

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA, DIGESTIBILIDADE E  
PRODUÇÃO DE GASES DE VARIEDADES DE PALMA FORRAGEIRA DO  
GÊNERO *OPUNTIA*

Autora: Diana Valadares Pessoa  
Orientador: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade UFRPE/UAG

GARANHUNS  
PERNAMBUCO-BRASIL  
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA, DIGESTIBILIDADE E  
PRODUÇÃO DE GASES DE VARIEDADES DE PALMA FORRAGEIRA DO  
GÊNERO *OPUNTIA*

Autora: Diana Valadares Pessoa  
Orientador: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade  
Coorientadores: Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães  
Dr<sup>a</sup>. Ana Lúcia Teodoro

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS, do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns. Área de Concentração: Produção Animal.

GARANHUNS  
PERNAMBUCO-BRASIL  
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns - PE, Brasil

P475c Pessoa, Diana Valadares  
Caracterização químico-bromatológica, digestibilidade e produção de gases de variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia* / Diana Valadares Pessoa. - 2017.  
96 f.

Orientador: Albericio Pereira de Andrade.  
Coorientadores: André Luiz Rodrigues Magalhães, Ana Lúcia Teodoro.  
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós - Graduação em Ciência Animal e Pastagens, Garanhuns, BR - PE, 2017.  
Inclui referências

1. Palma forrageira 2. Cacto 3. Nutrição animal 4. Produção agrícola I. Andrade, Albericio Pereira de, orient. II. Coorient.: Magalhães, André Luiz Rodrigues; Teodoro, Ana Lúcia III. Título

CDD 633.2

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA, DIGESTIBILIDADE E  
PRODUÇÃO DE GASES DE VARIEDADES DE PALMA FORRAGEIRA DO  
GÊNERO *OPUNTIA*

Autora: Diana Valadares Pessoa  
Orientador: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade

**TITULAÇÃO:** Mestre em Ciência Animal e Pastagens

**Aprovada:** 26 de Julho de 2017.

---

**Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros - PDIZ/CCA/UFPB**  
(Examinador)

---

**Prof. Dr. Divan Soares da Silva - PDIZ/CCA/UFPB**  
(Examinador)

---

**Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade - UFRPE/UAG**  
(Orientador)

***Epígrafe***

*Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.*

*Charles Chaplin*

*A **Deus** acima de tudo, pela constante presença em minha vida movendo minha fé e dando-me forças para seguir em frente.*

*As minhas amadas mães **Maria de Jesus e Maria José**, pelos ensinamentos e conselhos ajudando-me traçar os melhores caminhos para alcançar meus ideais, de forma honesta e humilde.*

*Ao meu amado pai **Francisco**, que tanto contribuiu e sonhou para minha formação acadêmica.*

*A minha vó **Maria Rodrigues** (in memoriam), pelo amor, carinho e cuidados desde eu tão pequena.*

*A meu noivo **Adão**, o grande amor de minha vida, pelo amor, carinho, confiança e ainda por ser meu melhor amigo, estimulando-me principalmente nas horas mais difíceis com longas conversas incentivadoras e que acalmam meu coração.*

*Aos meus queridos irmãos **Diego, Dannilo, Dinara, Dinaele e Dinamara**, pelo apoio e compreensão de minha ausência em casa.*

*A minha tia **Maria Lúcia** e meu tio **José Domingos**, pela confiança e por ser fontes inspiradoras.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À toda minha família pelo apoio e estímulo para seguir meu caminho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade, pela orientação, atenção, incentivos, paciência, ensinamentos e por ser fonte inspiradora diante de tantos conhecimentos, experiências e competência que tens.

Aos meus coorientadores Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães e Dr<sup>a</sup> Ana Lúcia Teodoro, pela grande contribuição neste trabalho com orientações, disponibilidade, amizade e acima de tudo pela confiança no desenvolvimento deste trabalho. A contribuição de vocês foi mais que essencial.

Aos professores da banca examinadora, pelas valiosas contribuições a este trabalho.

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação, pelas horas dedicadas, e conhecimentos passados.

Aos meus amigos de mestrado Gabriela Duarte, Sanara Melo, Steyce Barbosa, Elisa Macedo, Luciana Costa e por toda colaboração nas atividades laboratoriais e apoio durante todo o curso. A ajuda de vocês foi essencial.

A minha amiga Janieire, pelas experiências de campo, colaboração e apoio no decorrer do curso e desenvolvimento desse trabalho.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA, Arcoverde-PE, em especial ao Dr. Djalma, Vanda e aos estagiários Flávio e Marciano, por me receberem e passar conhecimentos práticos e teóricos sobre palma forrageira.

A todos os funcionários da Unidade Acadêmica de Garanhuns, em especial senhor Cláudio e Luan, pela saudável convivência.

À UFRPE-UAG, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens (PPGCAP).

Ao Laboratório de Produção de Gases em especial ao André Luiz e Ana Lúcia, pelos ensinamentos quanto as análises laboratoriais, trabalho em equipe e conhecimentos de forma geral. E ainda agradeço a Daniel, Isis, Gislane, Luana, Elaine, Fábio e Marciano pela colaboração.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual não seria possível a realização deste curso.

Enfim, a todas as pessoas que, de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

Diana Valadares Pessoa, filha de Maria de Jesus dos Santos Valadares e Edzon de Lima Pessoa, nasceu na cidade de Chapadinha-MA, em 13 de abril de 1988. Ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Maranhão –UEMA, campus São Luís, em agosto de 2010, colando grau em 26 de março de 2015, recebendo título de Bacharel em Zootecnia. Em agosto de 2015, ingressou no Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns, concentrando seus estudos na linha de pesquisa *Ecofisiologia e manejo de plantas forrageiras cultivadas e nativas do Semiárido brasileiro*, submetendo-se à defesa da dissertação para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Pastagens no dia 26 de julho de 2017.



## ÍNDICE

	Página
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO - I CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 Introdução geral .....	15
1.2 Referencial teórico .....	17
1.2.1 Origem e importância da palma forrageira .....	17
1.2.2 Adaptação da palma forrageira às regiões Semiáridas .....	19
1.2.3 Espécies de palma forrageira cultivadas no Semiárido brasileiro .....	20
1.2.4 Palma forrageira na alimentação animal .....	23
1.2.5 Composição químico-bromatológica da palma forrageira .....	25
2. REFERÊNCIAS.....	29
3. OBJETIVOS .....	34
3.1 Geral.....	34
3.2 Específicos .....	34
<b>CAPÍTULO II- Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética de fermentação <i>in vitro</i> de palma forrageira do gênero <i>opuntia</i> associada a fenofase dos cladódios .....</b>	<b>36</b>
RESUMO .....	36
INTRODUÇÃO .....	37
MATERIAL E MÉTODOS .....	38
RESULTADOS .....	43
DISCUSSÃO .....	50
CONCLUSÃO .....	57
REFERÊNCIA .....	58
<b>APÊNDICE I .....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE II.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>83</b>

**LISTA DE FIGURAS**

	Página
Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal do município de Arcoverde-PE, no período de setembro de 2015 a agosto de 2016, de acordo com IPA, 2017.....	66
Figura 2. Curvas de produção de gás <i>in vitro</i> das variedades de palma forrageira do gênero <i>Opuntia</i> em diferentes fenofases. OEM=Orelha de Elefante Mexicana; OEA=Orelha de Elefante Africana.....	67

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Composição químico-bromatológica da palma forrageira de diferentes variedades do gênero <i>Opuntia</i> .....	26
<b>Tabela 2.</b> <i>Variedades de palma forrageira do gênero Opuntia</i> .....	61
<b>Tabela 3.</b> <i>Composição químico-bromatológica de variedades de palma forrageira do gênero Opuntia em função das diferentes fases fenológicas</i> .....	62
<b>Tabela 4.</b> <i>Composto fibrosos de variedades de palma forrageirado gênero Opuntia em função de diferentes fases fenológicas</i> .....	63
<b>Tabela 5.</b> <i>Concentrações de CHOT e CNF, e das frações dos carboidratos de palma forrageira do gênero Opuntia em função das diferentes fases fenológicas</i> ..	64
<b>Tabela 6.</b> <i>Cinética de produção de gás in vitro e digestibilidade in vitro verdadeira da matéria seca de palma forrageira do gênero Opuntia em função de diferentes fases fenológicas</i> .....	65

## RESUMO

PESSOA, Diana Valadares. **Caracterização químico-bromatológica, digestibilidade e produção de gases de variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia***. 2017.96p. Defesa (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, PE.

A região Semiárida brasileira anualmente passa por longos períodos de secas que limitam a produção e a qualidade de recursos forrageiros. Diante disso tem-se buscado alimentos que possa serem utilizados como a base alimentar dos animais nos períodos de estiagem, como a palma forrageira, já amplamente usada, sobretudo na estação seca. Assim, objetivou-se avaliar a variação da composição químico-bromatológica, as frações dos carboidratos, a digestibilidade e a produção de gás em variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia* (*Opuntia ficus-indica* Mill- IPA-20; *Opuntia ficus-indica* Mill-Gigante; *Opuntia stricta* Haw - Orelha de elefante mexicana; *Opuntia undulata*- Orelha-de-elefante Africana; *Opuntia atropes* Rose - F-08), associadas a diferentes fases fenológicas da planta. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 5x3, sendo cinco variedades de palma do gênero *Opuntia* e três estádios fenológicos. Determinou-se matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM) proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina digerida em ácido (LDA), e os fracionamentos de carboidratos. Na produção de gases *in vitro*, a pressão originada pela fermentação foi mensurada utilizando-se um transdutor de pressão, com a conexão de agulhas (0,06 mm). As leituras foram aferidas nos tempos (2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42 e 48 h) pós incubação. Os cladódios das variedades Orelha de elefante Mexicana e Orelha de elefante africana, no estádio maduro apresentaram, significativamente ( $P<0,05$ ), os maiores valores de MM (117,5 g/kg) e MS (111,5 g/kg). As menores concentrações ( $P<0,05$ ) de FDN foram encontrados nos cladódios das variedades Orelha de elefante mexicana, com 146,7 g/kg MS no estádio jovem e 172g/kg MS, no estádio intermediário e 310,7 g/kg MS para o estádio maduro. Nas variedades Orelha de elefante mexicana e Orelha de elefante africana, os cladódios, apresentaram maiores proporções de pectina na MS ( $P<0,05$ ). E a IPA-20 foi a que apresentou os maiores valores de carboidratos totais ( $P<0,05$ ) em todos os estádios fenológico dos cladódios (jovem, 843,6; intermédio, 840,7 e maduro, 856,6 g/kg MS). No entanto, para carboidratos não fibrosos e as frações A+B, os maiores valores ( $P<0,05$ ) encontrados nos cladódios foram encontrados na variedade Orelha de elefante mexicana, em todos os estádios fenológicos (estádios jovem, 819,5; intermediário, 793,6 e maduro, 626,1 g/kg de carboidratos totais). Os cladódios das variedades Orelha de elefante mexicana e Orelha de elefante africana continham os menores valores ( $P<0,05$ ) da fração C. Os maiores volumes de gases e a produção de gases ajustada pelo modelo Bicompartimental foram encontrados em cladódios da palma Orelha de elefante africana em todos os estádios fenológicos (jovem = 313,2, intermediário = 325,5 e jovem 327,9 mL/gMS). Na digestibilidade *in vitro*, digestibilidades MS foi maior nos cladódios das variedades Orelha de elefante mexicana, Orelha de elefante africana e a F-08, com maior evidência nas fenofases jovem e intermediária. As variedades de palma forrageira apresentam diferença ( $P<0,05$ ) na composição química, no fracionamento de carboidratos e volume de produção de gases, independente do estádio fenológico dos cladódios. Todas as variedades apresentam alta digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

**Palavras-chave:** alimentação animal, cactáceas, cladódios, fenofase, nutrição de ruminantes, Semiárido.

Comitê Orientador: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade – UAG/UFRPE (orientador); Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães – UAG/UFRPE (coorientador); Dr<sup>a</sup>. Ana Lúcia Teodoro – PNPd/UAG/UFRPE (coorientadora).

## ABSTRACT

PESSOA, Diana Valadares. **Chemical-bromatological characterization, digestibility and gas production of cactus pear varieties genus *Opuntia***. 2017. 96p. Defense (Master of Animal Science and Pastures) - Rural Federal University of Pernambuco, Academic Unit of Garanhuns, PE

The Brazilian Semi-arid region annually undergoes long periods of drought that limit the production and quality of forage resources. Therefore, we have sought food that can be used as the food base of animals during periods of drought, such as forage palm, already widely used, especially in the dry season. The objective of this study was to evaluate the variation of the chemical-bromatological composition, carbohydrate fractions, digestibility and gas production in *Opuntia* (*Opuntia ficus-indica* Mill- IPA-20; *Opuntia ficus-indica* Mill-Gigante; *Opuntia stricta* Haw - Orelha de elefante mexicana; *Opuntia undulata*- Orelha-de-elefante Africana; *Opuntia atropes* Rose - F-08), associated with different phenological phases of the plant. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a 5x3 factorial arrangement, five opuntia palm varieties and three phenological phases. Dry matter (DM), organic matter (OM), mineral matter (MM) crude protein (CP), ethereal extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), digested lignin in acid (LDA), and carbohydrate fractions. In the production of in vitro gases, the pressure generated by the fermentation was measured using a pressure transducer with a needle connection (0.06 mm). The readings were measured at times (2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42 and 48 h) after incubation. The cladodes of the Orelha de elefante mexicana and Orelha de elefante africana varieties showed significantly ( $P<0.05$ ) the highest values of MM (117.5 g/kg) and DM (111.5 g/kg). The lowest concentrations ( $P<0.05$ ) of NDF were found in the cladodes of the Orelha de elefante mexicana varieties, with 146.7 g/kg MS at the young phase and 172g/kg MS at the intermediate phase and 310.7 g/kg MS for mature phase. In the Orelha de elefante mexicana and Orelha de elefante africana varieties, cladodes presented higher proportions of pectin in DM ( $P<0.05$ ). The IPA-20 presented the highest values of total carbohydrates ( $P<0.05$ ) in all the phenological phases of cladodes (young, 843.6, intermediate, 840.7 and mature, 856.6 g/kg MS). However, for non-fibrous carbohydrates and A+B fractions, the highest values ( $P<0.05$ ) found in cladodes were found in the Orelha de elefante mexicana variety at all phenological phases (young phases, 819.5; 793.6 and mature, 626.1 g/kg of total carbohydrates). The cladodes of the Orelha de elefante mexicana and Orelha de elefante africana varieties contained the lowest values ( $P<0.05$ ) of the C fraction. The higher gas volumes and gas production adjusted for the Bicompartimental model were found in cladodes of the cactus of Orelha de elefante africana at all phenological phases (young = 313.2, intermediate = 325.5 and young 327.9 mL/gMS). In vitro digestibility, MS digestibilities were higher in cladodes of the Orelha de elefante mexicana, Orelha de elefante africana and F-08 clades, with greater evidence of young and intermediate phenotypes. Forage cactus varieties present a difference ( $P<0.05$ ) in chemical composition, carbohydrate fractionation and volume of gas production, independent of the phenological stage of cladodes. All varieties present high in vitro dry matter digestibility.

**Keywords:** animal feed, cactus, cladodes, phenophase, ruminant nutrition, Semi-arid

Committee Advisor:: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade – UAG/UFRPE (Advisor); Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães – UAG/UFRPE (co-advisor); Dr<sup>a</sup>. Ana Lúcia Teodoro – PNP/ UAG/UFRPE (co-advisor).

## **CAPÍTULO I**

### **Contextualização**

## 1.1 Introdução geral

As regiões Semiáridas, devido às chuvas irregulares e infrequentes passam por longos períodos de secas, que afetam a disponibilidade e a qualidade dos recursos forrageiros para os animais, com reflexo no aumento dos custos de produção, em decorrência da maior dependência de utilização de ingredientes concentrados para alimentação dos rebanhos ou mesmo da redução do desempenho animal.

A alta taxa de incidência da radiação solar, associada a ocorrência de solos com baixa capacidade de armazenamento de água e precipitações pluviais com alta variabilidade em distribuição, faz com que a água passe a o fator mais limitante para a produção de forragem no Semiárido brasileiro (ANDRADE et al., 2006).

Devido a isso, tem-se buscado avaliar recursos forrageiros adaptados à região, os quais possam contribuir para a diminuição dos custos de produção e atender as exigências de manutenção e produção dos animais (BISPO et al., 2007). Sendo assim, o futuro do sistema pecuário nessa região depende do manejo sustentável de espécies forrageiras adaptadas às condições como a falta de água, altas temperaturas, solos de baixa fertilidade e que sejam de fácil manejo (OLIVEIRA et al., 2010).

Avaliar as condições do clima-solo-planta é essencial para se obter desempenho satisfatório no que se refere a produção e a qualidade da forrageira. A palma forrageira é um excelente exemplar, quando se remete a culturas bem adaptadas à região do Semiárido, em que suas contribuições primordiais são a ampliação das áreas de forragem e armazenamento de água, diminuindo as principais dificuldades da pecuária de ruminantes nessas regiões.

Devido a palma forrageira ser um excelente suporte alimentar para os rebanhos bovino, caprino e ovino, vale ressaltar a importância do conhecimento do valor nutritivo desta cactácea visando o melhor aproveitamento e fornecimento dos nutrientes

necessários para atender as exigências nutricionais, quanto aos desempenhos de produção e reprodução dos animais.

Assim, objetivou-se avaliar a variação da composição-químico bromatológica, as frações dos carboidratos, os coeficientes de digestibilidade e a produção de gás em variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia* (*Opuntia ficus-indica* Mill- IPA-20; *Opuntia ficus-indica* Mill-Gigante; *Opuntia stricta* Haw - Orelha de elefante mexicana; *Opuntia undulata*- Orelha-de-elefante Africana; *Opuntia atropes* Rose - F-08), em função das diferentes fases fenológicas.



## 1.2 Referencial Teórico

### 1.2.1 Origem e importância da palma forrageira

A palma tem origem no México, onde há milhões de anos tem sido cultivada juntamente com o milho e o agave e atualmente é encontrada em quase todos os continentes (MARQUES, 2017). Por volta do ano 1520, essa cactácea foi levada para Europa, onde se disseminou a partir do Mediterrâneo para a África, Ásia e Oceania (HOFFMANN, 2001).

A palma encontra-se atualmente classificada quanto à divisão: *Embryophyta*, Subdivisão: *Angiospermea*, Classe: *Dicotyledoneae*, Sub-classe: *Archiclamideae*, Ordem: *Opuntiales* e Família: *Cactaceae* (SILVA & SANTOS, 2006). De acordo com Mohamed-Yasseen et al. (1996), nessa família existem cerca de 130 gêneros, com cerca de 1500 espécies, das quais 300 são do gênero *Opuntia* Mill.

Há controvérsias sobre a chegada da palma no Brasil e segundo Pessoa (1967), os primeiros cultivos foram com o intuito de hospedar o inseto produtor de corante natural (carmim), denominado cochonilha do carmim (*Dactylopius coccus*), e só passou a ser cultivada como espécie forrageira a partir do ano 1915.

No Semiárido brasileiro, a palma forrageira é cultivada atualmente nos sistemas de produção pecuários, considerados de maior expressão socioeconômica no setor primário da economia. Porém, esses sistemas de produção têm suas atividades prejudicadas devido a região sofrer com longos períodos de seca, com consequência direta na estacionalidade de forragem para a alimentação animal. Assim, quando se adota a criação de animais e de forragens adaptadas ao ambiente, propicia-se ao sistema pecuário menor risco e maior resistência às irregularidades climáticas (Araújo, 2004).

Segundo Nunes (2011), a palma forrageira tem sido cultivada em todo o mundo para diversas finalidades, desde a alimentação humana e de animais, passando pela

produção de corantes, cosméticos, medicamentos, biogás e projetos de paisagismo, além de ser utilizada na recuperação de solos e outras inúmeras utilidades.

A área de cultivo de palma forrageira no Brasil encontra-se estimada em 600.000 ha, de modo que, mesmo com os esforços governamentais para diversificar o uso da cultura, a maioria dos plantios é destinada à produção de forragem (DUBEX JÚNIOR, 2013).

Apesar da palma forrageira ser adaptada às condições do Semiárido, é importante conhecer suas particularidades para melhor produtividade. Assim, Santos (2013) explicou que em áreas cuja temperatura noturna varia de 15 a 20°C, o desempenho produtivo da palma forrageira tem-se mostrado melhor. Entretanto, quando este limite superior associado a baixa umidade relativa do ar são ultrapassados, há comprometimento tanto da longevidade quanto da produção dessa cultura.

A adaptação da palma forrageira ao clima semiárido pode ser explicada em parte, devido a abertura dos estômatos ocorrer essencialmente à noite, quando as temperaturas ambientes apresentam-se amenas, o que reduz as perdas de água por evapotranspiração. A eficiência no uso da água pela palma é de até 11 vezes mais em comparação às plantas de mecanismo C3, tornando-a inigualável a qualquer outra forrageira (FERREIRA et al., 2008).

A palma é uma alternativa alimentar eficaz no combate à fome e a desnutrição dos animais nestas áreas, além de ser amplamente utilizada nos tratamentos de saúde humana por ser rica em vitamina A, complexo B e C, 17 tipos de aminoácidos, apresentar também na sua composição minerais como cálcio e potássio, entre inúmeras outras substâncias (NUNES et al., 2011).

Segundo Lopes (2012), cultivos de palma forrageira quando manejados de forma correta, associados às práticas agrônômicas adequadas e uso de variedades com bom

potencial produtivo, chegam a produzir biomassa superior a 150 toneladas de matéria verde/ha/ano ou 15 toneladas de matéria seca/ha/ano.

### **1.2.2 Adaptação da palma forrageira às regiões Semiáridas**

As regiões Semiáridas são caracterizadas por apresentarem má distribuição das chuvas e períodos prolongados de secas, associados a solos rasos e altas temperaturas. Sendo assim, a água se torna o fator limitante para crescimento e desenvolvimento das plantas nessas áreas. No entanto, as possibilidades de sucesso nessas condições aumentam quando se adota a utilização de forrageiras com grande potencial de produção e adaptadas às condições edafoclimáticas dessas regiões, sobretudo quando se remete ao déficit hídrico (GALVÃO JUNIOR, 2014).

Nesse contexto, a palma forrageira apresenta-se como uma espécie que passou por um processo adaptativo a esses ambientes, com mudanças anatômicas, morfológicas e fisiológicas, as quais lhes permitem absorver água de chuvas mínimas, mantendo o turgor das células (OLIVEIRA et al, 2010). Com isso, a palma se destaca por ser um importante recurso forrageiro nos períodos de estiagens, o que está relacionado com seu potencial de produção de fitomassa, possuindo elevada eficiência no uso da água (RAMOS et al., 2011)

Essa cactácea apresenta o processo fotossintético denominado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM), realizando a abertura dos estômatos à noite para que ocorra a entrada de CO<sub>2</sub>, o qual é incorporado via carboxilação do fosfoenolpiruvato a oxalacetato, que é reduzido a malato, onde é estocado em grandes vacúolos para ser utilizado nas reações fotossintéticas do dia seguinte. No período diurno, os estômatos fecham, evitando a perda de água e a entrada de CO<sub>2</sub> (ARRUDA FILHO & ARRUDA, 2002; TEIZER & ZEIGER, 2004).

A palma apresenta cutículas espessas que evitam a perda de água pela transpiração e fazem a condução da umidade atmosférica através da superfície do cladódio para os gloquídeos, possui espinhos que contém microcavidades que absorvem água, além de também refletir parte da radiação solar, o que ajuda a reduzir a temperatura do cladódio e a transpiração. Suas células possuem vacúolos grandes, onde acumulam-se água e compostos osmorreguladores e sequestradores de radicais livres como íons, osmólitos compatíveis e antioxidantes (ALVES, 2015).

Outra característica da palma forrageira para absorção e conservação da água é quanto ao desenvolvimento do seu sistema radicular que depende do tipo de solo e manejo da cultura. Quando se encontram em solos bem manejados, desenvolvem raízes estendidas que chegam a penetrar até 30 cm no solo. Em condições de secas, as raízes da palma forrageira evitam a perda de água das seguintes formas: restringindo sua superfície com a redução da sua permeabilidade a água, absorvendo ligeiramente as pequenas quantidades de água de chuvas leves e com a redução da transpiração devido ao alto potencial negativo da raiz (HILLS, 2001).

### **1.2.3 Espécies de palma forrageira cultivadas no Semiárido brasileiro**

Dentre as espécies de palma forrageira cultivadas no Semiárido brasileiro, duas se destacam, contribuindo significativamente na alimentação dos ruminantes, sendo a *Opuntia ficus-indica* Mill com as variedades gigante, redonda e clone IPA-20 e a *Napolea cochenillifera* Salm Dyck, cuja variedade é a palma miúda ou doce (SANTOS et al., 2006).

Nos últimos anos, o Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA, com objetivo de obter clones mais produtivos, de melhor valor nutritivo, resistentes a pragas e doenças, tem introduzido ou gerado novas variedades. Uma característica determinante na seleção de uma variedade é a resistência às doenças, visto que a partir do ano 2000, a cochonilha

do carmim tem infestado vários palmais de Pernambuco, causando sérios danos aos produtores (CAVALCANTE et al., 2008).

Assim, as principais variedades que se destacam na região do Semiárido brasileiro são Gigante, Miúda e Redonda, e para cada uma delas existem suas particularidades, independente da espécie e do gênero.

A palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill), apresenta porte bem desenvolvido, sem muita ramificação, dando-lhe um aspecto mais ereto e crescimento vertical, sendo considerada a mais produtiva e resistente nas regiões do Semiárido, porém com menor palatabilidade se comparada à palma miúda ou doce, que apresenta maior valor nutritivo (SILVA & SANTOS, 2006). Em relação ao rendimento de massa verde, as variedades Gigante e Redonda apresentam vantagem em relação à palma miúda. Porém, quando essa produção é transformada em matéria seca, observa-se a equivalência nos resultados, uma vez que a variedade miúda apresenta teor de matéria seca mais elevado do que as demais (SANTOS et al., 2006).

A variedade miúda ou doce (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) possui porte pequeno, com caule bastante ramificado, apresentando o ápice dos cladódios mais largo que a base (LOPES, 2012). Em estudo conduzido por Silva et al. (2015), verificou-se que a variedade miúda apresentou maior emissão de cladódios em relação aos clones IPA-Sertânia e Orelha de Elefante Mexicana. No entanto, a palma miúda demonstrou-se menos produtiva em termos de massa fresca ( $117,5 \text{ t.ha}^{-1}$ ), juntamente com IPA Sertânia em comparação à Orelha de elefante Mexicana ( $163,0 \text{ t.ha}^{-1}$ ).

A palma redonda conhecida também como orelha de onça (*Opuntia* sp.) é originada a partir da palma gigante, apresenta porte médio, com caule muito ramificado lateralmente, prejudicando assim o crescimento vertical. Seu cladódio pesa cerca de 1,8 kg, possuindo quase 40 cm de comprimento, de forma arredondada e ovóide, com grandes

rendimentos de um material mais tenro e palatável, quando comparado com a palma gigante (SILVA & SANTOS, 2006). Porém seu cultivo tem sido reduzido devido suas ramificações excessivas laterais que dificultam o consórcio com outras culturas anuais (ALBUQUERQUE, 2000).

Em virtude das particularidades existentes para cada variedade, existem vários trabalhos com o intuito de identificar essas características as quais diferenciam, a exemplo, tem-se o estudo desenvolvido por Silva et al. (2014) avaliando a produtividade da palma gigante, redonda e miúda, cultivadas em diferentes densidades de plantas (10.000, 20.000, 40.000 e 80.000 plantas.ha<sup>-1</sup>), onde observaram que a palma gigante apresentou os maiores valores de comprimento, largura e espessura dos cladódios, enquanto os menores valores observados foi na palma miúda. Em relação ao comprimento médio dos cladódios, todas as palmas forrageiras apresentaram resposta linear negativa ao aumento das densidades de plantio. Verificou-se, ainda, que os comprimentos médios dos cladódios variaram de 31,9 a 27,6cm na palma Gigante, de 27,1 a 24,2cm na palma Redonda e de 22,1 a 19,3cm na palma Miúda, respectivamente, da maior para a menor densidade de plantio.

Ramos et al. (2015) observaram efeito significativo linear na altura da variedade Gigante em função da adubação orgânica com média de 127,77; 130,36; 127,94; 134,88 e 139,55 cm nas doses de 0, 5, 10, 15 e 20 mg h<sup>-1</sup>, respectivamente aos 720 dias após o plantio. Além disso, o crescimento vegetativo da palma forrageira em termos de número de cladódios por planta, altura de planta, comprimento e largura de cladódios foi incrementado com o uso de adubação orgânica. Contudo, Dubeux Júnior et al. (2010), estudando os efeitos da adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira IPA-20, não encontraram efeitos positivos da aplicação de fósforo e potássio sobre os cladódios.

#### 1.2.4 Palma forrageira na alimentação animal

A palma forrageira é uma cactácea considerada excelente fonte de energia por ser rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais. Contudo, devido a baixa concentração de fibra em detergente neutro, há necessidade da utilização de uma fonte de fibra de alta efetividade para ser utilizada na alimentação animal (MATTOS et al., 2000). Além disso, a palma é um alimento que apresenta boa palatabilidade e digestibilidade, possibilitando o consumo pelos animais, além de ser um alimento verde que supre em grande parte as exigências nutricionais de água na época de escassez (ALMEIDA, 2012).

Entre as fontes de fibras utilizadas associadas a palma tem-se os fenos, as silagens, restolhos de sorgo, de milho, de feijão e capins secos, além de fontes de proteína. Essas estratégias alimentares tem o objetivo de aumentar o consumo de matéria seca e proteína pelo animal, além de evitar distúrbios metabólicos como diarreias, fato que normalmente acontece quando a palma é fornecida isoladamente ou à vontade (GALVÃO JUNIOR et al., 2014).

Bispo et al. (2007), analisando a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) em substituição ao feno de capim-elefante com cinco níveis (0, 14, 28, 42 e 56%), concluíram que o consumo da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), aumentaram linearmente, o que pode ser explicado pelo aumento no consumo de MS, e pelos crescentes teores de CNF e NDT obtidos a medida em que se aumentou os níveis dietéticos de palma. O consumo de água de bebida diminuiu linearmente em decorrência de maior consumo de água via palma, e o de fibra em detergente neutro (FDN) apresentou efeito quadrático.

Analisando o desempenho produtivo de vacas 5/8 Holandês/Zebu, Santos et al. (2001) não verificaram diferenças significativas quanto ao consumo de palma *in natura*, consumo de restolho de milho e consumo de matéria seca, entre os animais alimentados com as diferentes variedades de palma, sendo de 54,21; 7,91; e 9,04 kg/dia, respectivamente. Também não foram observadas diferenças para leite produzido, leite corrigido para 4% de gordura e relação entre consumo de matéria seca para leite produzido.

Cavalcante et al. (2008), analisando o consumo e o comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma Orelha de elefante (*Opuntia* sp.), verificaram que os consumos de MS, EE, FDA, CHOT e CNF foram menores quando os animais receberam palma Orelha-de-elefante. Verificou-se ainda que não houve efeito da variedade de palma, da espécie animal e da interação espécie animal x variedade de palma sobre o tempo gasto com alimentação e eficiência da alimentação e que o tempo gasto com ruminação foi maior para a dieta com palma gigante.

Em estudo desenvolvido por Aguiar et al. (2015), avaliando a influência de teores crescentes de palma forrageira sobre o desempenho de novilhas mestiças 3/4 Holandês-Zebu, utilizando silagem de sorgo, concentrado e teores de palma na dieta de 0, 200, 400 e 600 g/kg de palma na dieta, verificaram que os consumos de matéria seca (kg dia<sup>1</sup>), variou de 5,16 a 10,82 e o consumo em relação à porcentagem de peso corporal, de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína em relação ao peso corporal e proteína bruta diminuíram com os teores de palma. Os consumos de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais foram influenciados pela inclusão de palma forrageira e tiveram um comportamento quadrático.



### **1.2.5 Composição químico-bromatológica da palma forrageira**

A palma apresenta composição química variável segundo a espécie, idade, época do ano e tratos culturais (LIRA et al., 2005). Contudo, independente do gênero, apresenta consideráveis teores de carboidratos totais (811,2 g/kg MS), carboidratos não fibrosos (585,5 g/kg MS), carboidratos não estruturais (479 g/kg MS), material mineral (120,4 g/kg MS). Porém apresenta baixos teores de matéria seca (116,9 g/kg MS), proteína bruta (48,1 g/kg MS), fibra em detergente neutro (267,9 g/kg MS), fibra detergente ácido (188,5 g/kg MS) (FERREIRA et al., 2007), e teor de umidade de 900,0 g/kg MS (LOPES, 2009). Vários estudos têm comprovado a variabilidade da composição da palma forrageira independente do gênero (Tabela 1).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da palma forrageira de diferentes variedades do gênero *Opuntia*

<b>Variedade</b>	<b>MS<sup>1</sup></b>	<b>MO<sup>2</sup></b>	<b>MM<sup>2</sup></b>	<b>PB<sup>2</sup></b>	<b>FDN<sup>2</sup></b>	<b>FDA<sup>2</sup></b>	<b>CHOT<sup>2</sup></b>	<b>CNF<sup>2</sup></b>	<b>EE<sup>2</sup></b>	<b>AUTOR</b>
Gigante	144,0		146,0		281,0	173,0	771,0		19,0	Batista et al.(2003)
Gigante	80,0	950,0	-	50,9	-	223,0	835,0	-	19,0	Melo et al. (2006)
Gigante	78,0	837,0	163,0	48,0	291,0	258,0	779,0	503,0	9,8	Tosto et al. (2007)
Gigante	80,0	824,0	-	24,0	318,0	182,0	-	-	23,0	Cavalcanti et al. (2008)
Gigante	100,0	-	110,0	39,0	317,0	217,0	826,0	530,0	16,0	Costa et al (2012)
Gigante	91,0	874,0	126,0	49,0	319,0	200,0	841,0	501,0	22,0	Wanderley et al. (2012)
Gigante	146,0	882,0	118,0	45,0	-	-	-	511,0	17,0	Tosto et al. (2015)
O.E Mexicana	75,0	-	-	26,0	301,0	157,0	808,0	-	17,0	Cavalcanti et al. (2008)
O.E.Mexicana	159,0	840,0	159,9	74,3		139,0	756,9	602,0	8,7	Silva (2016)
O. E. Africana	99,0	-	81,2	-	219,0	119,0	-	-	-	Moura (2012)
F-08	106,0	-	81,0	42,0	-	-	-	-	17,0	Alves (2015)
F-08	102,0	-	109,0	-	292,0	144,0	-	-	-	Moura (2012)
Redonda	101,0	-	157,0	51,0	286,0	220,0	-	497,0	10,0	Santos et al. (2001)
Redonda	110,0	-	-	55,0	-	-	796,0	420,0	-	Santos et al. (2001)
IPA-20)	138,0		171,0		284,0	189,0	751,0		18,0	Batista et al.(2003)
IPA-20	156,0	720,0	-	37,0	247,0	185,0	690,0	464,0	20,0	Batista et al. (2009)
IPA-20	91,0		111,0	98,0	187,0					Moura (2012)

<sup>1</sup> g/kg de matéria natural.

<sup>2</sup> g/kg de MS.

MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, MM = matéria mineral, PB = proteína bruta, FDN = fibra detergente em neutro, FDA = fibra em detergente ácido, CHOT = carboidratos totais, CNF = carboidratos não fibrosos, EE = extrato etéreo.

A palma apresenta alta concentração de carboidratos solúveis, sendo importante assim, o fracionamento desses compostos. A partir desses resultados, é possível fazer o balanceamento adequado das rações, principalmente para vacas leiteiras, devido as peculiaridades na fermentação de cada fração e interferência no consumo, manutenção das condições normais do rúmen, produção e teor de gordura do leite (SNIFFEN et al., 1992; WANDERLEY et al., 2002).

Em estudo desenvolvido por Batista et al. (2003), analisando as variedades de palma forrageira gigante, miúda e IPA-20, não observaram diferenças significativas na concentração de carboidratos entre as variedades com média de 771, 731 e 751 g/kg de MS, respectivamente. No entanto, a maior concentração da fração de rápida degradação, estava na fração de rápida degradação com valores de 328 (Gigante), 301 (Miúda) e 320 g/kg MS (IPA-20).

A alta concentração de carboidratos solúveis e o baixo valor de fibra detergente ácido na palma forrageira possibilita alto potencial de degradabilidade desta cactácea. Em trabalho realizado por Batista et al. (2009), com as variedades Gigante, Miúda, IPA-20, IPA-90-92, IPA-90-155, Additional 1258, Algeria e Chile, obtiveram valores de degradabilidade efetiva da matéria seca de 704, 690, 693, 705, 701, 692, 700 e 694 g/kg MS respectivamente, valores esses que não diferiram entre as variedades.

Assim, devido alta taxa de degradabilidade ruminal da palma e a baixa concentração de fibras e de proteína, deve-se utilizá-la, associada a fontes efetivas de fibras e proteína. Pessoa et al. (2005), ao avaliarem diferentes dietas a base de palma forrageira associadas à silagem de sorgo e concentrado sobre os coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca MS, MO, PB, EE, CHOT, CNF, FDN e teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), além do balanço da energia líquida em vacas Holandesas, não observaram diferenças significativas entre esses parâmetros. Os

autores atribuíram os resultados à forma de fornecimento dos ingredientes, que foram ofertados no mesmo horário, o que contribuiu para não ocorrer grandes variações na participação dos ingredientes na dieta dos animais, e alterações na digestibilidade.

## 2 REFERÊNCIAS

AGUIAR, M.S.M.; SILVA, F.F.; DONATO, S.L.R.; RODRIGUES, E.S.O.; COSTA, L.T.; MATEUS, R.G.; SOUZA, D.R.; SILVA, V.L. Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas: desempenho e viabilidade econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.1-11, 2015.

ALBUQUERQUE, S. G. Cultivo da palma forrageira no Sertão do São Francisco. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 6 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 91). Disponível em [:file:///C:/Users/Usuario/Downloads/COT91%20.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/COT91%20.pdf). Acesso em: 01 Abril. 2017.

ALMEIDA, R.F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no Semiárido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.4, p.08-14, 2012.

ALVES, F.A.L. **Variabilidade genética, morfológica e fitoquímica de genótipos de *Opuntia e Nopalea***. 2015. 205f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba-Areia-PB, 2015.

ANDRADE, A.P.; SOUZA, E.S.; SILVA, D.S.; SILVA, I.F.; LIMA, J.R.S. Produção animal no bioma Caatinga: paradigmas dos “pulsos-reservas”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35 p.138-155, 2006.

ARAÚJO, P.R.B.; FERREIRA, M.A.; BRASIL, L.H.A.; SANTOS, D.C.; LIMA, R.M.B.; VÉRAS, Q.S.C.; SANTOS, M.V.F.; BISPO, S.V.; AZEVEDO, M. Substituição do milho por palma forrageira em dietas completas para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1850-1857, 2004.

ARRUDA FILHO, G.P.; ARRUDA, G.P. Manejo integrado da cochonilha *Diaspis echinocacti* praga da palma forrageira em Brasil. **CATIE**. n.41, p.1-5, 2002.

BATISTA, A.M.V.; RIBEIRO NETO, A.C.; LUCENA, R.B.; SANTOS, D.C.; DUBEUX JÚNIOR, J.B.; MUSTAFA, A. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, v.62, n.3, p.297-301, 2009.

BATISTA, A.M.; MUSTAFA, A.F.; McALLISTER.; WANG, Y.; SOITA, H.; McKINNON, J.J. Effects of variety on chemical composition, *in situ* nutrient disappearance and *in vitro* gas production of spineless cacti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.83, p.140-145, 2003.

BISPO, S.V; FERREIRA, M.A; VERAS, A.S.C; BATISTA, A.M.V; PESSOA, R.A.S; BLEUEL, M.P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante: efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1902-1909, 2007.

CAVALCANTI, M. C. A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; LIRA, M.A.; RIBEIRO, V.L.; RIBEIRO NETO, A.C. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-

elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.2, p.173-179, 2008.

COSTA, R.G.; TREVIÑO, I.H.; MEDEIROS, G.R.; MEDEIROS, A.N.; PINTO, T.F.; OLIVEIRA, R.L. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v.102, p.13-17, 2012.

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, n.1, p.129-135, 2010.

DUBEUX-JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; CAVALCANTE, M.; SANTOS, D.C. dos. Potencial da palma forrageira na América do Sul. **Cactusnet Newsletter**, v.13, ed. esp., p.29-40, 2013.

FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; BISPO, S.V. Otimização de dietas a base de palma forrageira e outras alternativas de suplementação para regiões Semiáridas. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 6, 2007. Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2007, p.241-266. CD ROM.

FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; SILVA, F.M. Produção e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, Setembro, 2008, Fortaleza-Ceará, **Anais...** Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2008.

GALVÃO JUNIOR, J.G.B.; SILVA, J.B.A.; MORAIS, J.H.G.; LIMA, R.N. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: Cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.2, p.78-85, 2014.

HILLS, S.F. Anatomia e morfologia. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p.28-35.

HOFFMANN, W. Etnobotânica. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001, p.12-19.

LIMA, R. M. B.; FERREIRA, M.A., BRASIL, L.H.A.; ARAÚJO, P.R.B.; VÉRAS, A.S.C.; SANTOS, D.C.; CRUZ, M.A.O.M.; MELO, A.A.S.; OLIVEIRA, T.N.; SOUZA, I.S. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação Rosângela. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.3473-53, 2003.

LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V.; MELLO, A.C.L.; FARIAS, I.; SANTOS, D.C. Utilização da palma forrageira na pecuária leiteira do Semiárido. **Anais...** Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, v.2, p.107-120, 2005.

LOPES, E.B.; ALBUQUERQUE, I.C.; BRITO, C.H.; BATISTA, J.L. Efeito do período de cura de cladódios da Palma Gigante na emissão de raízes em Neossolo no município de Lagoa Seca, Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental**. v.6, n.1, p. 231-

239, 2009.

LOPES, E.B. **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização o Semiárido nordestino**. Paraíba: EMEPA, 2012. 265p.

MARQUES, O.F.C.; GOMES, L.S.P.; MOURTHÉ, M.H.F; BRAZ, T.G.S.; PIRES NETO, O.S. Palma forrageira : cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.9, n.1, p.75-93, 2017.

MATTOS, L.M.E.; FERREIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; BATISTA, A.M.V.; VÉRAS, A.S.C. Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2128-2134, 2000.

MELO, A.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; LIRA, M.A.; LIMA, L.E.; BISPO, S.V.; CABRAL, A.M.D.; AZEVEDO, M. Desempenho leiteiro de vacas alimentadas com caroço de algodão em dieta à base de palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1165-1171, 2006.

MOHAMED-YASSEEN, Y.; BARRINGER, S.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. A note on the uses of *Opuntia* spp. in Central/North America. **Journal of Arid Environments**, v.32, n.3, p.347-353, 1996.

MOURA, J.G. **Valor nutritivo e características anatômicas de variedades de palma forrageira (*Nopalea* sp. e *Opuntia* sp.) com diferentes níveis de resistência à cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell)**. 2012. 97f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia.) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2012.

NUNES, C. S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o Semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.58-66. 2011.

OLIVEIRA, F.T; SILVA, J.S; SILVA, R.P; ANDRADE-FILHO, F.C; PEREIRA JUNIOR, E. B. Palma forrageira: Adaptação e importância para os ecossistemas Áridos e Semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.4, p.27-37, 2010.

PESSOA, R. A. S. **Cultura da palma forrageira**. Recife: SUDENE. Divisão de Documentação, 1967. 98p. (SUDENE. Agricultura, 5).

PESSOA, R.A.S.; FERREIRA, M.A.; LIMA, L.E.; LIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; SILVA, A.E.V.; SOSA, M.Y.; AZEVEDO, M.; MIRANDA, K.F.; SILVA, F.M.; MELO, A.A.S. Vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias alimentares. Digestibilidade e balanço de energia. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 27, n. 2, p. 253-260, 2005.

RAMOS, J.P.F.; SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A.; BEZERRA, H.F.C.; PEREIRA, G.A.; BELTRÃO, G.R.; OLIVEIRA, J.S. Crescimento da palma forrageira em função

da adubação orgânica. **Revista REDEVET**, v.16, n.12, p.1-11, 2015.

SANTOS, D.C.; SANTOS, M.V.M.; 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, n.1, p.12-17, 2001.

SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; COELHO, R.S.B.; DIAS, F.M.; MELO, J.N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006, 48p.

SANTOS, D.C.; SILVA, M.C.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A.; SILVA, R.M. Estratégias para uso de cactáceas em zonas Semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, n.2, p.111-121, 2013.

SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária REDEVET**, v.8, n.5, p.1-13, 2006.

SILVA, R.R.; SAMPAIO, E.V.S.S. Palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera* : sistemas de produção e usos. **Revisão Científica**, v.2, n.1, p.131-141, 2015.

SILVA, P.F.; MATOS, R.M.; BORGES, V.E.; DANTAS JÚNIOR, G.J.; DANTAS NETO, J. Crescimento e produção de palma forrageira sob fertilização mineral. **Journal of Agronomic Sciences**, v.4, n.2, p.96-115, 2015.

SILVA, W.A. **Atributos químico-bromatológicos, cinética de degradação e produção de gás de variedades de palma forrageira**. 2016. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns-PE, 2016.

SILVA, L.M.; FAGUNDES, J.L.; VIEGAS, P.A.A.; MUNIZ E.N.; RANGEL, J.H.A.; MOREIRA, A., L.; BACKES, A.A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v.44, n.11, p.2064-2071. 2014.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577.

TAIZ, L., ZAIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ªed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

TOSTO, M. S. L.; ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; DANTAS, F. R.; MENEZES, D. R.; CHAGAS, E. C. O. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.3, p.239-249, 2007.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; VÉRAS, A.S.C.; BISPO, S.V.; SILVA, F.M.; SANTOS, V.L.F. Consumo, digestibilidade e parâmetros



ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira.  
**Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.2, p.444-456, 2012.

### **3 . OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Avaliar a composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e a cinética de fermentação *in vitro* em variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia* em função de diferentes fases fenológicas.

#### **3.2 Específicos**

Determinar as características químico-bromatológicas;

Estimar as frações de carboidratos;

Determinar a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS);

Estimar a produção cumulativa de gases e cinética de produção de gás.

## CAPÍTULO II

Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética de fermentação *in vitro* de palma forrageira do gênero *Opuntia* associada a fenofase dos cladódios

### CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS DE PALMA

D.V.PESSOA<sup>1\*</sup>, A. P. ANDRADE<sup>1</sup>, A. L. R. MAGALHÃES<sup>1</sup>, A. L. TEODORO

<sup>1</sup> *Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens, Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Garanhuns, Pernambuco, Brasil.*

\* A quem toda a correspondência deve ser dirigida. E-mail:

dianavaladares13@hotmail.com

## CAPÍTULO II

1  
2  
3 Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e  
4 cinética de fermentação *in vitro* de palma forrageira do gênero *Opuntia*  
5 associada a fenofase dos cladódios  
6  
7

## RESUMO

8  
9  
10 A palma forrageira é uma excelente planta, como cultura bem adaptada à região do  
11 Semiárido. Devido a isso, tem despertado o interesse dos produtores rurais nos últimos  
12 anos, pelas suas características morfofisiológicas. Objetivou-se avaliar a composição-  
13 químico bromatológica, fracionamento de carboidratos, digestibilidade e a produção  
14 de gás em variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia* (*Opuntia ficus-indica*  
15 Mill- IPA-20; *Opuntia ficus-indica* Mill-Gigante; *Opuntia stricta* Haw - Orelha de  
16 elefante Mexicana; *Opuntia undulata*- Orelha-de-elefante Africana; *Opuntia atropes*  
17 Rose - F-08, associada as diferentes fases fenológicas. O experimento foi conduzido  
18 em delineamento inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 5x3, sendo cinco  
19 variedades de palma do gênero *Opuntia* e três estádios fenológicos. As concentrações  
20 de fibra em detergente neutro, foram significativamente menores para a variedade  
21 Orelha de elefante mexicana nos cladódios dos estádios jovem e intermediário. As  
22 proporções de pectina na matéria seca, foram significativamente maiores para as  
23 variedades orelha de elefante mexicana e menores para a palma gigante nos cladódios  
24 dos estádios intermediário e maduro. A palma IPA-20, apresentou maiores  
25 concentrações de carboidratos totais para os cladódios do estágio jovem em  
26 comparação a palma F-08 nessa mesma fenofase. Já os maiores valores dos  
27 carboidratos não fibrosos e as frações A+B, foram para a variedade Orelha de elefante  
28 mexicana. Na fração C, os menores valores foram verificados nas variedades orelha  
29 de elefante mexicana e Orelha de elefante africana. Os maiores volumes de gases e a  
30 produção de gases ajustada pelo modelo bicompartimental, foram para os cladódios da  
31 palma Orelha de elefante africana, e os menores volumes foram verificados nas  
32 variedades Orelha de elefante mexicana e IPA-20. Para a digestibilidade *in vitro* as  
33 variedades Orelha de elefante mexicana, orelha de elefante africana e a F-08,  
34 apresentaram maiores digestibilidade da matéria seca, com maior evidência nos  
35 cladódios das fenofases jovem e intermediário. As variedades de palma forrageira  
36 apresentam diferença na composição química, no fracionamento de carboidratos e  
37 volume de produção de gases, entre os cladódios dos estádios fenológicos e  
38 apresentaram alta digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

39  
40

41

42

43

44

45

## 46 INTRODUÇÃO

47 Em regiões Áridas e Semiáridas, onde ocorrem longos períodos de seca com elevadas  
48 temperaturas, resultando em baixa produção de forragem e disponibilidade para os  
49 animais (Rodrigues *et al.*, 2016), a palma se destaca devido o processo fotossintético  
50 denominado CAM (mecanismo ácido das Crassuláceas) que lhe confere a capacidade  
51 de adaptação aos estresses hídrico, calor e radiação solar, características comuns  
52 nesses locais (Abidi *et al.*, 2009; Donato, 2014).

53 Essas plantas pertencentes à família *Cactaceae*, onde existem cerca de 130  
54 gêneros, com aproximadamente 1500 espécies, sendo 300 do gênero *Opuntia* Mill  
55 (Mohamed-Yasseen *et al.*, 1996). No Brasil, esse recurso forrageiro tem se destacado  
56 na utilização, sobretudo na alimentação animal.

57 A palma forrageira é considerada como alimento energético com cerca de 110,0  
58 g/kg de fibras na matéria e nutrientes digestíveis totais que chegam a 800,0 g/kg de  
59 matéria seca (Silva & Sampaio, 2015), além de apresentar altos valores de minerais,  
60 em especial, cálcio de 22,5-28,8 g/kg de MS; potássio de 15,0-24,5 g/kg de MS; e  
61 fósforo de 1,0-1,4 g/kg na matéria seca (Santos *et al.*, 1997). Por outro lado, apresenta  
62 baixos teores de matéria seca (120,0-144,0 g/kg), fibra em detergente ácido (160,0-  
63 189,0 g/kg de MS), fibra em detergente neutro (281,0-284,0 g/kg de MS) (Batista *et*  
64 *al.*, 2003) e proteína bruta (33,0-44,0 g/kg de MS) (Batista *et al.*, 2009).

65 Diante das limitações das regiões Semiáridas do Brasil com as adversidades  
66 climáticas como irregulares e inconstantes na maior parte do ano e ainda a deficiência  
67 na produção de forragem, há necessidade de estudos mais detalhados dos recursos  
68 forrageiros adaptados à essas condições, como a palma forrageira, com o intuito de  
69 otimização e aproveitamento dos nutrientes provenientes das plantas pelos animais.

70 Assim objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica, fracionamento  
71 de carboidratos, e a cinética de fermentação *in vitro* de variedades de palma forrageira  
72 do gênero *Opuntia*, em função de diferentes fases fenológicas.

73

## 74 MATERIAL E MÉTODOS

### 75 *Local da coleta*

76 As amostras foram coletadas em agosto de 2016, na Estação Experimental do Instituto  
77 Agrônomo de Pernambuco-IPA, localizado no município de Arcoverde-PE, latitude  
78 -8.433333°, longitude -37.05°, altitude 680,7 metros, temperatura média 24,9 ±10,53  
79 °C, UR 79,6 ±11,95%, velocidade do vento 3,1 ±0,8 m/s, precipitação média anual  
80 1.058,8 mm, microrregião do sertão do Moxotó (INNET, 2017). Precipitação  
81 pluviométrica mensal de setembro de 2015 a agosto de 2016 (Figura 1) conforme os  
82 dados do IPA, 2017.

83 A vegetação predominante na região é a Caatinga e o clima DdA'a', semiárido,  
84 com duas estações do ano distintas, o inverno (chuvoso) e o verão (seco), com solo  
85 classificado como Neossolo Regolítico, de relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006).

### 86 *Material vegetal e coleta.*

87 As variedades, de palma objeto da pesquisa (Tabela 2), foram plantadas em abril de  
88 2013, com espaçamento 2m x 2m, utilizando-se um cladódio por cova. O solo foi  
89 adubado após a implantação do palmar, utilizando 20 t.ha de esterco bovino,  
90 distribuídos entre as linhas. O experimento foi conduzido em delineamento  
91 inteiramente casualizado, com quatro repetições, em um arranjo fatorial (5x3), sendo  
92 cinco variedades de palma do gênero *Opuntia* e três fases fenológicas.

93 Coletou-se amostra do solo, antes da coleta do material vegetal, em zig-zag, com  
94 profundidade de 0-20 cm, de forma aleatória de vários pontos, em seguida misturou-  
95 se para obtenção de uma amostra composta, para análise química, o qual apresentou  
96 as seguintes características: pH em água (5,37), Fósforo (12,66 mg/kg), Potássio  
97 (0,315 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), Cálcio + Magnésio (2,25 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), Sódio (0,32 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>),  
98 Hidrogênio + Alumínio (2,23 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), Alumínio (0,10 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), Capacidade de  
99 troca de cátions (5,11 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), Saturação por bases (55,83%), Saturação por  
100 alumínio (4,03%).

101 De cada variedade de palma forrageira (Tabela 2), foram selecionadas quatro  
102 plantas de mais ou menos do mesmo porte, onde de cada planta foram selecionados  
103 cladódios em diferentes fases fenológicas. Estádio jovem (sendo os cladódios  
104 localizados nas extremidades distal ou lateral da planta, de cor verde clara e em  
105 expansão). Estádio intermediário (localizados na parte mediana da planta e de cor  
106 verde escuro). Estádio maduro (localizado logo acima do cladódio base, de cor claro  
107 esbranquiçada, totalmente expandidos).

108 Após a coleta, as amostras foram processadas e pré-secas em estufa de ventilação  
109 forçada até manter o peso constante, posteriormente foram pesadas e moídas em  
110 moinho de facas com peneiras com crivo de 2 mm e 1 mm, identificadas e  
111 acondicionadas em potes de plástico.

#### 112 *Análises laboratoriais*

113

114 As análises da composição químico-bromatológica, produção de gases e  
115 digestibilidade *in vitro* verdadeira foram realizadas nos Laboratórios de Nutrição  
116 Animal (LANA) e no Centro Laboratorial de Apoio à Pesquisa da Unidade Acadêmica  
117 de Garanhuns (CENLAG) da Universidade Federal Rural de Pernambuco. As análises

118 dos minerais foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da  
119 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido.

120 As análises de matéria seca (MS) (930.15), matéria orgânica (MO) (942.05),  
121 matéria mineral (MM) (942.05) e proteína bruta (PB) (954.01) e o extrato etéreo (EE)  
122 (Sohxlet) (920.39) foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela  
123 *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1990).

124 As determinações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente  
125 ácido (FDA), foram de acordo com a metodologia de Van Soest *et al.* (1991), com  
126 adaptação de Senger *et al.* (2008). A lignina foi determinada segundo a metodologia  
127 de Van Soest *et al.* (1991), através da solubilização da celulose, mediante imersão das  
128 amostras em ácido sulfúrico a 72%, obtendo assim a lignina digerida em ácido (LDA).  
129 Estimou-se a hemicelulose (HEM), através da equação:  $HEM = FDN - FDA$  e da  
130 celulose pela equação:  $CEL = FDA - LDA$ .

131 Os carboidratos totais (CHOT), foram estimados de acordo com Sniffen *et al.*  
132 (1992), pela utilização da equação:  $CHOT = 100 - (PB + EE + MM)$ . Os carboidratos  
133 não fibrosos (CNF), que correspondem as frações A+B1, foram obtidos através  
134 diferença entre os CHOT e a FDN.

135 A fração C que corresponde a FDN indigestível, foi determinada segundo a  
136 metodologia de Valente *et al.* (2011), em que um grama de cada amostra foi incubada  
137 *in situ* por 288 horas, em sacos F57 da ANKON<sup>®</sup>, em uma vaca fistulada no rúmen.  
138 Passadas as 288 horas de incubação o material foi retirado do rúmen, lavado e feito a  
139 análise de FDN. A fração B2, que corresponde a fração disponível da fibra, foi  
140 estimada pela diferença entre a FDN e a fração C.

141 A extração da pectina foi de acordo com Zanella & Taranto (2015). Utilizou-se  
142 0,500 mg de amostra pré-seca moída a 1 mm. A amostra foi transferida para um tubo



143 digestor onde adicionou-se 25 mL de água destilada com o pH ajustado em 2,5 com  
144 uma solução de ácido cítrico (1%). Em seguida os tubos foram colocados sob  
145 aquecimento em um bloco digestor (Tecnal, TE-040/25) por 60 minutos), com  
146 temperatura constante de 100°C e agitação no vortex mixer (vision scientific co- LDA,  
147 KMC-1300V) a cada 10 minutos.

148 O extrato contendo pectina foi centrifugado (Centrifuga Ultra Speed,  
149 Novatecnica, NT:835) durante 10 minutos a 7.000 rpm. Adicionou-se etanol (95%) ao  
150 sobrenadante e deixou-se em repouso durante 40 minutos para permitir a precipitação  
151 da pectina, passado este tempo o resíduo do sobrenadante foi separado por filtração  
152 em papel quantitativo, em seguida secos em estufa de 105°C por um período de 12  
153 horas e depois pesadas para obtenção da pectina por diferença.

154 Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) utilizou-se a  
155 técnica de Tilley & Terry (1963), com adaptação de Holden (1999), através da  
156 incubação *in vitro*, em estufa a 39°C , um grama de amostra seca ao ar. Cada amostra  
157 foi transferida para um jarro, e adicionado 80 mL de solução tampão (combinações  
158 das soluções A+B, com pH: 6.8) e 20 mL de líquido ruminal, o qual foi coletado em  
159 uma vaca fistulada no rúmen e filtrado sob quatro camadas de gaze, sendo injetado  
160 regulamente gás carbônico para manter o meio anaeróbio.

161 Depois de um período de 48 horas de incubação e agitação manual a cada 8  
162 horas, foi adicionado 2 mL de ácido clorídrico 6 Molar e 1 mL de solução de pepsina  
163 1:10.000 em cada frasco. Passadas mais 24 horas de incubação, as amostras foram  
164 filtradas a vácuo, em seguida secas em estufa de 105 °C, por um período de 12 horas,  
165 e depois pesadas para obtenção da MS (DIVMS), através dos cálculos.

166 A determinação de produção de gás *in vitro* foi realizada de acordo com  
167 Theodorou *et al.* (1994), utilizando-se frascos de 160 ml para incubação de 1 g da

168 amostra pré-seca moída a 2 mm, juntamente com 90 mL de meio nutritivo proposto  
 169 por Goering & Van Soest (1970) e 10 mL de inóculo ruminal (oriundo de uma vaca  
 170 fistulada), de modo que cada frasco foi submetido a aspersão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>).  
 171 Em seguida os frascos foram vedados com rolhas de borracha e lacres de alumínio.  
 172 Após isso, os frascos foram incubados em estufa com temperatura constante de 39°C.

173 A pressão originada pela fermentação foi mensurada utilizando-se um transdutor  
 174 de pressão (Datalogger Universal Logger AG100) com a conexão de agulhas (0,06  
 175 mm). As leituras foram aferidas nos tempos (2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36,  
 176 42 e 48 h) pós incubação. Para determinação das pressões e volumes, o tempo foi  
 177 otimizado de 10 a 15 segundos com o objetivo de manter a temperatura da amostra  
 178 inalterada durante o processo de medição, sendo que para cada leitura foi subtraído o  
 179 total produzido pelos frascos sem substrato (branco), referentes a cada amostra. Os  
 180 dados de pressão (psi = pressão por polegada) foram convertidos em volume de gases  
 181 (V), adotando-se a equação,  $V = 5,1612P - 0,3017$ ,  $R^2 = 0,9873$ , gerada no Laboratório  
 182 de Produção de Gases (LPG) da Unidade Acadêmica de Garanhuns - UFRPE, a partir  
 183 de 937 observações. De cada leitura de pressão, foi subtraído o total produzido pelos  
 184 frascos sem substrato (branco), referentes a cada amostra.

185 Os dados da produção cumulativa de gases foram ajustados pelo modelo  
 186 bicompartimental sugeridos por Schofield et al. (1994), utilizando o PROC  
 187 NLMIXED do SAS®:

$$188 \quad V_t = \frac{V_{f1}}{1 + e^{[2-4kd1(t-\lambda)]}} + \frac{V_{f2}}{1 + e^{[2-4kd2(t-\lambda)]}} + \varepsilon$$

189 onde,  $V_t$  representa o volume máximo total de gases produzidos;  $V_{f1}$ (mL/g de MS  
 190 incubada) representa o volume máximo de gás para a fração de rápida digestão (CNF);  
 191  $V_{f2}$  (mL/g) representa o volume máximo de gás para a fração de lenta digestão (CF);  
 192  $k_{d1}$  (h) equivale à taxa de degradação da fração de rápida digestão (CNF);  $k_{d2}$  (h)

193 equivale à taxa de degradação da fração de lenta digestão;  $\lambda$  (*Lag time*) representa a  
194 duração dos eventos iniciais (fase de latência) de digestão, comum as duas fases; e o  
195  $t(h)$  representa o tempo de fermentação.

#### 196 *Análise estatística*

197 O experimento foi conduzido em arranjo fatorial 5x3 (cinco variedades de palma  
198 forrageira e três estádios fenológicos), com quatro repetições.

199 Analisou-se os dados de cinética de fermentação *in vitro* utilizando o  
200 procedimento não linear misto, em que os parâmetros de fermentação foram gerados  
201 a partir dos dados observados nos diferentes tempos de incubação *in vitro*.

202 Todos os dados foram submetidos à análise de variância utilizando os  
203 procedimentos gerais de modelos lineares e as médias foram comparadas pelo teste de  
204 Tukey considerando  $\alpha = 0,05$  utilizando-se o programa Statistical Analysis System  
205 (SAS®).

206

## 207 RESULTADOS

208 Não houve diferença ( $P>0,05$ ) na composição de matéria seca (MS), extrato etéreo  
209 (EE), proteína bruta (PB) e umidade, entre variedades e nem entre os cladódios nos  
210 diferentes estádios fenológicos (Tabela 3).

211 Observou-se diferença ( $P<0,05$ ) entre as variedades para composição de matéria  
212 mineral (MM) apenas nos cladódios do estágio maduro, sendo que a menor proporção  
213 de 82,8 g/kg MS foi apresentada pela variedade IPA-20, que diferiu das variedades  
214 Orelha de elefante africana e Gigante, apresentando MM de 117,5 e 111,5 g/kg MS,  
215 respectivamente. Já ao avaliar o efeito dos estádios fenológicos, observou-se diferença  
216 ( $P<0,05$ ) apenas para a variedade F-08, apresentando 133,5 g/kg MS, para os cladódios  
217 no estágio jovem e 130,5 g/kg MS, no estágio intermediário (Tabela 3).

218 Observou-se diferença ( $P<0,05$ ) na concentração de pectina por g/kg MS  
219 (Tabela 4), com menores valores de 98,0 e 133,7 g/kg MS nos cladódios para a palma  
220 gigante nos estádios intermediário e maduro, respectivamente, valores que diferiram  
221 aos da palma Orelha de elefante mexicana que apresentou 180,1 e 210,1 g/kg MS, nos  
222 cladódios das mesmas fenofases, respectivamente.

223 Observou-se diferença ( $P<0,05$ ) entre as variedades para composição de fibra  
224 em detergente neutro (FDN), onde a palma Orelha de elefante mexicana apresentou  
225 menores concentrações nos cladódios dos estádios jovem e intermediário, já o estádio  
226 maduro apresentou proporções semelhantes as variedades Orelha de elefante africana,  
227 IPA-20 e F-08.

228 Para o FDN, por variedade, observou-se diferença ( $P<0,05$ ) para os cladódios do  
229 estádio maduro em relação as fenofases intermediário e jovem nas variedades Orelha  
230 de elefante mexicana, IPA-20 e F-08. Na palma Orelha de elefante africana o menor  
231 valor foi para os cladódios do estádio jovem que diferiu ( $P<0,05$ ) dos demais estádios.  
232 E na palma Gigante houve diferença entre todas as fases fenológicas (Tabela 4).

233 Nas proporções de hemicelulose, observou-se diferença ( $P<0,05$ ) entre as  
234 variedades (Tabela 4), de modo que, a maior concentração para os cladódios no  
235 estádio jovem foi de 114,1 g/ kg MS para a palma F-08. No entanto, não apresentou  
236 diferença ( $P>0,05$ ) para as variedades IPA-20, Gigante e Orelha de elefante africana  
237 na mesma fenofase. No estádio intermediário a variedade Orelha de elefante mexicana  
238 apresentou menor valor nos cladódios ( $P<0,05$ ) em relação às demais variedades.

239 Houve diferença no teor de hemicelulose por variedade ( $P<0,05$ ), sendo que a  
240 Orelha de elefante mexicana e a palma Gigante apresentaram maiores valores para os  
241 cladódios da fenofase maduro. No entanto, não houve diferença entre os estádios  
242 jovem e intermediário ( $P>0,05$ ). Para as variedades IPA-20 e Orelha de elefante

243 africana, houve diferença ( $P<0,05$ ) entre os cladódios dos estádios maduro e jovem,  
244 este último com menor valor (Tabela 4).

245 Em relação aos valores de fibra em detergente ácido (FDA), entre variedades,  
246 observou-se diferença ( $P<0,05$ ), entre os cladódios das variedades Orelha de elefante  
247 mexicana e Gigante, nos estádios jovens e intermediário. No estádio maduro a palma  
248 IPA-20, apresentou maiores concentrações que as variedades Orelha de elefante  
249 mexicana e Orelha de elefante africana. Para os valores de FDA por variedade ocorreu  
250 diferença significativa ( $P<0,05$ ) para as palmas F-08, IPA-20 e Orelha de elefante  
251 mexicana nos cladódios do estádio maduro em relação ao intermediário e jovem  
252 (Tabela 4).

253 Para a lignina digerida em ácido (LDA), houve diferença entre as variedades  
254 ( $P<0,05$ ), sendo que nos cladódios dos estádios jovem e intermediário, as variedades  
255 Orelha de elefante mexicana e Orelha de elefante africana apresentaram menores  
256 concentrações em relação às demais. No estádio maduro, observou-se maiores valores  
257 para os cladódios da palma IPA-20 em relação às variedades Orelha elefante mexicana  
258 e orelha de elefante africana. Ao se analisar a LDA por variedade, a palma Orelha de  
259 elefante mexicana apresentou diferença ( $P<0,05$ ), de modo que os estádios jovem e  
260 intermediário os cladódios apresentaram menores concentrações em relação ao  
261 maduro. Já na variedade IPA-20, o maior valor quantificado ( $P<0,05$ ) foi para os  
262 cladódios do estádio maduro e o menor na fenofase intermediário (Tabela 4).

263 Em relação as frações dos carboidratos (Tabela 5), observou-se diferença  
264 significativa ( $P<0,05$ ) na concentração de carboidratos totais (CHOT), entre as  
265 variedades IPA-20 apresentando o maior valor (840,7 g/kg MS) e F-08 com menor  
266 valor (803,8 g/kg MS) para os cladódios do estádio intermediário. Entretanto, essas  
267 não diferiram das demais. Para os cladódios do estádio maduro, a variedade IPA-20

268 apresentou valor de 856,6 g/kg MS sendo este superior ( $P<0,05$ ) a 816,5 g/kg MS  
269 identificado na palma Orelha de elefante africana. Para a concentração de CHOT por  
270 variedade, constatou-se diferença ( $P<0,05$ ) na palma Orelha de elefante mexicana com  
271 menor valor de 812,4 g/kg MS identificado nos cladódios do estágio jovem, que se  
272 diferencia das demais fenofases com 336,0 g/kg MS na para o estágio intermediário e  
273 831,6 g/kg MS no estágio maduro, que não diferenciaram entre si ( $P>0,05$ ).

274 Os CNF (g/kg MS) foram diferentes entre os cladódios das as variedades  
275 ( $P<0,05$ ) para os estádios jovem e intermediário, em que a palma Orelha de elefante  
276 mexicana com 665,7g/kg MS e 663,4 g/kg MS, respectivamente, onde diferiu das  
277 demais variedades nas mesmas fenofases. No entanto, o estágio maduro apresentou os  
278 valores dos cladódios similar aos das variedades Orelha de elefante africana, IPA-20  
279 e F-08 (Tabela 5).

280 Na concentração de CNF, por variedade, a Orelha de elefante mexicana e a F-08  
281 apresentaram diferença para os cladodios do estágio maduro em relação aos demais  
282 com menor concentração. Para as variedades Orelha de elefante africana e IPA-20,  
283 verificou-se diferença ( $P<0,05$ ) para o estágio maduro e jovem, sendo que este último  
284 se apresentou superior nas duas variedades. Já quando se observa a palma gigante,  
285 verifica-se diferença ( $P<0,05$ ) para as os cladodios das três fases fenológicas com  
286 concentração de 507,0; 496,1; e 425 g/kg MS para os estádios jovem, intermediário e  
287 maduro, respectivamente (Tabela 5) .

288 Nas frações A+B1 (g/kg CHOT) que correspondem aos carboidratos de rápida  
289 degradação, entre as variedades, verificou-se diferença ( $P<0,05$ ) nos cladódios para a  
290 variedade Orelha de elefante mexicana com 819,5 g/kg CHOT no estágio jovem e  
291 793,6 g/kg CHOT no intermediário, valores esses superiores aos de todas as outras  
292 variedades para as mesmas fenofases. Para as concentrações das referidas frações por

293 variedade, verificou-se diferença ( $P<0,05$ ) nos cladódios para as palmas Orelha de  
294 elefante mexicana, Orelha de elefante africana, IPA-20, e F-08 para o estágio maduro  
295 em relação aos demais com menor concentração. No entanto, na palma gigante todos  
296 os estádios diferiram entre si ( $P<0,05$ ) com 681,6 g/kg CHOT para os cladódios do  
297 estágio jovem, 599,4 g/kg CHOT no intermediário e de 504,7g/kg CHOT para maduro  
298 (Tabela 5).

299 Na fração B2 (g/kg CHOT) entre as variedades, houve diferença estatística nos  
300 cladódios do estágio jovem para as variedades F-08 com maior valor (279,3 g/kg  
301 CHOT, IPA-20 com valor intermediário (208,0 g/kg CHOT) e Orelha de elefante  
302 mexicana com menor valor (125,9 g/kg CHOT). No estágio intermediário, observou-  
303 se diferença na variedade Orelha de elefante mexicana em relação as demais. Em  
304 contrapartida, no estágio maduro, os cladódios das variedades Orelha de elefante  
305 mexicana e Gigante não diferiram entre si ( $P>0,05$ ), mas diferiram das demais  
306 ( $P<0,05$ ). Em relação a fração B2 (g/kg CHOT), por variedade, nas palmas Orelha de  
307 elefante africana e Gigante observou-se diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre os  
308 cladódios dos estádios maduro e jovem. Já na palma Orelha de elefante mexicana a  
309 diferença ( $P<0,05$ ) foi para os cladódios do estágio maduro em relação aos demais  
310 (Tabela 5).

311 Para a concentração da fração C (g/kg CHOT) dentre as variedades, constatou-  
312 se diferença ( $P<0,05$ ) para a palma IPA-20 nos cladódios dos estádios jovem e  
313 intermediário em relação às palmas Orelha de elefante mexicana, orelha de elefante  
314 africana e F-08, no entanto, não diferiu ( $P>0,05$ ) da variedade gigante. Observou-se  
315 diferença ( $P<0,05$ ) na fração C, por variedade, com maiores proporções nos cladódios  
316 do estágio maduro, que diferiu dos estádios jovem e intermediário, no entanto esses  
317 últimos não diferiram entre si ( $P>0,05$ ), (Tabela 5) .

318 Com relação aos parâmetros de produção de gás *in vitro* (Tabela 6), observou-se  
319 diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre as variedades no volume total de gás produzido  
320 ( $V_{t1}$ ) para os cladódios da variedade Orelha de elefante africana apresentado maiores  
321 volumes em relação as variedades Orelha de elefante mexicana e IPA-20 nos estádios  
322 intermediário e maduro. Já no volume de gás por variedade, houve diferença ( $P<0,05$ )  
323 para os cladódios da palma Gigante, onde o maior volume foi de 323,6 mL/gMS no  
324 estádio jovem.

325 Na produção total, ajustada pelo modelo bicompartimental ( $V_{t2}$ ), as variedades  
326 palma IPA-20 e Orelha de elefante mexicana, apresentaram menores volumes  
327 ( $P<0,05$ ), em relação a palma Orelha de elefante africana nos cladódios dos estádios  
328 intermediário e maduro(Tabela 6).

329 Para o volume de gás produzido pela degradação da fração  $A+B_1$  do Sistema de  
330 Cornell (CNF) de rápida fermentação ( $V_{f1}$ ), observou-se diferença ( $P<0,05$ ) entre as  
331 variedades para a palma F-08 nos cladódios do estádio jovem apresentando volume de  
332 (223,1 mL/gMS) em relação a variedade Orelha de elefante africana que apresentou  
333 189,1 mL/gMS (Tabela 6).

334 Na taxa de degradação da fração de rápida digestão ( $K_{d1}$ ), houve diferença  
335 significativa ( $P<0,05$ ) entre as variedades, sendo que a palma Orelha de elefante  
336 africana, apresentou menores volumes de gases em relação as palmas IPA-20 e F-08  
337 nos cladódios dos estádios jovem e intermediário. E quando analisando a taxa de  
338 degradação por variedade, observou-se diferença ( $P<0,05$ ) para a variedade Gigante  
339 com maior volume nos cladódios do estádio jovem, entretanto, os estádios  
340 intermediário e maduro não diferiram entre si ( $P>0,05$ ). Constatou-se diferença  
341 significativa ( $P<0,05$ ) na variedade IPA-20, com menor volume para os cladódios no



342 estágio maduro, porém não foi observado diferença entre os estádios jovem e  
343 intermediário (Tabela 5).

344 A duração dos eventos iniciais da fase de latência de digestão, comum às duas  
345 fases ( $\lambda$ ) entre as variedades, foi observada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) no volume  
346 de gás produzido pela palma IPA-20 nos cladódios dos estádios jovem e intermediário,  
347 onde diferiu das variedades Orelha de elefante africana e Gigante. Porém, não  
348 apresentou diferença ( $P > 0,05$ ) para a variedade F-08.

349 No volume de gás produzido pela degradação da fração B<sub>2</sub> do Sistema de Cornell  
350 (CF), de lenta degradação, a palma Orelha de elefante africana apresentou maior  
351 volume ( $P < 0,05$ ) em relação às demais variedades para os cladódios do estágio  
352 intermediário. Analisando o volume de gás produzido por variedade, as palmas IPA-  
353 20 e F-08 apresentaram maiores volumes nos cladódios do estágio maduro, não tendo  
354 diferido do estágio intermediário em ambas as variedades ( $P > 0,05$ ), (Tabela 6).

355 Para os parâmetros de digestibilidade *in vitro* verdadeira (Tabela 6), não houve  
356 diferença ( $P > 0,05$ ) entre os cladódios das variedades Orelha de elefante mexicana,  
357 Orelha de elefante africana e F-08 nos estádios jovem e intermediário. No entanto,  
358 essas apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) para a palma Gigante e a IPA-20 para os  
359 mesmos estádios. Em relação a digestibilidade *in vitro* verdadeira por variedade,  
360 observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) nos cladódios do estágio maduro com menores  
361 digestibilidades em relação aos demais estádios, nas variedades Orelha de elefante  
362 mexicana, Gigante, IPA-20 e F-08.

363 Quanto as curvas de produção de gás (Figura 2), observou-se maior volume de  
364 gás para a variedade Orelha de elefante africana, e as maiores produções de gás para  
365 as variedades, foram a partir das 10 horas de incubação.

366

## 367 DISCUSSÃO

368 De modo geral, a palma forrageira apresenta baixa concentração de MS, sendo que, os  
369 valores encontrados nos cladódios das variedades na atual pesquisa (Tabela 3),  
370 corroboram com os identificados por Santos *et al.* (2001) em *Opuntia* sp., que foram  
371 de 106,3-110,0 g/kg na matéria natural. E também foram próximos ao apresentado por  
372 Pessoa *et al.* (2009) na palma gigante com concentração de 105,5 g/kg na matéria  
373 natural.

374 Devido as baixas concentrações de MS presente na palma, quando há um  
375 fornecimento em grandes quantidades desse alimento para os animais, o tendimento  
376 as necessidades de MS para os mesmos podem ser comprometidas. Em contrapartida,  
377 essa característica representa grande aporte de água via palma para os animais, fator  
378 limitante em regiões Semiáridas (Dubex júnior *et al.*, 2010).

379 Os valores de umidade encontrados na atual pesquisa (Tabela 3) corroboram com  
380 o identificado por Silva *et al.* (2015), de 910,0 g/kg MS, em *Opuntia* sp. A água  
381 desempenha importantes funções nas plantas como turgidez nas células para  
382 crescimento e sobrevivência, é mediadora de nutrientes e compostos orgânicos,  
383 constitui matéria fresca para vários processos químicos e evapotranspiração (Urunh,  
384 2004). Além disso o alto conteúdo de água da palma forrageira é uma característica  
385 importante, sobretudo em regiões Semiáridas, podendo atender, em grande parte, a  
386 necessidade de água dos animais.

387 Em relação às concentrações de PB encontradas nos cladódios das variedades  
388 (Tabela 3), todas são consideradas baixas. Para o crescimento e desenvolvimento dos  
389 microrganismos ruminais, os quais são responsáveis pela degradação dos nutrientes de  
390 lenta digestão, a dieta deve conter concentrações em torno de 60,0 a 70,0 g/kg de MS  
391 (Reis *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2011).

392 A ureia é uma importante alternativa para correção da proteína da palma, por ser  
393 um composto de baixo custo e fácil aquisição. Os microorganismos utilizam a ureia  
394 quando ocorre a presença de energia prontamente fermentável no rúmen, para a  
395 formação de proteína microbiana (Cruz *et al.*, 2006; Wanderley *et al.*, 2012).

396 As concentrações de PB observadas nesta pesquisa são próximas às identificadas  
397 por Santos *et al.* (2001) que tiveram uma variação entre 59,3 a 63,2 g/kg MS, em  
398 *Opuntia* sp. E também foram similares a verificada por Pessoa *et al.* (2009), na palma  
399 Gigante que foi de 40,6 g/kg MS.

400 Para a matéria mineral (Tabela 3), observou-se, um declínio nos valores à  
401 medida que a planta se desenvolve, como foi observado na variedade F-08. No entanto,  
402 apesar da diferença identificada, a palma forrageira apresentou altas concentrações de  
403 MM em seus cladódios, o que de acordo com Melo *et al.* (2003) está relacionado com  
404 a elevada concentração de macroelementos minerais presentes em sua composição.  
405 Houve diferença nas concentrações de pectina g/kg MS entre as variedades na atual  
406 pesquisa. É importante ressaltar que a pectina é um composto estrutural da parede  
407 celular das plantas juntamente com outros compostos como a celulose e hemicelulose,  
408 mas que possui alta solubilidade e, por consequência, contribui para aumentar a  
409 digestibilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro (Hall & Akinyode, 2000;  
410 Ramos *et al.*, 2013).

411 As maiores concentrações de FDN (Tabela 4) para o estágio maduro nas  
412 variedades podem estar relacionadas com a maior maturidade dos cladódios nessa  
413 fenofase em relação às demais. Uma vez que a maturação da planta implica no aumento  
414 da parede celular, como as moléculas de celulose e hemicelulose, as quais constitui a  
415 FDN. Isso ocorre em detrimento das moléculas orgânicas, que participam dos  
416 processos metabólicos, com a deposição de moléculas orgânicas não nitrogenadas

417 (celulose, hemicelulose, lignina), provocando redução na concentração de compostos  
418 nitrogenados (Van Soest, 1994; Velasquez *et al.*, 2010).

419 Em trabalho desenvolvido por Batista *et al.* (2009), os valores obtidos para FDN  
420 em variedades do gênero *Opuntia* variaram de 241,0 a 263,0 g/kg MS, enquanto  
421 Batista *et al.* (2003), identificaram variação de 281,0 a 284 g/kg MS, para variedades  
422 do mesmo gênero. Observa-se, portanto, que para as concentrações de FDN, nos  
423 cladódios das fenofases jovem e intermediário na atual pesquisa, se assemelham às dos  
424 referidos autores, enquanto que as do estágio maduro são superiores, o que  
425 possivelmente, está relacionado ao desenvolvimento completo do cladódio e  
426 consequentemente maior desenvolvimento de fibras.

427 Em trabalho desenvolvido por Mokoboki & Sebola (2017) na África do Sul, com  
428 variedades do gênero *Opuntia* verificaram concentrações de HEM inferiores para  
429 quase todas as variedades estudadas nessa pesquisa (Tabela 4), independente do  
430 estágio fenológico, como se segue *Opuntia Algerian* (6,03 g/kg MS), *Opuntia Morado*  
431 (10,45 g/kg MS); *Opuntia American giant* (7,40 g/kg MS); *Opuntia Roetan* (10,76  
432 g/kg MS) e *Opuntia Crossx* (7,40 g/kg MS), possivelmente essa diferença está  
433 relacionada as próprias variedades, temperaturas mais amenas, e o solo dessa região.

434 As concentrações de FDA nos cladódios da palma gigante (Tabela 4)  
435 independente da fase fenológica são relativamente similares aos obtido por Torres *et*  
436 *al.* (2009), que identificaram 16,87 % de FDA, para a mesma variedade. Da mesma  
437 forma que Cavalcanti *et al.* (2008) trabalhando com a mesma variedade registaram a  
438 concentração de FDA de 18,0 %, valor que também é próximo aos citados. Já as  
439 maiores proporções de FDA, no estágio maduro nas variedades Orelha de elefante  
440 Mexicana, Gigante, e F-08, devem estar relacionados a maior maturidade dos  
441 cladódios nessa fenofase.

442 Em pesquisa desenvolvida por Vilela *et al.* (2010), com a variedade gigante as  
443 concentrações obtidas de LDA foi de 30,2 g/kg MS, valores que se aproximam aos  
444 identificados na atual pesquisa (Tabela 4) para os cladódios da mesma variedade. E  
445 Batista *et al.* (2003) verificaram LDA de 14,0 g/ kg de MS para a palma Gigante e de  
446 17,0 g/kg MS na palma IPA-20. Esses resultados só contribuem para a afirmação de  
447 que às plantas apresentam composição química que pode variar em função da espécie,  
448 idade, condições de solos, dentre outros fatores.

449 De acordo com Mello *et al.* (2006), à medida que a planta se desenvolve verifica-  
450 se uma elevada redução nas concentrações de proteínas e aumento de fibras, associado  
451 à elevação da lignina, esta última forma uma barreira, que impossibilita a aderência  
452 dos microrganismos e a hidrólise enzimática da celulose e hemicelulose, provocando  
453 uma limitação na digestibilidade do alimento.

454 A Fibra representa a fração menos digestível do alimento, considerada como  
455 índice negativo de qualidade, no entanto, na palma forrageira a concentração de fibra  
456 é baixa, necessitando portanto, ser associada a fontes de fibras, para que a ruminação,  
457 homogeneização do conteúdo ruminal e a secreção salivar, não sejam prejudicados  
458 (Bispo *et al.*, 2007).

459 Observou-se alta concentração de CHOT para os cladódios de todas as  
460 variedades nas fenofases (Tabela 5). Em estudo realizado por Urbiola *et al.* (2011),  
461 com *Opuntia* sp., em diferentes idades aos 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 115 e 135 dias,  
462 os autores observaram aumento significativo nas concentrações de carboidratos de  
463 40,92 g/kg aos 40 dias, para 60,77 g/kg com 135 dias.

464 Avaliando a composição química de palma forrageira com em diferentes idades,  
465 Moura (2012) verificou para os CHOT valor de 726,0 g/kg MS e 784,0 g/kg MS, com  
466 35 e 45 meses, respectivamente, para a palma F-08, e para a variedade IPA-20 valores

467 de 795,0 g/kg MS com 35 meses e 771,0 g/kg MS, aos 45 meses. Esses resultados  
468 corroboram aos identificados no presente trabalho, mostrando que além da diferença  
469 entre os cladódios nos estádios fenológicos e entre variedades como foi identificado  
470 nesta pesquisa, a idade das plantas nas demais pesquisa também influenciaram na  
471 concentração de CHOT.

472 Para as concentrações de CNF, observou-se, que a palma Orelha de elefante  
473 mexicana apresentou maiores proporções nos cladódios dos estádios jovem e  
474 intermediário, comparado a todas as outras variedades do estudo, o que está  
475 relacionado às baixas concentrações de FDN, FDA e LIG, verificadas na mesma  
476 (Tabela 4), e quanto aos menores valores de CNF, para o estádio maduro, também  
477 estar intimamente relacionado as altas concentrações das frações fibrosas nessa  
478 fenofase, devido a maior maturidade dos cladódios (Tabela 4).

479 Batista *et al.* (2009) verificaram valores para CHOT de 625,0 g/kg MS e CNF  
480 de 398,0 g/kg na palma gigante e para a palma IPA-20 concentrações de 609,0 g/kg  
481 MS para os CHOT e de 464,0 g/kg para os CNF. Esses valores são inferiores aos dessa  
482 pesquisa (Tabela 4), o que pode estar relacionado às condições de solo e início do  
483 estádio de floração das plantas, verificado na pesquisa de Batista *et al.* (2009).

484 No presente trabalho, observou-se que os teores de CNF dos cladódios  
485 diminuíram no decorrer do desenvolvimento vegetativo. Segundo Balsalobre *et al.*  
486 (2003), a maturidade das plantas provoca alterações na parede celular e em  
487 contrapartida diminui a concentração de CNF, o que, nas plantas forrageiras interfere  
488 na disponibilidade de energia de rápida degradação para os microrganismos do rúmen.

489 As altas concentrações das frações A+B1 para os cladódios das variedades  
490 Orelha de elefante mexicana e Orelha de elefante africana (Tabela 4), podem esta  
491 associadas as elevadas proporções de pectina na matéria seca (Tabela 3). Segundo

492 Pereira *et al.* (2000), alimentos que possuem altas concentrações das frações A+B1  
493 são excelentes fontes energéticas para os microrganismos ruminais resultando maior  
494 crescimento microbiano.

495 As variedades com maiores concentrações da fração B2 para os cladódios nas  
496 fenofases (Tabela 5), podem maximizar o crescimento microbiano, com maior  
497 atividade dos microrganismos que utilizam carboidratos fibrosos. Em trabalho  
498 desenvolvido por Batista *et al.* (2003), os valores da fração B2, identificados na palma  
499 gigante foi de 145,0 g/kg MS, enquanto que na palma IPA-20, foi de 113,0 g/kg MS,  
500 valores esses inferiores aos verificados na atual pesquisa nas mesmas variedades.

501 Os maiores valores da fração C (Tabela 5) para o estágio maduro podem resultar  
502 na diminuição da digestibilidade desses cladódios nessa fenofase. Segundo Van Soest  
503 (1994), a fração C promove menor disponibilidade energética do alimento, por sua  
504 característica indigestível, promovendo menor consumo potencial por unidade de  
505 tempo.

506 Os maiores volumes de gases *in vitro* verificados nos cladódios da palma Orelha  
507 de elefante africana (Tabela 6) podem estar associados a baixa concentração da fração  
508 indigestível (fração C), com maior disponibilidade de carboidratos de rápida e lenta  
509 digestão. Já os volumes de gases para a palma gigante, com maior volume nos  
510 cladódios do estágio jovem, estão relacionados a maior concentração de CNF neste  
511 estágio em comparação aos demais.

512 Os menores volumes de gases ajustados pelo modelo bicompartimental ( $V_{12}$ )  
513 (Tabela 6), nos cladódios da palma IPA-20, pode estar relacionado a alta concentração  
514 de fração C, para a mesma (Tabela 5), que diminui as concentrações de carboidratos  
515 digestíveis.

516 No volume de gás produzido pela degradação dos CNF, na palma F-08,  
517 possivelmente foi devido à baixa concentração da fração C, pois de todas as variedades  
518 estudadas e para os cladódios do referido estádio, essa foi a que apresentou menor  
519 valor da fração C (tabela 5), além disso a maior parte das frações de CHOT e CNF  
520 encontram-se nos cladódios desse estádio.

521 Os maiores volumes de gás pela fração B2, para a palma Orelha de elefante  
522 africana nos cladódios das três fenofases, provavelmente é devido aos altos teores de  
523 carboidratos de lenta degradação da fração B2 presente nessa variedade, que são  
524 passíveis de degradação pelos microrganismos ruminais.

525 A maior digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria seca (Tabela 6) nos  
526 cladódios das variedades Orelha de elefante mexicana e Orelha de elefante africana  
527 pode estar relacionada aos menores valores de FDA, nessas variedades. Segundo  
528 Moraes *et al.* (2008), quanto menores concentrações de FDA no alimento, maior será  
529 a digestibilidade do mesmo, e que também está relacionada a menor lignificação da  
530 parede celular da planta.

531 De modo geral, observou-se alta digestibilidade da matéria seca nos cladódios  
532 das variedades em todos os estádios, o que está relacionada em maior parte com as  
533 grandes concentrações de carboidratos solúveis presente em seus tecidos. Esses  
534 resultados são similares aos relatados por Batista *et al.* (2003), que obtiveram uma  
535 média de digestibilidade de 814,0 g/kg MS, e 806 g/kg MS, para as palmas gigante e  
536 IPA-20, respectivamente.

537 A produção de gases a partir das 10 horas de incubação das variedades (Figura  
538 2), provavelmente deve-se à maior quantidade de carboidratos não fibrosos e  
539 carboidratos digestíveis presentes nos cladódios em fenofase jovem, que por estarem  
540 em desenvolvimento, ainda armazenam maiores proporções de carboidratos



541 digestíveis, e que podem ser confirmados pela maior presença de carboidratos nas  
542 frações A+B1 (Tabela 5) e menor presença de fibra em detergente ácido nessa fase  
543 (Tabela 4).

544

#### 545 CONCLUSÃO

546 A composição químico-bromotológica varia nos cladódios dos diferentes estádios  
547 fenológicos da palma forrageira. Os cladódios jovem e intermediário apresentam  
548 maiores concentrações de carboidratos não fibrosos do que os maduros.

549 A palma apresenta alta digestibilidade da matéria seca, independente da  
550 variedade, com maior evidencia nos cladódios da fenofase jovem.

551 Devido a variação na quantidade de carboidratos fibrosos e não fibrosos nos  
552 estádios fenológicos, a palma apresenta diferença no volume de gás nas diferentes  
553 variedades.

554 As variedades Orelha de elefante africana, Orelha de elefante mexicana e F-08  
555 apresentam maior digestibilidade da matéria seca. Todas as variedades apresentam alta  
556 concentração de pectina.

## REFERÊNCIAS

- ABIDI, S., SALEM, H.B., VASTAB, V. & PRIOLOB, A. (2009). Supplementation with barley or spineless cactus (*Opuntia ficus indica f. inermis*) cladodes on digestion, growth and intramuscular fatty acid composition in sheep and goats receiving oaten hay. *Small Ruminant Research*, 87, 9-16.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*. 15<sup>th</sup> Ed. AOAC, Arglington, USA, 745 p.
- BALSALOBRE, M.A.A., CORSI, M., SANTOS, P.M., VIEIRA, I. & CÁRDENAS, M.R. (2003). Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim-tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. *Revista Brasileira Zootecnia*, 32, 519-528.
- BATISTA, A.M., MUSTAFA, A.F., WANG, Y., SOITA, H. & MCKINNON, J.J. (2003). Effects of variety on chemical composition, *in situ* nutrient disappearance and *in vitro* gas production of spineless cacti. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 140-145.
- BATISTA, A.M.V., RIBEIRO NETO, A.C., LUCENA, R.B., SANTOS, D.C., DUBEUX JÚNIOR, J.B. & MUSTAFA, A. (2009). Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in northeastern Brazil. *Rangeland Ecol Manage*, 62, 297-301.
- BISPO, S.V; FERREIRA, M.A; VERAS, A.S.C; BATISTA, A.M.V; PESSOA, R.A.S; BLEUEL, M.P. (2007). Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante: efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1902-1909.
- DONATO, P.E.R., PIRES, A.J.V., DONATO, S.L.R., SILVA, J.A. & AQUINO, A.A. (2014). Valor nutritivo da palma forrageira ‘gigante’ cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. *Revista Caatinga*, 17, 163-172.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B., ARAÚJO FILHO, J.T., SANTOS, M.V.F., LIRA, M.A., SANTOS, D.C., PESSOA, R.A.S. (2010). Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira-Clone IPA-201. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5, 129-135.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (2006). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro, 306p.
- GOERING, H.K. & VAN SOEST, P.J. (1970). *Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)*. Washington, DC: USDA. (Agricultural Handbook, 379).
- HALL, M.B. & AKINYODE, A. (2000). Cottonseed hulls working with a novel fiber source. In: Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, 11, 2000, Gainesville. *Proceedings...* Gainesville, p.179-186.
- HOLDEN, L. A. (1999). Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. *Journal of Dairy Science* 82, 1791-1794.
- IPA-INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO. *Sessões de Índice Pluviométrico*. Disponível em: <[http://www.ipa.br/indice\\_pluv.php#calendario\\_indices](http://www.ipa.br/indice_pluv.php#calendario_indices)> acesso em: 01 maio de 2017.
- INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Estações Convencionais*. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais> > acesso em: 03 maio 2017.
- MELO, A. A. S, FERREIRA, M.A., VERÁS, A. S.C., LIRA, M.A., LMA, L.E., VIELA,

- M.S., MELO, E.O.S. & ARAÚJO, P.R.B. (2003). Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 727-736.
- MELLO, A.C.L., LIRA, M.A., DUBEUX JÚNIOR, J.C.B., SANTOS, M.V.F., FERREIRA, R.L.C. & CUNHA, M.V. (2006). Degradação ruminal da matéria seca de clones de capim-elefante em função da relação folha/colmo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 1316-1322.
- MOHAMED-YASSEEN, Y., BARRINGER, S.A. & SPLITTSTOESSER, W.E. (1996). A note on the uses of *Opuntia* spp. in Central/North America. *Journal of Arid Environments*, 32, 347-353.
- MOKOBOKI, K. & SEBOLA, N. (2017). Chemical composition and feed intake of *Opuntia* cladodes varieties offered to goats. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 32, 5096-5103.
- MORAES, G.J., COSTA, C., MEIRELLES, P.R.L., OLIVEIRA, K., AURELIO, M., ROSALES, L.A. & SANTOS, T.A.B. (2008). Produtividade e valor nutritivo das plantas de milho de textura dentada ou dura em três estádios de colheita para silagem. *Boletim de Indústria Animal*, 65, 155-166.
- MOURA, J. G. (2012). *Valor nutritivo e características anatômicas de variedades de palma forrageira (Nopalea sp. e Opuntia sp.) com diferentes níveis de resistência à cochonilha do carmim (Dactylopius opuntiae Cockerell)*. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia.) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- PEREIRA, E.S., QUEIROZ, A.C., PAULINO, M.F., CECON, P.R., VALADARES FILHO, S.C., MIRANDA, L.F., FERNANDES, A.M. & CABRAL, L.S. (2000). Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação *in vitro* da cana-de-açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 1887-1893.
- PESSOA, R.A.S., LEÃO, M.I., FERREIRA, M., VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D & QUEIROZ, A.C. (2009). Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e uréia associados a diferentes suplementos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 941-947.
- RAMOS, A.O., FERREIRA, M.A., VÉRAS, A.S.C., COSTA, S.B.M., CONCEIÇÃO, M.G., SILVA, E.C., SALLA, L.E. & SOUZA, A.R.D.L. (2013). Diferentes fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira na alimentação de ovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14, 648-659.
- REIS, R. A., BERTIPAGLIA, L. M. A., FREITAS, D., MELO, G. M. P. & BALSALOBRE, M. A. A. (2004). *Suplementação protéica energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas*. In.: Pecuária de corte intensiva nos trópicos. 1ª ed. Piracicaba: FEALQ, v.1, p. 171- 226.
- RODRIGUES, A.M., PITACAS, F.I., REIS, C.M.G. & BLASCO, M. (2016). Nutritional value of *Opuntia ficus-indica* cladodes from portuguese ecotypes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22, 40-45.
- SANTOS, D.C., SANTOS, M.V.M., FARIAS, I., DIAS, F.M. & LIRA, M.A. (2001). Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 30, 12-17.
- SENGER, C. C. D., KOZLOSKI, G.V., BONNECARRERE SANCHEZ, L.M., MESQUITA, F.R., ALVES, T.P. & CASTAGNINO, D.S. (2008). Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology* 146, 169-174.

- SILVA, V.L., COSTA, L.S., BASTOS, M.P.V., FACURI, L.M.A.M., REGO JÚNIOR, N.O. & SILVA, M.V. (2011). Caracterização físico-química e bioquímica do farelo de palma forrageira redonda (*Opuntia ficus*) utilizado na alimentação de ruminantes. *Pubvet* 5, 1-13.
- SILVA, R.R. & SAMPAIO, E.V.S.S. (2015). Palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera* : sistemas de produção e usos. *Revisão Científica* 2, 131-141.
- SCHOFIELD, P., PITT, R. E. & PELL, A. N. (1994). Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. *Journal of Animal Science*, 72, 2980-2991.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J., FOX, D.G. & RUSSEL, J.B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70, 3562-3577.
- TILLEY, J. M. A., TERRY, R. A. (1963). A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal British of Grassland Society*, 18, 104-111.
- THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; McALLAN, A. B.; FRANCE, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feed. *Animal Feed Science and Technology*, 48 185-197.
- URBIOLA, M.H., TERRERO, E.P. & GARCÍA, M.E.R. (2011). Chemical analysis of nutritional content of Prickly Pads (*Opuntia ficus indica*) at Varied ages in an organic harvest. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8, 1287-1295.
- URUH, J.B. (2004). Biologia de gramas de estação quente. In: II SIGRA – Simpósio sobre gramados – “Manejo de Gramas na Produção e em Gramados Formados”, Maio, 2004, Botucatu- São Paulo, *Anais...* Faculdade de Ciências Agronômicas.
- VAN SOEST, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Cornell, 476p.
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B. & LEWIS, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- VALENTE, T.N.P., DETMAN, E., QUEIROZ, A.C., VALADARES FILHO, S.C., GOMES, D.I. & FIGUEIRAS, J.F. (2011). Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 2565-2573.
- VELÁSQUEZ, P. A. T., BERCHIELLI, T.T., REIS, R.A.; RIVERA, A.R., DIAN, P.H.M. & TEXEIRA, I.A.M.A. (2010). Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade *in vitro* de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 1206-1213.
- VILELA, M, S., FERREIRA, M. A., AZEVEDO, M., MODESTO, E.C., FARIAS, I., GUIMARES, A.V. & BISPO, S.V. (2010). Effect of processing and feeding strategy of the spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill.) for lactating cows: Ingestive behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, 125, 1-8.
- WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; VÉRAS, A.S.C.; BISPO, S.V.; SILVA, F.M.; SANTOS, V.L.F. (2010). Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13, 444-456.

Tabela 2. *Variedades de palma forrageira, do gênero Opuntia*

Gênero	Espécie	Variedade	Nome vulgar
	<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill	IPA -100003	IPA-20
	<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill	IPA-100001	Gigante
<i>Opuntia</i>	<i>Opuntia stricta</i> Haw	IPA- 200016	Orelha de elefante Mexicana
	<i>Opuntia undulata</i> Griffiths	IPA- 200174	Orelha de elefante Africana
	<i>Opuntia atropes</i> Rose	IPA- 200008	F-08

Tabela 3. Composição químico-bromatológica de variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia* em função de diferentes fases fenológicas

Fenofases	Variedades					EPM	P Valor
	OEM	OEA	Gigante	IPA 20	F08		
<b>Matéria Seca (g/kg Matéria Natural)</b>							
Jovem	90,9±7,1	113,5±35,9	95,2±12,6	99,8±9,0	109,1±18,6	4,9	0,6
Intermediário	92,8±16,0	97,7±22,9	93,1±7,5	98,4±13,4	98,0±11,7	3,5	0,9
Maduro	106,9±13,3	113,7±21,6	105,2±6,9	114,7±6,7	111,8±1,9	2,9	0,8
EPM	4,4	8,6	3,2	3,8	4,2		
P Valor	0,3	0,7	0,3	0,1	0,4		
<b>Umidade (g/kg Matéria Natural)</b>							
Jovem	909,1±7,1	886,5±35,9	904,8±12,6	900,2±9,0	890,9±18,6	4,9	0,6
Intermediário	907,2±16,0	902,3±22,9	906,9±7,5	901,6±13,4	902,0±11,7	3,5	0,9
Maduro	893,1±13,3	886,3±21,6	894,8±12,6	885,5±6,7	888,2±1,9	2,9	0,8
EPM	4,4	8,6	3,2	3,8	4,2		
P Valor	0,3	0,7	0,3	0,1	0,4		
<b>Matéria Mineral (g/kg Matéria Seca)</b>							
Jovem	110,8±6,5	117,4±24,1	111,2±22,3	95,5±6,8	133,5±14,6A	4,7	0,1
Intermediário	120,0±23,5	107,7±15,9	102,3±14,7	93,9±5,8	130,5±13,8AB	4,7	0,08
Maduro	107,6±15,6ab	117,5±15,2a	111,5±14,2a	82,8±6,2b	102,0±10,1abB	4,0	0,04
EPM	5,3	5,8	5,4	2,5	5,8		
P Valor	0,7	0,7	0,8	0,07	0,03		
<b>Matéria Orgânica (g/kg Matéria Seca)</b>							
Jovem	889,2±6,5	882,6±24,1	888,8±22,3	904,5±6,8	866,5±14,6B	4,7	0,1
Intermediário	880,0±23,5	892,3±15,9	897,7±14,7	906,1±5,8	869,5±13,8AB	4,7	0,08
Maduro	892,4±15,6ab	882,5±15,2b	888,5±14,2ab	917,2±6,2a	898,0±10,1abA	3,8	0,04
EPM	5,3	5,8	5,4	2,5	5,8		
P Valor	0,7	0,7	0,8	0,07	0,03		
<b>Extrato etéreo (g/kg Matéria Seca)</b>							
Jovem	16,7±2,2	15,5±3,6	17,4±0,6	18,4±1,5	14,9±2,7	0,6	0,4
Intermediário	15,5±1,8	15,9±3,3	15,0±2,2	17,4±2,0	17,2±1,4	0,6	0,6
Maduro	14,1±1,6	13,8±2,7	15,2±3,8	15,2±0,8	14,7±2,8	0,6	0,9
EPM	0,6	1,0	0,8	0,6	0,8		
P Valor	0,3	0,7	0,5	0,08	0,4		
<b>Proteína bruta (g/kg Matéria Seca)</b>							
Jovem	56,5±11,6	59,3±10,0	47,5±4,0	42,6±11,6	44,3±3,4	2,5	0,1
Intermediário	55,7±16,3	56,7±4,5	51,4±1,5	48,0±6,2	48,5±1,9	2,0	0,6
Maduro	47,3±9,3	52,2±2,0	50,1±2,8	45,5±6,2	47,0±5,0	1,4	0,6
EPM	4,0	2,1	1,0	2,6	1,2		
P Valor	0,6	0,4	0,3	0,7	0,4		

OEM=Orelha de Elefante Mexicana; OEA=Orelha de Elefante Africana; EPM=erro padrão da média; Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem ( $P<0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem ( $P<0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Compostos fibrosos de variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia* em função de diferentes fases fenológicas

Fenofases	Variedades					EPM	P Valor
	OEM	OEA	Gigante	IPA 20	F 08		
<b>Pectina (g/kg de matéria seca)</b>							
Jovem	212,8±73,7	203,9±19,6	128,0±37,5	136,0±44,4	139,3±40,5	13,6	0,1
Intermediário	180,1±17,2a	185,4±27,8a	98,0±14,4b	144,3±51,1ab	132,5±28,9ab	10,2	0,02
Maduro	210,1±41,4a	153,5±18,7ab	133,7±2,8b	169,9±27,2ab	174,5±33,1ab	8,6	0,05
EPM	15,7	9,2	8,4	13,4	11,8		
P Valor	0,7	0,06	0,2	0,6	0,3		
<b>Fibra em detergente neutro (g/kg Matéria Seca)</b>							
Jovem	146,7±13,0bB	220,0±44,5aB	266,2±25,0aC	245,0±16,9aB	255,7±13,8aB	11,4	0,0003
Intermediário	172,6±5,8bB	289,4±21,5aAB	331,4±38,3aB	301,8±38,2aB	300,9±29,2aB	14,3	<0,0001
Maduro	310,7±62,7bA	360,3±28,4abA	417,5±8,1aA	374,7±27,1abA	389,6±22,0abA	11,4	0,02
EPM	24,4	19,9	20,4	18,2	18,1		
P Valor	0,0009	0,002	0,0002	0,001	0,0002		
<b>Hemicelulose (g/kg Matéria Seca)</b>							
Jovem	17,7±13,4bB	116,2±5,1aB	107,5±17,5aB	99,6±10,4aB	114,1±17,1a	9,1	<0,0001
Intermediário	45,2±18,9bB	157,9±46,7aAB	159,4±36,1aB	142,2±31,9aAB	142,4±28,8a	12,5	0,004
Maduro	143,7±58,2A	185,9±10,8A	216,6±16,7A	175,5±37,4A	162,9±15,8	9,4	0,1
EPM	19,6	12,0	15,4	12,8	8,8		
P Valor	0,005	0,04	0,002	0,03	0,06		
<b>Fibra em detergente ácido (g/kg Matéria Seca)</b>							
Jovem	129,0±8,4bB	123,8±13,3b	158,6±15,8aB	145,4±10,5abB	141,5±8,1abB	3,9	0,02
Intermediário	127,4±18,1bB	131,4±26,1ab	172,0±16,3aAB	159,6±11,3abB	158,5±9,9abB	5,6	0,03
Maduro	167,0±4,5bA	174,4±35,2b	200,9±11,5abA	199,1±20,6aA	226,7±16,3abA	6,7	0,02
EPM	6,6	10,4	6,9	8,2	11,7		
P Valor	0,004	0,09	0,02	0,004	<0,0001		
<b>Celulose (g/kg Matéria Seca)</b>							
Jovem	122,4±8,3B	114,0±14,0	131,4±12,2B	121,3±10,6	121,7±6,2B	2,7	0,4
Intermediário	119,4±17,1B	120,5±24,9	141,7±15,6B	137,3±12,6	138,1±11,0B	4,4	0,4
Maduro	151,7±2,3bA	158,1±30,0ab	172,0±9,6abA	163,1±28,6ab	203,9±14,2aA	6,2	0,05
EPM	5,5	9,3	6,4	7,7	11,2		
P Valor	0,01	0,1	0,009	0,07	<0,0001		
<b>Lignina digerida em ácido (g/kg Matéria Seca)</b>							
Jovem	6,6±1,1cB	9,7±1,9c	27,2±3,9a	24,1±1,6abAB	19,9±2,4b	1,9	<0,0001
Intermediário	8,0±1,6cB	10,9±1,4c	30,3±1,6a	22,3±4,1bB	20,5±4,0b	2,0	<0,0001
Maduro	15,4±2,9bA	16,3±5,9b	28,9±6,5ab	36,0±8,8aA	22,8±2,8ab	2,2	0,003
EPM	1,3	1,4	1,4	2,5	1,0		
P Valor	0,001	0,1	0,7	0,03	0,5		

OEM=Orelha de Elefante Mexicana; OEA=Orelha de Elefante Africana; EPM=erro padrão da média; Médias seguidas de letras minúscula diferentes na linha diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúscula diferentes na coluna diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Concentrações de CHOT e CNF, e das frações dos carboidratos de variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia* em função de diferentes fases fenológicas

Fenofases	Variedades					EPM	P Valor
	OEM	OEA	Gigante	IPA- 20	F- 08		
<b>CHOT (g/kg Matéria Seca)</b>							
Jovem	812,4±16,1B	807,7±32,9	836,1±11,6	843,6±10,6	807,4±17,7	5,7	0,1
Intermediário	836,0±3,7abA	819,7±23,3ab	827,5±3,2ab	840,7±11,5a	803,8±15,9b	4,3	0,04
Maduro	831,6±4,7abAB	816,5±17,2b	843,3±12,8ab	856,6±11,7a	836,3±14,8ab	4,2	0,02
EPM	4,3	7,7	3,6	4,0	6,6		
P Valor	0,04	0,8	0,2	0,2	0,07		
<b>CNF (g/kg Matéria Seca)</b>							
Jovem	665,7±15,4aA	567,7±37,5bA	570,0±27,0bA	598,6±23,5bA	551,7±18,7bA	11,0	0,0005
Intermediário	663,4±8,0aA	530,3±29,7bAB	496,1±40,6bB	538,9±38,4bAB	502,9±32,7bA	15,7	<0,0001
Maduro	520,9±65,4aB	456,1±39,6abB	425,8±17,3bC	481,9±29,5abB	446,8±8,6abB	11,4	0,06
EPM	23,6	17,7	19,9	17,1	14,6		
P Valor	0,001	0,01	0,0008	0,004	0,0009		
<b>Frações dos carboidratos totais</b>							
<b>A+B1 (g/kg CHOT)</b>							
Jovem	819,5±14,8aA	702,2±21,0bA	681,6±30,0bA	709,4±21,7bA	683,3±16,2bA	12,7	<0,0001
Intermediário	793,6±7,3aA	646,8±27,1bA	599,4±47,3bB	641,0±45,0bA	625,5±37,2bA	17,7	<0,0001
Maduro	626,1±76,4B	558,1±39,8B	504,7±14,0C	562,5±32,4B	534,5±18,8B	13,4	0,04
EPM	29,2	20,1	24,0	20,8	20,0		
P Valor	0,001	0,0008	0,0004	0,002	0,0002		
<b>B2 (g/kg CHOT)</b>							
Jovem	125,9±16,2cB	247,5±19,7abB	242,1±23,8abB	208,0±15,1b	279,3±21,4a	12,8	<0,0001
Intermediário	142,3±8,6bB	293,7±33,1aAB	313,7±47,3aAB	260,0±37,2a	322,4±38,8a	17,1	<0,0001
Maduro	257,4±66,8bA	327,8±33,1abA	364,4±22,0bA	275,5±50,6ab	328,9±15,1ab	13,1	0,04
EPM	21,4	13,3	18,1	14,2	10,5		
P Valor	0,006	0,02	0,005	0,1	0,1		
<b>C (g/kg CHOT)</b>							
Jovem	54,6±7,2bcB	50,2±3,0cB	76,3±14,4abB	82,5±9,9aB	37,4±5,6cB	4,4	<0,0001
Intermediário	64,1±6,8bcB	59,5±7,3cB	86,8±14,7abB	99,0±12,2aB	52,1±9,5cB	4,7	0,0003
Maduro	116,5±16,9A	114,1±43,5A	130,8±18,1A	161,9±26,2A	136,6±30,5A	7,7	0,3
EPM	8,9	11,5	8,6	11,6	14,3		
P Valor	0,0002	0,03	0,005	0,0009	0,0002		

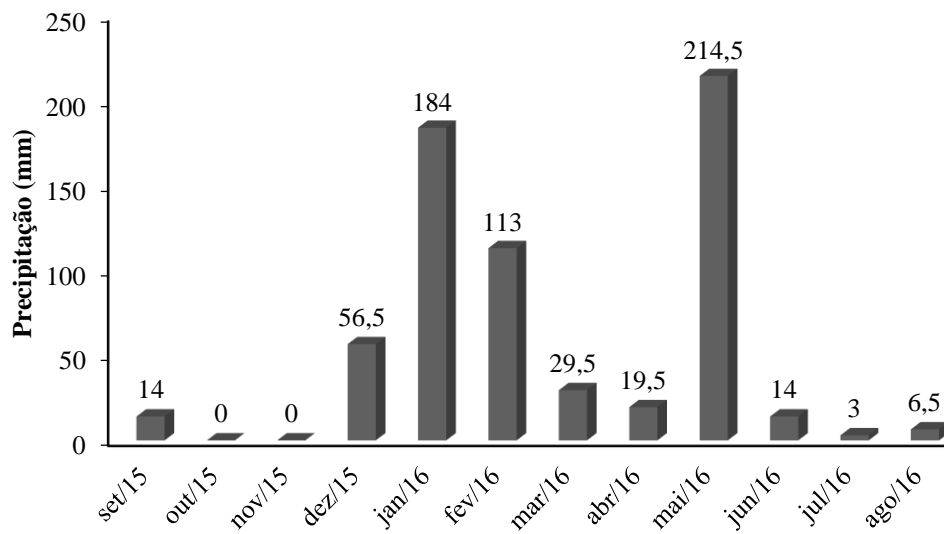
OEM=Orelha de Elefante Mexicana; OEA=Orelha de Elefante Africana; CHOT=carboidratos totais; EPM=erro padrão da média; Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey.



Tabela 6. Cinética de produção de gás *in vitro* e digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria seca de palma forrageira do gênero *Opuntia* em função de diferentes fases fenológicas

Fenofases	Variedades					EPM	P Valor
	OEM	OEA	Gigante	IPA 20	F 08		
<b>Volume total de gás produzido (mL/gMS)</b>							
Jovem	302,8±10,0	320,9±21,7	323,6±4,9A	286,1±15,9	307,5±22,9	4,9	0,09
Intermediário	286,7±14,5b	326,5±22,7a	301,6±3,0abB	285,9±4,6b	300,4±14,9ab	4,6	0,02
Maduro	282,5±14,2b	327,9±22,6a	301,8±5,5abB	274,5±10,7b	276,4±6,0b	5,5	0,0009
EPM	4,7	6,8	3,4	3,8	6,3		
P Valor	0,2	0,9	0,0003	0,4	0,09		
<b>Produção total ajustada pelo modelo bicompartimental (mL/gMS)</b>							
Jovem	300,5±9,8ab	313,2±14,6ab	320,2±4,9aA	280,0±15,2b	300,9±22,9ab	4,6	0,04
Intermediário	285,4±13,7b	325,3±22,3a	298,9±2,5abB	280,6±4,8b	294,2±14,5ab	4,7	0,01
Maduro	279,8±13,5b	326,0±23,8a	299,5±5,0abB	270,1±10,4b	271,3±5,7b	5,8	0,0006
EPM	4,6	6,5	3,2	3,6	6,1		
P Valor	0,2	0,7	0,0003	0,4	0,1		
<b>Volume de gás produzido pela degradação dos CNF (mL/gMS)</b>							
Jovem	200,2±5,8abA	189,1±17,0b	214,9±7,5abA	199,0±10,8abA	223,1±19,0aA	4,0	0,04
Intermediário	186,8±7,2AB	196,2±22,1	193,4±4,9B	193,0±7,3A	205,6±13,2A	3,2	0,5
Maduro	181,4±10,5B	180,7±10,6	186,2±8,9B	171,3±8,8B	165,5±14,0B	3,0	0,2
EPM	3,4	5,5	4,3	4,5	8,6		
P Valor	0,05	0,6	0,002	0,01	0,004		
<b>Taxa de degradação da fração de rápida digestão (/h)</b>							
Jovem	0,15±0,0bc	0,12±0,01c	0,14±0,01cA	0,18±0,02aA	0,18±0,02ab	0,007	0,0001
Intermediário	0,14±0,01ab	0,12±0,0c	0,13±0,01bcB	0,16±0,02abAB	0,17±0,03a	0,006	0,004
Maduro	0,13±0,01ab	0,11±0,01b	0,12±0,01abB	0,14±0,01abB	0,14±0,01a	0,004	0,02
EPM	0,03	0,003	0,003	0,008	0,008		
P Valor	0,2	0,7	0,02	0,03	0,1		
<b>Lag time (h)</b>							
Jovem	3,8±0,2bc	3,7±0,4bc	3,2±0,3c	5,1±0,2a	4,6±0,5ab	0,2	<0,0001
Intermediário	3,9±0,4bc	3,8±0,3bc	3,4±0,3c	4,9±0,2a	4,5±0,3ab	0,1	0,0002
Maduro	3,8±0,2	3,7±0,8	3,4±0,2	5,2±0,3	3,5±1,5	0,2	0,08
EPM	0,08	0,2	0,08	0,08	0,3		
P Valor	0,9	0,9	0,5	0,6	0,3		
<b>Volume de gás produzido pela degradação dos CF (mL/gMS)</b>							
Jovem	100,3±5,6bc	124,1±15,8a	105,2±5,3ab	81,0±9,1cB	77,8±5,3cB	4,4	<0,0001
Intermediário	98,6±8,7b	129,0±1,8a	105,5±5,4b	87,6±7,7bAB	88,6±10,0bAB	3,8	<0,0001
Maduro	98,5±12,2b	145,4±25,4a	113,3±3,9ab	98,9±3,4bA	105,7±9,8bA	5,0	0,004
EPM	2,8	5,9	1,8	3,1	4,3		
P Valor	0,9	0,3	0,1	0,04	0,01		
<b>Taxa de degradação da fração de lenta digestão (/h)</b>							
Jovem	0,04±0,0b	0,04±0,01b	0,04±0,0b	0,04±0,0b	0,05±0,01a	0,001	0,03
Intermediário	0,04±0,01	0,04±0,0	0,04±0,0	0,04±0,01	0,04±0,0	0,001	0,1
Maduro	0,04±0,0	0,04±0,01	0,04±0,01	0,04±0,0	0,04±0,0	0,0007	0,05
EPM	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001		
P Valor	0,1	0,7	0,7	0,7	0,3		
<b>Digestibilidade <i>in vitro</i> verdadeira (g/kg MS)</b>							
Jovem	912,4±12,0aA	904,3±16,5a	871,3±10,1bA	874,2±6,6bA	911,0±9,4aA	4,9	0,0005
Intermediário	903,9±5,5aA	908,9±12,3a	862,1±19,7bA	856,1±12,9bA	906,2±9,1aA	6,1	0,0001
Maduro	852,4±15,6B	858,7±45,2	820,3±14,5B	798,0±19,8B	826,1±21,1B	7,8	0,07
EPM	8,7	11,0	8,1	10,7	12,5		
P Valor	0,0003	0,1	0,006	0,0003	<0,0001		

OEM=Orelha de Elefante Mexicana; OEA=Orelha de Elefante Africana; CNF=carboidratos não fibrosos; CF=carboidratos fibrosos; EPM=erro padrão da média; Médias seguidas de letras minúscula diferentes na linha diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúscula diferentes na coluna diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey.



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica mensal do município de Arcoverde-PE, no período de setembro de 2015 a agosto de 2016, de acordo com IPA, 2017.

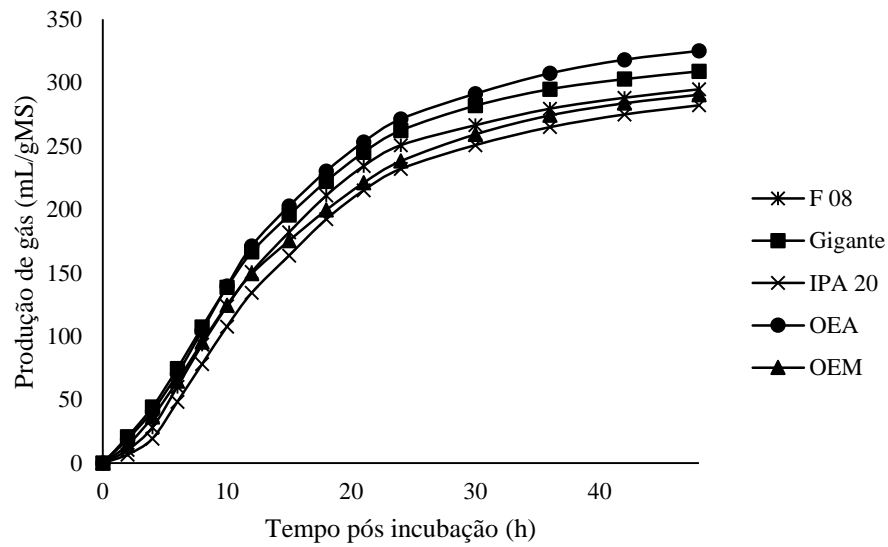


Figura 2. Curvas de produção de gás *in vitro* das variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia* em diferentes fenofases. OEM=Orelha de Elefante Mexicana; OEA=Orelha de Elefante Africana.

## APÊNDICE I

Fonte: Acervo do autor



Figura 1. *Opuntia ficus-indica* Mill (IPA-20) e estádios fenológicos dos cladódios.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 2. *Opuntia ficus-indica* Mill (Gigante) e estádios fenológicos dos cladódios.

Fonte: Acervo do autor



Figura 3. *Opuntia stricta* Haw (Orelha de elefante Mexicana) e estádios fenológicos dos cladódios.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 4. *Opuntia undulata* (Orelha de elefante Africana) e estádios fenológicos dos cladódios.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 5. *Opuntia atropes* Rose (F-08).

## APÊNDICE II

Tabela A1. Composição químico-bromatológica de variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia* em função de diferentes fases fenológicas

Amostra	Repetição	Fenofases	MS/kg MN	MM g/kg MS	MO g/kg MS	EE g/kg MS	PB g/kg MS	FDN g/kg MS	FDA g/kg MS	LDA g/kg MS	Hem g/kg MS	Cel g/kg MS	Pectina g/kg MS
O. E. M	1	Maduro	97,613118	120,21745	879,78255	16,2222	56,02383	379,7911	172,3787	17,09371	207,41243	154,56856	169,35125
O. E. M	2	Maduro	126,69573	89,896907	910,10309	13,1199	35,65213	333,837	167,6133	15,85053	166,2237	152,393	271,68808
O. E. M	3	Maduro	92,440465	125,85335	874,14665	15,007	56,78046	209,1513	159,9151	10,51599	49,236241	146,39907	175,30001
O. E. M	4	Maduro	110,9453	94,62399	905,37601	12,2114	40,81883	320,1538	168,1943	18,03493	151,95951	150,97809	223,9792
O. E. M	1	Intermediário	84,937169	137,46532	862,53468	15,715	64,92291	179,1889	149,9766	10,21776	29,212292	137,20992	162,91731
O. E. M	2	Intermediário	114,19331	97,300658	902,69993	16,109	36,01598	177,3204	103,8133	8,026253	73,507143	127,05807	208,64049
O. E. M	3	Intermediário	71,626966	148,73187	851,26813	17,5475	77,42256	165,7324	138,7714	8,059714	26,960962	134,25788	176,35044
O. E. M	4	Intermediário	100,54699	96,370463	903,62954	12,5868	44,57146	167,9686	116,952	5,801284	51,016546	109,70642	172,50565
O. E. M	1	Jovem	88,372007	114,55947	885,44053	15,8554	64,62647	141,5311	124,7508	6,705544	16,780272	117,24224	238,86685
O. E. M	2	Jovem	101,19518	100,86515	899,13485	17,5267	41,48007	150,2928	143,4063	6,596811	6,8864399	121,04625	321,39475
O. E. M	3	Jovem	81,582522	118,08678	881,91323	19,6861	70,4356	129,6929	122,376	4,977068	7,3168692	116,33897	135,99992
O. E. M	4	Jovem	92,606196	109,88782	890,11218	13,5887	49,51176	165,3778	125,3973	8,057298	39,980502	126,26634	154,93225
O.E.A	1	Maduro	99,556792	112,97249	887,02751	12,5356	55,21628	343,46705	139,07369	11,289431	204,39336	183,92482	161,7875
O.E.A	2	Maduro	139,9311	98,937896	901,0621	10,9099	52,69419	325,88665	143,23871	12,921497	182,64794	172,63725	178,04117
O.E.A	3	Maduro	86,448159	141,22983	858,77017	18,2358	51,062015	370,98375	191,69404	14,716486	179,28972	157,2532	127,23628
O.E.A	4	Maduro	128,80574	116,81211	883,18789	13,589	50,000825	400,97869	223,6471	26,287089	177,33159	174,2581	146,99392
O.E.A	1	Intermediário	89,565211	101,41881	898,58119	16,5332	56,327434	302,97745	110,56744	9,617185	192,41001	160,50908	202,07459
O.E.A	2	Intermediário	126,66087	85,651537	914,34846	10,5263	49,394045	280,33111	128,32131	9,8266915	152,0098	127,12579	171,7919
O.E.A	3	Intermediário	65,254143	128,25535	871,74465	19,3751	59,774555	259,08458	175,00465	13,185258	84,079936	125,45328	147,58098
O.E.A	4	Intermediário	109,26056	115,421	884,579	17,3529	61,143479	315,0902	111,83399	10,983726	203,25621	153,54709	219,96834
O.E.A	1	Jovem	90,76992	95,803642	904,19636	19,5704	56,540974	143,9095	106,5405	9,1881537	117,28801	132,25437	237,21066
O.E.A	2	Jovem	124,54815	91,236871	908,76313	11,5372	46,968793	244,11162	120,00125	9,146645	124,11037	122,85855	193,59263
O.E.A	3	Jovem	72,021109	144,24765	855,75235	12,3092	58,982735	255,68453	143,78871	7,7126383	111,89582	119,65109	197,70219
O.E.A	4	Jovem	166,46235	138,43966	861,56034	18,5505	74,843276	236,3748	124,73136	12,854217	111,64344	154,32719	186,90162



Continuação Tabela 1A...

Amostra	Repetição	Fenofases	MS/kg MN	MM g/kg MS	MO g/kg MS	EE g/kg MS	PB g/kg MS	FDN g/kg MS	FDA g/kg MS	LDA g/kg MS	Hem g/kg MS	Cel g/kg MS	Pectina g/kg MS
Gigante	1	Maduro	94,665201	946,65201	898,91395	18,8867	51,77298	411,93368	207,26791	23,343086	204,66577	127,78426	137,61074
Gigante	2	Maduro	103,34651	1033,4651	915,67901	10,8741	45,189496	408,12923	198,84348	26,206231	209,28575	130,31721	134,79878
Gigante	3	Maduro	110,42918	1104,2918	904,31043	19,0999	51,429723	428,71008	183,36713	26,113922	245,34295	176,97755	130,20052
Gigante	4	Maduro	112,31824	1123,1824	915,67646	11,9827	52,020984	421,35741	214,15068	39,89258	207,20673	197,36001	132,1547
Gigante	1	Intermediário	94,22656	942,2656	894,57235	11,8133	51,131732	326,43699	192,8924	32,383322	133,54458	100,95025	118,40912
Gigante	2	Intermediário	90,348613	903,48613	892,97066	17,8137	50,02502	366,0964	158,37337	31,247578	207,72303	118,49462	89,70343
Gigante	3	Intermediário	104,31962	1043,1962	894,55285	14,2902	50,708792	270,77713	153,97487	28,521589	116,80226	161,81939	80,226632
Gigante	4	Intermediário	83,700282	837,00282	893,58593	16,0383	53,844479	362,23815	182,65998	29,112892	179,57816	100,85026	103,55102
Gigante	1	Jovem	100,48391	1004,8391	891,27601	17,6501	50,069048	254,25593	157,79799	25,543616	96,457943	99,485526	108,37403
Gigante	2	Jovem	103,90763	1039,0763	911,9152	17,5016	41,473193	284,81726	150,11388	27,255328	134,70339	110,85461	117,7384
Gigante	3	Jovem	102,8585	1028,585	903,57124	16,3162	46,62592	231,22036	142,40734	22,756254	88,81302	136,07608	191,39992
Gigante	4	Jovem	73,401718	734,01718	897,2797	17,9763	51,913869	294,37039	184,24708	33,38366	110,12331	112,15876	94,67064
IPA-20	1	Maduro	124,0167	75,37012	924,6299	14,13134	36,03413	394,1095	224,6747	31,66759	169,4348	193,0071	137,48494
IPA-20	2	Maduro	113,7464	87,00571	912,9943	14,66261	43,75861	373,3826	201,7795	29,71431	171,6031	172,0652	158,73807
IPA-20	3	Maduro	105,1194	78,13319	921,8668	16,11972	49,94578	331,0171	202,9044	31,46618	128,1127	171,8053	212,21107
IPA-20	4	Maduro	115,9475	90,56937	909,4306	15,79084	52,10095	400,1227	167,1102	51,207	233,0125	115,9032	171,29173
IPA-20	1	Intermediário	118,2606	85,68631	914,3137	16,42138	39,12794	285,367	155,7964	22,97795	129,5706	132,8184	167,28617
IPA-20	2	Intermediário	94,88695	93,88826	906,1117	19,07667	45,61146	367,5497	173,3972	26,18158	194,1524	147,2157	74,666983
IPA-20	3	Intermediário	80,87911	101,995	898,005	14,58399	55,7738	273,7335	165,987	15,51284	107,7465	150,4741	123,14581
IPA-20	4	Intermediário	99,55558	94,1428	905,8572	19,50762	51,3011	280,6834	143,3367	24,55801	137,3468	118,7786	212,27905
IPA-20	1	Jovem	111,9591	85,20203	914,798	17,30949	39,63963	224,1864	133,3174	25,6204	90,86906	107,697	90,060136
IPA-20	2	Jovem	95,29552	97,61131	902,3887	18,27002	47,86494	232,5781	141,5889	21,47836	90,98917	123,6837	190,36042
IPA-20	3	Jovem	87,9235	104,1612	895,8388	20,85614	25,55869	262,2589	162,0875	24,66785	100,1714	138,5723	94,512059
IPA-20	4	Jovem	104,0042	94,98902	905,011	16,96513	57,1795	260,9196	144,464	24,61324	116,4556	121,3268	169,25232

Continuação Tabela 1A...

Amostra	Repetição	Fenofases	MS/kg MN	MM g/kg MS	MO g/kg MS	EE g/kg MS	PB g/kg MS	FDN g/kg MS	FDA g/kg MS	LDA g/kg MS	Hem g/kg MS	Cel g/kg MS	Pectina g/kg MS
F-08	1	Maduro	111,3925	106,2646	893,7354	12,90424	44,68214	391,0429	239,7788	22,6579	151,2641	217,1209	202,89745
F-08	2	Maduro	108,9998	90,36898	909,631	18,26082	48,37249	407,072	244,4547	27,35267	162,6173	217,102	192,83491
F-08	3	Maduro	114,3946	94,90085	905,0992	11,29617	40,62528	407,0647	218,4123	20,24668	188,6524	198,1656	118,35507
F-08	4	Maduro	112,4722	116,2901	883,7099	16,50165	54,18155	353,1368	204,2347	20,90809	148,9021	183,3266	183,97539
F-08	1	Intermediário	88,51458	144,4549	855,5451	17,97753	48,95289	325,1461	169,3068	22,7309	155,8393	146,5759	111,45882
F-08	2	Intermediário	116,571	132,7568	867,2432	18,9598	48,83728	319,5528	144,2201	18,81388	175,3326	125,4063	182,28077
F-08	3	Intermediário	99,50778	107,7021	892,2979	16,34535	45,564	307,3754	166,0118	14,80357	141,3636	135,3465	119,46782
F-08	4	Intermediário	87,27911	137,2022	862,7978	15,32429	50,76115	251,5649	154,5806	25,50803	96,98434	129,0725	116,96811
F-08	1	Jovem	131,1506	154,0113	845,9887	18,71895	45,65826	240,2358	149,5603	23,09448	90,67552	126,4659	204,43565
F-08	2	Jovem	117,1762	125,2747	874,7253	15,75719	49,1679	277,9261	140,7949	20,7714	137,1312	120,0235	135,53879
F-08	3	Jovem	107,8179	115,2891	884,7109	11,3453	41,76754	249,9975	128,7451	16,46947	121,2524	112,2757	123,62236
F-08	4	Jovem	80,28567	139,2924	860,7076	13,85983	40,44228	254,5983	147,0782	19,08927	107,5201	127,9889	93,791616

Tabela 2A. Fracionamento de carboidratos de palma forrageira do gênero *Opuntia*

Amostra	Repetição	Fenofases	CHOT g/kg MS	A+B1 g/kg MS	B2 g/kg MS	C g/kg MS
O.E.M	1	Maduro	830,1408795	542,4980046	343,489151	114,0128441
O.E.M	2	Maduro	824,532233	595,1195065	262,931332	141,9491615
O.E.M	3	Maduro	835,772109	749,750808	155,792754	94,45643803
O.E.M	4	Maduro	836,0244827	617,0521366	267,561737	115,3861265
O.E.M	1	Intermediário	834,4249709	785,254685	146,482428	68,26288679
O.E.M	2	Intermediário	833,6816725	787,3044279	149,815333	62,88023881
O.E.M	3	Intermediário	833,4029995	801,1377634	145,25489	53,60734662
O.E.M	4	Intermediário	842,2947848	800,582184	127,730383	71,68743307
O.E.M	1	Jovem	831,1461366	829,7157959	104,393037	65,89116754
O.E.M	2	Jovem	817,8933929	816,2440667	132,125468	51,63046539
O.E.M	3	Jovem	786,7785224	835,1596239	118,805183	46,03519321
O.E.M	4	Jovem	813,7997674	796,7831223	148,269034	54,94784375
O.E.A	1	Maduro	819,2756821	580,7674262	335,181618	84,05095603
O.E.A	2	Maduro	837,458064	610,8621225	297,13481	92,00306766
O.E.A	3	Maduro	789,4723634	530,08646	378,850862	91,06267813
O.E.A	4	Maduro	819,5981021	510,7618119	299,966375	189,2718135
O.E.A	1	Intermediário	825,7205044	633,0750514	312,192717	54,73223201
O.E.A	2	Intermediário	854,428102	671,9078997	269,288694	58,80340672
O.E.A	3	Intermediário	792,5949989	673,118575	255,331067	71,55035806
O.E.A	4	Intermediário	806,082623	609,1093031	338,009852	52,88084539
O.E.A	1	Jovem	828,0849783	729,7034481	224,818686	45,47786622
O.E.A	2	Jovem	850,2570899	712,8966995	233,258334	53,844966
O.E.A	3	Jovem	784,4604637	674,063198	274,459834	51,47696811
O.E.A	4	Jovem	768,1665259	692,2870383	257,544543	50,16841828

Continuação Tabela 2A...

<b>Amostra</b>	<b>Repetição</b>	<b>Fenofases</b>	<b>CHOT g/kg MS</b>	<b>A+B1 g/kg MS</b>	<b>B2 g/kg MS</b>	<b>C g/kg MS</b>
Gigante	1	Maduro	828,2542913	502,6483048	368,396459	128,9552358
Gigante	2	Maduro	859,6153764	525,2187892	359,937479	114,8437321
Gigante	3	Maduro	833,7807635	485,823974	395,479042	118,6969842
Gigante	4	Maduro	851,6727942	505,2590501	333,844678	160,896272
Gigante	1	Intermediário	831,6273318	607,4720324	282,419517	110,1084506
Gigante	2	Intermediário	825,1319621	556,3177574	368,031344	75,65089906
Gigante	3	Intermediário	829,5538777	673,5870528	253,487826	72,92512078
Gigante	4	Intermediário	823,7031254	560,2321588	351,05567	88,71217157
Gigante	1	Jovem	823,5568296	691,2709307	225,394525	83,33454379
Gigante	2	Jovem	852,9404392	666,0760218	270,836932	63,08704654
Gigante	3	Jovem	840,6291513	724,9436811	212,698789	62,35752972
Gigante	4	Jovem	827,3894819	644,2178706	259,285684	96,49644586
IPA-20	1	Maduro	874,4644076	549,3132985	258,949255	191,737446
IPA-20	2	Maduro	854,5730739	563,0770057	272,171567	164,7514278
IPA-20	3	Maduro	855,8013097	613,2079905	215,63502	171,1569897
IPA-20	4	Maduro	841,5388441	524,5345289	355,417896	120,0475749
IPA-20	1	Intermediário	858,7643685	667,7004861	225,763115	106,5363988
IPA-20	2	Intermediário	841,4236103	563,1811804	322,813539	114,0052801
IPA-20	3	Intermediário	827,6472215	669,2630643	248,273238	82,46369805
IPA-20	4	Intermediário	835,0484748	663,8716909	243,052897	93,07541219
IPA-20	1	Jovem	857,848849	738,6644125	194,747967	66,58762022
IPA-20	2	Jovem	836,2537245	721,8809469	191,477543	86,64151054
IPA-20	3	Jovem	849,4239482	691,2508202	225,545018	83,20416195
IPA-20	4	Jovem	830,8663559	685,9668515	220,399057	93,63409122

Continuação Tabela 2A...

<b>Amostra</b>	<b>Repetição</b>	<b>Fenofases</b>	<b>CHOT g/kg MS</b>	<b>A+B1 g/kg MS</b>	<b>B2 g/kg MS</b>	<b>C g/kg MS</b>
F-08	1	Maduro	836,1490026	532,3286894	319,499614	148,171697
F-08	2	Maduro	842,9977078	517,1137396	309,085893	173,8003676
F-08	3	Maduro	853,177699	522,8840484	342,373814	134,7421374
F-08	4	Maduro	813,0267066	565,6517053	344,653965	89,69433015
F-08	1	Intermediário	788,6146889	587,6997249	349,247262	63,05301299
F-08	2	Intermediário	799,4461085	600,2822993	362,80992	36,90778057
F-08	3	Intermediário	830,3885802	629,8414931	315,256861	54,90164599
F-08	4	Intermediário	796,7123736	684,2462826	262,311503	53,44221465
F-08	1	Jovem	781,6114752	692,6403247	263,13651	44,2231653
F-08	2	Jovem	809,8001789	656,7967359	314,194797	29,00846691
F-08	3	Jovem	831,5980081	699,3769546	260,496929	40,12611673
F-08	4	Jovem	806,4055235	684,280079	279,571214	36,14870684

Tabela 3A. Pressão (psi) obtida em cada tempo de incubação *in vitro* de palma forrageira do gênero *Opuntia*

Amostra	Repetição	Fenofases	2h	4h	6h	8h	10h	12h	15h	18h	21h	24h	30h	36h	42h	48h
O.E.M	1	Maduro	2,73	3,01	3,8	4,36	4,41	4,64	4,94	4,47	4,03	3,17	4,17	2,52	2,02	1,5
O.E.M	2	Maduro	2,73	3,8	5,37	6,05	5,65	4,61	5,67	5,04	4,3	3,47	4,11	2,6	2,02	1,44
O.E.M	3	Maduro	2,5	4,27	5,37	5,67	5,62	5,18	5,31	4,6	4,13	2,9	3,61	2,65	1,96	1,51
O.E.M	4	Maduro	2,96	4,54	5,65	6,05	5,57	5,21	4,87	4,32	3,86	3,03	3,51	2,46	1,89	1,28
O.E.M	1	Intermediário	1,96	3,51	4,66	4,94	4,93	4,3	4,3	4,17	3,75	3,1	4,17	3,92	2,02	1,45
O.E.M	2	Intermediário	2,35	3,72	5,18	5,9	5,95	4,54	5,18	4,93	4,17	3,47	4,17	2,96	2,05	1,51
O.E.M	3	Intermediário	2,6	4,47	5,2	5,42	5,31	4,68	4,66	4,14	3,8	3,17	3,92	2,58	1,88	1,29
O.E.M	4	Intermediário	3,56	4,72	5,43	6,19	6,03	4,45	5,2	4,69	4,02	3,21	4,3	2,96	2,18	1,58
O.E.M	1	Jovem	2,6	4,3	5,43	5,67	5,67	4,03	5,02	4,69	4,08	3,29	4,3	2,93	2,05	1,45
O.E.M	2	Jovem	2,52	4,17	5,7	5,92	5,62	5,81	5,18	5,31	4,65	3,67	4,66	3,36	2,41	1,63
O.E.M	3	Jovem	2,71	4,61	6,23	6,74	5,96	5,12	5,01	4,94	4,17	3,42	3,91	2,52	1,78	1,34
O.E.M	4	Jovem	3,42	4,3	5,12	5,9	5,67	4,18	5,04	4,69	4,05	3,4	4,4	2,96	1,89	1,5
O.E.A	1	Maduro	3,4	3,54	5,31	6,5	6,55	5,92	5,7	4,8	3,94	2,96	3,39	2,55	2,1	1,39
O.E.A	2	Maduro	2,52	3,29	4,55	6,21	7,19	7,12	6,94	6,12	4,84	3,72	4,11	2,79	1,96	1,31
O.E.A	3	Maduro	3,17	3,91	4,8	5,9	6,45	5,5	5,54	5,12	4,3	3,29	3,4	2,71	2,16	1,64
O.E.A	4	Maduro	5,81	5,7	6,68	7,82	7,32	6,19	6,31	4,91	3,72	3,29	3,64	2,85	2,62	1,63
O.E.A	1	Intermediário	4,02	4,72	6,36	6,74	6,44	5,72	5,9	5,31	4,36	3,29	3,91	3,03	2,1	1,45
O.E.A	2	Intermediário	3,36	4,03	5,54	6,36	6,96	6,68	7,04	6,19	5,31	4,22	4,8	3,96	2,16	1,42
O.E.A	3	Intermediário	3,21	4,11	5,48	6,05	6,23	5,31	5,31	4,65	3,97	3,03	3,63	3,17	2,52	1,24
O.E.A	4	Intermediário	3,17	3,4	4,72	5,73	6,49	5,98	5,62	5,04	3,89	3,29	3,91	2,85	1,7	1,37
O.E.A	1	Jovem	3,17	4,17	5,53	6,38	6,55	5,91	6,19	5,54	4,52	3,17	4,03	3,1	2,89	1,53
O.E.A	2	Jovem	3,15	3,97	5,48	6,31	6,71	6,44	6,55	6,19	5,93	4,65	3,27	3,29	1,99	1,5
O.E.A	3	Jovem	3,8	4,17	4,66	5,43	5,31	4,44	4,54	3,98	3,06	2,79	3,89	3,36	2,52	1,83
O.E.A	4	Jovem	3,65	3,92	5,31	6,2	6,5	6,12	5,7	5,04	4,05	3,29	4,03	2,8	1,8	1,42

Continuação Tabela 3A...

Amostra	Repetição	Fenofases	2h	4h	6h	8h	10h	12h	15h	18h	21h	24h	30h	36h	42h	48h
Gigante	1	Maduro	3,61	4,02	5,18	5,5	5,92	5,43	5,73	5,23	3,97	3,08	3,53	2,46	1,78	1,39
Gigante	2	Maduro	3,53	4,3	5,54	6,25	6,05	5,18	5,73	5,2	4,41	3,33	3,8	2,71	1,78	1,39
Gigante	3	Maduro	4,17	4,44	5,78	6,31	5,73	5,04	5,31	4,8	3,91	2,76	4,29	2,21	1,63	1,28
Gigante	4	Maduro	3,69	3,7	4,61	5,61	5,97	5,54	5,65	4,88	4,22	3,29	3,72	2,63	1,83	1,37
Gigante	1	Intermediário	3,8	4,19	5,31	5,65	5,62	5,2	5,65	5,31	4,41	3,17	3,64	2,29	1,78	1,34
Gigante	2	Intermediário	2,6	4,3	5,87	6,12	5,9	5,98	5,9	5,18	4,47	3,03	3,64	2,51	1,63	1,28
Gigante	3	Intermediário	4,19	4,41	5,7	5,92	5,92	4,93	5,27	4,98	4,17	3,18	3,65	2,47	1,59	1,15
Gigante	4	Intermediário	4,17	3,91	5,12	5,92	5,87	5,2	5,48	4,15	4,36	3,4	3,89	2,43	1,55	1,28
Gigante	1	Jovem	3,98	4,54	5,81	6,38	6,05	4,98	5,18	5,48	4,46	3,53	3,8	2,65	1,85	1,47
Gigante	2	Jovem	3,65	4,8	6,44	6,49	6,05	5,18	5,67	5,48	4,66	3,86	4,19	2,79	1,89	1,45
Gigante	3	Jovem	4,79	5,04	6,44	6,94	6,08	5,2	5,57	5,07	4,41	3,4	3,4	2,44	1,64	1,28
Gigante	4	Jovem	4,94	4,61	5,81	6,2	5,92	5,31	5,7	5,62	4,52	3,64	3,89	2,41	1,59	1,34
IPA-20	1	Maduro	1,51	2,35	5,04	5,46	5,48	5,12	5,48	4,94	4,03	2,79	3,17	2,6	1,85	1,51
IPA-20	2	Maduro	1,01	2,02	3,8	4,8	5,31	5,31	6,05	5,27	4,3	3,1	3,42	2,79	2,02	1,56
IPA-20	3	Maduro	1,34	2,52	5,54	5,54	6,9	4,8	5,81	5,31	3,61	3,1	3,4	2,65	1,78	1,39
IPA-20	4	Maduro	1,34	2,36	4,66	5,18	5,62	5,81	6,31	5,86	4,72	3,36	3,47	2,79	2,1	1,53
IPA-20	1	Intermediário	1,7	2,65	5,31	5,73	5,73	5,12	5,81	5,57	4,54	3,47	4,03	2,85	2,21	1,64
IPA-20	2	Intermediário	1,04	2,3	5,04	5,7	6,08	5,54	5,92	5,57	4,39	3,4	3,67	2,92	2,29	1,67
IPA-20	3	Intermediário	1,15	2,92	6,31	5,81	5,31	4,17	5,43	5,31	4,3	3,31	3,86	2,85	2,16	1,51
IPA-20	4	Intermediário	1,51	2,71	5,45	5,31	5,43	5,15	5,31	5,73	4,02	3,29	3,47	2,46	2,02	1,45
IPA-20	1	Jovem	1,01	2,18	5,57	5,92	5,48	5,04	5,92	6,05	5,18	3,4	4,22	2,92	2,35	1,67
IPA-20	2	Jovem	1,15	2,55	5,81	6,31	5,95	5,62	6,31	5,92	4,6	3,47	3,91	2,71	2,29	1,64
IPA-20	3	Jovem	1,72	1,01	6,55	5,43	4,66	4,17	4,14	4,93	3,98	3,17	3,8	2,63	2	1,51
IPA-20	4	Jovem	1,37	2,71	5,67	5,81	5,43	5,07	5,43	5,67	4,22	3,29	3,54	2,52	2,16	1,53

Continuação Tabela 3A...

<b>Amostra</b>	<b>Repetição</b>	<b>Fenofases</b>	<b>2h</b>	<b>4h</b>	<b>6h</b>	<b>8h</b>	<b>10h</b>	<b>12h</b>	<b>15h</b>	<b>18h</b>	<b>21h</b>	<b>24h</b>	<b>30h</b>	<b>36h</b>	<b>42h</b>	<b>48h</b>
F-08	1	Maduro	1,85	2,52	4,98	5,92	6,05	5,18	5,92	5,31	3,94	3,79	3,1	2,35	1,7	1,39
F-08	2	Maduro	2,52	3,21	5,62	5,92	5,7	5,15	5,62	4,24	3,61	2,35	2,71	2,16	1,61	1,43
F-08	3	Maduro	2,02	3,4	6,99	6,56	5,67	4,93	5,54	4,66	3,43	2,52	2,52	2,38	1,7	1,39
F-08	4	Maduro	1,37	3,29	6,05	5,52	5,37	5,18	5,5	4,3	3,69	2,79	2,22	2,43	1,88	1,51
F-08	1	Intermediário	1,45	2,9	5,31	5,73	5,31	4,8	5,53	5,31	4,67	3,01	3,36	2,49	1,89	1,39
F-08	2	Intermediário	2,16	3,53	6,05	6,2	6,23	5,37	6,2	5,95	4,8	3,29	3,4	2,92	2,16	1,63
F-08	3	Intermediário	2,35	4,17	7,19	6,94	5,2	4,45	6,31	5,52	4,8	3,17	3,1	2,46	1,5	1,51
F-08	4	Intermediário	1,64	3,03	5,7	6,2	5,81	5,32	5,92	5,54	4,09	3,1	3,29	2,65	1,92	1,39
F-08	1	Jovem	1,22	2,52	4,93	5,54	5,48	4,92	5,67	5,87	4,72	3,17	3,43	2,71	2,29	1,42
F-08	2	Jovem	3,61	4,17	6,08	6,68	6,38	5,46	6,79	6,55	5,43	3,72	3,54	2,52	1,85	1,39
F-08	3	Jovem	2,1	3,8	6,68	6,92	5,32	5,7	6,23	6,68	4,66	3,45	3,17	2,29	1,63	1,51
F-08	4	Jovem	1,37	2,71	5,43	5,62	5,49	4,9	6,2	5,9	4,61	3,17	3,1	2,41	1,78	1,2



Tabela 4. Desaparecimento da matéria seca (DMS g/Kg)

Amostra	Repetição	Fenofases	Hora	DMS (g/Kg)	Amostra	Repetição	Fenofases	Hora	DMS (g/Kg)
O. E. M	1	Maduro	48	856,4577	Gigante	1	Maduro	48	835,9244
O. E. M	2	Maduro	48	841,0548	Gigante	2	Maduro	48	825,8847
O. E. M	3	Maduro	48	876,1151	Gigante	3	Maduro	48	822,7296
O. E. M	4	Maduro	48	836,0008	Gigante	4	Maduro	48	796,6513
O. E. M	1	Intermediário	48	904,1993	Gigante	1	Intermediário	48	853,0085
O. E. M	2	Intermediário	48	896,0107	Gigante	2	Intermediário	48	881,3756
O. E. M	3	Intermediário	48	911,4572	Gigante	3	Intermediário	48	879,9565
O. E. M	4	Intermediário	48	-	Gigante	4	Intermediário	48	834,2087
O. E. M	1	Jovem	48	903,145	Gigante	1	Jovem	48	878,2951
O. E. M	2	Jovem	48	916,406	Gigante	2	Jovem	48	861,6111
O. E. M	3	Jovem	48	930,2179	Gigante	3	Jovem	48	884,1126
O. E. M	4	Jovem	48	899,7347	Gigante	4	Jovem	48	861,366
O. E. A	1	Maduro	48	900,437	IPA-20	1	Maduro	48	777,0958
O. E. A	2	Maduro	48	864,599	IPA-20	2	Maduro	48	784,829
O. E. A	3	Maduro	48	886,179	IPA-20	3	Maduro	48	801,5476
O. E. A	4	Maduro	48	783,688	IPA-20	4	Maduro	48	828,6643
O. E. A	1	Intermediário	48	926,927	IPA-20	1	Intermediário	48	844,9068
O. E. A	2	Intermediário	48	899,5249	IPA-20	2	Intermediário	48	843,3571
O. E. A	3	Intermediário	48	895,7838	IPA-20	3	Intermediário	48	861,4503
O. E. A	4	Intermediário	48	913,4255	IPA-20	4	Intermediário	48	874,8197
O. E. A	1	Jovem	48	918,0068	IPA-20	1	Jovem	48	872,8419
O. E. A	2	Jovem	48	877,6554	IPA-20	2	Jovem	48	881,0493
O. E. A	3	Jovem	48	903,7072	IPA-20	3	Jovem	48	879,0255
O. E. A	4	Jovem	48	917,984	IPA-20	4	Jovem	48	864,0204

Continuação Tabela 4...

<b>Amostra</b>	<b>Repetição</b>	<b>Fenofases</b>	<b>Hora</b>	<b>DMS (g/Kg)</b>
F-08	1	Maduro	48	804,23926
F-08	2	Maduro	48	808,48681
F-08	3	Maduro	48	835,72235
F-08	4	Maduro	48	856,07465
F-08	1	Intermediário	48	913,65016
F-08	2	Intermediário	48	899,11926
F-08	3	Intermediário	48	916,70293
F-08	4	Intermediário	48	895,3789
F-08	1	Jovem	48	909,85108
F-08	2	Jovem	48	898,09395
F-08	3	Jovem	48	924,71904
F-08	4	Jovem	48	911,35489

## **ANEXO**

## Normas da revista: The Journal of Agricultural Science

### Instructions to Authors

**Please note:** the Journal now accepts electronic submissions only. Full instructions are available on the website at <http://mc.manuscriptcentral.com/jagricsci> by clicking "Help".

The Editorial Office is pleased to offer help and advice to potential authors. Queries should be addressed to Mrs. Alison Sage, Editorial Assistant.

Email: [amsage@cambridge.org](mailto:amsage@cambridge.org)

---

**The Journal** welcomes concise papers presenting original research data or methodology from authors throughout the world. The Editors wish to continue the policy of the Journal, since its foundation in 1905, of publishing papers in all aspects of agricultural science and reflecting the considerable and continuing changes in agriculture. Plant and crop science, soil science, animal science, environmental science and the relationships between them are covered. The Editors also welcome papers relating new scientific technology or concepts in such fields as genetics, biochemistry, biophysics and molecular biology to agricultural practice. In addition, the Journal publishes critical reviews from time to time, normally by invitation, on topics of interest to its readership.

**The Editors** must be informed if any of the material submitted has been published elsewhere. If a paper is accepted, it must not be published elsewhere in the same form. Experiments on animals must conform to the legislation in the country where the experiments were carried out. Work based on limited experimentation will not generally be considered acceptable. Work of local interest only is not considered appropriate for an international journal.

**Scripts/submission of papers.** Papers, written in English, must be submitted for review at <http://mc.manuscriptcentral.com/jagricsci>

The preferred word processing packages are Word or WordPerfect in either IBM PC or Macintosh format and the preferred graphics package is Freehand, but files from many others may be accepted. Please indicate the file format used (e.g. TIFF, EPS, Freehand etc). The typefaces used in electronic artwork supplied should be restricted to the Monotype, Adobe and Bitstream font libraries.

Cambridge recommends that authors have their manuscripts checked by an English language native speaker before submission; this will ensure that submissions are judged at peer review exclusively on academic merit. We list a number of third-party services specialising in language editing and/or translation, and suggest that authors contact as appropriate. Use of any of these services is voluntary, and at the author's own expense.

**Layout and style.** Authors are advised to use the format adopted in recent issues (NB: Please do NOT arrange your text in two columns). A simple direct style of writing is preferred, and papers must be written in the third person. Spelling should conform to that given in the *Concise Oxford Dictionary*.

**Double-blind refereeing.** This system of refereeing, where anonymity is preserved both for the authors and the referees, has been adopted by the Journal; therefore authors are asked to remove their names, addresses and email from the title page of the submitted manuscript, and the acknowledgement section. This information should be submitted as one separate file, designated 'not for review'. Authors should give initials and surnames. The full name and address of the institution where the research was done should be stated. Change of address may be given as a footnote. Indicate at the foot of the page the name and address to which proofs should be sent and the e-mail address.

**Title page.** The title should be informative but concise and should not contain abbreviations. It should name the organism studied, where relevant. Authorities for Latin names should **not** be given in the title but **should** be given at first mention in the text. A short title, not exceeding 50 characters, including spaces, must be provided for the running headlines.

**A summary,** placed at the beginning of the text, should briefly indicate the experiments described (including year and place, as appropriate), the main results (preferably including some numerical values) and the most important conclusions. It should not repeat the wording of the title.

**Text.** For research papers, the accepted sections are SUMMARY, INTRODUCTION, MATERIALS & METHODS, RESULTS, DISCUSSION, REFERENCES. Combined Results and Discussion sections are strongly discouraged and any paper containing one will be returned to the author for re-writing. Too many headings and subheadings should be avoided. The Introduction should set the work in context, present only essential background, and include a concise statement of the objectives; a detailed review of the literature is not necessary. Relevant details should be given of the experimental materials and design, and the techniques and statistical methods used. Statistical guidelines are available on request. Numerical results should be shown in the tables and not repeated in the text. Metric and SI units should be used e.g. kg/ha, mg/l. Note that cm is not an SI unit; m or mm must be used instead. Use of % should be restricted and used only to describe relative changes in responses. Experimental details and results should be reported in the past tense. The Discussion should draw together the results, briefly relate the author's results to other work on the subject, summarise any implications and applications and give the author's conclusions. Footnotes should not be used. All abbreviations used should be fully explained at first mention. Papers should be written in the third person.

**Tables** must be numbered consecutively in the order in which they are cited in the text. Numerical results should be displayed as means with their relevant standard errors and degrees of freedom. Normally a mean should be rounded to one-tenth of its standard error and the standard error given to one decimal place more than the mean. The title should fully describe the contents of the Table and explain any

abbreviations used in it. The Journal prefers not to have a proliferation of asterisks, superscript letters, etc. in tables. Asterisks should not be used to denote statistical significance. However, if footnotes are necessary, the following symbols may be used in this order: \* † ‡ §.

**Figures** should be restricted to the display of results where a large number of values are presented and interpretation would be more difficult in a Table. Figures may not reproduce the same data as Tables and must be cited in the text.

Figures must be saved as separate files, preferably as TIFF or EPS files at approximately the size of reproduction. All files to be clearly named.

The following specifications are to be followed when saving files to ensure good quality reproduction for printing purposes.

#### Line artwork

Format: tif or eps  
 Colour mode: black and white (also known as 1-bit)  
 Resolution: 1200 dpi  
 Format: tif or eps

#### Combination artwork line/tone

Colour mode: grayscale (also known as 8-bit) Resolution: 800 dpi

#### Black and white halftone artwork

Format: tif  
 Colour mode: grayscale (also known as 8-bit) Resolution: 300 dpi

#### Colour halftone artwork

Format: tif  
 Colour mode: CMYK

Lines should be bold enough to allow the Figure to be reduced to either single or double column width in the Journal. Vertical axes should be labelled vertically.

A legend, describing the Figure and giving a key to all the symbols on it, should be provided at the end of the manuscript after the references. The symbols preferred are □ □ □ □ □ and □, but + and × should be avoided. Colour figures are discouraged, and will incur a cost if necessary in the printed version. In this case, you will be contacted by CCC-Rightslink who are acting on our behalf to collect Author Charges. Please follow their instructions in order to avoid any delay in the publication of your article. Alternatively, you can request colour online but black and white in the printed version, for which there is no charge. You must inform the Editorial Assistant which option you prefer when your paper is accepted.

**References.** In the text, a reference should be quoted by the author's name and date in parentheses, in date order, e.g. (Jarvis 1994; Edmondson 1998). Where there are three or more authors, the first name followed by *et al.* should be used. A list of

references should be given at the end of the text listing, in alphabetical order, surname of authors and initials (in capitals), year of publication (in parentheses), title of paper, name of journal in full (in italics or underlined) as in *CAB International Serials Checklist*, volume, and first and last pages of the reference; the place of publication and publisher (and Editor(s) if appropriate) for books and conferences should be included. Examples:

In text:

Jarvis (1994); Jarvis (1994*a, b*); Scott & Jaggard (1993); (Edmondson 1998); (Scott & Jaggard 1993; Jarvis 1994; Edmondson 1998); Ferris *et al.* (in press); (Ferris *et al.*, in press); A.B. Smith (unpublished); (A. B. Smith, unpublished); D. J. Jones (personal communication); (D. J. Jones, personal communication).

In reference list:

EDMONDSON, R. N. (1998). Trojan square and incomplete Trojan square designs for crop research. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* **131**, 135–142.

AGREN, G. I. & BOSATTA, E. (1996). *Theoretical Ecosystem Ecology: Understanding Element Cycles*. Cambridge: Cambridge University Press.

SATTER, L. D., JUNG, H. G., VAN VUUREN, A. M. & ENGELS, F. M. (1999). Challenges in the nutrition of high-producing ruminants. In *Nutritional Ecology of Herbivores, Proceedings of the Vth International Symposium on the Nutrition of Herbivores* (Eds H. G. Jung & G. C. Fahey), pp. 609–646. Savoy, Illinois, USA: American Society of Animal Science.

SCOTT, R. K. & JAGGARD, K. W. (1993). Crop physiology and agronomy. In: *The Sugar Beet Crop: Science into Practice* (Eds D.A. Cooke & R. K. Scott), pp. 179–237. London: Chapman & Hall.

JOHANSSON, E. (1995). *Wheat grain proteins: accumulation and composition in breeding for improved bread-making quality*. PhD thesis, The Swedish University of Agricultural Sciences, Svalöv, Sweden.

JARVIS, S. (1994). Soils and the environment. In: *Institute of Grassland and Environmental Research 1993 Annual Report*, pp. 69–76. Aberystwyth: AFRC Institute of Grassland and Environmental Research.

FERRIS, C. P., GORDON, F. J., PATTERSON, D.C., MAYNE, C. S. & KILPATRICK, D. J. (in press). The influence of dairy cow genetic merit on the direct and residual response to level of concentrate supplementation. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*.

Authors should check that all references in the text appear at the end of the paper and vice versa, and that the names and dates correspond in the two places. The accuracy of presentation of each reference in the list should be carefully checked.

**Series.** The Editors do not wish to publish continuing series and will accept work divided into parts only if they consider it of advantage to the readers; the whole work must be submitted at the same time. In general, the first part must include in the

Introduction the reasons for carrying out the whole work and the final part must end with a Discussion of all the findings to show the progress made.

**Mathematical models.** Authors preparing papers involving complex mathematical models are advised to obtain, from the Editorial Office, notes setting out the Editors' policy on these models.

**Open Access.** Under the conditions detailed on the Journal's standard transfer of copyright form, when an article is accepted, its authors are free to post their version of the accepted manuscript on a website or repository. As such, the Journal is compliant with the 'Open Access' mandates of the vast majority of academic institutions and funding sources. Authors also have the option to publish their paper under a fully 'Open Access' agreement, upon the payment of a one-off 'Article Processing Charge' of £1,780/\$2,835. In this case, the final published 'Version of Record' shall be made freely available to all, in perpetuity, and will be published under a creative commons licence, enabling its free re-use and re-distribution for non-commercial means. [Click here](#) for the paid option Open Access transfer of copyright form. The corresponding author will be able to choose between standard publication and publication under the 'Open Access' agreement once their paper has been accepted.

**Proofs** are sent to authors as pdfs to enable them to check the correctness of the typesetting and must be returned within two days of receipt. Excessive alterations due to amendments of the author's original agreed copy may be charged to the author.

**Offprints.** Contributors will receive a complimentary pdf of their paper on publication. Offprints may be ordered at the time of returning author corrections.

**Books for review.** Books should be sent to the Editorial Office.

Style and Editorial Conventions

Please use the following style:

**Dates.** (e.g.) 12 April 1999; from 12 April to 22 May (but 12–18 April).

**Months.** Abbreviate to three letters, no stops, when necessary in Figs or Tables, e.g., May, Jun, Sep.

**Years.** Use (e.g.) 1997–99 or 'from 1997 to 1999' or 'between 1997 and 1999'. For a single season use (e.g.) 1998/99.

**Time.** 06.30 h, GMT, BST, 4 h day.

**Numbers.** Avoid numerals at the beginning of a sentence; spell out or change word order if necessary. Cardinal and ordinal numerals: spell out up to ten, but note e.g. 3rd–5th leaf stage, 6 million tonnes.



Numerals before units, including time, e.g. 3 ha, 5 kg, 30 s (seconds), 20 min, 4 h, 8 days, 6 weeks, 3 months, 2 years.

Do not use commas in thousands, e.g. 2600, 23 000. Give ranges in full, e.g. 475–489. A zero must always precede a decimal point, e.g. 0.58.

Avoid confusion with consecutive figures by spelling out the first, e.g. two 3-year-old cows. For ratios use a colon, e.g. 17:24, not a solidus.

**Units.** See *Units, Symbols and Abbreviations, 4th edn* (1988) (Ed. D. N. Baron). London: Royal Society of Medicine Services. SI units are preferred.

NB. Give cation exchange capacity in mmol (+)/kg *not* mequiv. Please use g/kg, mg/kg, mg/l, µm/g, ml/l, etc. rather than % or p.p.m. Use kg/ha, or t/ha if more than 999 kg/ha, *not* quintals.

For international units, use SI units where possible.

Use ‘litres’ in full after numbers where confusion could arise with the numeral l; e.g. use 5 litres/day but 5 ml/l.

Rates should be expressed by a solidus, e.g. kg/ha, 6 kg N/ha, 3 plants/m<sup>2</sup> (not 3 plants m<sup>2</sup>), 7 kg/ha per year.

Do not repeat units in lists, e.g. 3, 10, 17 and 30 °C; 20 or 30 % more. Use % after numbers, not per cent, e.g. 7 %.

**Abbreviations.** All abbreviations must be explained at first mention in the text (and should not be used in the title), e.g. leaf area index (LAI), dry matter (DM), artificial insemination (AI), acid detergent fibre (ADF).

Use full stops after words cut off short of their end, e.g. Fig., Ed. Do not use stops where the last letter of the abbreviation is that of the complete word, e.g. Figs, Expt, Expts, Eqn, Eqns, Eds. At the beginning of a sentence, write in full.

**Quotations.** In general, use single quotes, e.g. ‘headland’.

**Spelling and Style.** Follow *the Concise Oxford Dictionary* and, for scientific terms, the *CAB Thesaurus*, Wallingford: CAB International.

NB. Use –ize, ization endings, e.g. minimize, organization, except for words whose noun ends in -is e.g. analyse, synthesised. Use (e.g.) connection not connexion.

Please try to avoid using the following words: level (use content, concentration, rate; or just omit) elevated (to mean increased), presently (to mean currently or at present) parameter (to mean variable, trait, character) population (to mean population density) densities (to mean population density).

**References.** For full details, see *Instructions to Authors* page.

Papers accepted by a journal but not yet published should be given in the text as Ferris *et al.* (in press) or (Ferris *et al.*, in press) and in the reference list as

FERRIS, C. P., GORDON, F. J., PATTERSON, D. C., MAYNE, C. S. & KILPATRICK, D. J. (in press). The influence of dairy cow genetic merit on the direct and residual response to level of concentrate supplementation. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*.

If, by the proof stage, the publication details are still not known, cite in the text as (C. P. Ferris *et al.*, unpublished) and delete from the reference list. Otherwise, give date, volume and page numbers.

*Last updated 9<sup>th</sup> June 2016*

#### Statistical Note for Authors

The *Journal of Agricultural Science* has a tradition of setting high standards regarding the statistical methods contained in its papers. Although it is impracticable to present here a comprehensive survey of acceptable statistical analyses, it is nevertheless useful to point out some common practices which have and have not found favour with the editors. In order to speed up assessment of submitted papers, authors are advised to pay particular attention to the following.

- (1) The description of the experimental designs and statistical analyses should be clear and concise. From this description, readers must be able to understand exactly how the experiment was conducted and how the data were analysed. When presenting initial numerical summaries of the experimental material (e.g. starting weights, ages) variation should be represented by ranges or standard deviations.
- (2) The favoured method of presenting experimental results is by quoting estimated values of the relevant statistics (mean values, regression coefficients, etc.), together with the appropriate standard errors of those estimates. The degrees of freedom (D.F.) on which the standard errors (S.E.) are based should also be quoted. This will usually assist the referees and the general reader in understanding the experimental procedure.
- (3) Authors should make every effort to ensure that the standard errors which are quoted are suitable for the comparisons which they wish to make. Unwarranted pooling of heterogeneous sources of variation (such as 'between' and 'within' animal) is particularly prevalent. When in doubt, authors should seek the guidance of a statistician.
- (4) Repeated measurements over time or spatial data from, for example, crop disease or competition studies often give rise to correlated data that require special methods of analysis. Usually, it will be necessary to seek specialist advice before attempting an analysis of data of this type. A standard reference book is DIGGLE, P. J., LIANG, K-Y. & ZEGER, S. L. (1994). *The Analysis of Longitudinal Data*. Oxford: Oxford University Press.
- (5) The Journal will not publish tables containing a proliferation of asterisks or

other indicators of statistical significance. Although statistically appropriate tests of hypotheses are acceptable, they should be employed sparingly and with discretion. Probability values (e.g.  $P < 0.01$ ) may be quoted in the text.

- (6) Standard statistical models should be fully described using correct terminology so that the reader can understand the techniques that were used to model the data. Normally, this will involve some discussion of the data and some explanation of the choice of statistical model used.
- (7) The uncritical and indiscriminate use of 'multiple comparison' procedures, particularly when the treatment structure provides a logical basis for testing, is inappropriate. The results of exhaustive, retrospective tests of hypotheses are not acceptable.
- (8) Authors should aim to combine the virtues of simplicity and statistical rigour in the analysis of their data. Unnecessarily complex statistical methodology should be avoided. Where more sophisticated procedures are essential, great care needs to be taken in describing the method, and adequate references should be cited.
- (9) The Journal will not normally publish routine Analysis of Variance tables used for calculating standard errors and significance tests. The underlying Analysis of Variance tables should be shown only if components of variance are of especial interest or if an unavoidably complex design has been used.
- (10) Where a statistical package is used for analysis or modelling of data, it will normally be necessary to give an explicit reference to the package and the techniques used with appropriate page numbers from the Reference Manual. With editorial agreement, novel computer code may be listed in an appendix.
- (11) Where a treatment factor has several well defined quantitative levels such as, for example, rates of a fertilizer or rates of irrigation, we would normally expect to see a quantitative level model such as a polynomial response function model fitted to the effects of that factor. The fitted model describes the overall response to the treatments and the individual treatment responses will not normally be presented or discussed. Often a study will include a factorial combination of two or more factors which may include combinations of both quantitative and qualitative level factors. In that case, a full factorial analysis of variance may be needed.
- (12) Statistical models with factorial structure must normally conform to the principle that factorial interaction effects of a given order should not be included unless all lower order effects and main effects contained within those interaction effects are also included. Similarly, models with polynomial factor effects of a given degree should normally include all corresponding polynomial factor effects of a lower degree (e.g. a factor with a quadratic effect should also have a linear effect). Useful references include:

NELDER, J. A. (1994). The statistics of linear models: back to basics. *Statistics and Computing* **4**, 221-234.

BOX, G. E. P. & DRAPER, N. R. (1986). *Empirical Model-Building and Response Surfaces*. New York: John Wiley & Sons.

The title should be in sentence case, 14pt, and the title, short title, author names and affiliations and indication of the corresponding author must be saved in a separate file from the main text as a title page or front page

Short title: *This must not be longer than 50 characters including spaces*

A. B. SURNAME<sup>1</sup>, C. D. SURNAME<sup>1</sup>, E. F. SURNAME<sup>2</sup> AND G. H. SURNAME<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Affiliations must be indicated after each name using superscript numbers, if the authors belong to different institutions*

<sup>2</sup>*Affiliations should be written below the author names in italics and the superscript number, if applicable, should appear (not in italics) at the beginning of each different affiliation*

<sup>3</sup>*Each affiliation should begin on a new line. The corresponding author must be denoted by an asterisk and the following should be added:*

\* To whom all correspondence should be addressed. Email: xxxxxx@xxxx

REPEAT YOUR TITLE AT THE TOP OF YOUR MAIN DOCUMENT

## SUMMARY

Please set your language to English (UK), but please note that many words ending in –ise should be spelled –ize, such as fertilize, fertilizer, minimize, hypothesize, etc. The Summary should not appear in the title page file, only in the file with the Introduction, Results, etc. First level headings should be in capital letters, left-aligned and not bold: you can use Heading 1 in this template. Note: we use SUMMARY, not Abstract. Text should be fully justified, not left-aligned, and double-spaced throughout. You must include continuous line numbering in your main document. The Summary should be a short description of the work, with the main findings. Abbreviations should be kept to a minimum and must be explained at first mention. *P* values should not be included in the Summary. The Summary should not be written in italics.

## INTRODUCTION

This should be the next section and may be several paragraphs long. Note that in each section or sub-section the first line should NOT be indented but the first line of subsequent paragraphs within that section or sub-section SHOULD (see next paragraph). No blank lines should be left between paragraphs within a section, but one blank line should be left between the end of one section/subsection and the heading of the next.

This section should give the background to the work, your reasons for undertaking it and the objectives of the current paper.

This section will normally include several references: all references must be cited in the text with the surname of the authors and the date. Where there are 2 authors, both surnames must appear: Surname1 & Surname2 – we do not use ‘and’. Where there are 3 or more authors, cite as Surname1 *et al.* There should be no commas and *et al.* should be in italics.

Use of brackets depends on the context, for instance ‘Surname1 & Surname2 (year) used...’ or ‘according to previous papers (Surname1 *et al.* year)’. Where several references are cited together, they should be arranged in chronological order first, and then if necessary in alphabetical order according to the first author. Where you have two or more references with the same author(s) and year of publication, they should be designated as *a*, *b*, *c*, etc. Each reference should be separated from the next by a semi-colon, but if you have two citations for the same authors at the same place, cite the authors only once and list both/all publication dates separated by a comma:

(FirstRef1 *et al.* 1995; SecondRef1 & SecondRef2 2001; ThirdRef1 *et al.* 2001; FourthRef1 *et al.* 2004a, b).

## Materials and methods

Level 2 headings, or sub-headings, should have an initial capital and be left-aligned. It is often helpful to format the paragraph style for level 2 headings so that there is a larger space after them, to differentiate longer headings from the following text; you can use Heading 2 in this template. Do not use a blank line.

## Level 3 headings

Initial capital and italics for level 3 headings.

You can use Heading 3 in this template for level 3 headings. None of the headings should be in bold and headings should not be numbered.

For crops papers, please provide the latitude, longitude and altitude of the experimental site. Latitude and Longitude should be given in degrees and minutes (seconds are not required), not decimal coordinates, and altitude in metres above sea level, written as 'xx m asl': (aa°bb' N, xx°yy' E, xxx m a.s.l.).

All papers must be written in the third person, e.g. 'it was found that', not 'we found'. You must not use 'this/our' paper/study/work, etc. when referring to your work; use 'the current' instead, throughout the whole paper. The Summary, Materials and Methods, and Results sections should also be in the past tense.

We do not use <sup>-1</sup> for 'per', and we use a lower case l for litre, not upper case. So, for example we would NOT write 20 mgL<sup>-1</sup> but 20 mg/l, and mg/kg not mg kg<sup>-1</sup>. Similarly, 'per square metre' would be written as /m<sup>2</sup>, not m<sup>-2</sup>.

Please keep abbreviations to a minimum, and ensure that all abbreviations (including chemical symbols and formulae such as N for nitrogen and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) have been explained at first mention (in the Summary, if applicable, and again at first mention in the text). We do not allow an explanatory paragraph at the beginning of the paper to explain abbreviations. However, please note that we use Fig. or Figs when referring to Figures in the text, and these do not need explained. The only exception is where this is at the start of a sentence: sentences must not begin with an abbreviation so the full word must be used there.

Wherever you list equipment that has been used, please state the make, model, and city and country of origin in brackets.

We avoid the use of % in most cases, other than where you are describing a relative change in a response (such as 'increased by 10%' or 'a reduction of 2.5%'). For example, we would not say "85-90% of the area". We would use proportion in that case; in many other cases, such as for concentrations, we would use g/kg or mg/g instead of %. Please check and change throughout the paper where necessary.

For crops papers, use recognized international codes for growth stages (GS) where applicable, e.g.

ZADOKS, J.C., CHANG, T.T. & KONZAK, C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* **14**, 415-421.

LANCASHIRE, P. D., BLEIHOLDER, H., VAN DEN BOOM, T., LANGELÜDDECKE, P., STAUSS, R., WEBER, E. & WITZENBERGER, A. (1991). A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology* **119**, 561-601.

BBCH (BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND-UND FORSTWIRTSCHAFT) (1997). *Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Plants: BBCH Monograph*. Berlin: Blackwell Wissenschafts-Verlag.

## results

The Results should be in a separate section from the Discussion, unless you have a specific reason for writing them in the same one. You must make a case for this and it will be discussed with the Senior Editor.

Rather than using a blanket statement at the end of the Materials and Methods section, *P* values should be cited at the appropriate places in the Results, i.e. wherever mention is made of significant results. Please note that we use *P*, not *p*, *P* or *p*. Likewise,  $R^2$  should be written as  $R^2$  and *r* as *r*.

Results generally should not contain references.

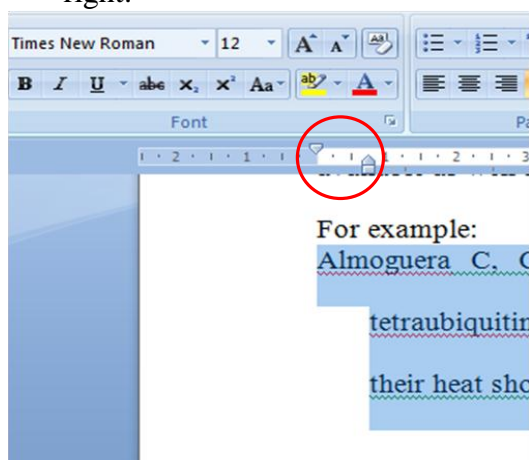
## discussion

This should draw together your results, present possible reasons for your findings, comparisons with earlier results from other authors, possible reasons for different results, and suggestions for future work. In general, Tables and Figs should not be cited in the Discussion section.

## References

The reference list should be formatted using a hanging indent (as this paragraph is) and no blank lines should be left between references. It must be in alphabetical order by the surname of the first author.

In order to format the list with a hanging indent, the easiest way is to highlight the whole list, then drag the lower half of the tab indicator on the ruler slightly to the right:



Ensure each reference is formatted as per the attached Instructions to Contributors: in particular, notice that journal titles are italicised and written in full, with no comma or full stop after it, and volume numbers are in **bold**.

*Author names should be written in Small Caps (you can use Heading 4 in this template; otherwise it is found under the font menu).*

Volume and page numbers are separated by a comma and a space. The full page range is always given, i.e. write '675-680' instead of '675-80'. The surname of the last author is preceded with '&' – again, we do not use 'and' – and there is no comma after the initials of the last two authors. Issue numbers are generally not used, other than in exceptional circumstances where it is otherwise difficult to locate an article (for example in publications where every issue starts at page 1). For extracts from books, please give Editor names if available as well as the place of publication and the publisher.

Please make sure that every reference cited in the paper appears in the reference list, and vice versa.

If you are citing electronic resources such as web pages, please cite as if it were a book, using the title of the specific web page in place of the book title. Reference to home pages will not be accepted, other than for searchable databases such as FAOSTAT. You must also include 'Available online from: <give the exact URL of the specific page being cited> (Accessed <give date of last access>)' at the end of the reference. For example:

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2015). *Annual Survey on Sheep and Goats Livestock and their Dairy Production*. Madrid: INE. Available online from: [http://www.ine.es/dyns/INEbase/en/categoria.htm?c=Estadistica\\_P&cid=1254735727106](http://www.ine.es/dyns/INEbase/en/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735727106) (Accessed 11 November 2015).

The month is written in full so that there is no ambiguity between US and UK date formats.

If you wish to use Endnote, a style exists for this and can be found at <http://endnote.com/downloads/style/journal-agricultural-science>

### **Tables & Figures**

Tables and Figs should not be presented in the main text, but should either come after the reference list or be submitted as separate files.

Each Table should be followed by a page break, so that each one starts on a new page, together with its title. Please do not use hard returns. Ensure that text wrapping is set to None, not Around. Table titles should be formatted as follows:

Table 1. *The title should be in italics, other than Latin terms and should not have a full stop at the end*

All abbreviations must be explained in a footnote. Any other footnotes required should be inserted using the following symbols, in this order: \* † ‡ §

Tables and Figures should not contain asterisks, letters, etc. to denote statistical significance or significant differences or similarities. For Tables, you can write the *P* value in brackets after the relevant value rather than using asterisks, or if you have letters showing entries that are statistically different or similar, please add a row showing the S.E.M. or S. E. D., and D.F. They can often be removed from Figures, but if required a note can be added to the legend. If you use error bars on Figs you must explain what they are.

In general, you should not quote values to more than 2 or 3 decimal places, unless this is unavoidable. Usually, values of 10 or more can be rounded to integers or quoted to one decimal place. Standard errors MUST be quoted to one decimal place more than the means.

Where you have  $\pm$  in a table, you must state what the value after the  $\pm$  is, for example SE. Similarly you must explain what numbers in parentheses mean. This can be done either in the table title, or in a footnote.

All figure legends should be written on a sheet separate from the Figs themselves, in a Word file. If you are submitting your Figs in a Word document, the legends can be in the same file as long as they are on a separate sheet, preceding the Figures themselves. Each Figure must be on a separate sheet (i.e. parts *a*, *b*, etc if applicable should, if possible be on the same sheet but always separated from the next Figure with a page break) with 'Fig. 1.', 'Fig. 2.' etc. written at the bottom of the relevant page. If you are submitting Figs as tif files or similar, then the legends can appear on a separate

sheet at the bottom of one of your Word files, either after the References or the Tables.

Please note that we charge for colour printing (currently £200 per figure), so you should give serious consideration to use of different line styles, hatching, etc. rather than colour. However, we have the option of presenting the Figs in black and white in the printed version but in colour online, with a note to alert readers, for no charge. Please let the Editorial Assistant know if you would like to take up this option ([amsage@cambridge.org](mailto:amsage@cambridge.org)).