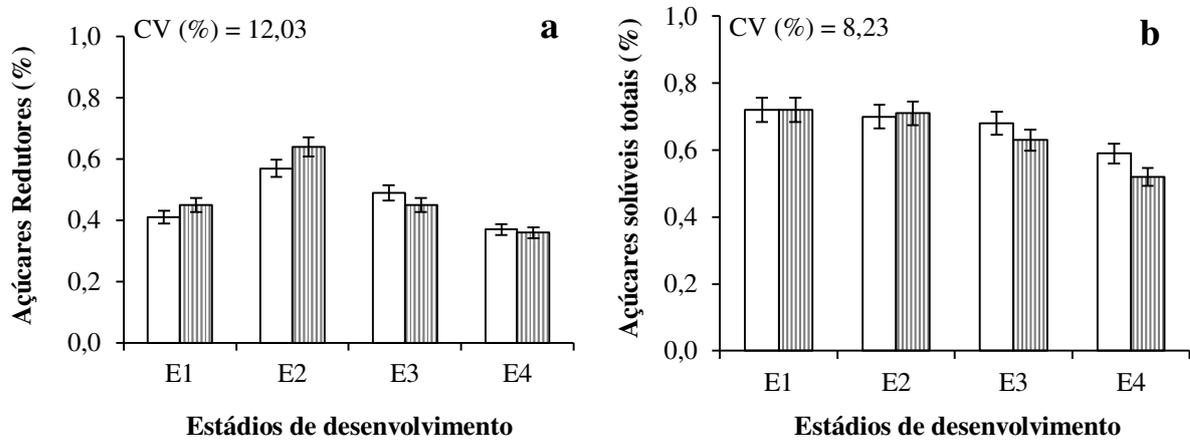
Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A relação SS/AT vem sendo usada como índice para avaliação da palatabilidade, dando uma ideia do equilíbrio entre os açúcares e a acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Mattedi et al. (2011) citam que elevado valor para a relação SS/AT proporciona sabor suave, enquanto que baixos valores, sabor ácido. Desse modo, pressupõe-se que os brotos mais agradáveis ao paladar foram encontrados no primeiro estágio de desenvolvimento, onde dispuseram maiores teores de açúcares e menores teores de ácidos.

4.2.10 Açúcares redutores e açúcares solúveis totais

Para os açúcares redutores não foram observadas diferenças significativas para os tratamentos avaliados. Os maiores valores foram registrados no segundo estágio de desenvolvimento, sendo de 0,57 e 0,64% para as cultivares ‘Gigante’ e ‘Redonda’, respectivamente (Figura 19a). Houve um aumento dos teores de açúcares redutores do primeiro ao segundo estágio de desenvolvimento e uma redução do segundo ao quarto.

Figura 19 – Teores de açúcares redutores (a) e de açúcares solúveis totais (b) dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



Verificou-se também na cultivar ‘Gigante’ que os açúcares redutores corresponderam em média a 68,29% dos açúcares solúveis totais, enquanto que na ‘Redonda’ a 73,65% (Figura 19b).

Ribeiro et al. (2010) avaliando os carboidratos de brotos produzidos na estação experimental de Caruaru - PE observaram para os açúcares redutores valores inferiores ao deste estudo de 0,16 e 0,18 g/100 mL em brotos terciários e quaternários de palma ‘Gigante’ e de 0,18 e 0,08 g/100 mL em brotos terciários e quaternários de palma ‘Redonda’.

Para os açúcares solúveis totais também não foram observados efeitos significativos com relação à interação entre os fatores (Figura 19b). O teor de açúcar solúvel total mostrou uma ligeira redução com o avanço do desenvolvimento com valores variando de 0,72 a 0,59% na cultivar ‘Gigante’ e de 0,72 a 0,52% na cultivar ‘Redonda’. Essa redução concorda com o comportamento dos sólidos solúveis, uma vez que os açúcares fazem parte de sua constituição.

Ribeiro et al. (2010) também reportaram em seus estudos teores de açúcares solúveis totais para brotos colhidos na estação seca. Esses teores foram de 1,28 e 2,16% em palma ‘Gigante’ e de 1,53 e 2,90% em palma ‘Redonda’ para brotos quaternários e terciários, respectivamente.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o teor de açúcar solúvel total normalmente constitui 85% a 90% dos sólidos solúveis. Conforme os valores encontrados nesse estudo, os teores de açúcares solúveis totais constituíram em média 16,35% e 18,10% dos sólidos solúveis em brotos de palma ‘Gigante’ e ‘Redonda’, respectivamente. Esses teores foram

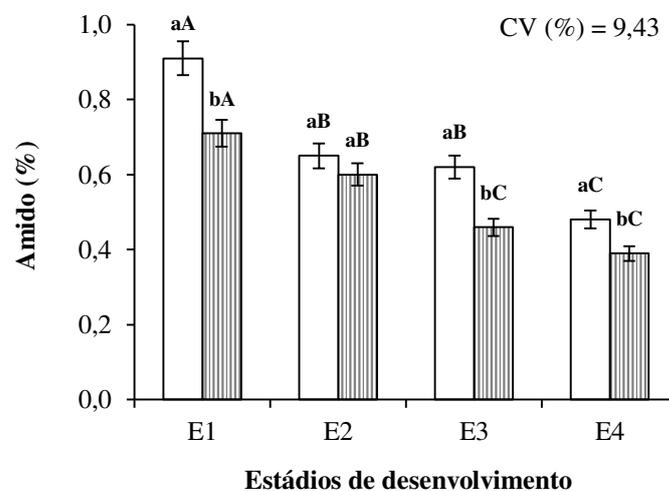
baixos e, podem estar associados à presença de outras substâncias dissolvidas no meio aquoso como ácidos orgânicos, pectinas, mucilagens e fenólicos.

No geral, a quantidade de açúcares foi próxima entre os tratamentos avaliados, e baixa para os açúcares totais quando comparada à literatura. No entanto, esses teores também podem variar em função da idade dos cladódios, das condições ambientais, do horário de colheita e ainda com o método de extração dos açúcares da amostra.

4.2.11 Amido

Para o amido foram observados teores entre 0,91 e 0,43% na cultivar ‘Gigante’ e de 0,71 a 0,34% na cultivar ‘Redonda’, não havendo diferença significativa entre as cultivares do segundo estágio de desenvolvimento (Figura 20).

Figura 20 – Teores de amido dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

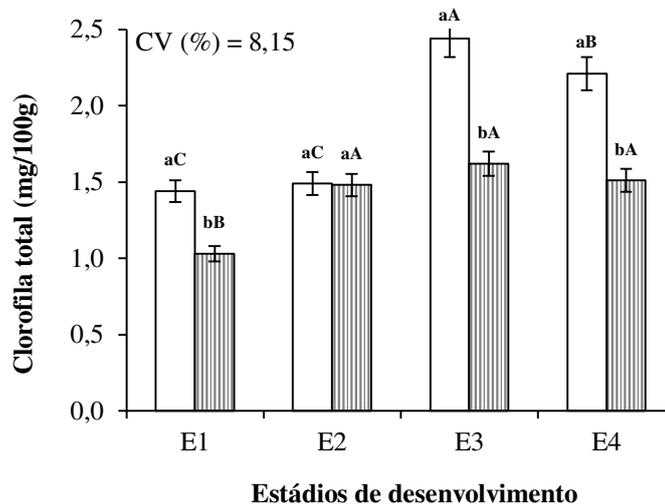
Observou-se, ainda, para as cultivares avaliadas, um decréscimo do teor de amido com o avanço do desenvolvimento que pode ser justificado pelo aumento dos teores de ácidos durante o desenvolvimento e pelo horário de colheita. Segundo Flores-Hernández et al. (2004) os teores de amido na palma são influenciados pelo horário de colheita, tendo em vista que ocorre um acúmulo de ácido málico durante o período da noite e a descarboxilação do mesmo durante o dia, com a formação de carboidratos pelo processo de fotossíntese. Desse modo,

verificaram que durante o dia ocorria simultaneamente uma redução dos teores de ácidos e um aumento dos teores de açúcares e amido.

4.2.12 Clorofila total

Os teores de clorofila total nos brotos de palma aumentaram até o terceiro estágio de desenvolvimento, e reduziram a partir deste, para ambas as cultivares (Figura 21). Os valores variaram entre 1,03 e 2,44 mg/100g, sendo que a maior quantidade foi encontrada na cultivar ‘Gigante’.

Figura 21 – Teores de clorofila total dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCEG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Essa variação dos teores de clorofila pode ser atribuída a fatores ambientais como luz e temperatura, que influenciam sobre a degradação da mesma. Engel e Poggiani (1991) relatam que a clorofila é constantemente sintetizada e destruída (foto-oxidação) na presença da luz e que sob condições elevadas de luminosidade a velocidade de decomposição supera a de produção, afetando o equilíbrio que é estabelecido a uma concentração mais baixa.

Guevara et al. (2003), avaliando as mudanças do conteúdo de clorofila total em brotos da cultivar ‘Milpa Alta’ de 15 cm de comprimento mantidos a 5 °C por até 35 dias, observaram no primeiro dia de armazenamento teores de 15 mg/100 g de massa fresca. Esses

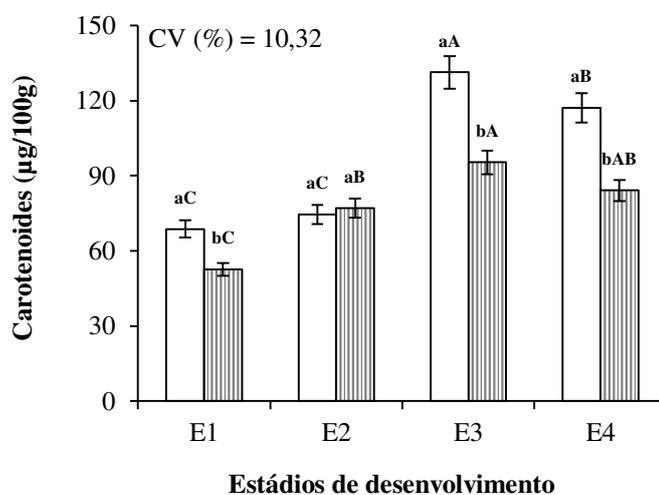
resultados foram superiores aos encontrados nesse estudo, mesmo se considerado o fator de correção de 5,55, estabelecido com base na diluição da amostra.

Os teores de clorofila nos brotos de palma foram próximos dos teores encontrados por Aquino et al. (2011) para o brócolis (1,20 mg/100 g) e inferiores aos encontrados por Silva et al. (2007) para alface Americana (130 mg/100 g), ambos em base fresca.

4.2.13 Carotenoides

Na Figura 22, observa-se que houve interação significativa entre os fatores, cultivares e estádios de desenvolvimento, para a variável avaliada. Os teores de carotenoides variaram de modo similar aos teores de clorofila, verificando-se um aumento e um posterior decréscimo dos valores com o avanço do desenvolvimento.

Figura 22 – Teores de carotenoides dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de carotenoides totais aumentaram de 70 a 130 µg/100g na cultivar ‘Gigante’ e de 50 a 80 µg/100g na cultivar ‘Redonda’. Estes resultados foram superiores aos encontrados por Sáenz (2006) que cita teores de 30 µg/100 g de carotenoides em brotos jovens e frescos.

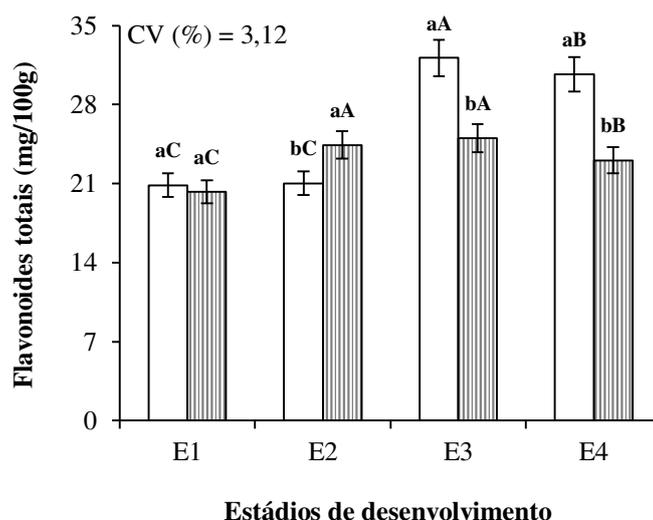
Rodriguez-Amaya, Kimura e Amaya-Farfan (2008) relataram que em algumas hortaliças, o perfil de maturação não é bem definido, sendo no geral, observado um acréscimo

dos carotenoides com o avanço do desenvolvimento. Caso similar foi observado no presente estudo, para os brotos até o terceiro estágio de desenvolvimento. Essa variação nos teores de carotenoides pode ser atribuída a fatores ambientais, a cultivar, as condições de cultivo, a uma alteração dos carotenoides presentes no produto e até mesmo ao método de quantificação.

4.2.14 Flavonoides totais

Para os flavonoides totais (Figura 23) houve diferença significativa para a interação entre os fatores. Nas duas cultivares, os menores valores foram encontrados no primeiro estágio de desenvolvimento e os maiores no terceiro estágio.

Figura 23 – Teores de flavonoides totais dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O conteúdo de flavonoides totais variou de 20,29 a 32,13 mg/100 g. As maiores diferenças entre as cultivares foram registradas no terceiro e quarto estádios de desenvolvimento, onde a cultivar ‘Gigante’ se destacou como o melhor tratamento. De acordo com Huber e Rodriguez-Amaya (2008) vale lembrar que as variações encontradas para os flavonoides são determinadas por fatores genéticos e influenciadas por fatores edafoclimáticos e, até mesmo pelo processamento do alimento.

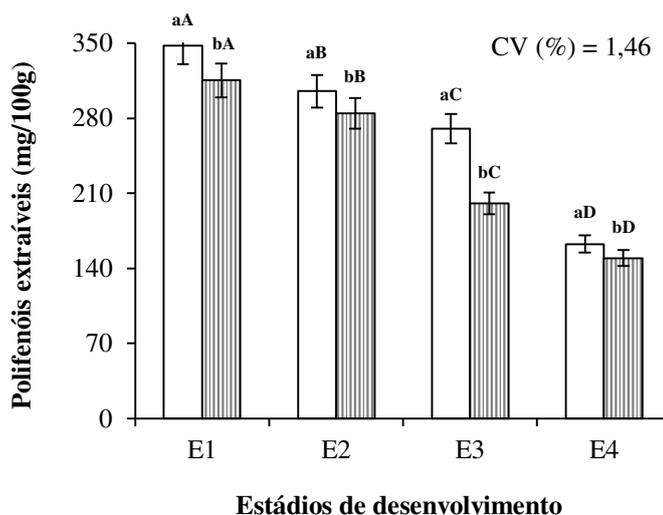
Os brotos avaliados nesse estudo obtiveram teores de flavonoides comparáveis aos de outras hortaliças tradicionais. Arabbi et al. (2004) quantificaram os flavonoides presentes

nos vegetais mais consumidos pela população brasileira quando colhidos em duas épocas, encontrando teores que variaram em alface crespa de 18,60 a 20,80 mg/100 g, em almeirão de 17,90 a 38,10 mg/100 g e em chicória de 18 a 38 mg/100g.

4.2.15 Polifenóis extraíveis

A Figura 24 contém os teores de polifenóis extraíveis encontrados nos extratos de palma. Notou-se diferença significativa para todos os tratamentos avaliados e que os valores de polifenóis decresceram com o avanço do desenvolvimento, mostrando uma redução de mais de 50% do primeiro para o quarto estágio de desenvolvimento nas duas cultivares.

Figura 24 – Teores de polifenóis extraíveis dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Esse comportamento, observado para os brotos das cultivares ‘Gigante’ e ‘Redonda’, pode estar associado ao mecanismo de defesa da planta na medida em que os estádios de desenvolvimento avançaram, em virtude da concentração e/ou tipos de fenólicos presentes no tecido vegetal. No entanto, vale lembrar que esses compostos são influenciados por fatores genéticos e edafoclimáticos.

Ramírez-Moreno et al. (2013) trabalhando com brotos crus liofilizados de 7 a 30 cm de comprimento verificaram para os polifenóis extraíveis teores de 458 e 282 mg de ácido

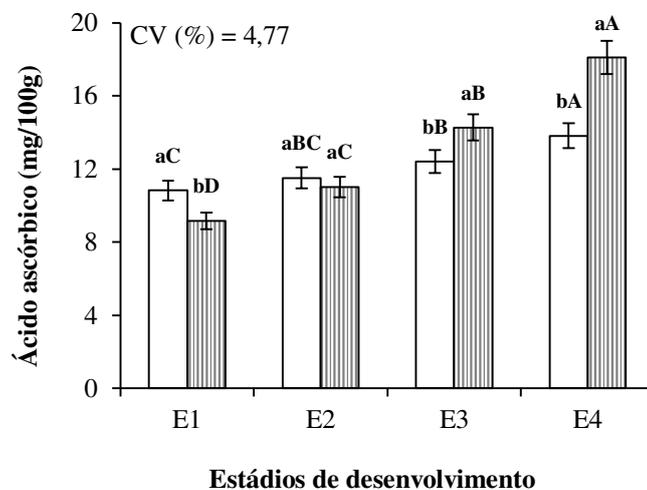
gálico/100 g de amostra em brotos das cultivares ‘Milpa Alta’ e ‘Atlixco’, respectivamente, que foram próximos dos encontrados nessa pesquisa.

O conteúdo de compostos fenólicos deste estudo foi elevado para ambas as cultivares quando comparado ao conteúdo de outras hortaliças. Arbos et al. (2010) encontraram teores de 91,22 mg/100 g em alface crespa e de 90,78 mg/100 g em rúcula quando cultivadas sob sistema convencional de produção.

4.2.16 Ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico aumentou significativamente com o avanço do desenvolvimento, em ambas as cultivares (Figura 25). O maior conteúdo foi encontrado no quarto estágio para os brotos de palma ‘Redonda’ com um valor de 18,1 mg/100 g.

Figura 25 – Teores de ácido ascórbico dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFMG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Loayza e Chávez (2007) observaram uma redução dos teores de ácido ascórbico em função da idade dos brotos na cultivar ‘Amarillo’, encontrando teores de 37,27 mg/100 g em brotos de um mês de idade e de 23,11 mg/100 g em brotos de um ano.

De maneira geral, o teor de ácido ascórbico tende a diminuir com o desenvolvimento de produtos hortícolas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Contudo, observou-se no presente estudo um aumento que provavelmente pode estar relacionado ao início do desenvolvimento,

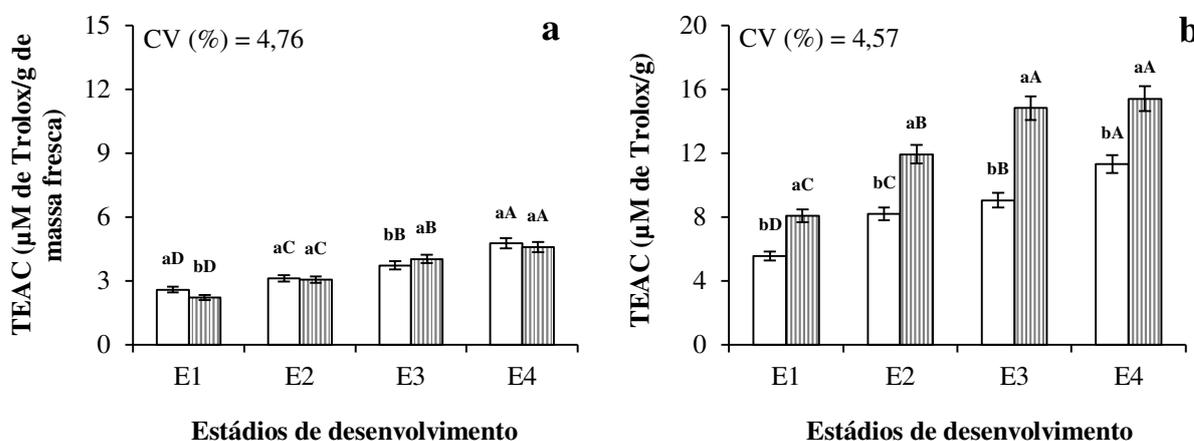
podendo os brotos de palma em estádios mais avançados exibirem comportamento diferente do observado para o conteúdo de ácido ascórbico concordando com os dados da literatura, que fazem referência a uma diminuição destes teores em brotos maduros.

Os teores de ácido ascórbico encontrados neste estudo foram próximos dos obtidos por Ramírez-Moreno et al. (2013) que verificaram em brotos das cultivares ‘Milpa Alta’ e ‘Atlixco’ com idade entre 10 e 40 dias, teores de ácido ascórbico de 19,21 e de 25,52 mg/100 g de massa fresca, respectivamente. Esses autores também quantificaram os teores de ácido dehidroascórbico e constataram que estes se encontravam em maior proporção quando comparados ao ácido ascórbico. Observando estes resultados, vale lembrar que o conteúdo de ácido ascórbico pode ser influenciado pelo método de determinação, pelo processamento feito antes da análise e ainda por outros fatores como, por exemplo, os ambientais.

4.2.17 Capacidade antioxidante

Na Figura 26a, pode-se visualizar os valores da capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) dos brotos de palma em base fresca pelo método do radical livre ABTS. Para essa característica observou-se diferença significativa entre as cultivares do primeiro e terceiro estágio de desenvolvimento e, dentro dos estádios, para ambas as cultivares. Os valores encontrados aumentaram com o avanço do desenvolvimento, variando de 2,21 a 4,76 μM de trolox/g de amostra.

Figura 26 – Valores da capacidade antioxidante em base fresca (a) e em base seca (b) dos brotos de palma ‘Gigante’ (□) e ‘Redonda’ (▨) em diferentes estádios de desenvolvimento. CCTA/UFCG, Pombal - PB, 2013.



Cultivares seguidas de mesma letra minúscula e estádios de desenvolvimento seguidos de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a massa seca também foi observado um aumento da capacidade antioxidante de um estágio para o outro, o qual variou de 5,55 a 15,40 μM de trolox/g de amostra (Figura 26b). Verificou-se ainda diferença significativa entre as cultivares em todos os estágios de desenvolvimento, encontrando-se os melhores resultados na cultivar ‘Redonda’.

Observou-se também que a capacidade antioxidante da palma em base seca foi superior à da palma em base fresca, sendo que na cultivar ‘Gigante’ foi constatado um aumento de 2,4 vezes e na ‘Redonda’ de 3,6 vezes. Esse aumento pode ser atribuído a uma maior concentração dos compostos bioativos devido à secagem da palma.

Ramírez-Moreno et al. (2013) avaliando o efeito da ebulição sobre os antioxidantes de brotos de palma com tamanhos entre 7 e 30 cm de comprimento, encontraram pelo método ABTS para a capacidade antioxidante em amostras cruas e cozidas (submetidas a liofilização) respectivamente, valores de 13,97 e 5,73 μM de trolox/g na cultivar ‘Milpa Alta’ e de 13,24 e 12,37 μM de trolox/g na cultivar ‘Atlixco’. Os mesmos pesquisadores observaram que o tratamento térmico afetou com maior intensidade os brotos da cultivar ‘Milpa Alta’, conduzindo a uma perda drástica da capacidade antioxidante quando comparados aos brotos crus. Caso similar foi constatado nesta pesquisa para os brotos da cultivar ‘Gigante’, observando-se para a capacidade antioxidante em base seca, uma redução desta quando comparada a da cultivar ‘Redonda’, que provavelmente foi menos afetada pelo tratamento térmico.

Desse modo, os valores encontrados para a capacidade antioxidante podem ser atribuídos principalmente ao ácido ascórbico e aos carotenoides que aumentaram com o desenvolvimento e ainda aos polifenóis, incluindo os flavonoides.

Os resultados obtidos neste trabalho foram inferiores aos observados por Tiveron (2010) que, investigando a capacidade antioxidante de hortaliças liofilizadas convencionais, encontrou em extratos etanólicos valores de 34, 32 e 18 μM de trolox/g em amostras de brócolis, espinafre e rúcula, respectivamente.

É importante ressaltar que, ao se fazer um paralelo com outras hortaliças, os brotos de palma mostram-se com boa capacidade antioxidante, podendo ser usado como alimento que possui componentes necessários para integrar uma dieta saudável.

5 CONCLUSÕES

- As cultivares de palma ‘Gigante’ e ‘Redonda’ possuem comportamento fisiológico e valor nutritivo similar ao de outras hortaliças tradicionais da nossa dieta, estando potencialmente aptas para o consumo humano.
- A cultivar ‘Redonda’ destacou-se com maior rendimento de biomassa em relação a cultivar ‘Gigante’.
- A palma dispõe de características que favorecem um sabor apreciável e similar ao de outras hortaliças que são tradicionalmente consumidas.
- Os brotos de palma, ‘Gigante’ e ‘Redonda’, destacaram-se quanto aos teores de proteínas e de compostos bioativos, potencializando a palma como uma hortaliça alternativa e de ótima contribuição para a dieta humana.
- A propriedade antioxidante dos brotos de palma foi constatada em todos os estádios de desenvolvimento com maior intensidade no tecido seco, possibilitando o uso dos brotos na forma de farinha para o enriquecimento de outros produtos.
- As características físicas e os compostos bioativos estudados possibilitam indicar como ponto de colheita o terceiro e quarto estádios de desenvolvimento para as cultivares ‘Gigante’ e ‘Redonda’, podendo assim, ser utilizado para o consumo *in natura* ou para o processamento agroindustrial.
- Os brotos de palma são produzidos de forma rápida e abundante por plantas expostas a condições de altas temperaturas e baixo consumo de água, condições que, no geral, são desfavoráveis para a produção de outras hortaliças no semiárido.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, S. G.; SANTOS, D. C. Palma Forrageira. In: KILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (Ed.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semiárido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2005. p. 91-127.
- ALMEIDA, J. **A palma forrageira na região semiárida do estado da Bahia: diagnóstico, crescimento e produtividade**. 2011. 97 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2011.
- AQUINO, A. C. M. S.; SILVA, M. H. M.; ROCHA, A. K. S.; CASTRO, A. A. Estudo da influência de diferentes tempos e métodos de cocção na estabilidade dos teores de clorofila e ácido ascórbico em brócolis (*Brassica oleraceae*). **Scientia Plena**, v. 7, p. 1-6, 2011.
- ARABBI, P. R.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Flavonoids in vegetable foods commonly consumed in Brazil and estimated ingestion by the Brazilian population. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 1124-1131, 2004.
- ARAYA, H. L.; CLAVIJO, C. R.; HERRERA, C. Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. **Archivos latino americanos de nutricion**, v. 56, p. 361-364, 2006.
- ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C.; DORNAS, M. F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 501-506, 2010.
- ARNAO, M. B. Some methodological problems in determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. **Trends in Food Science & Technology**, v. 11, p. 419-421, 2000.
- AZZI, A. Molecular mechanism of alpha-tocopherol action. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 43, p. 16-21, 2007.
- BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. 240 p.
- BATISTA, R. D. S. R.; SILVA, R. A.; BRANDÃO, T. M.; VELOSO, T. R.; NEVES, J. A.; SANTOS, D. N. Bebida mista à base de goiaba (*Psidium guajava* L.) e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*): desenvolvimento e aceitabilidade. **Archivos latino americanos de nutricion**, v. 60, p. 285-290, 2010.
- BENDICH, A.; LANGSETH, L. The health effects of vitamin C supplementation: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 14, p. 124-136, 1995.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, p. 123-130, 1999.
- BRASIL. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO**. 4 ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**. Brasília, 2005. 35 p.

BRENNA, O. V.; PAGLIARINI, E. Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4841-4844, 2001.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, G. M. F.; LOPES, M. N.; XIMENES, L. J. F. Cultivo da palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural Etene**, ano VII, 7 p., 2013.

CANTWELL, M. Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p.123-139.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990.

CHEYNIER, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, p. 223-229, 2005.

CHIACCHIO, F. P. B. Incidência da cochonilha do carmim em palma forrageira. **Bahia Agrícola**, v. 8, p. 12-14, 2008.

CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semiárido baiano. **Bahia Agrícola**, v.7, p. 39-49, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CORRALES-GARCÍA, J.; PEÑA-VALDIVIA, C. B.; RAZO-MARTÍNEZ, Y.; SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, M. Acidity changes and pH-buffering capacity of nopalitos (*Opuntia* spp.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, p. 169-174, 2004.

CORRALES-GARCÍA, J.; SÁENZ, C. Uso de los cladódios del nopal em productos alimenticios. In: SÁENZ, C.; BERGER, H.; GARCÍA, J. C.; GALLETI, L.; CORTÁZAR, V. G.; HIGUERA, I.; MONDRAGÓN, C.; RODRÍGUEZ-FÉLIX, A.; SEPÚLVEDA, E.; VARNERO, M. T. **Utilización agroindustrial del nopal**. Roma: FAO, 2006. p. 51-64.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p. 129-135, 2010.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, p. 39-45, 1991.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001.

FLORES VALDEZ, C. A. Produção, industrialização e comercialização de verdura de palma forrageira. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 94-102.

FLORES-HERNÁNDEZ, A.; ORONA-CASTILLO, I.; MURILLO-AMADOR, B.; VALDEZ-CEPEDA, R. D.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, J. L. Producción y calidad de nopalito em la región de la Comarca Lagunera de México y su relación con el precio en el mercado nacional. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 6, p. 23-34, 2004.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 181-207.

GALINDO, I. C. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Uso da palma na conservação dos solos. In: MENEZES, R. S. C.; SIMOES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora da UFPE, 2005. p. 163-176.

GUEDES, C. C.; OLIVEIRA, J. S.; FERNANDES, M. F.; OLIVEIRA, R.; DEIRO, T. C. B. J.; SOUSA, V. **Broto de Palma, sabor e nutrição**. Recife, PE: SEBRAE/FAEPE, 2004. 48 p.

GUEVARA, J. C.; YAHIA, E. M.; BRITO DE LA FUENTE, E.; BISERKA, S. P. Effects of elevated concentrations of CO₂ in modified atmosphere packaging on the quality of prickly pear cactus stems (*Opuntia* spp.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 29, p. 167-176, 2003.

GUSMÃO, R. P. **Avaliação dos aspectos tecnológicos envolvidos na obtenção da farinha de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill)**. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

HALLIWELL, B. Biochemistry of oxidative stress. **Biochemical Society Transactions**, v. 35, p. 1147-1150, 2007.

HILLS, F. S. Anatomia e Morfologia. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 28-35.

HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, p. 97-108, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.

KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD- MSn characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. **Food Chemistry**, v. 110, p. 522-530, 2008.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 726-732, 2005.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L., DOUCE, R. (Ed.). **Methods in Enzymology**. London: Academic Press, 1987. p. 350-382.

LOAYZA, D. G.; CHÁVEZ, J. Estudio bromatológico del cladódio del nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. **Revista de la Sociedad Química del Perú**, v. 73, p. 41-45, 2007.

LOPES, E. B. (Org.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido nordestino**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2012. 256 p.

LOPES, E. B.; SANTOS, D. C.; VASCONCELOS, M. F. Cultivo da palma forrageira. In: LOPES, E. B. (Org.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido nordestino**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2012. p. 21-60.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. **Armazenamento de hortaliças**. Brasília: Embrapa hortaliças, 2001. p. 41-43.

MATTEDI, A. P.; GUIMARÃES, M. A.; SILVA, D. J. H.; CALIMAN, F. R. B.; MARIM, B. G. Qualidade dos frutos de genótipos de tomateiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa. **Revista Ceres**, v. 58, p. 525-530, 2011.

MEDINA-TORRES, L.; VERNON-CARTER, E. J.; GALLEGOS-INFANTE, J. A.; ROCHA-GUZMAN, N. E.; HERRERA-VALENCIA, E. E.; CALDERAS, F.; JIMENÉZ-ALVARADO, R. Study of the antioxidante properties of extracts obtained from nopal cactos (*Opuntia ficus-indica*) cladodes after convective drying. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 1001-1005, 2011.

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

NOBEL, P. S. Biologia Ambiental. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 36-48.

PEREIRA, E. F. P.; LOPES, P. S. Q. **Palma – Ouro Verde do Semiárido**. João Pessoa: FAEPA/SENAR/PB, 2011. p. 13-16.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **LWT - Food Science Technology**, v. 40, p. 1-11, 2007.

QUIRÓS, A. R.; COSTA, H. S. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: a review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 97-111, 2006.

- RAMÍREZ-MORENO, E.; CÓRDOBA-DÍAZ, D.; SÁNCHEZ-MATA, M. C.; DÍEZ-MARQUÉS, C.; GÕNI, I. Effect of boiling on nutritional, antioxidante and physicochemical characteristics in cladodes (*Opuntia ficus indica*). **LWT – Food Science and Technology**, v. 51, p. 296-302, 2013.
- REYNOLDS, S. G.; ARIAS, E. Introduction. In: JACOBO, C. M.; GONZÁLEZ, S. P. (Ed.). **Cactus (*Opuntia* spp.) as forage**. Roma: FAO, 2001. p. 1-5.
- RIBEIRO, E. M. O.; SILVA, N. H.; LIMA FILHO, J. L.; BRITO, J. Z.; SILVA, M. P. C. Study of carbohydrates present in the cladodes of *Opuntia ficus-indica* (fodder palm), according to age and season. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 933-939, 2010.
- RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2004.
- RODRIGUES, L. A. P.; MONTEIRO, G. V. T. A.; GUERREIRO, R. S. **Validação da metodologia analítica para determinação de amido em salsicha**. Disponível em: <<http://www.revistaanalytica.com.br/artigos/4.pdf>> Acesso em: 11 jun. 2012.
- RODRIGUES-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. Brasília: MMA/SBF, 2008. p. 24-26.
- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{•+}**, comunicado técnico 128, 4p. 2007.
- SÁENZ, C. Características y composición química de los nopales. In: SÁENZ, C.; BERGER, H.; GARCÍA, J. C.; GALLETI, L.; CORTÁZAR, V. G.; HIGUERA, I.; MONDRAGÓN, C.; RODRÍGUEZ-FÉLIX, A.; SEPÚLVEDA, E.; VARNERO, M. T. **Utilización agroindustrial del nopal**. Roma: FAO, 2006. p. 7-22.
- SÁENZ, C. Processing Technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. **Journal of Arid Environments**, v. 46, p. 209-225, 2000.
- SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; FARIAS, I.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A. Desempenho produtivo de Vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 12-17, 2001.
- SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.) **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora da UFPE, 2005. p. 243-257.
- SHEINVAR, L. Taxonomia das Opuntias utilizadas. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.) **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 20-27.

SILVA, F. A. S. **Assistat versão 7.6 beta (2013)**. Disponível em: <<http://www.assistat.com/>> Acesso em: 15 jul. 2013.

SILVA, J. M.; ONGARELLI, M. G.; AGUILA, J. S. D.; SASAKI, F. F.; KLUGE, R. A. Métodos de determinação de clorofila em alface e cebolinha minimamente processadas. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 8, p. 53-59, 2007.

SILVA, N. G. M.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; SILVA, M. C. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2389-2397, 2010.

SOUZA, C. O.; MENEZES, J. D. S.; RAMOS NETO, D. C.; ASSIS, J. G. A.; SILVA, S. R.; DRUZIAN, J. I. Carotenoides totais e vitamina A de cucurbitáceas do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido. **Ciência Rural**, v. 42, p. 926-933, 2012.

SOUZA, R. A. M. **Potencial antioxidante e composição fenólica de infusões de ervas consumidas no Brasil**. 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **Unopar Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 4, p. 263-269, 2012.

TIVERON, A. P. **Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

VALENTE, L. M. M.; PAIXÃO, D.; NASCIMENTO, A. C.; SANTOS, P. F. P.; SCHEINVAR, L. A.; MOURA, M. R. L.; TINOCO, L. W.; GOMES, L. N. F.; SILVA, J. F. M. Antiradical activity, nutritional potential and flavonoids of the cladodes of *Opuntia monacantha* (Cactaceae). **Food Chemistry**, v. 123, p. 1127-1131, 2010.

VELÁSQUEZ, P. A. T.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; RIVERA, A. R.; DIAN, P. H. M.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1206-1213, 2010.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, p. 3-5, 2006.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v. 57, p.508-515, 1954.

YILDIRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A. A. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4038-4089, 2002.

ANEXOS – Tabelas de análise de variância das características físicas e químicas de palma ‘Gigante’ e ‘Redonda’ em diferentes estádios de desenvolvimento

Diâmetro longitudinal

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	0.00293	0.00293	0.0049 ns
Estádios (F2)	3	882.65403	294.21801	490.2631 **
Int. F1xF2	3	0.09935	0.03312	0.0552 *
Tratamentos	7	882.75630	126.10804	210.1371 **
Resíduo	40	24.00491	0.60012	
Total	47	906.76121		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Diâmetro transversal

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	166.05410	166.05410	364.9937 **
Estádios (F2)	3	281.01598	93.67199	205.8949 **
Int. F1xF2	3	26.22749	8.74250	19.2164 **
Tratamentos	7	473.29757	67.61394	148.6182 **
Resíduo	40	18.19802	0.45495	
Total	47	491.49560		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Espessura

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	0.06019	0.06019	12.1543 **
Estádios (F2)	3	0.20795	0.06932	13.9971 **
Int. F1xF2	3	0.00349	0.00116	0.2347 ns
Tratamentos	7	0.27162	0.03880	7.8357 **
Resíduo	40	0.19809	0.00495	
Total	47	0.46971		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Massa fresca com espinhos

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	17757.54257	17757.54257	131.5473 **
Estádios (F2)	3	47736.46511	15912.15504	117.8767 **
Int. F1xF2	3	9340.94325	3113.64775	23.0658 **
Tratamentos	7	74834.95093	10690.70728	79.1964 **
Resíduo	40	5399.59088	134.98977	
Total	47	80234.54181		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Massa fresca sem espinhos

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	16820.26476	16820.26476	130.2404 **
Estádios (F2)	3	45592.46244	15197.48748	117.6751 **
Int. F1xF2	3	8875.27551	2958.42517	22.9073 **
Tratamentos	7	71288.00270	10184.00039	78.8554 **
Resíduo	40	5165.91263	129.14782	
Total	47	76453.91533		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Massa fresca dos espinhos

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	12.70542	12.70542	27.1556 **
Estádios (F2)	3	29.18193	9.72731	20.7904 **
Int. F1xF2	3	7.06698	2.35566	5.0348 **
Tratamentos	7	48.95433	6.99348	14.9473 **
Resíduo	40	18.71501	0.46788	
Total	47	67.66935		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Rendimento

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	372.58198	372.58198	81.2289 **
Estádios (F2)	3	1974.45992	658.15331	143.4881 **
Int. F1xF2	3	75.51708	25.17236	5.4880 **
Tratamentos	7	2422.55899	346.07986	75.4510 **
Resíduo	40	183.47263	4.58682	
Total	47	2606.03161		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Massa seca

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	16.59016	16.59016	86.5637 **
Estádios (F2)	3	17.04768	5.68256	29.6503 **
Int. F1xF2	3	0.31264	0.10421	0.5438 ns
Tratamentos	7	33.95048	4.85007	25.3065 **
Resíduo	40	7.66611	0.19165	
Total	47	41.61659		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Umidade

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	4.06968	4.06968	30.2565 **
Estádios (F2)	3	17.07998	5.69333	42.3278 **
Int. F1xF2	3	0.20889	0.06963	0.5177 ns
Tratamentos	7	21.35855	3.05122	22.6847 **
Resíduo	40	5.38023	0.13451	
Total	47	26.73878		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Cinzas

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	0.00177	0.00177	0.7665 ns
Estádios (F2)	3	0.10709	0.03570	15.4445 **
Int. F1xF2	3	0.00905	0.00302	1.3057 ns
Tratamentos	7	0.11791	0.01684	7.2881 **
Resíduo	40	0.09245	0.00231	
Total	47	0.21036		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Proteínas

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	0.54177	0.54177	9.4670 **
Estádios (F2)	3	3.76554	1.25518	21.9333 **
Int. F1xF2	3	1.47341	0.49114	8.5822 **
Tratamentos	7	5.78072	0.82582	14.4305 **
Resíduo	40	2.28908	0.05723	
Total	47	8.06980		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Lipídeos

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	0.89385	0.89385	977.5362 **
Estádios (F2)	3	0.10581	0.03527	38.5731 **
Int. F1xF2	3	0.01763	0.00588	6.4259 **
Tratamentos	7	1.01729	0.14533	158.9333 **
Resíduo	40	0.03658	0.00091	
Total	47	1.05386		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Carboidratos

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	4.77264	4.77264	33.1606 **
Estádios (F2)	3	2.57428	0.85809	5.9621 **
Int. F1xF2	3	1.56403	0.52134	3.6223 *
Tratamentos	7	8.91094	1.27299	8.8448 **
Resíduo	40	5.75700	0.14392	
Total	47	14.66794		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Valor energético

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	10.07321	10.07321	4.8399 *
Estádios (F2)	3	284.48330	94.82777	45.5619 **
Int. F1xF2	3	1.52778	0.50926	0.2447 ns
Tratamentos	7	296.08429	42.29776	20.3228 **
Resíduo	40	83.25189	2.08130	
Total	47	379.33617		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Acidez titulável

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	0.04976	0.04976	15.9248 **
Estádios (F2)	3	2.62144	0.87381	279.6490 **
Int. F1xF2	3	0.02953	0.00984	3.1499 *
Tratamentos	7	2.70073	0.38582	123.4745 **
Resíduo	40	0.12499	0.00312	
Total	47	2.82572		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Concentração de H⁺

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	42130.13603	42130.13603	73.3726 **
Estádios (F2)	3	114533.24118	38177.74706	66.4893 **
Int. F1xF2	3	18306.24702	6102.08234	10.6272 **
Tratamentos	7	174969.62423	24995.66060	43.5317 **
Resíduo	40	22967.76584	574.19415	
Total	47	197937.39007		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Sólidos solúveis

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	3.79688	3.79688	61.1167 **
Estádios (F2)	3	4.09229	1.36410	21.9573 **
Int. F1xF2	3	0.35562	0.11854	1.9081 ns
Tratamentos	7	8.24479	1.17783	18.9590 **
Resíduo	40	2.48500	0.06213	
Total	47	10.72979		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

SS/AT

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	23.51417	23.51417	69.4280 **
Estádios (F2)	3	245.24850	81.74950	241.3739 **
Int. F1xF2	3	11.38731	3.79577	11.2074 **
Tratamentos	7	280.14998	40.02143	118.1674 **
Resíduo	40	13.54736	0.33868	
Total	47	293.69734		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Açúcares redutores

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	0.00349	0.00349	1.0966 ns
Estádios (F2)	3	0.37737	0.12579	39.5719 **
Int. F1xF2	3	0.02053	0.00684	2.1529 ns
Tratamentos	7	0.40138	0.05734	18.0387 **
Resíduo	40	0.12715	0.00318	
Total	47	0.52853		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Açúcares solúveis totais

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	0.01094	0.01094	3.7200 ns
Estádios (F2)	3	0.20188	0.06729	22.8828 **
Int. F1xF2	3	0.01387	0.00462	1.5726 ns
Tratamentos	7	0.22670	0.03239	11.0123 **
Resíduo	40	0.11763	0.00294	
Total	47	0.34433		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Amido

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	0.19108	0.19108	58.9690 **
Estádios (F2)	3	0.94000	0.31333	96.6982 **
Int. F1xF2	3	0.04172	0.01391	4.2913 *
Tratamentos	7	1.17279	0.16754	51.7054 **
Resíduo	40	0.12961	0.00324	
Total	47	1.30241		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Clorofilas

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	2.81725	2.81725	155.0233 **
Estádios (F2)	3	4.71747	1.57249	86.5285 **
Int. F1xF2	3	1.18439	0.39480	21.7242 **
Tratamentos	7	8.71911	1.24559	68.5402 **
Resíduo	40	0.72692	0.01817	
Total	47	9.44603		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Carotenoides

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	0.00513	0.00513	62.8299 **
Estádios (F2)	3	0.02036	0.00679	83.0600 **
Int. F1xF2	3	0.00283	0.00094	11.5500 **
Tratamentos	7	0.02833	0.00405	49.5229 **
Resíduo	40	0.00327	0.00008	
Total	47	0.03160		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Flavonoides totais

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	106.50029	106.50029	179.8966 **
Estádios (F2)	3	486.92067	162.30689	274.1631 **
Int. F1xF2	3	254.45151	84.81717	143.2702 **
Tratamentos	7	847.87248	121.12464	204.5995 **
Resíduo	40	23.68034	0.59201	
Total	47	871.55281		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Polifenóis extraíveis

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	13756.27178	13756.27178	1002.8509 **
Estádios (F2)	3	211300.88033	70433.62678	5134.7069 **
Int. F1xF2	3	5639.14592	1879.71531	137.0338 **
Tratamentos	7	230696.29803	32956.61400	2402.5819 **
Resíduo	40	548.68664	13.71717	
Total	47	231244.98467		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Ácido ascórbico

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	11.99438	11.99438	33.0438 **
Estádios (F2)	3	244.28720	81.42907	224.3320 **
Int. F1xF2	3	62.13726	20.71242	57.0614 **
Tratamentos	7	318.41883	45.48840	125.3177 **
Resíduo	40	14.51939	0.36298	
Total	47	332.93822		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Capacidade antioxidante em base fresca

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	0.07700	0.07700	2.7699 ns
Estádios (F2)	3	34.90336	11.63445	418.5224 **
Int. F1xF2	3	0.71803	0.23934	8.6099 **
Tratamentos	7	35.69840	5.09977	183.4524 **
Resíduo	40	1.11196	0.02780	
Total	47	36.81035		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Capacidade antioxidante em base seca

FV	GL	SQ	QM	F
Cultivares (F1)	1	194.94019	194.94019	839.3899 **
Estádios (F2)	3	287.32749	95.77583	412.3996 **
Int. F1xF2	3	16.07937	5.35979	23.0786 **
Tratamentos	7	498.34704	71.19243	306.5464 **
Resíduo	40	9.28961	0.23224	
Total	47	507.63666		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)