

Organizadores
Márcio da Silva Alves
Lizziane Argôlo-Batista
Ubiratan Oliveira Souza

Agropecuária no Semiárido:

PESQUISAS, POTENCIALIDADES
E TECNOLOGIAS

1ª Edição

São José dos Pinhais

BRAZILIAN JOURNALS PUBLICAÇÕES DE PERIÓDICOS E EDITORA

2021

Proex
INSTITUTO FEDERAL BAIANO



Organizadores
Márcio da Silva Alves
Lizziane Argôlo-Batista
Ubiratan Oliveira Souza

A large, light blue circular graphic is centered on the page. Inside the circle, there is a golden globe showing the continents of South and Central America. Below the globe, the letters 'BrJ' are written in a large, white, bold font. The globe and the 'BrJ' logo are framed by a golden, stylized border that resembles a bracket or a partial circle.

**Agropecuária no Semiárido:
Pesquisas, Potencialidades
e Tecnologias**

1º Edição

São José dos Pinhais
2021

2021 by Brazilian Journals Editora
Copyright © Brazilian Journals Editora
Copyright do Texto © 2021 Os Autores
Copyright da Edição © 2021 Brazilian Journals Editora
Diagramação: Sabrina Binotti
Edição de Arte: Sabrina Binotti
Revisão: Os autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial:

Prof^a. Dr^a. Fátima Cibele Soares - Universidade Federal do Pampa, Brasil.
Prof. Dr. Gilson Silva Filho - Centro Universitário São Camilo, Brasil.
Prof. Msc. Júlio Nonato Silva Nascimento - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil.
Prof^a. Msc. Adriana Karin Goelzer Leining - Universidade Federal do Paraná, Brasil.
Prof. Msc. Ricardo Sérgio da Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.
Prof. Esp. Haroldo Wilson da Silva - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil.
Prof. Dr. Orlando Silvestre Fragata - Universidade Fernando Pessoa, Portugal.
Prof. Dr. Orlando Ramos do Nascimento Júnior - Universidade Estadual de Alagoas, Brasil.
Prof^a. Dr^a. Angela Maria Pires Caniato - Universidade Estadual de Maringá, Brasil.
Prof^a. Dr^a. Genira Carneiro de Araujo - Universidade do Estado da Bahia, Brasil.
Prof. Dr. José Arilson de Souza - Universidade Federal de Rondônia, Brasil.
Prof^a. Msc. Maria Elena Nascimento de Lima - Universidade do Estado do Pará, Brasil.
Prof. Caio Henrique Ungarato Fiorese - Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil.
Prof^a. Dr^a. Silvana Saionara Gollo - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil.
Prof^a. Dr^a. Mariza Ferreira da Silva - Universidade Federal do Paraná, Brasil.
Prof. Msc. Daniel Molina Botache - Universidad del Tolima, Colômbia.
Prof. Dr. Armando Carlos de Pina Filho - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Brasil.
Prof^a. Msc. Juliana Barbosa de Faria - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil.
Prof^a. Esp. Marília Emanuela Ferreira de Jesus - Universidade Federal da Bahia, Brasil.
Prof. Msc. Jadson Justi - Universidade Federal do Amazonas, Brasil.
Prof^a. Dr^a. Alexandra Ferronato Beatrice - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil.
Prof^a. Msc. Caroline Gomes Mâcedo - Universidade Federal do Pará, Brasil.
Prof. Dr. Dilson Henrique Ramos Evangelista - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil.
Prof. Dr. Edmilson Cesar Bortoletto - Universidade Estadual de Maringá, Brasil.
Prof. Msc. Raphael Magalhães Hoed - Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Brasil.



Ano 2021

Profª. Msc. Eulália Cristina Costa de Carvalho - Universidade Federal do Maranhão, Brasil.
Prof. Msc. Fabiano Roberto Santos de Lima - Centro Universitário Geraldo di Biase, Brasil.
Profª. Drª. Gabrielle de Souza Rocha - Universidade Federal Fluminense, Brasil.
Prof. Dr. Helder Antônio da Silva, Instituto Federal de Educação do Sudeste de Minas Gerais, Brasil.
Profª. Esp. Lida Graciela Valenzuela de Brull - Universidad Nacional de Pilar, Paraguai.
Profª. Drª. Jane Marlei Boeira - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil.
Profª. Drª. Carolina de Castro Nadaf Leal - Universidade Estácio de Sá, Brasil.
Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes - Universidade do Vale do Rio do Sino, Brasil.
Prof. Dr. Richard Silva Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Rio Grandense, Brasil.
Profª. Drª. Ana Lídia Tonani Tolfo - Centro Universitário de Rio Preto, Brasil.
Prof. Dr. André Luís Ribeiro Lacerda - Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.
Prof. Dr. Wagner Corsino Enedino - Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.
Profª. Msc. Scheila Daiana Severo Hollveg - Universidade Franciscana, Brasil.
Prof. Dr. José Alberto Yemal - Universidade Paulista, Brasil.
Profª. Drª. Adriana Estela Sanjuan Montebello - Universidade Federal de São Carlos, Brasil.
Profª. Msc. Onofre Vargas Júnior - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil.
Profª. Drª. Rita de Cássia da Silva Oliveira - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil.
Profª. Drª. Leticia Dias Lima Jedlicka - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil.
Profª. Drª. Joseina Moutinho Tavares - Instituto Federal da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Paulo Henrique de Miranda Montenegro - Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
Prof. Dr. Claudinei de Souza Guimarães - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
Profª. Drª. Christiane Saraiva Ogradowski - Universidade Federal do Rio Grande, Brasil.
Profª. Drª. Celeide Pereira - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.
Profª. Msc. Alexandra da Rocha Gomes - Centro Universitário Unifacvest, Brasil.
Profª. Drª. Djanavia Azevêdo da Luz - Universidade Federal do Maranhão, Brasil.
Prof. Dr. Eduardo Dória Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.
Profª. Msc. Juliane de Almeida Lira - Faculdade de Itaituba, Brasil.
Prof. Dr. Luiz Antonio Souza de Araujo - Universidade Federal Fluminense, Brasil.
Prof. Dr. Rafael de Almeida Schiavon - Universidade Estadual de Maringá, Brasil.
Profª. Drª. Rejane Marie Barbosa Davim - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.
Prof. Msc. Salvador Viana Gomes Junior - Universidade Potiguar, Brasil.
Prof. Dr. Caio Marcio Barros de Oliveira - Universidade Federal do Maranhão, Brasil.
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Brasil.
Profª. Drª. Ercília de Stefano - Universidade Federal Fluminense, Brasil.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A474a Alves, Márcio da Silva

Agropecuária no Semiárido: Pesquisas, Potencialidades e Tecnologias / Márcio da Silva Alves, Lizziane Argôlo-Batista, Ubiratan Oliveira Souza. São José dos Pinhais: Editora Brazilian Journals, 2021.
106 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui: Bibliografia

ISBN: 978-65-86230-63-5

DOI: 10.35587/brj.ed.0000868

1. Produção agropecuária. 2. Semiárido brasileiro. I. Alves, Márcio da Silva. II. Batista, Lizziane Argôlo. III. Souza, Ubiratan Oliveira. VI. Título.

Brazilian Journals Editora
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil
www.brazilianjournals.com.br
editora@brazilianjournals.com.br



Ano 2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

PRESIDENTE DA REPÚBLICA
Jair Messias Bolsonaro

MINISTRO DA EDUCAÇÃO
Milton Ribeiro

SECRETÁRIO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
Wandemberg Venceslau Rosendo dos Santos

REITOR
Aécio José Araújo Passos Duarte

PRÓ-REITOR DE ADMINISTRAÇÃO E PLANEJAMENTO
Leonardo Carneiro Lapa

PRÓ-REITOR DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL
Hildonice de Souza Batista

PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO
Rafael Oliva Trocoli

PRÓ-REITOR DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO
Luciana Helena Cajas Mazzutti

PRÓ-REITOR DE ENSINO – PROEN
Ariomar Rodrigues dos Santos

APRESENTAÇÃO

Este livro é uma obra destinada para estudantes, profissionais, pesquisadores e principalmente produtores. A obra traz uma coletânea de trabalhos de pesquisas, revisões de literatura, tecnologias e potencialidades da produção agropecuária que podem ser realizadas no semiárido brasileiro, demonstrando estratégias adaptativas que podem atenuar efeitos climáticos inerentes à região. A região semiárida brasileira é a mais populosa do mundo e apresenta as maiores taxas de pobreza e insegurança alimentar do Brasil, acarretando um acelerado abandono de áreas rurais e queda da produção agropecuária. A Utilização de áreas no semiárido demandam tecnologias de aproveitamento de recursos naturais em consonância com a preservação do meio ambiente, utilização de águas de baixa qualidade, aspectos e tecnologias alternativas de produção animal e vegetal, aproveitando as potencialidade e recursos da região, com respectivo aumento da produtividade, são exemplos dos temas abordados nos capítulos do livro. Esta obra visa promover o acesso à informação e à orientação técnica de diferentes tipos de produção da agropecuária na região semiárida, além de promover a divulgação de trabalhos desenvolvidos por pesquisadores e estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano em parcerias com Instituições de Ensino, Pesquisa e Extensão brasileiras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos docentes, pesquisadores e estudantes pelo apoio e dedicação na escrita e desenvolvimento dos trabalhos que compõe esta obra.

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano por intermédio da Pró-Reitoria de Extensão pelo apoio e financiamento desta Obra como instrumento de divulgação dos trabalhos desenvolvidos pelos seus docentes, técnicos e estudantes. Este com certeza será de grande relevância para a comunidade acadêmica e produtores da região semiárida.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01	1
CONHECENDO OS MURUNDUS	
DOI: 10.35587/brj.ed.0000869	
CAPÍTULO 02	13
FERMENTAÇÃO <i>IN VITRO</i> POR MICROBIOTA RUMINAL DE BOVINOS COM NÍVEIS DE EXTRATOS ETANÓLICOS OBTIDOS DE FARELOS DE VAGENS DE LEGUMINOSAS TROPICAIS	
DOI: 10.35587/brj.ed.0000870	
CAPÍTULO 03	50
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA	
DOI: 10.35587/brj.ed.0000871	
CAPÍTULO 04	70
CULTIVO DE RÚCULA SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE USO DE ÁGUA SALOBRA EM SISTEMA HIDROPÔNICO NFT	
DOI: 10.35587/brj.ed.0000872	
CAPÍTULO 05	88
DOSES DE BIOFERTILIZANTE A BASE DE ESTERCO VIA FERTIRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO E NA PRODUTIVIDADE DA BANANEIRA PRINCESA IRRIGADA	
DOI: 10.35587/brj.ed.0000873	
SOBRE OS ORGANIZADORES	97

CAPÍTULO 01

CONHECENDO OS MURUNDUS

Ramon da Silva Argôlo

Doutorando em Entomologia Agrícola – UFRPE
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, CEPLAC.
Endereço: AC Itabuna, Centro, Itabuna, BA, CEP: 45600-970
E-mail: ramomargolo@gmail.com.

Quintino Reis de Araújo

D. Sc. em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, UFV.
Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC.
Endereço: Rodovia Ilhéus - Itabuna, km 16, Salobrinho, Ilhéus, BA, CEP:45600-970
E-mail: quintinoar@gmail.com

RESUMO: Os murundus representam uma espetacular ocorrência no território brasileiro, assim como em outras partes do mundo, no bioma do cerrado, onde são conhecidos como Campos de Murundus. A ocorrência em áreas agrícolas tem sido um fato de depreciação das terras, representando um decréscimo significativo das glebas cultiváveis, pela diminuição das suas potencialidades produtivas e de atendimento às funções ambientais. O termo murundu, tem como significado montículo de “formações naturais” com configuração aproximadamente cônica, apresentando dimensões bastante variáveis, constituindo grupamentos específicos que caracterizam um microrrelevo “peculiar”. Em relação a origem do murundu, existem duas vertentes que dividem as opiniões, sendo a hipótese geomorfológica e a biológica. Sendo a primeira por erosão diferencial e a segunda por sucessivas colonizações por termiteiras.

PALAVRAS-CHAVE: Cupinzeiros, Semiárido, Qualidade do solo

1. MURUNDUS

Os murundus representam uma espetacular ocorrência no território brasileiro, seus primeiros relatos foram descritos por Askew et al. (1970) no bioma do cerrado, onde são conhecidos como **Campos de Murundus**, ocorrendo com bastante frequência e possuindo uma grande influência para a biodiversidade, sendo fonte de riqueza da flora e da fauna.

Figura 1- Campos de Murundus.



Fonte: Roy Funch.

De acordo com Paulino et al. (2015) o termo murundu, tem como significado montículo de “formações naturais” com configuração aproximadamente cônica, apresentando dimensões bastante variáveis, e existem diversos termos se referindo ao murundu no Brasil, são eles: murundum, morundu, cocoruto, monchão, capãozinho, ilha, morrote, varjão e covoal (Penteado & Orellana, 1980; Cunha *et al.*, 1983; Furley, 1985; Araujo Neto *et al.*, 1986; Furley, 1986; Oliveira Filho & Furley, 1990). Já pelo mundo Paulino et al. (2015) relata que alguns autores se referem aos “campos de murundus” com diversas denominações: earth platforms; termite savana formation; termite hillocks; cerrado island around termite hills; mima-mounds;

heuweltjie; hogwallow mounds; pimple-mounds; prairiemounds; termiten savannen; cerritos; tatucos; gilgai; e mima-prairies (Tröl, 1936; Péwé, 1948; Oakes e Thorp, 1951; Newcomb, 1952; Ritchie, 1953; Scheffer, 1958; Scott, 1963; Fairbridge, 1968; Ojany, 1968; Sarmiento e Monasterio, 1971; Eiten, 1972; Ratter et al., 1973; Kalpagé, 1974; Eiten, 1975; Mathews, 1977; Hole, 1981; Prance e Schaller, 1982; Cox, 1984; Fölster e Huber, 1984; Furley, 1985; Araujo Neto *et al.*, 1986; Furley, 1986; Oliveira Filho, 1988; Moore e Picker, 1991; Midgley *et al.*, 2002; Midgley, 2010).

1.1 ORIGEM DOS MURUNDUS

Existem duas vertentes que dividem as opiniões, sobre a origem dos murundus sendo a hipótese Geomorfológica e a Biológica.

1.2 VERTENTE GEOMORFOLÓGICA

Segundo os autores Furley (1985,1986); Penteadó-Orelhana (1980); Araújo Neto *et al.*, (1986), os murundus são comuns em duas situações, nas várzeas com lençol freático perto da superfície durante a maior parte do ano e em cabeceiras dos riachos, onde a água corre pela superfície somente na época chuvosa. Esses autores concluem que os murundus seriam relevos residuais que resultam da ação erosiva diferencial do terreno, provocada essencialmente pelas águas e escoamento superficial. A erosão diferencial, é a dissecação de uma certa área, removendo determinadas seções do terreno, deixando apenas alguns montículos pontuais, exemplo dos murundus (Guedes, 2009). Em defesa desta hipótese geomorfológica, os murundus tendem a ter uma certa padronização de alturas de topos, sugerindo uma superfície regular que sofreu erosão diferencial.

1.3 VERTENTE BIOLÓGICA

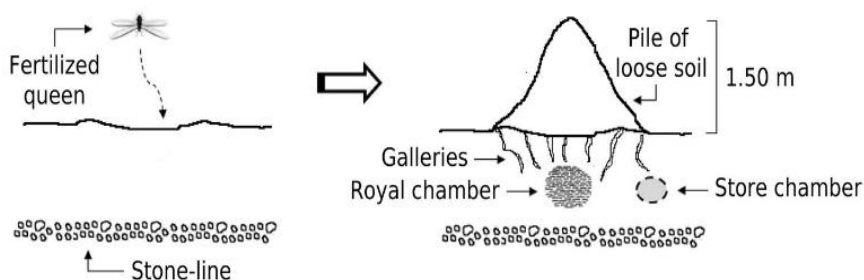
Já a hipótese biológica segundo Resende *et al.*, (2002) os murundus seriam como construções, resultantes da atividade de térmitas, de forma geralmente cumulativa, em especial os cupinzeiros, formigas, minhocas e minhocuçus. Além do fato de que podemos encontrar montículos com termiteira ainda ativa. Tais autores apontam, entre outros argumentos contrários à origem geomorfológica, que sob uma dinâmica de erosão diferencial tais elevações deveriam ser, preferencialmente, mais alongadas no sentido da declividade do terreno e aqueles murundus das partes mais

elevadas deveriam ser menores do que os das cotas mais baixas, o que não parece ser o caso, principalmente o fato de que a hipótese geomorfológica não explica a ocorrência de murundus em depressões fechadas (Guedes, 2009).

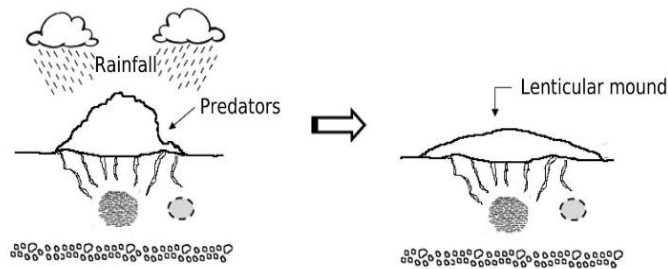
Souza *et al.*, (2020) sugeriram com base em estudo, um modelo explicativo para a origem do murundu. Sua formação ocorre de sucessivas colonizações por cupins, a figura 2 retrata em detalhes a interpretação da formação do murundu.

Figura 2: Modelo explicativo para a formação de estruturas *murundus* na região semi-árida do Brasil. Estágio 1: A rainha fertilizada de *Syntermes* coloniza a superfície do solo e constrói uma câmara real logo acima da linha de pedra (0,30-0,40 m de profundidade) (a). Após a eclosão dos ovos postos pela rainha, as operárias começam a construir o sistema de galerias subterrâneas e câmaras de armazenamento, deslocando as partículas de solo para cima durante suas atividades de escavação; Estágio 2: a ação erosiva da chuva e escavadeiras (comedores de cupins e outros vertebrados) destrói parcialmente o monte inicial resultando em um monte lenticular (côncavo) (b). As reações físico-químicas de agregação da argila contribuem para sua compactação. Estágio 3: novamente a rainha fertilizada dos *Syntermes* ou outro cupim que constrói montículos (por exemplo, *Cornitermes*) coloniza o montículo lenticular fundando uma nova colônia (c). As atividades de forrageamento e construção da nova colônia tanto expandem o sistema de galerias e bioestruturas preexistentes quanto aumentam o volume do solo do monte; e Etapa 4: ilustra a atual fisionomia dos murundus, que deve ter surgido somente após várias repetições dos mecanismos descritos nas duas últimas etapas (d). (Souza, *et al.*, 2020).

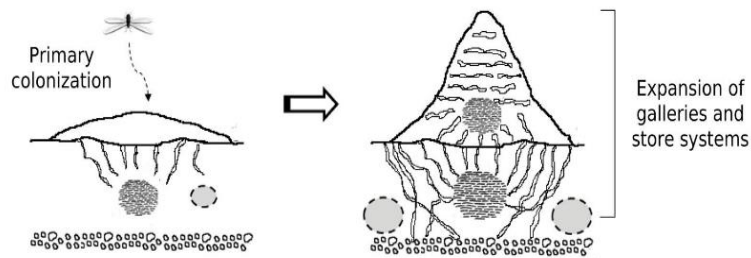
(a) Stage 1



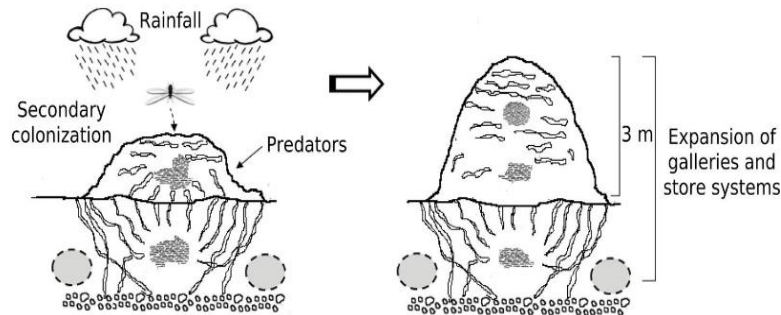
(b) Stage 2



(c) Stage 3



(c) Stage 4



Fonte: Henrique Jesus de Souza (Souza, *et al.*, 2020)

1.3 ESPÉCIES CUPINS

O pesquisador Roy Funch em entrevista a Fonseca (2018) para Associação O Eco, afirmou que os murundus no Brasil foram construídos por cupins. Ao longo de milênios, gerações de *Syntermes dirus*, um inseto com pouco mais de um centímetro de comprimento, escavaram lentamente milhares de quilômetros de túneis sob o sol da caatinga, nos estados de Minas Gerais e Bahia, deixando a vista um conjunto imenso de montes, que se espalham por 230 mil quilômetros quadrados.

Já um estudo dos autores Souza & Delabie (2016), indicou quatro espécies de cupins construtores de montículos que podem estar ou estiveram envolvidas na formação de murundus no semiárido brasileiro, são eles: *Syntermes dirus*, *Syntermes wheeleri*, *Cornitermes bequaerti* e *Cornitermes silvestrii*. Estas espécies são bem distribuídas na Região Neotropical (a região biogeográfica que compreende toda a América do Sul, além da América Central, incluindo a parte sul do México e da península da Baixa Califórnia, o sul da Flórida, e todas as ilhas do Caribe).

1.3.1 ASSOCIAÇÕES DE MURUNDUS COM OUTROS ANIMAIS

Tanto na África como na América do Sul, os cupins desempenham um papel fundamental nesses ecossistemas, influenciando nos solos, na vegetação e no variado número de espécies que deles dependem diretamente, entre predadores e inquilinos (Fontes, 1979). As formigas são grandes predadoras de cupins e invasoras dos ninhos (Wheeler, 1936), enquanto os mamíferos termitófagos africanos como o porco-formigueiro e o pangolim encontram seus equivalentes ecológicos neotropicais no tamanduá e no tatu, principais predadores e destruidores de cupinzeiros.

1.3.2 ASSOCIAÇÕES DE MURUNDUS COM MICRORGANISMOS

Teixeira et al (2011) observaram que no Topo e da Base do declive não houve indícios de nematóides, apenas nas amostras da base do murudu, o único gênero encontrado foi *Helicotylenchus*. Goulart & Ferraz (2003), observaram que em áreas de Cerrado o principal gênero encontrado foi *Discocricionemella* sp.

Os campos de murundus apresentam alta diversidade de Fungos micorrízicos arbusculares e por isso constituem um ambiente de reserva da biodiversidade, esta diversidade foi avaliada por Assis *et al.*, (2014), as famílias mais representativas são *Acaulosporaceae* (*Acaulospora*), *Gigasporaceae* (*Gigaspora*, *Scutellospora*) e *Glomeraceae* (*Glomus*, *Funneliformis*, *Rhizophagus*), *Ambisporaceae* (*Ambispora*) e *Claroideoglomeraceae* (*Claroideoglomus*). Nas áreas de campos de murundus, naturais ou antropizadas, os gêneros *Acaulospora* e *Claroideoglomus*, compõem a maior fração da diversidade de espécies, evidenciando a alta capacidade de adaptação desses gêneros às condições adversas. (Stürmer & Siqueira, 2011)

1.4 MURUNDUS – SOLOS

De acordo com Castro Júnior (2002), os campos de murundus estudados o solo que ocorre na base da vertente é o PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico, enquanto que na parte média e superior da vertente ocorre o LATOSSOLO BRUNO Distrófico câmbico e o Distroférico plíntico, sendo que a característica comum e notável destes solos é a presença de concreções ferruginosas formando o horizonte plíntico mosqueados vermelhos e amarelos, correspondendo ao nível de oscilação do lençol freático, macios quando úmidos, mas que endurecem irreversivelmente quando secam.

Nas áreas pesquisadas por Correa (1989), as relações solo-campos de murundus mostram uma cobertura pedológica uniformemente muito argilosa, muito alterada e muito pobre em elementos nutritivos. Os solos são uniformemente microagregados. Na passagem dos interflúvios para as zonas deprimidas, os solos mostram uma passagem progressiva de cores vermelhas amareladas para cores brunas e depois cinza, topossequência de cores muito frequentes no Planalto Central Brasileiro, que segundo Macedo & Bryant (1987 e 1989) está ligada a transformação de óxido de ferro em goetita e hematita, por meio de um gradiente de umidade edáfica.

Os murundus formam, portanto, perfis excepcionais, seja em razão de sua estrutura particular, seja por causa do forte contraste que eles apresentam em relação aos Solos Hidromórficos com os quais estão diretamente associados. Em consequência das condições redutoras (ambiente hidromórfico) reinantes nos solos onde eles ocorrem, dos baixos teores de ferro e ausência de hematita, e de teores relativamente baixos (inferiores a 2 %) de matéria orgânica abaixo dos 20 primeiros centímetros, a cor dos murundus é geralmente clara: bruno-amarelada (10 YR 5/4 - 6) ou mesmo mais pálida (10 YR 6/2, por exemplo). Em geral, sob esses murundus, assim como no solo entre eles, existe um horizonte plíntico (ou petroplíntico) pouco profundo e contínuo.

De forma geral o solo do campo de murundu é considerado como de alto teor de Al e de acidez, com baixa disponibilidade de bases trocáveis estudado (Lopes & Cox 1977). Já os campos de murundus da bacia do rio Guaporé caracterizam-se por

apresentarem baixa saturação por bases, elevada saturação por Al e acidez, baixos teores de carbono orgânico e baixos teores de argila tornam estes campos de murundus ambientes de elevada fragilidade ambiental (Santos, *et al.*, 2020). Observou-se nos solos “murundus” uma estrutura granulométrica simples devido ao alto teor de areia e solos bastante intemperizados (Dos Santos *et al.* 2020)

Por outro lado, em murundus ativos ocorre a fixação de nitrogênio no solo devido a atividade das térmitas foi observada por Parker *et al.*, (1982), Roy-Nöel (1979). Além de contribuir com o acúmulo de material vegetal por ação dos cupins, bem como o conteúdo fecal e a saliva utilizados na cimentação das paredes dos seus edifícios, acaba servindo como fonte de nutrientes, conforme foi observado na América do Sul e Amazônia por Salick *et al.* (1983) e no Brasil por Egler & Harudasan (1983).

2. CONCLUSÃO

No caso dos campos de murundus, são áreas exclusivamente brasileiras, e tem uma importância funcional ecológica como reservatórios de água, ciclagem de nutrientes, manutenção de carbono e da biodiversidade da fauna, flora e solo.

Existe uma carência de pesquisas na área, inclusive na busca de alternativas viáveis do convívio com o produtor e áreas com murundus.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO NETO MD, FURLEY PA, HARIDASAN M, JOHNSON CE. The murundus of the Cerrado region of central Brazil. **J Trop Ecol.**;2:17-35. 1986.
- ASKEW GP, MOFFATT D, MONTGOMERY R, SEARL P. Soil landscapes in north eastern Mato Grosso. **Geogr J.**;136:211-27. 1970.
- ASSIS PCR, SAGGIN JÚNIOR OJ, PAULINO HB, STÜRMER S, SIQUEIRA JO, CARNEIRO MAC. Fungos micorrízicos arbusculares em campos de murundus após conversão para sistemas agrícolas no Cerrado. **R Bras Ci Solo.**38:1703-11. 2014.
- CASTRO JÚNIOR, P. R. D. **Dinâmica da água em campos de murundus do Planalto dos Parecis** (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo) 2002.
- CORREA, G. F. **Les Microreliefs "murundus" et leur environnement pedologique dans l'ouest du Minas Gerais, region du plateau central bresilien.** Nancy, Vandoeuvre-lesNancy: Universite de Nancy, These de docteur, 139p 1989.
- COX G.W. Mounds of mystery. **Nat Hist.**93:36-45. 1984.
- CUNHA C.N, CAMPOS M.M, SILVA M.Q. **Estudos biológicos preliminares de uma área de Cerrado inundável, transição entre Cerrado e Pantanal.** Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso; 1983.
- EGLER, I. **Importância dos cupinzeiros de Procornitermes araujoi (Isoptera, Termitidae) na ciclagem de nutrientes em um cerrado de Brasília.** Dissertação de mestrado, Brasília, Universidade de Brasília. 1984.
- EITEN G. The cerrado vegetation of Brazil. **Bot Rev.**38:201-341. 1972.
- EITEN G. The vegetation of the Serra do Roncador. **Biotropica.**7:112-35. 1975.
- FAIRBRIDGE R.W. **The encyclopedia of geomorphology.** Stroudsburg [Pennsylvania]: Dowden, Hutchinson & Ross; 1968. v.3.
- FÖLSTER, H. & HUBER, O. **Interrelaciones suelos-vegetation en el area galipero, Território Federal Amazonas - Venezuela.** Caracas, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables. 260 p. 1984.
- FONSECA, Vandr . A floresta de murundus na caatinga. Associa o O Eco, [S. I.], p. 1, 28 nov. 2018. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/noticias/a-floresta-de-murundus-na-caatinga/>. Acesso em: 4 dez. 2020.
- FONTES, L. R. Os cupins. **Ciência e Cultura** 31: 986-992. 1979.

FURLEY P. A. Classification, and distribution of murundus in the Cerrado of Central Brazil. **J Biogeogr.**13:265-8. 1986.

FURLEY P. A. **Notes on the soils and plant communities of Fazenda Água Limpa.** Brasília, DF: [Brazil]. Edinburg: University of Edinburg; 1985.

GOULART A, FERRAZ L. Comunidades de nematóides em Cerrado com vegetação original preservada ou substituída por culturas. 1. Diversidade trófica. **Nematol Bras.**27:123-8. 2003.

GUEDES, M. R. Italo. Origem dos Murundus: uma questão em aberto! Blogs de ciência da Unicamp, [S. l.], p. 1, 10 jun. 2009. Disponível em: https://www.blogs.unicamp.br/geofagos/2009/06/10/origem_dos_murundus_um_a_questa/. Acesso em: 4 dez. 2020.

HOLE F. D. Effects of animals on soil. **Geoderma.** 25:75-112. 1981.

KALPAGÉ F. S. **Tropical soils. Classification, fertility and management.** Tropical soils. Classification, fertility and management. New York: St. Martin's; 1974.

LOPES, A. S. & COX, F. R. A survey of the fertility status of surface soils under "cerrado" vegetation in Brazil. **Soil Science of Society America Journal** 41(4): 742747. 1977.

MACEDO, J. & BRYANT, R. B. Morphology, mineralogy and genesis of na hydrosequence of oxisols in Brazil. **Soil. Sci. Soc. Am. J.**, 51, 690-698. 1987.

MACEDO, J. & BRYANT, R. B. Preferential microbial reduction of hematite over goethite in brazilian Oxisol. **Soil. Sci. Soc. Am. J.**, 53, 1114-1118. 1989.

MATHEWS A. G. **A. Studies on térmites from the Mato Grosso State, Brazil.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências; 1977.

MIDGLEY J, HARRIS C, HESSE H, SWIFT A. Heuweltjie age and vegetation change based on d13C and 14C analyses: research letter. **S Afr J Sci**; 98:202-4. 2002.

MIDGLEY, J. J. **More mysterious mounds: Origins of the Brazilian campos de murundus.** Plant Soil. 336:1-2. 2010.

MOORE J, PICKER M. Heuweltjies (earth mounds) in the Clanwilliam district, Cape Province, South Africa: 4000-year-old termite nests. **Oecologia.**86:424-32. 1991.

NEWCOMB R. C. Origin of mima-mounds, Thurston County region, Washington. **J Geol.**;60:461-731952.

OAKES H, THORP J. Dark-clay soils of warm regions variously called rendzina, black cotton soils, regur and tirs. **Soil Sci Soc Am Proc.**15:347-54. 1951.

OJANY F. F. **The mound topography of the Thika and Athi Plains of Kenya: A problem of origin.** *Erdkunde*.22:269-75 1968.

OLIVEIRA FILHO A. T, Furley P. Monchão, cocuruto, murundu. **Ci. Hoje**.11:30-7. 1990.

OLIVEIRA FILHO A. T. **Vegetação de um campo de monchões. Microrrelevos associados a cupins na região de Cuiabá (MT).** [tese] Campinas: Universidade de Campinas; 1988.

PARKER, L. W.; FOWLER, H. G.; Ettershank, G. & Whitford, W.G. The effects of subterranean termite removal on desert soil nitrogen and ephemeral flora. **Journal of Arid Environments** 5: 53-9. I. 1982.

PAULINO, H. B., ASSIS, P. C. R., VILELA, L. A. F., CURI, N., & CARNEIRO, M. A. C. Campos de Murundus: gênese, paisagem, importância ambiental e impacto da agricultura nos atributos dos solos. **Tópicos em Ciência do Solo**, 9, 75-86. 2015.

PENTEADO-ORELLANA, M. M. Microrrelevos associados a térmitas no cerrado. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, 20(1), 61-71. 1980.

PÉWÉ T. L. Origin of Mima Mounds. **Sci Monthly**.66:291-6. 1948.

PRANCE G. T, SCHALLER G. B. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. **Brittonia**. 34:228-51. 1982.

RATTER J. A, RICHARDS P. W, ARGENT G, GIFFORD D. R. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. I. The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo Expedition area. **Phil Trans**. 226:449-92. 1973.

RESENDE, S. B.; CORREA, G. F. **Pedologia: Base Para Distinção De Ambientes**. 4. Ed. Viçosa. Neput, 338p. 2002.

RITCHIE A. M. The erosion of the Mima Mounds of southwest Washington. **J Geol**. 61:41-50. 1953.

ROY-NÖEL, J. Termites and soil properties. In: Huxley, P.A., ed. Proceedings of the Soils Consultive Meeting, Nairobi, **International Council for Research in Agroforestry**. p. 271-95. 1979.

SALICK, J.; HERRERA, R. & JORDAN, C. F. Termitaria: nutrient-deficient. 1983.

SANTOS, F. A. S., PIERANGELI, M. A. P., SILVA, F. L., SERAFIM, M. E., & de SOUZA, C. A. Atributos químicos, físicos e estoque de cálcio, magnésio, potássio e fósforo em solos de campos de murundus no Brasil. **Acta Amazonica**, 45, 2. 2020.

SARMIENTO G, MONASTERIO M. Ecología de las sabanas de America Tropical. Analisis macroecológico de los llanos de Calabozo, Venezuela. **Cuad Geogr.**4:1-26. 1971.

SCHEFFER V. B. Do fossorial rodents originate Mima-type microrelief? **Am Midland Natur.**59:505-10. 1958.

SCOTT, R. M. **The Soils of the Nairobi Thzka® Yatta-Machakos Area.** 60 p., 1963.

SOUZA, H. J. & DELABIE, J. H. C. 'Murundus' structures in the semi-arid region of Brazil: testing their geographical congruence with mound-building termites (Blattodea: Termitoidea: Termitidae), **Annales de la Société entomologique** de France, v. 52, n. 6, p. 369-385, 2016.

SOUZA, H. J. de; DELABIE, J. H. C.; SODRÉ, G. A. Termite participation in the soil-forming processes of murundus' structures in the semi-arid region of Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, 2020.

Stürmer SL, Siqueira JO. Species richness and spore abundance of arbuscular mycorrhizal fungi across distinct land uses in Western Brazilian Amazon. **Mycorrhiza.** 21:255- 67. 2011.

TEIXEIRA, R. A.; DA ROCHA, M. R.; CARBONE, M. A. Diversidade de nematóides em relação a diferentes usos do solo. 8ª CONPEEX/63ª **Reunião Anual da SBPC**, 2011.

TRÖL C. Termiten savannen. In: Louis H, Panzer W, editors. Landerkundliche Forschung für Norbert Krebs. Stuttgart: **J. Engelhorn's Nachf.** p.275-312. 1936.

WHEELER, W. M. Ecological relationships of Ponerinae and otherants to termites. **Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences** 71: 159-243. 1936.

CAPÍTULO 02

FERMENTAÇÃO *IN VITRO* POR MICROBIOTA RUMINAL DE BOVINOS COM NÍVEIS DE EXTRATOS ETANÓLICOS OBTIDOS DE FARELOS DE VAGENS DE LEGUMINOSAS TROPICAIS

Lizziane Argôlo-Batista

D. Sc. em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Itaberaba
Endereço: Rodovia BA-233, Km 04, Itaberaba – BA, CEP 46880-000
E-mail: lizziane.argolo@ifbaiano.edu.br

Mara Lúcia Albuquerque Pereira

D. Sc. em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Vitória da Conquista/BA e
Itapetinga/BA
Endereço: Estrada do Bem Querer km 04, Vitória da Conquista, BA, CEP: 45083-900
E-mail: marauessb@yahoo.com.br

Mauro Pereira de Figueiredo

D. Sc. em Medicina Veterinária pela Tierärztliche Hochschule Hannover, TIHO,
Alemanha.
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Vitória da Conquista/BA e
Itapetinga/BA
Endereço: Estrada do Bem Querer km 04, Vitória da Conquista, BA, CEP: 45083-900
E-mail: mfigue@uesb.br

Ronaldo Costa Argôlo Filho

D. Sc. em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Santa Cruz
Faculdade do Sul - UNIME – Itabuna/BA
Endereço: Av. José Soares Pinheiro, 1600 - Lomanto Júnior, Itabuna - BA, CEP:
45600-185
E-mail: ronaldoargolo@yahoo.com.br

João Carlos Teixeira Dias

D. Sc. outorado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais
Universidade Estadual de Santa Cruz – Ilhéus/BA
Endereço: Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km 16, Salobrinho Ilhéus - BA, CEP: 45650-000
E-mail: jctdias@uesc.br

RESUMO: A utilização de extratos vegetais como aditivos tem sido difundido como possíveis modificadores da fermentação ruminal. O objetivo do trabalho foi avaliar o

potencial dos extratos etanólicos de *Prosopis juliflora*, *Samanea saman* e de *Samanea tubulosa* como aditivo natural, visando à redução de perda de energia e/ou proteína do sistema ruminal e estabelecer uma concentração mais adequada para estudos posteriores. Os extratos etanólicos foram obtidos por percolação com etanol a partir dos farelos das leguminosas arbóreas tropicais. As análises *in vitro* consistiram no efeito desses extratos sobre o metabolismo da microbiota ruminal de vacas da raça Holandesa. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão à significância de 5% de probabilidade. As equações de regressão para a degradabilidade verdadeira da matéria seca (DVMS) em função da produção de gases (PG) apresentou efeito quadrático negativo para todos os tratamentos. A diversidade genética de arqueas foi determinada por meio da DGGE dos produtos de PCR da região 1100-1400 do 16S rDNA, obtidos de *primers* universais para procariotos. O protocolo desenvolvido incluiu a otimização de: procedimentos na extração do DNA, amplificação pela PCR e, otimização de preparação do gel de DGGE. Observaram-se variações nos padrões de bandas do gel, indicando alterações das populações estudadas em função dos tratamentos. Os extratos etanólicos de *Prosopis juliflora*, *Samanea saman* e *Samanea tubulosa* apresentaram potencial para mitigação de metano.

PALAVRAS-CHAVE: Fermentação *in vitro*; metano; PCR-DGGE; *Prosopis juliflora*; *Samanea saman*; *Samanea tubulosa*.

1. INTRODUÇÃO

O uso de leguminosas como fonte de nutrientes durante a estação seca tem resultado em aumentos de produção animal, como ganhos de peso e produção de leite nos animais avaliados (SILVA, 1981; NOBRE, 1981; OLIVEIRA, 2009; ALMEIDA *et al.*, 2012), estimulando sua utilização, principalmente as espécies perenes e nativas. Algumas leguminosas são utilizadas como fonte alternativa de alimento por animais e populações pobres em muitas regiões áridas e semiáridas do mundo, no entanto, a utilização dessas leguminosas torna-se limitada devido a pouca informação dos seus valores nutricionais.

A diversidade de leguminosas tropicais aptas a serem usadas como forrageiras é muito maior do que de leguminosas temperadas, no entanto, o seu uso ainda é restrito, comparado com essas últimas. A procura dos rebanhos por leguminosas nativas ou adaptadas às áreas secas do Nordeste Brasileiro e ainda a grande produção de vagens por parte dessas leguminosas tem incitado sua utilização como potenciais ingredientes de suplementos e desenvolvimento de aditivos naturais para rações de ruminantes, além disso, movimentando economicamente a pecuária na região e, ainda, estimulando a utilização e a conservação dos recursos ambientais disponíveis.

Pesquisas desenvolvidas com ovinos e caprinos (BUZO *et al.*, 1972; MAHGOUB *et al.*, 2005a; MAHGOUB *et al.*, 2005b; ARGÔLO *et al.*, 2010) alimentados com farelo da vagem de algaroba (*Prosopis juliflora*) têm confirmado estas expectativas de exploração de espécies leguminosas com potencial forrageiro. Este é o caso dos gêneros *Prosopis* e *Samanea*, plantas forrageiras produtoras de alimento de alto valor energético, com teor proteico que supera as gramíneas, e que apresentam boa digestibilidade e palatabilidade (LORENZI, 1998; BATISTA *et al.*, 2002).

Estas plantas contém, frequentemente, metabólitos secundários bioativos e antimicrobianos, entre eles saponinas, taninos, alcaloides e lectinas (AHMAD *et al.*, 1989; AQEEL *et al.*, 1989; KAITHO *et al.*, 1998; SATISH *et al.*, 1999; ALI *et al.*, 2001; KAUSHIK *et al.*, 2002; GRAHAM *et al.*, 2003; BATUGAL *et al.*, 2004; BHATTA *et al.*, 2007; NAVEEN PRASAD *et al.*, 2008; AZHAR *et al.*, 2009; UKOHA *et al.*, 2011), que

são uma limitação importante do ponto de vista nutricional (KAITHO et al., 1998), mas também representam um potencial em termos de mitigação de metano (CH₄) (CARULLA et al., 2005; HU et al., 2006; SOLIVA et al., 2008). Como vários metabólitos secundários têm demonstrado atividade antimicrobiana, já se tem sugerido utilizá-los como aditivos alternativos na alimentação animal (GREATHEAD, 2003), pelo fato de serem possíveis modificadores da fermentação ruminal, aumentando a eficiência de utilização da energia dos alimentos e reduzindo as emissões de gases (GARCIA-GONZÁLEZ et al., 2006).

Os ruminantes são os maiores responsáveis pela formação biogênica de metano. São estimadas que 80 milhões de toneladas das emissões globais de metano, produzidas por ano, são oriundas de processos entéricos (US EPA, 2000). As emissões entéricas de CH₄ surgem da fermentação do alimento no rúmen e intestino grosso. As emissões de CH₄ representam uma perda significativa de energia da dieta que poderiam ser redirecionados para a produção de leite e carne (ECKARD et al., 2010) e depende, por exemplo, do tipo da dieta, nível de alimentação, e características dos ruminantes como tamanho, idade e espécie (ABDALLA et al., 2012).

Uma grande diversidade de microrganismos está envolvida no processo fermentativo que produz H₂ e CO₂, que, por sua vez, são utilizados como substrato para a formação de CH₄, reduzindo o hidrogênio do meio e tornando o ambiente mais adequado para o ecossistema microbiano do rúmen. Apesar deste efeito benéfico, a produção de CH₄ é um processo de desperdício energético (ANDERSON et al., 2003) e sua emissão pelos ruminantes tem recebido considerável atenção devido a sua contribuição para o aquecimento global (LASSEY, 2007). Portanto, estratégias que visam à redução na emissão de gases que interferem sobre o efeito estufa e melhore a eficiência da produção dos ruminantes são de fundamental importância para a produção animal.

O controle na emissão de CH₄ pode ser realizada por meio de intervenção ruminal direta (JOBLIN, 1999), porque o CH₄ é produzido por arqueas metanogênicas, que é um grupo distinto de microrganismos que compõe, normalmente, o ecossistema microbiano do rúmen (TAVENDALE et al., 2005). O H₂

e CO₂ são os substratos para as metanogênicas ruminais, logo a utilização de compostos que inibem a atividade de metanogênicas susceptíveis reduzirá ou eliminará a produção de CH₄. Outras estratégias de manipulação da fermentação ruminal podem contribuir para a redução na produção desse gás, como composição da dieta, pode-se introduzir amido, pois é um promotor para a formação de propionato, interferindo na metanogênese (HOOK et al., 2010); utilização de fontes de lipídios; tratamentos de alimentos; utilização de aditivos alimentares, entre eles os ionóforos, a monensina é a mais amplamente utilizada no Brasil, ela seleciona microrganismos Gram negativos, causando modificações na produção de propionato, por esta razão, atribui-se que a monensina não afeta diretamente a produção de metano, mas inibe as metanogênicas, por impedir o crescimento de bactérias que provêm o substratos para metanogênese (RUSSELL e STROBEL, 1989; HOOK et al., 2009; HOOK et al., 2010); e utilização de aditivos fitogênicos que têm sido pesquisados quanto suas potencialidades como manipuladores da fermentação ruminal (BROUDISCOU et al., 2002; SLIWINSKI et al., 2002; GOEL et al., 2008; JAYANEGARA et al., 2010; SIHORI et al., 2012).

Diante da possibilidade de utilização de extratos etanólicos de farelos das vagens de *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C., de *Samanea saman* e de *Samanea tubulosa* (Benth.), Barneby & Grimes como modificadores da fermentação ruminal, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial dos extratos etanólicos dessas leguminosas como aditivo natural, visando a redução de perda de energia e/ou proteína do sistema ruminal e estabelecer uma concentração mais adequada para estudos posteriores.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 PREPARAÇÃO DO EXTRATO ETANÓLICO BRUTO

As vagens de *Samanea saman* (Anexo B) e *Samanea tubulosa* (Anexo C) foram adquiridas no município de Itapetinga-Bahia-Brasil e as vagens de *Prosopis juliflora* (Anexo A) foram obtidas no município de Brumado-Bahia-Brasil. Uma excisata de cada material encontra-se depositada no Herbário da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-Bahia-Brasil.

Os farelos de vagens das leguminosas foram produzidos na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga-Bahia-Brasil. As vagens coletadas foram secas ao sol durante três dias. Em seguida, foram processadas em um triturador e moídas com peneira de 2 mm para obtenção do farelo. Após a moagem, as amostras, então, foram destinadas à estufa de ventilação forçada, por 72 horas, a $60 \pm 5^\circ\text{C}$, em seguida, foram trituradas novamente em moinho tipo facas, com peneira de malha de 1 mm, e, finalmente, acondicionadas individualmente em recipientes plásticos, para posteriores análises. As composições químicas dos farelos utilizados para a obtenção dos extratos etanólicos, bem como do farelo de trigo, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química (% matéria seca) dos Farelos de Vagem de *Prosopis juliflora*, *Samanea saman*, *Samanea tubulosa* e do farelo de trigo.

Item	<i>Prosopis Juliflora</i>	<i>Samanea saman</i>	<i>Samanea tubulosa</i>	Farelo de Trigo
Matéria Seca	92,2	85,8	90,9	89,8
Matéria Mineral	3,8	4,0	3,6	7,1
Matéria Orgânica	95,8	96,0	96,4	83,9
Proteína Bruta	7,2	17,7	12,4	17,4
Fibra Detergente Neutro	26,7	32,2	44,4	51,1
Fibra Detergente Ácido	23,5	24,9	37,4	7,1
Carboidratos Totais	87,4	77,9	83,9	73,1
Carboidratos Não Fibrosos	60,7	45,7	39,5	22,0
Hemicelulose	3,4	7,3	7,0	44,0
Celulose	18,6	12,6	13,3	3,5
Lignina	4,9	12,3	24,1	3,6
NIDA ¹	0,1	0,2	0,4	--
NIDN ²	0,2	0,3	0,3	--
Extrato Etéreo	1,6	0,4	0,1	2,4

¹nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA); ² nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN).

Fonte: Os autores.

Aproximadamente 2 kg de cada farelo foram submetidos à extração por percolação com etanol a 95 %, em seguida, esta solução foi concentrada a vácuo, a uma temperatura em torno de 70° C, em evaporador rotatório, obtendo, assim, os extratos etanólicos brutos (222g, 230,2g e 381,6g para farelo de vagem de *P. juliflora*, *S. saman* e *S. tubulosa*, respectivamente). O aspecto desses extratos era viscoso de coloração castanho-escuro.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As análises *in vitro* consistiram no estudo dos efeitos dos extratos etanólicos dos farelos das vagens de *Prosopis juliflora*, *Samanea saman* e *Samanea tubulosa* sobre o metabolismo da microbiota ruminal em fluido coletado do rúmen de vacas da raça Holandesa fistuladas e incubado em estufa sob temperatura constante (39° C). Foram realizadas duas rodadas com três brancos e três repetições por tratamento. Para este ensaio de produção de gases, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3x3, tendo como tratamentos a adição de 10 mL de uma solução de dimetilsulfóxido (1 % v/v) como controle e três extratos etanólicos diluídos em água, utilizando como solvente o dimetilsulfóxido, perfazendo 1 % do volume total da solução, como descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Tratamentos utilizando farelo de trigo associado aos extratos etanólicos obtidos do farelo de vagem de *Prosopis juliflora* (P), farelo de vagem de *Samanea saman* (S) e do farelo de vagem de *Samanea tubulosa* (T).

Item	Concentração 1	Concentração 2	Concentração 3
Extrato de P	Controle 1 e 2	300mg/10mL	1200mg/10mL
Extrato de S	Controle 1 e 2	300mg/10mL	1200mg/10mL
Extrato de T	Controle 1 e 2	300mg/10mL	1200mg/10mL
Controle 1	10mL de Solução DMSO* 1 %		
Controle 2	10 mL de Água Destilada		

*DMSO – Dimetilsulfóxido.
Fonte: Os autores.

2.3 PRODUÇÃO DE GASES

A técnica de produção de gases *in vitro* foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da

Conquista-Bahia-Brasil, conforme o protocolo de análise descrita por Mauricio *et al.*, (1999), considerando o volume de gás produzido a partir da medição da pressão gerada pelo acúmulo de gás durante o processo fermentativo das amostras incubadas.

A cada frasco de 160 mL foi adicionado 80 mL de meio tamponante contendo micro e macrominerais e tamponantes (THEODOROU *et al.*, 1994), saturados com CO₂, 10 mL de solução de extrato (Tabela 2) e 1 g de farelo de trigo, com 3 réplicas para cada extrato, além destes foram incluídos 3 frascos contendo fluido ruminal e meio nutriente, que serviu como controle.

O meio nutriente foi obtido misturando uma Solução-tampão (200 mL), que continha NH₄HCO₃ (4,5 g/ L), e NaHCO₃ (39,4g/ L) foi misturado com água destilada (500 mL), solução de macrominerais (200mL; Na₂HPO₄.12H₂O, 10,6g/ L; KH₂PO₄,7,0g/ L; MgSO₄.7H₂O, 0,7 g/ L), solução micromineral (0,1 mL; CaCl₂.2H₂O, 148,5g/ L; MnCl₂.4H₂O,112,5g/ L; CoCl₂.6H₂O, 11,3g/ L; FeCl₃.6H₂O,90,0g/ L;), solução de meio B (60 mL; cisteína HCl,7,0g/L; Na₂S.9H₂O, 7,0g/ L; NaOH,1,8g/ml) e solução de resazurina (1,0mL; 0,01g/ L).

O fluido ruminal utilizado nas inoculações foi composto por uma mistura de fluidos de três vacas fistuladas cirurgicamente no rúmen, não lactantes, mestiças, mantidas em confinamento, cuja dieta era exclusiva de volumoso (*Brachiaria* spp.).

As vacas foram mantidas em jejum hídrico e alimentar nas 12 horas que antecederam a coleta do fluido ruminal. Após a coleta, o fluido ruminal de cada vaca foi armazenado em garrafas térmicas pré-aquecidas à temperatura de 39°C para o transporte até o laboratório, onde foram filtrados em tecido de nylon com porosidade de 100 micras, misturados nas mesmas proporções e saturados com CO₂, e mantidos em banho-maria a 39° C. O fluido ruminal (10 mL) foi inoculado nos frascos contendo as amostras, como substratos e meio de cultura, vedados com tampa de borracha expansiva e mantidos em estufa a 39° C até o momento das leituras. Os frascos de vidro atingiram um volume final de 100 mL.

2.4 HORÁRIOS DE LEITURA

As leituras de pressão dos gases produzidos durante as fermentações foram realizadas às 2; 4; 6; 8; 10; 12; 16; 20 e 24 horas após o início das incubações. As

leituras de pressão dos gases (psi – pressão por polegada quadrada) foram realizadas de forma semiautomática por intermédio de um transdutor de pressão (Tipo T443A, Bailey e Mackey, Inglaterra) com uma agulha acoplada a sua extremidade. As medidas de pressão obtidas foram ajustadas para o volume de gases, conforme a equação proposta por Figueiredo et al. (2003), para a altitude local:

$$V = -0,02 + 4,30p + 0,07p^2$$

Em que V é o volume dos gases (mL) e p é a pressão dos gases dentro dos frascos de fermentação (psi).

2.5 DEGRADABILIDADE IN VITRO E PH RUMINAL

As degradações *in vitro* dos substratos foram determinadas às 8; 16 e 24 horas após a inoculação. A degradabilidade ruminal foi estimada como a diferença entre a quantidade de amostra colocada para fermentar em cada frasco e a quantidade de resíduo recuperado por filtração em cadinho de porosidade nº 1 (Vidrotec), de pesos previamente conhecidos.

Para estimar o efeito dos extratos etanólicos sobre o pH do meio ruminal, determinou-se o pH, por meio de potenciômetro digital, no conteúdo dos frascos a cada tempo de degradação, antes da filtração das amostras. Este procedimento objetivou acompanhar a evolução deste parâmetro ao longo do processo de fermentação, a fim de garantir que este se mantivesse dentro da faixa biológica *in vivo*.

2.6 PRODUÇÃO DE BIOMASSA MICROBIANA

A produção de biomassa microbiana foi estimada a partir da diferença obtida entre a degradabilidade verdadeira e aparente da matéria seca.

Em uma das réplicas foi determinada a degradabilidade aparente da MS através da filtração direta do resíduo obtido, após a fermentação da amostra em cadinho de vidro nº 1, e posterior secagem em estufa a 105° C, durante 24 horas (MAURICIO *et al.*, 1999). Para determinação da degradabilidade verdadeira da MS, a outra réplica da mesma amostra foi submetida à digestão com solução detergente neutro por 1 hora, em seguida, filtrada em cadinho de vidro nº 1 e seca em estufa a

105°C, por 24 horas (GOERING e VAN SOEST, 1970). As degradabilidades foram determinadas em cada tempo de degradação (8; 16 e 24h de incubação).

A biomassa microbiana (mg.100 mg⁻¹de MS digestível) foi obtida de acordo com Blümmel *et al.*, (1997):

$$\text{Biomassa microbiana (mg. 100 mg}^{-1}\text{)} = \text{DVMS (mg. 100 mg}^{-1}\text{)} - \text{DAMS (mg. 100 mg}^{-1}\text{)}$$

Em que DVMS corresponde à degradabilidade verdadeira *in vitro* da MS e DAMS à degradabilidade aparente *in vitro* da MS.

2.7 ANÁLISE MOLECULAR DA POPULAÇÃO DE MICRORGANISMOS (BACTERIA, ARCHAEA)

Amostras do líquido ruminal dos frascos de incubação foram coletadas nos tempos 6; 12; 24;36 e 96 horas de incubação. As amostras coletadas foram imediatamente armazenadas em congelador a 20° C negativos.

Posteriormente, 1,5 mL de cada amostra foram colocados em tubos com capacidade de 2 mL e centrifugados por 5 minutos a 1800 x g e realizado quadruplicatas das amostras. As amostras foram submetidas a um processo de lavagem com PBS 1x (Solução Salina Tamponada) e centrifugações a 7 000 x g por 15 minutos. Foi adicionado ao pélete, 600 µL de TESC (10 M Tris-base, 1 M EDTA, 0,1 M NaCl, pH 8,3) juntamente com 30 µL de Tween 80 (Merck) e homogeneizado. A amostra foi submetida ao banho ultrassônico Magiclean 1600 (Unique®) por 2 minutos, para que houvesse desfloculação das partículas bacterianas que, possivelmente, poderiam estar aderidas à matéria orgânica.

Após o banho ultrassônico, as amostras foram novamente centrifugadas por 3 minutos a 50 x g e, coletou-se o sobrenadante que, por sua vez, foi centrifugado a 7 000 x g por 5 minutos. Desta vez, o sobrenadante foi desprezado e o pélete foi ressuspenso em 700 µL de Tampão de Lise (50mM:50mM:500mM), 12 µL de proteinase K (20 mg mL⁻¹) (Promega) e 12 µL de SDS 10 % (Dodecil Sulfato de Sódio) foram adicionados às amostras e homogeneizou-se pela inversão dos tubos. As amostras foram incubadas a uma temperatura de 65° C, por 30 minutos, homogeneizando a cada 10 minutos.

A análise física das células bacterianas foi realizada por meio de choque térmico, em três ciclos, 10 minutos em ultra freezer (80° C negativos) e 5 minutos em banho-maria a uma temperatura de 80° C. Um volume equivalente de fenol-clorofórmio-álcool isoamílico (25:24:1) foi adicionado, e a mistura foi gentilmente homogeneizada. A mistura foi centrifugada por 10 minutos a 1 800 x g e a fase aquosa foi recuperada. O DNA foi precipitado pela adição de 0,7 volume de isopropanol gelado (J.T. Barker) e 0,1 volume de acetato de sódio 3 M. A solução foi misturada suavemente (5-10 vezes) e mantido a 20° C negativos por 16 h. Foi obtido o pélete das amostras por centrifugação durante 5 minutos a 10 000 x g, o pélete foi lavado com etanol 70 % gelado e ressuspensão em 50-100 µL de TE clássico (10 M Tris-HCl, 0,1 M EDTA, pH 8,0).

Quando necessário, o DNA extraído foi purificado em mini-colunas, empacotadas com matriz de gel Sephadex G-200, equilibradas com TE clássico, segundo (TSAI e OLSON, 1992). Um volume de 250 µL do eluente foi adicionado às colunas juntamente com o DNA de cada amostra, e posteriormente incubadas em banho-maria (50-60° C) por 10 minutos, sendo, em seguida, centrifugadas por 2 minutos a 1 800 x g.

As análises da diversidade microbiana foram efetuadas através de reação em cadeia da polimerase (PCR) e eletroforese em gel com gradiente desnaturante (DGGE). Na amplificação dos fragmentos do DNA, foram utilizadas as sequências de nucleotídeos dos iniciadores para o Domínio *Bacteria*: 357F (5' - CAC GGG GTA CGG GAG GCA GCA G - 3') e 518R (5' - ATT ACC GCG GCT GCT GG-3') (Integrated DNA Technologies, Inc.), com o grampo de GC na terminação 5' do iniciador *forward* (5' - CGC CCG CCG CGC CGC GCG GCG GGC GGG GCG GGG - 3') (MUYZER *et al.*, 1993; MCEWAN *et al.*, 2005). A região variável V3 de 16S rDNA foi utilizada por ser uma região conservada de bactérias comumente encontradas no trato gastrointestinal e amplificam aproximadamente 200 bp do gene bacteriano. Para o Domínio *Archaea*, foi utilizado o par de iniciadores 1100F (5' - AAC CGT CGA CAG TCA GGY AAC GAG CGA G - 3'), junto com o grampo de GC e 1400 R (5' - CGG CGA ATT CGT CGT AGG AGC AGG GAC -3'), descritos por Kudo *et al.*, (1997). A utilização do grampo de GC acoplado a um dos iniciadores

impede a completa separação das fitas do DNA, aumentando a sensibilidade da Eletroforese em Gel com Gradiente de Desnaturação (DGGE) (SHEFFIELD *et al.*, 1989).

A mistura para reação da PCR (25 μ L) para o Domínio *Bacteria* consistiu de: 17,65 μ L de Água Milli-Q estéril, 1 x do Tampão da *Taq* polimerase, 2,5 mM de $MgCl_2$, 10 pmol de cada iniciador (357F com grampo de GC e 518R), 200 μ M de cada um dos dNTP e 0,5 U da Platinum *Taq* DNA Polimerase (Invitrogen) e 2 μ L de DNA (c. 20 ng) em um volume final de 25 μ L. A amplificação foi obtida seguindo o programa: desnaturação a 95° C por 5 minutos, seguida de 30 ciclos de 95° C por 60s, 55° C por 60s, 72° C por 60s, e a PCR foi finalizada pela extensão a 72° C por 30 minutos. Para o Domínio *Archaea*, foi realizada a PCR, usando uma mistura de 16,85 μ L de Água Milli-Q estéril, 1 x do Tampão da *Taq* polimerase, 2,1 mM de $MgCl_2$, 280 μ M de cada iniciador (1100F com grampo de GC e 1400R), 280 μ M de cada um dos dNTP e 2,5 U da Platinum *Taq* DNA Polimerase (Invitrogen) e 2 μ L de DNA (c. 20ng) em um volume final de 25 μ L. A amplificação foi obtida seguindo o programa: desnaturação a 94° C por 2 minutos, seguida de 35 ciclos de 94° C por 30s, 55° C por 30s, 72° C por 90s, e extensão final a 72° C por 3 minutos. As reações foram analisadas em gel de agarose a 2 % (m/v) corado com brometo de etídio, com transiluminador de luz ultravioleta (KODAK).

A DGGE foi realizada utilizando o Sistema para Análise de Mutações CDC 20 x 20 cm (Bio-Rad, Hemel Hempstead, UK), sendo 20 μ L dos produtos de PCR colocados em gel de poliacrilamida a 8 % em 0,5 mmol L⁻¹ com gradiente desnaturante de 25 % a 60 % em tampão 1x Tris-Acetato-EDTA e 25 % a 55 % em tampão 0,5x Tris-Acetato-EDTA para análise da diversidade bacteriana e de arqueas, respectivamente, ambas em uma corrida a voltagem de 85V por 20 minutos e, em seguida, de 200 V por 5h a 60° C. As bandas de DNA foram visualizadas por coloração com prata.

2.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A regressão da produção para os parâmetros fermentativos, consumo e comportamento ingestivo utilizou-se o Proc MIXED do SAS (LITTEL *et al.*, 1996). O modelo estatístico de regressão linear múltipla com duas variáveis independentes

(ou seja, os níveis de substituição e tempo de coleta de dados), repetições por tratamento, foi:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 Tr + \beta_2 Tr^2 + \beta_3 T + \beta_4 T^2 + \beta_5 Tr \times T + \varepsilon_{ijk}$$

Em que: Y_{ijk} é o valor observado de Y resposta variável nos níveis Tr e T, na repetição k; β_n é o coeficiente de regressão associado com o fator de interesse (X_{1i} , X_{1i}^2 , X_{2j} , X_{2j}^2 , $X_{1i}X_{2j}$); X_{1i} é o valor do nível X_{1i} do X_1 variável independente; X_{2j} é o valor do nível de X_{2j} do X_2 variável independente; ε_{ijk} é o efeito do resíduo da regressão associado com cada Y_{ijk} valor observado, sendo $\varepsilon \sim NID(0, \sigma_\varepsilon^2)$. Em um delineamento inteiramente casualizado, $\varepsilon_{ijk} = \varepsilon_{ijk} + f_{aij}$, em que $f_{aij} = \mu_{Yij} - \hat{Y}_{ij}$, em que f_{aij} é a falta de ajuste do modelo para o Y_{ij} ponto.

A análise dos dados foi realizada pelo procedimento MIXED do SAS (LITTELL *et al.*, 1996). Os efeitos dos tratamentos e os tempos foram decompostos em contrastes polinomiais lineares a 4º grau. Além disso, a interação dos tratamentos ao longo do tempo foi examinada, usando a opção de fatia de MIXED e contrastes. A configuração mais baixa da informação Akaike critério (AIC) foi obtida utilizando o componente de variância (VC):

$$Y_{ijk} = \mu + Tr_i + T_j + Tr_i T_j + \varepsilon_{ijk} ; NID(0; \sigma^2)$$

Em que: Tr = extratos (0, 300 e 1200 mg/ 10 mL) e T = tempo (8, 16 e 24 h).

Para escolher a melhor equação, os fatores Tr e T e as interações não significativas em $P < 0,05$ foram retiradas do modelo. Os contrastes da interação foram utilizados para comparar o efeito dos níveis de extratos e interações ao longo do tempo (8, 16 e 24 h) em pH, produção de gases não acumulada, degradabilidade verdadeira da matéria seca, produção da biomassa. A partir dos dados gerados, obteve-se uma resposta de superfície para a produção de gases para cada extrato estudado.

As técnicas estatísticas multivariadas foram realizadas para avaliar a estrutura multivariada contida nos dados originais. A partir dos perfis de bandas dos géis de DGGE, foram elaboradas matrizes binárias de presença e ausência de bandas para cada uma das repetições, em cada coleta, em função da posição que as bandas

ocupavam no gel. Para identificar a presença ou não de bandas, codificadas por 1 e 0, respectivamente (KOZDRÓJ e ELSAS, 2001). A partir dessa matriz de dados foi feita a análise de agrupamento por dendograma, para a qual foi utilizado, para o cálculo da similaridade entre os indivíduos e pelo método de agrupamento UPGMA (método das médias das distâncias) com o índice de semelhança Jaccard (1901), por meio do programa estatístico Past.

A análise Biplot aplicada às Componentes Principais (CP) foi utilizada para verificar a correlação entre as variáveis analisadas e identificar quais variáveis sofreram maior influência das dietas. Para esta análise, foi utilizado o programa Past. Para a confecção do gráfico de riqueza de espécies e os diagramas de Venn, foram utilizadas a Microsoft Excel 2010 e a Microsoft Power Point 2010, utilizando o padrão de bandas geradas no perfil do DGGE, considerando apenas os níveis de substituição do milho pelo farelo da vagem de algaroba.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobre o pH ruminal, observou-se, para cada extrato etanólico avaliado, influência da interação níveis de extrato vs tempo de incubação ($P < 0,001$). O comportamento do pH da fermentação *in vitro* sem utilização dos extratos, farelo de trigo associado com DMSO, foi quadrático, reduzindo em 0,20 pontos das 8 às 16 horas após a incubação (Tabela 3). Os menores valores observados foram com a utilização do farelo de trigo associado ao extrato de *Samanea saman* com 16 e 24 horas de incubação, na concentração de 1200 mg/10 mL, os maiores valores de pH foram encontrados utilizando-se o farelo de trigo associado ao extrato de *Samanea tubulosa* na concentração de 1200 mg/10 mL, em 8 horas após incubação (Tabela 3).

Os valores encontrados localizam-se dentro do limite ideal para proporcionar a digestão da fibra, exceto para o tratamento que foi utilizado extrato de *S. saman* na concentração de 1200 mg/ 10 mL, às 24h de incubação. Experimentos têm comprovado que a efetividade do crescimento das bactérias predominantes no rúmen se altera consideravelmente com o pH. As bactérias celulolíticas e as bactérias metanogênicas são afetadas intensamente, uma vez que o pH do rúmen

decrece para abaixo de 6,2 (ØRSKOV, 1988; CECAVA *et al.*, 1990). Valores inferiores a 6,0 inibem a taxa de digestão e aumentam o tempo de colonização para degradação da parede celular (STROBEL e RUSSELL 1986; OWENS e GOETSCH, 1988; MERTENS, 1992). Quando o pH decresce, ocorre o favorecimento de bactérias amilolíticas e resistentes à acidez, enquanto microrganismos celulolíticos diminuem, assim, a atividade relativa da amilase em relação à celulase aumenta, isso explica a relação inversa entre biomassa e degradabilidade verdadeira da matéria seca (DVMS) (LÓPEZ *et al.*, 1998), observada com a adição dos extratos etanólicos (Figura 1), já que microrganismos amilolíticos apresentam maior taxa de crescimento, quando comparados com os fibrolíticos. Essa inversão, possivelmente, corresponde à fermentação da fração de digestão rápida, que é a principal fonte de energia para os microrganismos ruminais, sustentando seu crescimento inicial.

Tabela 3 – pH de fermentação *in vitro* de farelo de trigo associado a níveis crescentes de extrato etanólico, 0; 300 e 1200 mg/10 mL de *Prosopis juliflora* (P), *Samanea saman* (S) e *Samanea tubulosa* (T) após 8, 16 e 24 horas de incubação.

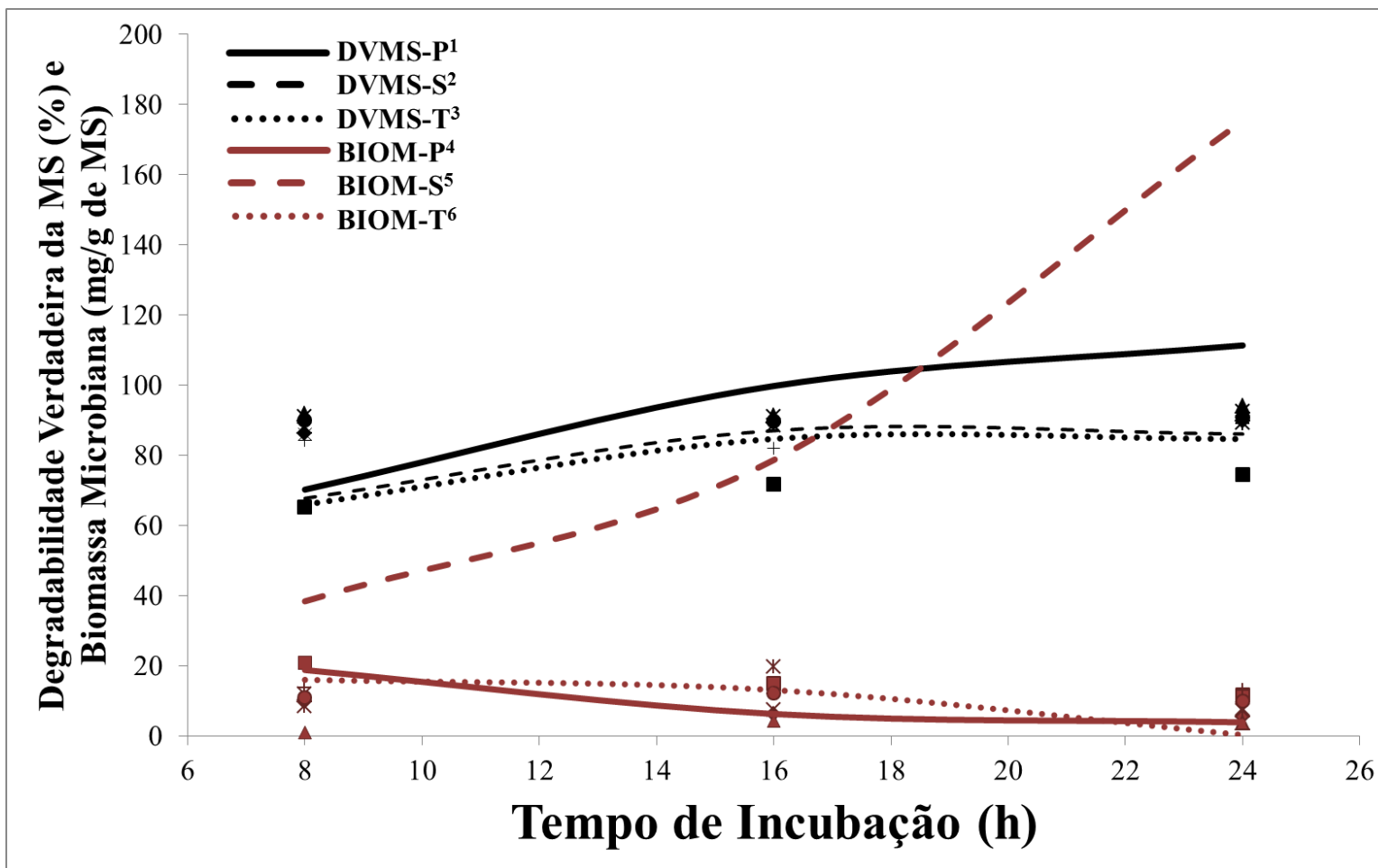
Tratamento	Tempo de incubação (horas)			EPM	Efeito de Interação*					
	8	16	24		0		300		1200	
	pH				L	Q	L	Q	L	Q
<i>Prosopis juliflora</i>										
P0	6,91	6,71	6,71	0,020	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,7706	0,1352
P300	6,70	6,58	6,64	0,014						
P1200	6,19	6,05	6,25	0,072						
<i>Samanea saman</i>										
S0	6,91	6,71	6,71	0,020	<0,0001	<0,0001	0,3008	0,0739	<0,0001	0,1038
S300	6,62	6,55	6,58	0,016						
S1200	6,03	5,81	5,68	0,047						
<i>Samanea tubulosa</i>										
	6,91	6,71	6,71		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	6,91	6,74	6,66							
	7,09	6,69	6,60							

*L, Q – efeito linear e quadrático;
Fonte: Os autores.

Os comportamentos para a produção de gases para cada extrato etanólico utilizado nesse experimento encontram-se na Figura 4, Figura 5 e Figura 6. A produção de gases não cumulada foi afetada pelo tempo (8; 16 e 24 horas), levando a uma interação significativa entre as concentrações de extrato etanólico e os tempos de incubação.

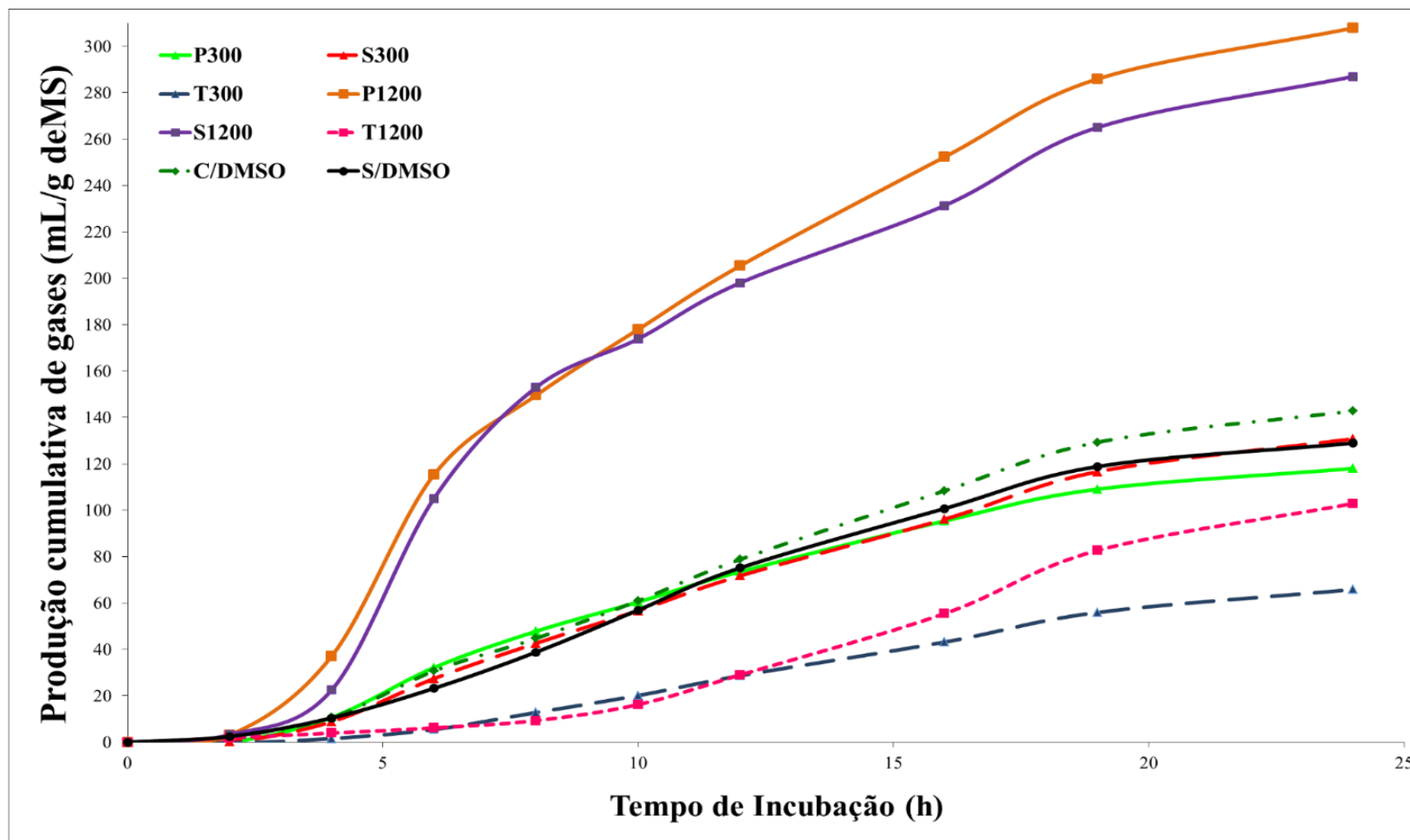
O extrato de *P. juliflora* apresentou um comportamento cúbico em função do tempo, a maior produção de gases ocorreu no intervalo de tempo de 15 a 20 horas de incubação, quando se utilizou concentração abaixo de 600 mg/ 10 mL, e reduções na produção de gases foram estimadas quando se utilizou concentração acima de 1200 mg/ 10 mL 2h, após a incubação ou acima de 24h de incubação (Figura 4). Similarmente, ocorreu para o tratamento utilizando o extrato de *S. tubulosa* (Figura 6), estimando-se que a utilização de concentrações abaixo de 100 mg/ 10 mL desse extrato proporciona maior produção de gases após 12h de incubação. Já para o extrato de *S. saman*, o comportamento apresentou-se quadrático em função do tempo, observando-se maiores valores após as 20 horas de incubação na concentração de 1200 mg/ 10 mL e menor produção de gases abaixo da concentração de 300 mg/ 10 mL (Figura 5). As menores taxas de produção de gases foram observadas no tratamento com extrato etanólico de *S. tubulosa*, o que pode ser atribuída à retenção de carbono no meio, o que em linhas gerais, possivelmente decorrente da modificação da relação acetato:propionato, com aumento da proporção molar do propionato.

Figura 1 – Degradabilidade verdadeira da matéria seca (DVMS; %) e biomassa microbiana (mg/g de MS) de amostras contendo níveis crescentes de extrato etanólico, 0; 300 e 1200 mg/10 mL de *Prosopis juliflora* (P), *Samanea saman* (S) e *Samanea tubulosa* (T) após 8; 16 e 24 horas de incubação.



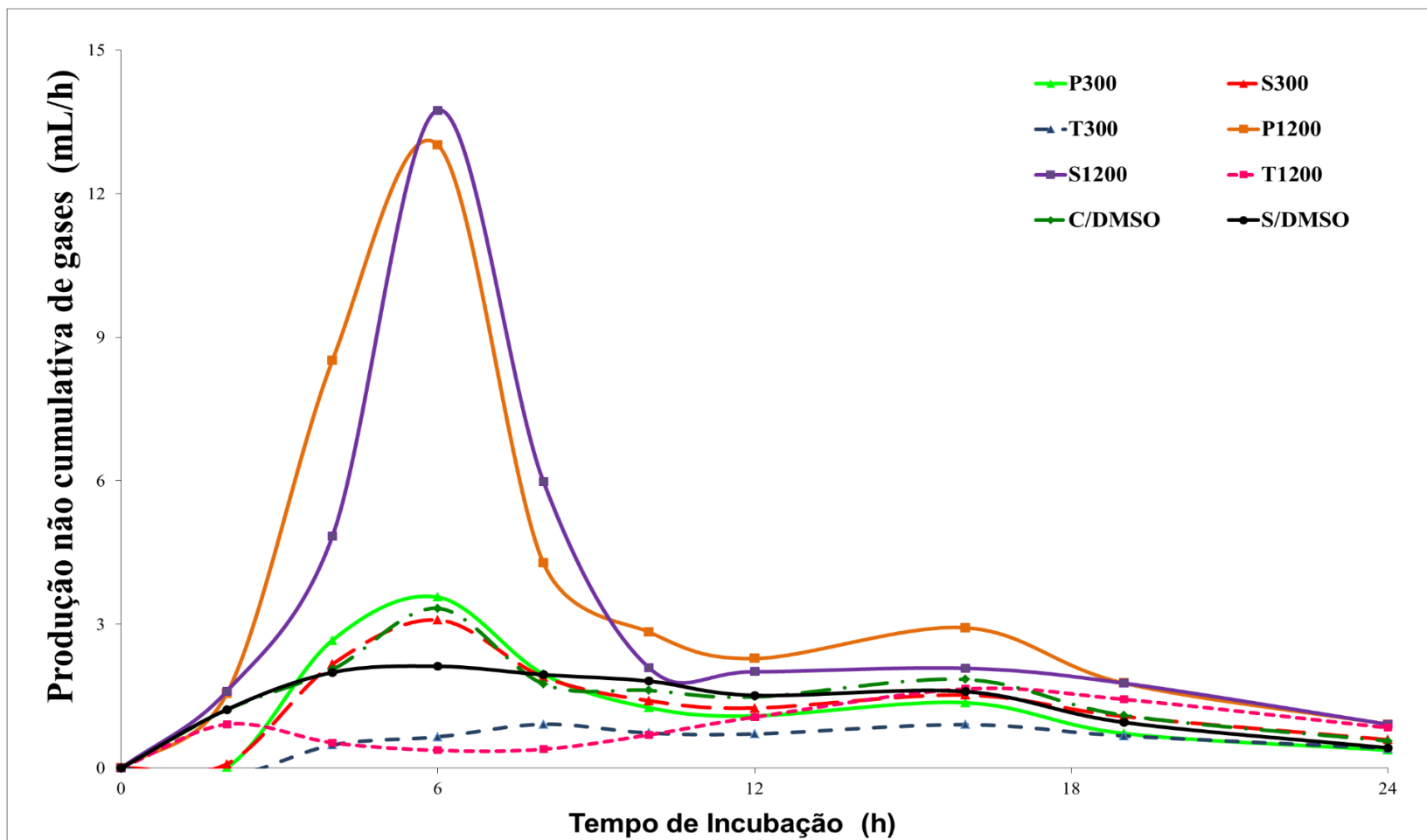
Fonte: Os autores.

Figura 2 – Produção de gases cumulativa da fermentação *in vitro* de farelo de trigo associado a concentrações crescentes (300 e 1200 mg/ 10 mL) de extrato etanólico de *Prosopis juliflora* (P), de extrato etanólico de *Samanea saman* (S) e de extrato etanólico de *Samanea tubulosa* (S) e tratamentos controle com dimetilsulfóxido (C/DMSO) e sem dimetilsulfóxido (S/DMSO) até 24 horas de incubação.



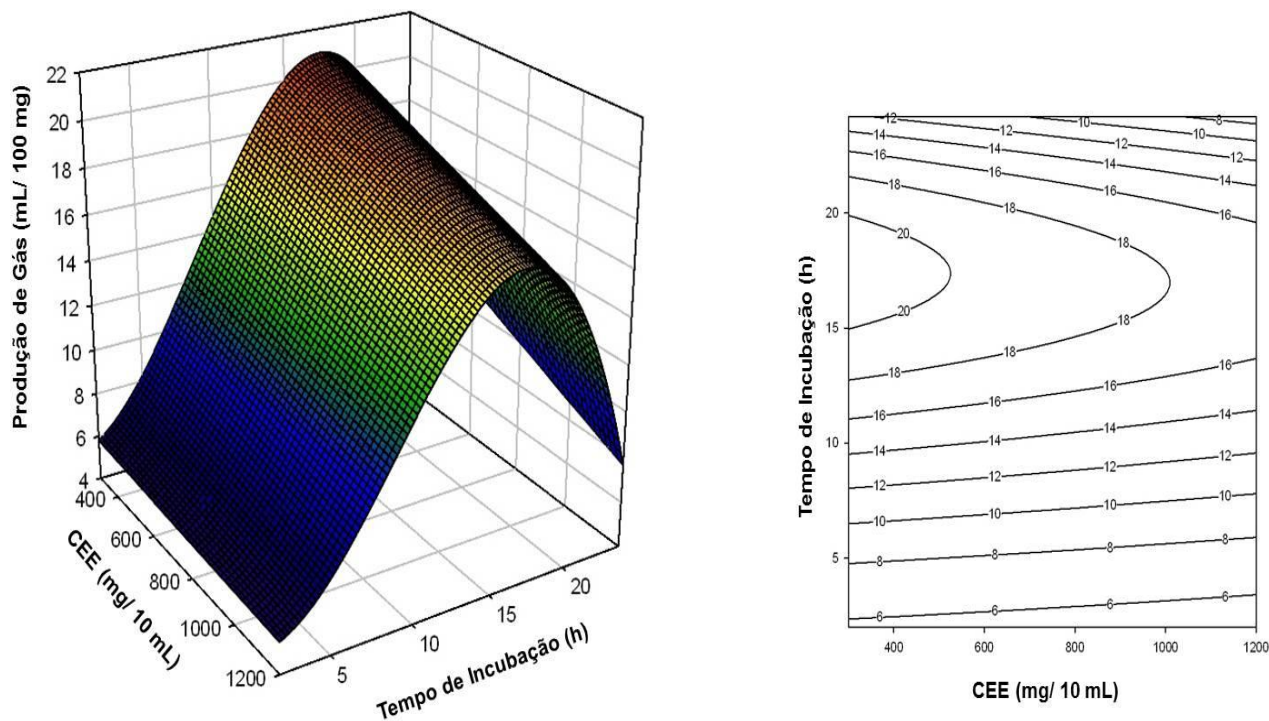
Fonte: Os autores.

Figura 3 – Produção não cumulativa de gases da fermentação in vitro de farelo de trigo associado a concentrações crescentes (300 e 1200 mg/10 mL) de extrato etanólico de de Prosopis juliflora (P), de extrato etanólico de Samanea saman (S) e de extrato etanólico de Samanea tubulosa (S) e tratamentos controle com dimetilsulfóxido (C/DMSO) e sem dimetilsufóxido (S/DMSO) até 24 horas de incubação.



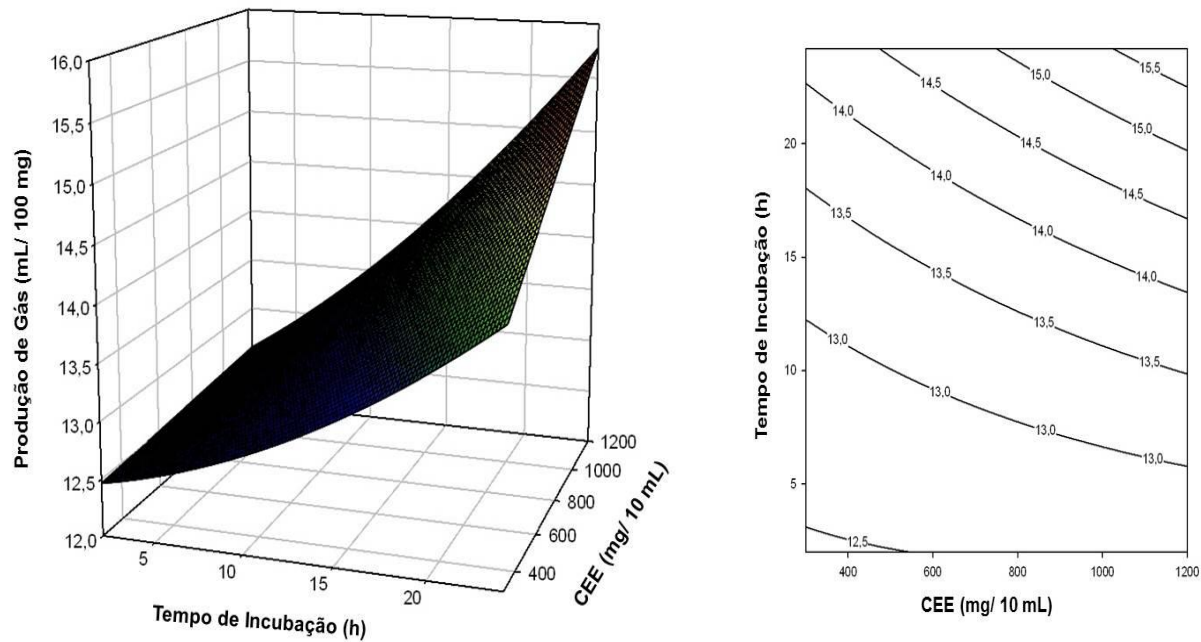
Fonte: Os autores.

Figura 4 – Superfície de resposta e curva de contorno para produção não cumulativa de gases (mL/h) durante a fermentação de amostras contendo concentrações crescentes extrato de *Prosopis juliflora*. CEE – concentração de extrato etanólico. $\hat{Y} = 5,36^* - 0,00024T_r \times T^* + 0,16T^{2*} - 0,006T^{3*}$. *significativo ao nível de 0,0001 de probabilidade. **significativo ao nível de 0,001 de probabilidade; ***significativo ao nível de 0,01 de probabilidade; ****significativo ao nível de 0,05 de probabilidade.



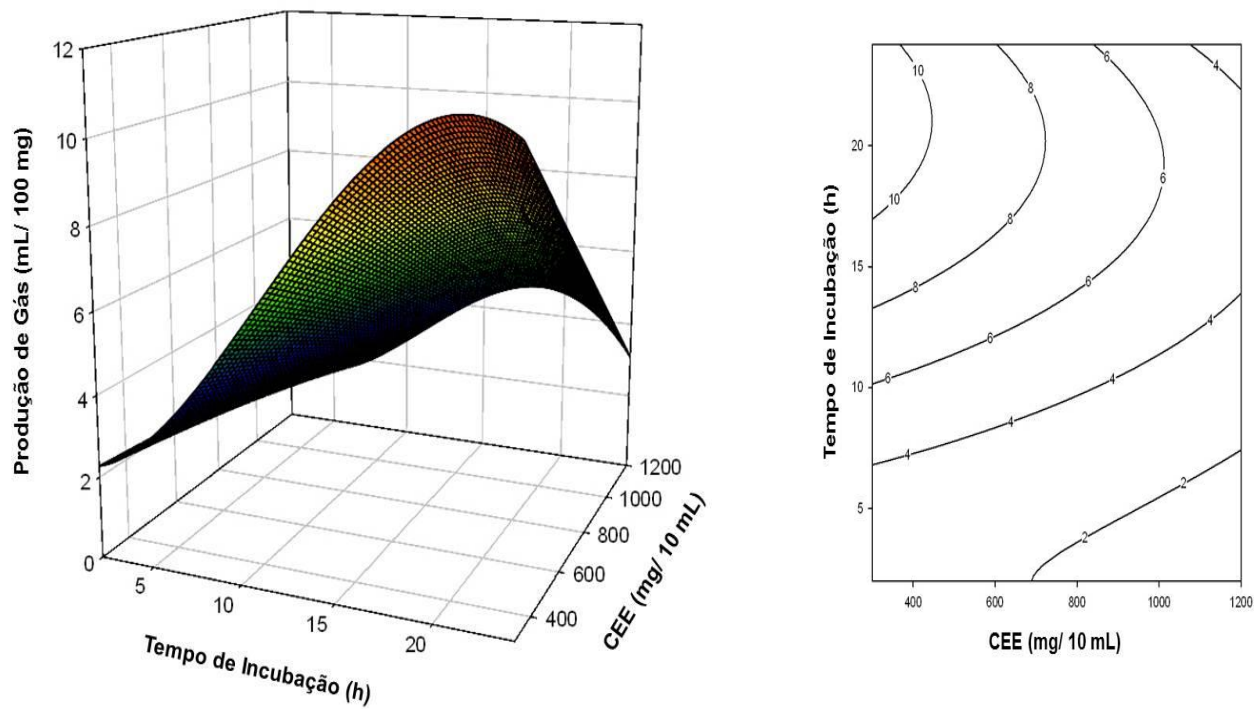
Fonte: Os autores.

Figura 5 – Superfície de resposta e curva de contorno para produção não cumulativa de gases (mL/h) durante a fermentação de amostras contendo concentrações crescentes extrato de *Samanea saman*. CEE – concentração de extrato etanólico. $\hat{Y} = 12,41^* + 0,000075T^r \times T^{***} + 0,0021T^2^{****}$. *significativo ao nível de 0,0001 de probabilidade; **significativo ao nível de 0,001 de probabilidade; ***significativo ao nível de 0,01 de probabilidade; ****significativo ao nível de 0,05 de probabilidade.



Fonte: Os autores.

Figura 6 – Superfície de resposta e curva de contorno para produção não cumulativa de gases (mL/h) durante a fermentação de amostras contendo concentrações crescentes extrato de *Samanea tubulosa*. CEE – concentração de extrato etanólico. $\hat{Y} = 2,2281^* - 0,00035T^* + 0,06747T^{2*} - 0,00202T^{3*}$. *significativo ao nível de 0,0001 de probabilidade.



Fonte: Os autores.

O farelo de trigo, associado ao extrato etanólico de *S. tubulosa*, proporcionou menor produção de gases em relação aos demais extratos, possivelmente, esse extrato contribui para elevação do pH ruminal observado pelo aumento linear crescente do pH, influenciado pelos níveis de concentração desse extrato. Em situações de pH abaixo de 6,2, ocorre redução na digestão de fibra, já que as bactérias celulolíticas são sensíveis a pH inferior a 6,2 (ØRSKOV, 1988; CECAVA et al., 1990), ocorrendo na faixa de 6,7 a 7,1 o ponto ótimo para a digestão da fibra, faixa encontrada para a adição desse extrato (Tabela 3).

Além disso, o pH ruminal é um fator “ambiental” importante na distribuição dos organismos, exercendo um papel regulador na definição do ambiente e diversidade de microrganismos, e estando correlacionado positivamente com o nitrogênio amoniacal e relação acetato: propionato. O pH elevado estimula o crescimento microbiano, podendo ser observado que a medida em que se aumentou o nível de extrato etanólico de *S. tubulosa* houve um aumento no número de bandas observadas para o domínio Bacteria (Figura 7) (Figura 10). Entretanto, o mesmo não foi notado para o domínio Archaea, em que se observa os menores resultados (T300 e T1200) (Figura 7) (Figura 11) para os tratamentos em que houve menor produção de gases. Sugerindo duas hipóteses, que este extrato possua atividade seletiva de microrganismos, com provável ação inibidora de metanogênicos ou que uma redução na comunidade de protozoários possa ter ocorrido neste tratamento, o que levou a uma redução das metanogênicas associadas a estes microrganismos por aderência ou endossimbiose (NEWBOLD *et al.*, 1995; TOKURA *et al.*, 1999; HEGARTY *et al.*, 2008). Sabe-se, ainda, que os protozoários ciliados são responsáveis por 9 a 37 % da produção de metano no rúmen (HOOK *et al.*, 2010).

Em estudos realizados com métodos de produção de gases *in vitro*, utilizando plantas tropicais, foram observadas reduções nas produções de gases, bem como na DVMS, alguns desses efeitos têm sido atribuídos à presença de taninos e saponinas (GETACHEW *et al.*, 2002; NGAMSAENG *et al.*, 2006; BABAYEMI *et al.*, 2009; BUNGLAVAN *et al.*, 2010).

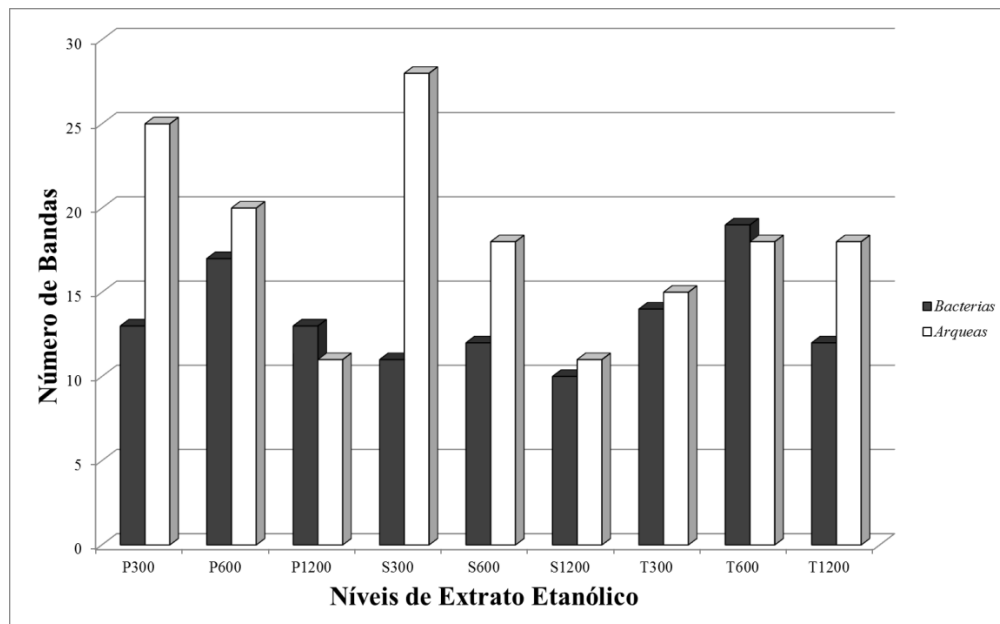
Neste trabalho foi possível observar diferenças entre os padrões de bandas dos produtos de PCR, tanto para o domínio Bacteria quanto Archaea, demonstrado

pelo número e intensidades diferentes de bandas que, possivelmente, trata-se de espécies distintas. Esta variação no padrão de bandas é notada entre os tratamentos e também em função do tempo de incubação (Figura 8) (Figura 9). Os resultados obtidos mediante a PCR-DGGE foram utilizados para construir os dendogramas, bem como os diagramas de Venn, que se apresentam na Figura 10 e Figura 11.

A DGGE demonstrou eficiência na separação das bandas dos produtos de PCR gerados pelo par de iniciadores para ambos os domínios estudados, possivelmente devido ao tempo de corrida da DGGE e ao gradiente desnaturante utilizado. Concordando com Sigler *et al.*, (2004), o tempo de 5 horas a 200V foi o mais adequado para a obtenção de uma melhor separação das bandas no gel. Esses mesmos autores perceberam que longos períodos de eletroforese acabam por instabilizar o gradiente desnaturante, causando a perda da capacidade em separar as bandas no gel, de acordo com sua sequência nucleotídica e evidenciando claramente populações predominantes.

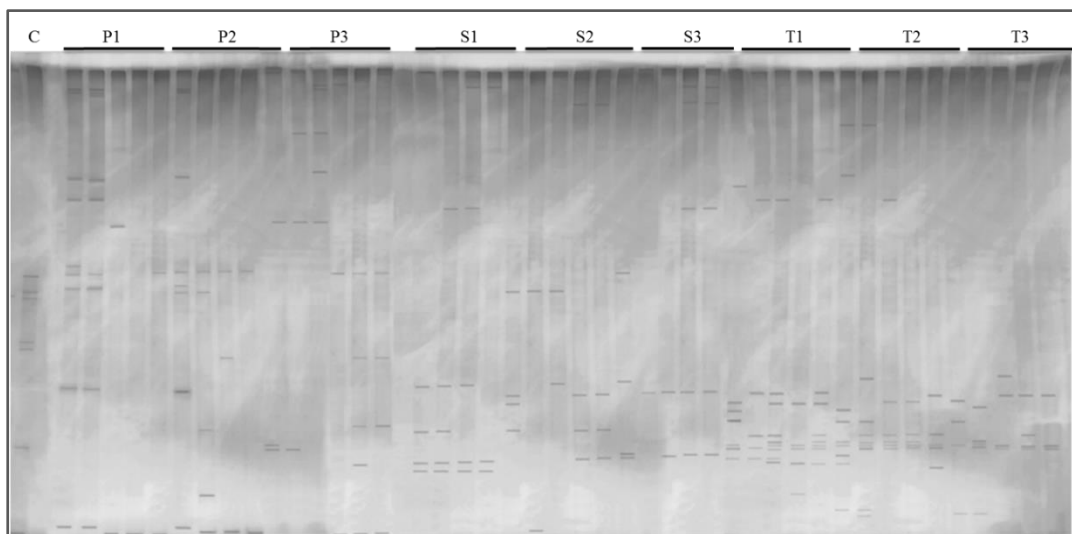
O dendograma Jaccard (Figura 10) (Figura 11), gerado a partir de DGGE, para bactérias e arqueas ruminais, apresentou aproximadamente 10 % de similaridade entre todos os grupos avaliados. Observa-se que houve agrupamento bem definido para cada extrato etanólico avaliado, ainda podendo notar, quando se compara a distribuição de bandas entre os tratamentos, que existem variações, algumas bandas são reduzidas ou desaparecem, porém, torna-se evidente a presença de novas bandas (Figura 8) (Figura 9).

Figura 7 – Riqueza de bandas para os domínios *Bacteria* e *Archaea*, considerando os níveis de concentração, 300; 600 e 1200 mg/10 mL, dos extratos etanólicos de *Prosopis juliflora* (P); *Samanea saman* (S) e *Samanea tubulosa* (T).



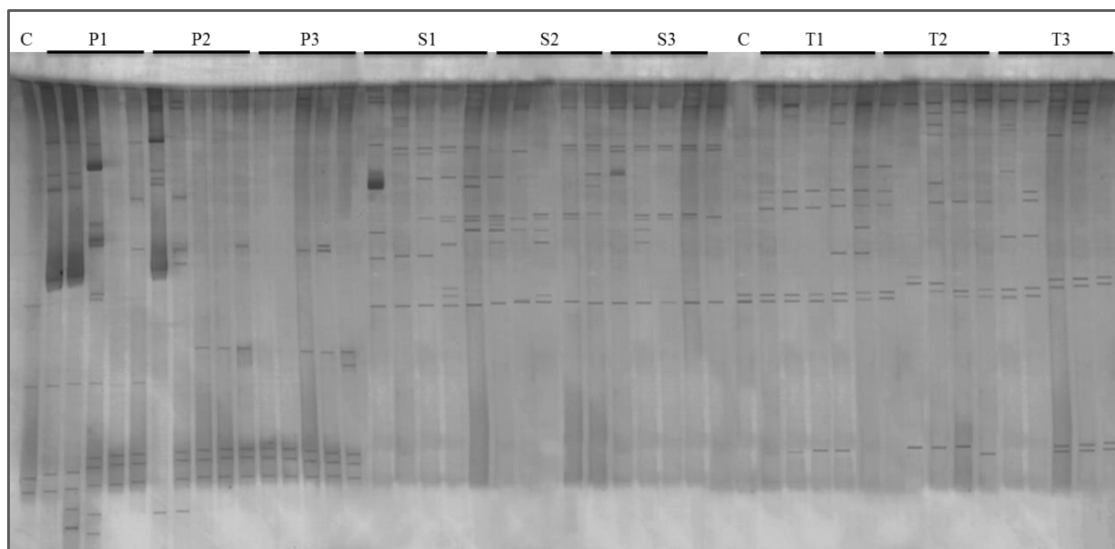
Fonte: Os autores.

Figura 8 – Perfil de bandas da eletroforese em gel de gradiente desnaturante (DGGE) a partir de PCR amplificado com V3-16S DNAr da comunidade bacteriana com base na adição de farelo de trigo, associado com diferentes níveis (1-3: 300; 600 e 1200 mg/10 mL) de extratos etanólicos de *Prosopis juliflora* (P), *Samanea saman* (S) e *Samanea tubulosa* (T), após incubação (6, 12, 24, 36 e 96 h). C - controle.



Fonte: Os autores.

Figura 9 – Perfil de bandas da eletroforese em gel de gradiente desnaturante (DGGE) a partir de PCR amplificado para a comunidade de arqueas metanogênicas com base na adição de farelo de trigo, associado com diferentes níveis (1-3: 300; 600 e 1200 mg/10 mL) de extratos etanólicos de *Prosopis juliflora* (P), *Samanea saman* (S) e *Samanea tubulosa* (T), após incubação (6, 12, 24, 36 e 96 h). C – controle.



Fonte: Os autores.

O diagrama de Venn demonstra claramente o agrupamento de bandas (espécies) que podem ser compartilhadas ou específicas de cada “grupo amostrado” (Figura 10C) (Figura 11C). Na avaliação das comunidades microbianas, pode-se observar que houve uma redução no número de bandas para a população bacteriana, quando houve a incubação de farelo de trigo associado com 1200 mg/10 mL tanto com extrato etanólico de *P. juliflora* quanto de *S. saman* (Figura 7) (Figura 10C). Isso se deve, provavelmente, ao pH mais baixo (Tabela 3), refletindo principalmente sobre as bactérias celulolíticas que são mais sensíveis a esta redução, além das metanogênicas e protozoários, que também são afetados com a redução do pH ruminal (YOKOYAMA e JOHNSON, 1988). Entretanto, isto não é visualizado com a adição do extrato de *S. tubulosa*.

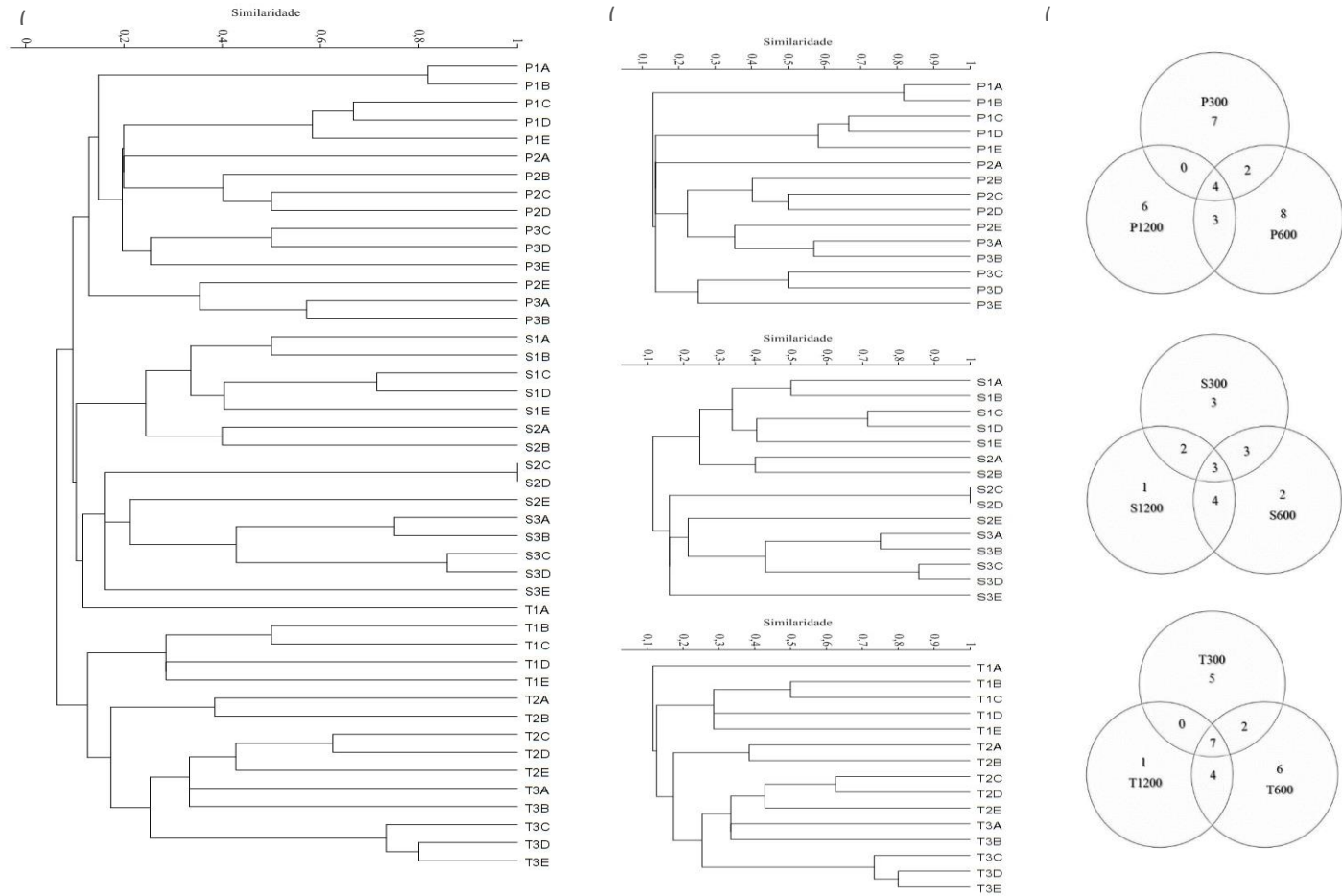
Para a comunidade de arqueas, observou-se uma acentuada redução no número de bandas, quando se incubou farelo de trigo associado aos diferentes níveis de concentração dos extratos etanólicos de *P. juliflora* e de *S. saman* e verificou-se aumento no número de bandas desta população de microrganismo na

utilização do extrato de *S. tubulosa*. Um dos fatores que pode ter interferido sobre esta população foi o pH do meio que reduziu ou aumentou com a adição dos níveis de extrato. Outro fator pode ser a redução na comunidade de protozoários, o que levou a uma redução das metanogênicas associadas a estes microrganismos (NEWBOLD *et al.*, 1995; TOKURA *et al.*, 1999; HEGARTY *et al.*, 2008). Contudo, não se observou redução na produção de gases com a adição dos extratos etanólicos de *P. juliflora* e de *S. saman* (Figura 2) (Figura 3), pressupondo que tenha havido redução na produção de metano, mas não na produção de CO₂.

É possível que, neste estudo, com a inclusão de níveis de concentração de extratos etanólicos de *P. juliflora* e de *S. saman*, tenha ocorrido maior taxa de fermentação. Provavelmente, o extrato bruto obtido por percolação com etanol contenha oligossacarídeos, principalmente sacarose, aumentando o teor de carboidratos não fibrosos nos extratos obtidos, conseqüentemente, elevando a produção de acetil-CoA a partir da descarboxilação do piruvato, que é o processo que liga a via glicolítica para a produção de acetato e butirato, sendo está a fonte primária de CO₂ no rúmen e também do H₂ (RUSSELL, 2002) que, por sua vez, são utilizados como substrato para a formação de metano, reduzindo o hidrogênio do meio e tornando o ambiente mais apropriado para o ecossistema microbiano.

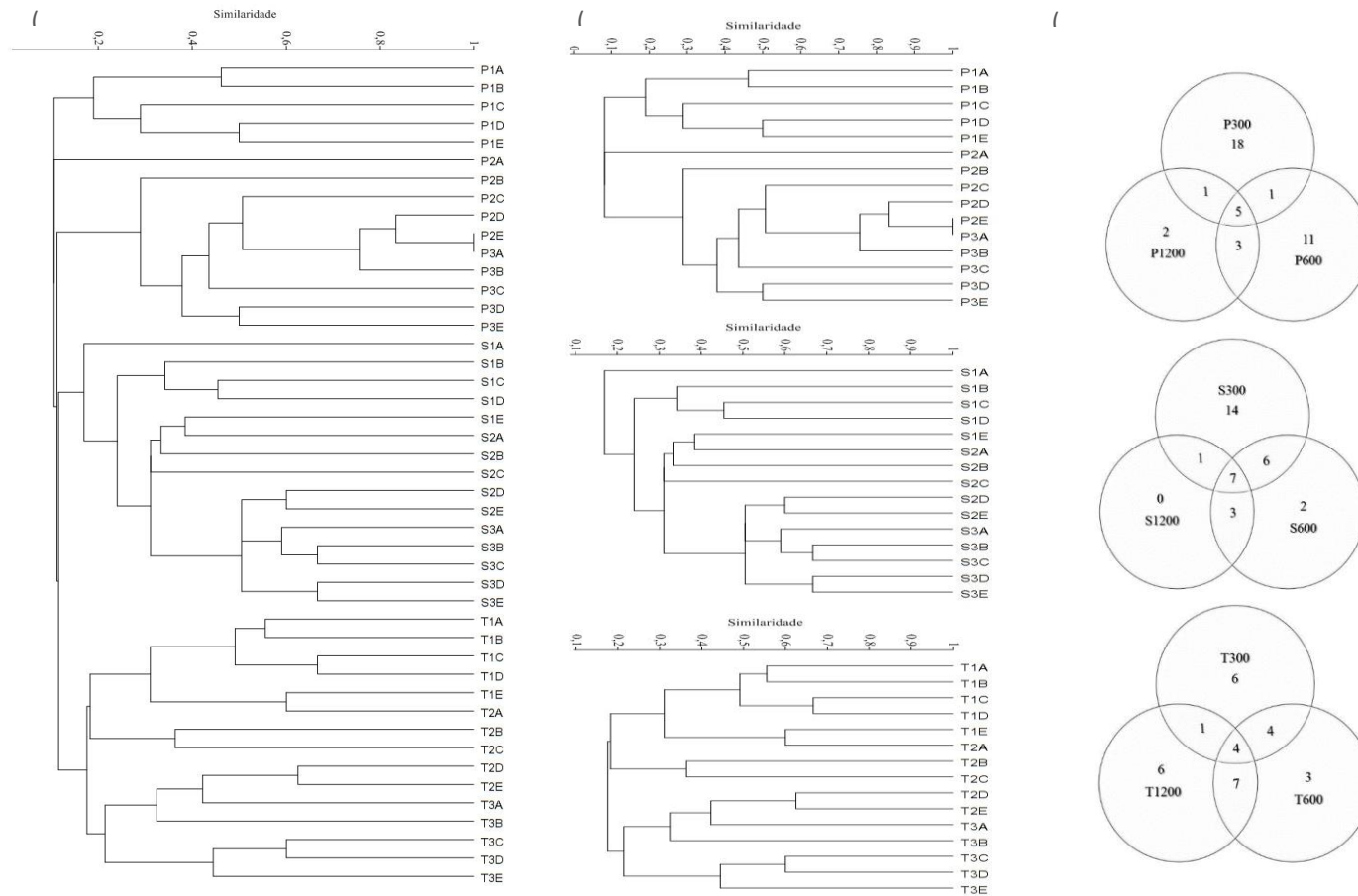
A sacarose como substrato é utilizada especialmente por *Butyrivibrio* sp., que é o principal gênero na produção de butirato (STEWART *et al.*, 1997; RUSSELL, 2002). Algumas cepas de *Butyrivibrio* precisam de acetato no meio para seu crescimento. Se o acetato não está disponível não haverá a formação de butirato. No entanto, algumas cepas possuem a butirato quinase, que não necessita de acetato para produzir butirato (RUSSELL, 2002). Logo, propõe-se que, havendo a redução de metanogênicas, tenha ocorrido excesso de CO₂ no meio, e ainda sugere-se permuta da rota de produção de metano para a produção de propionato como sumidouro de hidrogênio e alteração do perfil microbiano ruminal demonstrado por diferenças nos grupos avaliados.

Figura 10 -Avaliação das comunidades microbianas das concentrações 300; 600 e 1200 mg/10 mL (1-3) dos extratos etanólicos de *Prosopis juliflora* (P); *Samanea saman* (S) e *Samanea tubulosa* (T), após diferentes tempos de incubação (A-E: 6, 12, 24, 36 e 96 h), determinados por análise de PCR-DGGE para bactérias. (A) Análise de agrupamento com base no perfil de bandas da DGGE gerados com UPGMA. (B) UPGMA por Extrato Etanólico. (C) Diagramas de Venn por Extrato Etanólico, números nos círculos e nas interseções indicam números de bandas compartilhadas e bandas específicas, respectivamente.



Fonte: Os autores.

Figura 11 -Avaliação das comunidades microbianas das concentrações 300; 600 e 1200 mg/10 mL (1-3) dos extratos etanólicos de *Prosopis juliflora* (P); *Samanea saman* (S) e *Samanea tubulosa* (T), após diferentes tempos de incubação (A-E: 6, 12, 24, 36 e 96 h), determinados por análise de PCR-DGGE para arqueas. (A) Análise de agrupamento com base no perfil de bandas da DGGE gerados com UPGMA. (B) UPGMA por Extrato Etanólico. (C) Diagramas de Venn por Extrato Etanólico, números nos círculos e nas interseções indicam números de bandas compartilhadas e bandas específicas, respectivamente.



Fonte: Os autores.

4. CONCLUSÃO

O extrato bruto etanólico da vagem da leguminosa *Samanea tubulosa* apresenta efeito bioativo com potencial para utilização como aditivo em dietas para ruminantes, uma vez que aumenta a produção de biomassa microbiana com menor produção de gases, entretanto, há necessidade de estudos com animais.

A utilização dos extratos etanólicos dessas leguminosas tropicais podem alterar a população bacteriana e de arqueas no rúmen de bovinos, contribuindo para redução na metanogênese.

Para os experimentos posteriores de fermentação *in vitro*, sugere-se as concentrações de 1200, 300 e 100 mg/ 10 mL para os extratos etanólicos de *Prosopis juliflora*, *Samanea saman* e *Samanea tubulosa*, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.L.; LOUVANDINI, H.; SALAM, S.M.A.H.; BUENO, I.C.S.; TSAI, S.M.; FIGUEIRA, A.V.O. In vitro evaluation, in vivo quantification, and microbial diversity studies of nutritional strategies for reducing enteric methane production. **Tropical Animal Health and Production**.v.44, n.5, p.953-964. 2012.
- AHMAD, A.; KHURSEED, A.K.; SABIHA, Q.; VIQARUDDIN, A. Antifungal activity of some hydrosoluble Prosopis juliflora alkaloids. **Fitoterapia**.v.60, n.1, p.86-89. 1989.
- ALI, M.S.; AZHAR, I.; AHMAD, F.; AHMAD, V.U.; USMANGHANI, K. Antimicrobial screening of mimoaceous plants. **Pharmaceutical Biology**. v.39, n.1, p. 43-46. 2001.
- ALMEIDA; P.J.P.; PEREIRA, M.L.A.; SILVA, F.F.; SANTOS, A.B.; PEREIRA, T.C.J.; SANTOS, E.J.; MOREIRA, J.V. Santa Inês sheep supplementation on urochloa grass pasture during the dry season: intake, nutrient digestibility and performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**.v.41, n.3, p.668-674. 2012.
- ANDERSON, R.C.; CALLAWAY, T.R.; VAN KESSEL, J.A.; JUNG, Y.S.; EDRINGTON, T.S.; NISBET, D.J. Effect of select nitro compounds on ruminal fermentation: An initial look at their potential to reduce economic and environmental costs associated with ruminal methanogenesis. **Bioresource Technology**. v.90, p.59-63. 2003.
- AQEEL, A.; KHURSHEED, A.K.; VIQARUDDIN, A.; SABIHA, Q. Antimicrobial activity of julifloricine isolated from Prosopis juliflora. **Arzneimittelforschung**. v.39, n.6, p.652-655. 1989.
- ARGÔLO, L.S.; PEREIRA, M.L.A.; DIAS, J.C.T.; CRUZ, J.F.; DEL REI, A.J.; OLIVEIRA, C.A.S. Farelo da vagem de algaroba em dietas para cabras lactantes: parâmetros ruminais e síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.3, p.541-548. 2010.
- AZHAR, I.; MOHTASHEEMUL, H.; MAZHAR, F.; ALI, M.S. Some biological evaluations on Samanea saman. **Pakistan Journal of Nutrition**. v.26, n.1, p.47-53. 2009.
- BABAYEMI, O.J.; BAMIKOLE, M.A.; DAODU, M.O. In vitro gas production and its prediction on metabolizable energy, organic matter digestibility and short chains fatty acids tropical seeds. **Pakistan Journal of Nutrition**. v.8, n.7, p.1078-1082. 2009.
- BATISTA, A.M.; MUSTAFA, A.F.; McKINNON, J.J.; KERMASHA, S. In situ ruminal and intestinal nutrient digestibilities of mesquite (Prosopis juliflora) pods. **Animal Feed Science and Technology**. v.100, p.107-112. 2002.
- BATUGAL, P.A.; KANNIAH, J.; YOUNG, L.S.; OLIVER, J.T. (eds). Medicinal Plants Research in Asia, Volume 1: The Framework and Project Workplans. **International Plant**

Genetic Resources Institute – Regional Office for Asia, the Pacific and Oceania (IPGRI-APO), Serdang, Selangor DE, Malaysia. 228 p. 2004.

BHATTA, R.; VAITHIYANATHAN, S.; SINGH, N.P.; VERMA, D.L. Effect of feeding complete diets containing graded levels of *Prosopis cineraria* leaves on feed intake, nutrient utilization and rumen fermentation in lambs and kids. **Small Ruminant Research**. v.67, p. 75-83. 2007.

BLÜMMEL, M., MAKKAR, H.P.S., BECKER K. In vitro gas production: a technique revisited. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.77, p.24-34. 1997.

BROUDISCOU, L.P.; PAPON, Y.; BROUDISCOU, A.F. Effects of dry plant extracts on feed degradation and the production of ruminal microbial biomass in a dual outflow fermenter. **Animal Feed Science and Technology**. v.101, p.183-189. 2002.

BUNGLAVAN, S.J.; VALLI, C.; RAMACHANDRAN, M.; BALAKRISHNAN, V. Effect of supplementation of herbal extracts on methanogenesis in ruminants. **Livestock Research for Rural Development**. v.22, n.11, 216. 2010.

BUZO, J.; ÁVILA, R.; BRAVO, O. Efecto de la substitución progresiva de sorgo por vaina de mezquite em la alimentación de los borregos, **Técnica Pecuária em México**, México, DF, v.20, p. 23- 27. 1972.

CARULLA, J.E.; KREUZER, M.; MACHMÜLLER, A.; HESS, H.D. Supplementation of *Acacia mearnsii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.56, n.9, p.961-970. 2005.

CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; BERGER, L.L. et al. Effect of energy level and feeding frequency on site of digestion and postruminal nutrient flows in steers. **Journal of Dairy Science**. v.73, p.2470-2479. 1990.

ECKARD, R.J.; GRAINGER, C.; KLEIN, C.A.M. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: a review. **Livestock Science**. v.130, n.1-3, p.47-56. 2010.

GARCIA-GONZÁLEZ, R.; LÓPEZ, S.; FERNÁNDEZ, M.; GONZÁLEZ, J.S. Effects of the addition of some medicinal plants on methane production in a rumen simulating fermenter (RUSITEC). **International Congress Series**. v.1293, p.172-175. 2006.

GETACHEW, G.; MAKKAR, H.P.S. Tropical browses: contents of phenolic compounds, estimation of energetic value and stoichiometrical relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. **Journal of Agricultural Science**. v.139, p.341-352. 2002.

GOEL, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Changes in microbial community structure, methanogenesis and rumen fermentation in response to saponin-rich fractions from different plant materials. **Journal of Applied Microbiology**. v.105, p.770-777. 2008.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, D.C.: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).

GRAHAM, J.G.; PENDLAND, S.L.; PRAUSE, J.L.; DANZINGER, L.H.; SCHUNKE VIGO, J.; CABIESES, F.; FARNSWORTH, N. R. Antimycobacterial evaluation of peruvian plants. **Phytomedicine**.v.10, n.6-7, p.528-535. 2003.

GREATHEAD, H. Plants and plant extracts for improving animal productivity. **Proceedings of the Nutrition Society**. v.62, p.279-290. 2003.

HEGARTY, R.S.; BIRD, S.H.; VANSELOW, B.A. et al. Effects of the absence of protozoa from birth or from weaning on the growth and methane production of lambs. **British Journal of Nutrition**. v.100, p.1220-1227, 2008.

HOOK, S.E.; NORTHWOOD, K.S.; WRIGHT, A.D.G.; MCBRIDE, B.W. Long-term monensin supplementation does not significantly affect the quantity or diversity of methanogens in the rumen of the lactating dairy cow. **Applied and Environmental Microbiology**. v.75, n.2, p.374-380. 2009.

HOOK, S.E.; WRIGHT, A.D.G.; MCBRIDE, B.W. **Methanogens: methane producers of the rumen and mitigation strategies**. *Archaea*. doi: 10.1155/2010/945785. 2010.

HU, W.L.; LIU, J.X.; YE, J.A.; WU, Y.M.; GUO, Y.Q. Effects of ten saponin on rumen fermentation in vitro. **Animal Feed Science and Technology**. v.120, p.333-339. 2005.

JACCARD, P. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*. v.37, p.547–579. 1901.

JAYANEGARA, A.; GOEL, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Reduction in methane emissions from ruminants by plant secondary metabolites: effects of polyphenols and saponins. In: ODONGO, N.E.; GARCIA, M.; VILJOEN, G.J. (eds.). Sustainable improvement of animal production and health. Food and **Agriculture Organization on United Nations**, Rome. 2010. p.151-157.

JOBLIN, K.N. Ruminal acetogens and their potential to lower ruminant methane emissions. *Australian Journal of Agricultural Research*. v.50, p.1307-1313. 1999.

KAITHO, R.J.; UMUNNA, N.N.; NSAHLAI, I.V.; TAMMINGA, S.; VAN BRUCHEM, J. Nitrogen in browse species: ruminal degradability and post-ruminal digestibility measured by mobile nylon bag and in vitro techniques. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.76, p.488-498. 1998.

KAUSHIK, J.C.; SANJAY, A.; TRIPATHI, N.N. Antifungal properties of some plant extracts against the damping-off fungi of forest nurseries. **Indian Journal For**. v.25, n.3-4, p.359-361. 2002

KOZDRÓJ, J.; ELSAS, J. D. Van. Structural diversity of microbial communities in arable soils of a heavily industrialized area determined by PCR-DGGE fingerprint and FAME profiling. **Applied Soil Ecology**. v. 17, p. 31-42. 2001.

KUDO, Y; NAKAJIMA, T.; MIYAKI, T.; OYAIZU, H. **FEMS Microbiology Ecology**. v.22, p.39-48.1997.

LASSEY, K.R. Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. **Agricultural and Forest Meteorology**. v.142, p.120-132. 2007.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W. **SAS® system for mixed models**. Cary, 633p. 1996.

LÓPEZ, S. CARRO, M.D.; GONZÁLEZ, J.S.; OVEGERO, F.J. Comparison of different in vitro and in situ methods to estimate the extent and rate degradation of hays in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**. v.73, p.99-113. 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 352p. 1998.

MAHGOUB, O.; KADIM, I. T.; JOHNSON, E. H.; SRIKANDAKUMAR, A.; AL-SAQRI, N.M.; AL-ABRI, A.S.; RITCHIE, A. The use of a concentrate containing Meskit (*Prosopis juliflora*) pods and date palm by-products to replace commercial concentrate in diets of Omani sheep. **Animal Feed Science and Technology**. v.120, p.33-41. 2005a.

MAHGOUB, O.; KADIM, I. T.; FORSBERG, N. E.; AL-AJMI, D.S.; AL-SAQRY, N.M.; AL-ABRI, A.S.; ANNAMALAI, K. Evaluation of Meskit (*Prosopis juliflora*) pods as a feed for goats. **Animal Feed Science and Technology**. v.121, p.319-327. 2005b.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**. v.79, p.321-330. 1999.

MAZZUCA, M.; KRAUS, W.; BALZARETTI, V. Evaluation of the biological activities of crude extracts from Patagonian prosopis seeds and some of their active principles. **Journal Herb Pharmacother**. v.3, n.2, p.31-37. 2003.

MCEWAN, N.R.; ABECIA, L.; REGENSBOGENOVA, M.; ADAM, C.L.; FINDLAY, P.A.; NEWBOLD, C.J. Rumen microbial population dynamics in response to photoperiod. **Letters in Applied Microbiology**. v.41, p. 97-101. 2005.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: **Simpósio Internacional de Ruminantes**, 1992, Lavras, MG. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1992. p.1-32.

MUYZER, G.; WAAL, E.C.; UITTERLINDEN, A.G. Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA. **Applied and Environmental Microbiology**. v.59, n.3, p.695-700. 1993.

NAVEEN PRASAD, R.; VISWANATHAN, S.; RENUKA DEVI, J.; VIJAYASHREE NAYAK; SWETHA, V.C.; ARCHANA, B.R.; PARATHASARATHY, N.; RAJKUMAR, J. Preliminary phytochemical screening antimicrobial activity of *Samanea saman*. **Journal of Medicinal Plants Research**. v.2, n.10, p.268-270. 2008.

NEWBOLD, C.J.; WALLACE, R.J.; MCINTOSH, F.M. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. **Journal Animal Science**. v.73, p.1811–1818. 1995.

NGAMSAENG, A.; WANAPAT, M.; KHAMPA, S. Evaluation of the local tropical plants by in vitro rumen fermentation and their effects on fermentation end-products. **Pakistan Journal of Nutrition**. v.5, n.5, p.414-418. 2006.

NOBRE, F.V. **Substituição do farelo de trigo (*triticum vulgare*) pelo fruto triturado da algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC) na alimentação de vacas em lactação**. 1981. 51p. Dissertação (Mestrado). Areia, PB: Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias.

OLIVEIRA, C.A.S. **Farelo da vagem de algaroba em dietas para cabras em lactação**. 2009. 48p. Dissertação (Mestrado). Itapetinga, BA. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

ØRSKOV, E.R. **Nutrición proteica de los ruminantes**. Zaragoza: Acribia, 1988. 178p.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Fermentacion ruminal. In: CHURCH, D.C. (ed.). **El Ruminant Fisiologia Digestiva e Nutrición**. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A. 1988. cap. 8, p.159-189.

RUSSELL, J.B. **Rumen Microbiology and its Role in Ruminant Nutrition**. James B. Russell, Ithaca, NY. 2002.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. The effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**. v.55, p.1-6. 1989.

SATISH, S.; RAVEESHA, K.A.; JANARDHANA, G.R. Antibacterial activity of plant extracts on phytopathogenic *Xanthomonas campestris* pathovars. **Letters in Applied Microbiology**. v.28, p.145-147. 1999.

SHEFFIELD, V.C.; COX, D.R.; LERMAN, L.S.; MYERS, R.M. Attachment of a 40-base-pair G + C - rich sequence (GC-clamp) to genomic DNA fragments by the polymerase chain reaction results in improved detection of single-base changes. **Proceedings of National Academy of Science**. v.86, n.1, p.232-236. 1989.

SIGLER, W.V.; MINIACI, C.; ZEYER, J. Electrophoresis time impacts the denaturing gradient gel electrophoresis-based assessment of bacterial community structure. **Journal of Microbiological Methods**. v.57, p.17-22. 2004.

SIHORI, S.K.; GOEL, N.; PANDEY, P. Efficacy of diferente methanolic plant extracts on anti-methanogenesis, rumen fermentation and gas production kinetics in vitro. **Open Veterinary Journal**. v.2, p.72-77. 2012.

SILVA, D.S. **Substituição progressiva do farelo de trigo pela vagem de algaroba na alimentação de bovinos em engorda**. 1981. 51p. Dissertação (Mestrado). Areia, PB: Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias.

SLIWINSKI, B.J.; SOLIVA, C.R.; MACHMÜLLER, A.; KREUZER, M. Efficacy of plant extracts rich in secondary constituents to modify rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**. v.101, p.101-114. 2002.

SOLIVA, C.R.; ZELEKE, A.B.; CLÉMENT, C.; HESS, H.D.; FIEVEZ, V.; KREUZER, M. In vitro screening of various tropical foliage, seeds, fruits and medicinal plants for low methane and high ammonia generating potentials in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**. v.147, p.53–71. 2008.

STEWART, C.S.; FLINT, H.J.; BRYANT, M.P. The rumen bacteria. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (eds.) **The Rumen Microbial Ecosystem**. Chapman & Hall, London, pp.10-72.

STROBEL, H.L.; RUSSELL, J.B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**. v.69, n.11, p.2941-2947. 1986.

TAVENDALE, M.H.; MEAGHER, L.P.; PACHECO, D.; WALKER, N.; ATTWOOD, G.T.; SIVAKUMARAN, S. Methane production from in vitro rumen incubations with *Lotus pedunculans* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. **Animal Feed Science Technology**. v.123-124, p.403-419. 2005.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.B. A simple gas production method using a pressure transducer to determine fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**. v.48, p.185-197. 1994.

UKOHA, P.O.; CEMALUK, E.A.C.; NNAMDI, O.L.; MADUS, E.P. Tannins and other phytochemical of the *Samanea saman* pods and their antimicrobial activities. **African Journal of Pure and Applied Chemistry**. v.5, n.8, p.237-244. 2011.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – US EPA. **Evaluating Ruminant Livestock Efficiency Projects and Programs**. In: Peer Review Draft. Washington, D.C, 2000, 48p.

TOKURA, M.; CHANGAN,I.; USHIDA, K.; KOJIMA,Y. Phylogenetic study of methanogens associated with rumen ciliates. **Current Microbiology**. v.39, p.123-128.1999.

TSAI, Y.; OLSON, B.H. Rapid Method for Separation of Bacterial DNA from HumicSubstances in Sediments for Polymerase Chain Reaction. **Applied and Environmental Microbiology**. v.58, p.2292-2295. 1992.

YOKOYAMA, M.T.; JOHNSON, K.A. Microbiología del rumen e intestino. In: CHURCH, D.C. (ed.). **El Ruminant Fisiología Digestiva e Nutrición**. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A. 1988. cap.7, p. 137-157.

CAPÍTULO 03

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA

Arlete da Silva Bandeira

Eng. Agônoma pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Vitória da Conquista, BA,
Endereço: Estrada do Bem Querer km 04, Vitória da Conquista, BA, CEP: 45083-900
E-mail: arletebandeira@yahoo.com.br

Maria Caroline Aguiar Amaral

Discente do Curso de Agronomia / UESB / Vitória da Conquista, BA
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Vitória da Conquista, BA,
Endereço: Estrada do Bem Querer km 04, Vitória da Conquista, BA, CEP: 45083-900
E-mail: carolworshiper@hotmail.com

Manoel Nelson de Castro Filho

Eng. Agônoma pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Vitória da Conquista, BA,
Endereço: Estrada do Bem Querer km 04, Vitória da Conquista, BA, CEP: 45083-900
E-mail: manoel_mrr@hotmail.com

Warley Bandeira da Silva

Eng. de Alimentos pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, IFNMG - Rio Rancho Agropecuária SA, Grupo NC.
Endereço: Av. Prof. Mário Werneck, 2501 - Buritis, Belo Horizonte - MG, CEP: 30575-180
E-mail: warleybandeira@hotmail.com

RESUMO: Com o presente trabalho, objetivou-se investigar o efeito da estirpe BR 3262 e doses de adubação nitrogenada sobre características agronômicas e produtividade de sementes de feijão-caupi. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses de N (0, 20, 40, 60 e 80 kg de N ha⁻¹) e a BR 3262, além da testemunha. As características avaliadas foram: índice SPAD; altura de plantas; número de nódulos; massa seca de nódulos, da parte aérea, raízes e total da planta; teor e acúmulo de N na massa seca da parte aérea; número de vagens por planta; número de sementes por vagem; comprimento e massa da vagem; massa das sementes por vagem; índice de grãos; teor e acúmulo de N nas sementes e produtividade. Nas plantas em que as sementes foram tratadas com inoculação, o teor e acúmulo de N

na parte aérea foram maiores. Doses crescentes de N proporcionaram maior massa de sementes por vagem. A interação entre a adubação nitrogenada e a ausência de inoculação resultou em maiores valores de altura de plantas e índice de grãos. A interação entre adubação nitrogenada e inoculação não proporcionou incrementos nas características agronômicas e componentes de produção.

PALAVRAS-CHAVE: *Bradyrhizobium*; components de produção; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

1. INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), conhecido popularmente como feijão-de-corda, é uma leguminosa que apresenta altos teores de proteína nos grãos, além de carboidratos, vitaminas, aminoácidos essenciais e minerais. É considerado, para as regiões Norte e Nordeste, um dos principais componentes da alimentação humana, além de constituir a principal fonte geradora de emprego e renda (FREIRE FILHO *et al.*, 2017).

Atualmente, a cultura está se expandindo também para a região Centro-Oeste, onde predomina o cultivo em larga escala, adotado por médios e grandes agricultores, que praticam uma lavoura altamente tecnificada.

Em comparação com outras culturas, o potencial genético do feijão-caupi ainda é pouco explorado, o que constitui uma das causas da sua baixa produtividade. Na região Centro-Oeste, a produtividade média na safra 2020/2021 foi de 1.074 kg ha⁻¹, enquanto, no Nordeste, essa média não ultrapassou 361 kg ha⁻¹ (CONAB, 2021). Em condições experimentais no sudoeste baiano, Públio Júnior *et al.* (2017) obtiveram produtividade de grãos de 1.423 kg ha⁻¹ com a cultivar BRS Novaera. Para elevar a produtividade do feijão-caupi no Nordeste, equiparando-a à das regiões com melhor desempenho, torna-se fundamental investir na utilização de tecnologias voltadas para a exploração dessa cultura.

O processo de nodulação e, conseqüentemente, a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é uma das tecnologias que possibilitam incrementos no rendimento de grãos (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2014). Entretanto, Fonseca *et al.*, (2013) alertam que a adubação nitrogenada somente poderá ser substituída pela FBN se essa simbiose com os rizóbios suprir o N necessário ao crescimento e desenvolvimento da cultura, uma vez que a cultura do feijão-caupi é caracterizada por aplicações de altas doses de N mineral. Além disso, existe um descrédito quanto aos benefícios da inoculação para esta cultura.

A utilização de inoculantes, com quantidades adequadas de rizóbios competitivos e eficientes, além de favorecer o aumento da produtividade, por meio da otimização da FBN, poderá contribuir para a redução dos custos com fertilizantes

nitrogenados e proporcionar manejo ecológico adequado, visto que a produção desses fertilizantes consome grande quantidade de combustíveis fósseis.

A utilização de adubos de forma adequada e equilibrada poderá estabelecer um ambiente favorável para a produção de maior quantidade de sementes, com melhor qualidade, que possam resistir mais facilmente a eventuais adversidades no período de produção.

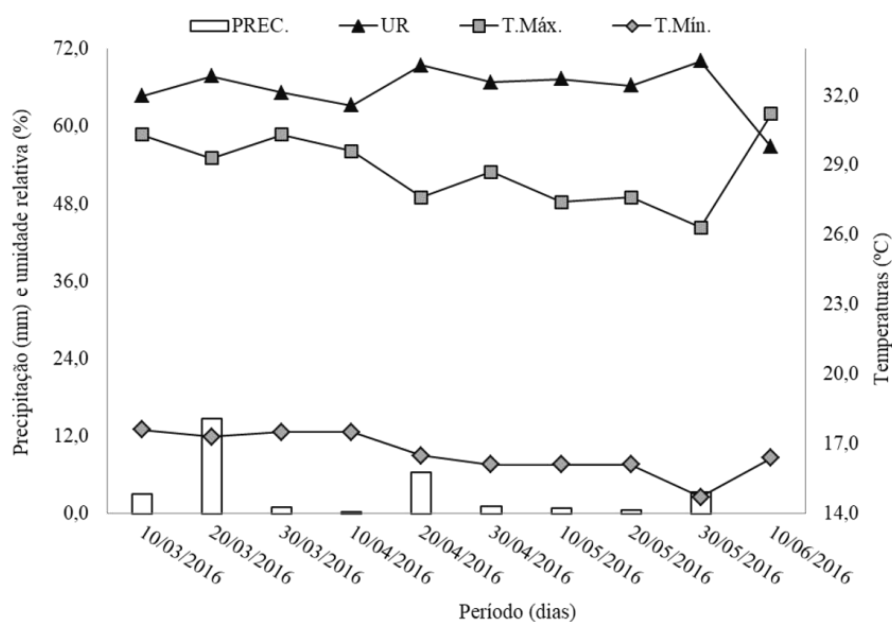
O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da estirpe BR 3262 na cultura do feijão-caupi de doses de adubação nitrogenada sobre características agrônômicas e produtividade das sementes de feijão-caupi.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental e no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus de Vitória da Conquista, BA (14°53'S e 40°48'W e altitude de 879 m) (INMET, 2021), entre os meses de março e junho de 2016. O clima caracteriza-se como tropical de altitude, do tipo Cwb, segundo a classificação de Köppen (SEI, 1998), com pluviosidade média anual de 733,90 mm.

A espécie utilizada foi o feijão-caupi, cv. BRS Novaera. Os dados climáticos de precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperaturas média, máxima e mínima, durante o período de realização do experimento, por decênio, estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Médias mensais de precipitação (Prec.), umidade relativa do ar (UR) e temperaturas máxima (T.Máx.) e mínima (T.Mín), por decênio, no período de março a junho de 2016. Vitória da Conquista, BA, 2016.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET/Vitória da Conquista - Bahia (2018).

No período anterior à implantação do experimento, a área utilizada havia sido totalmente desmatada e destocada. Posteriormente, realizou-se a análise físico-química de uma amostra de solo retirada da camada de 0,0 a 0,2 m. O solo da área experimental é do tipo Latossolo amarelo, distrófico Tb, com classe textural franco-argilo-arenosa (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise físico-química da amostra de solo da área experimental da UESB, realizada antes da instalação do experimento.

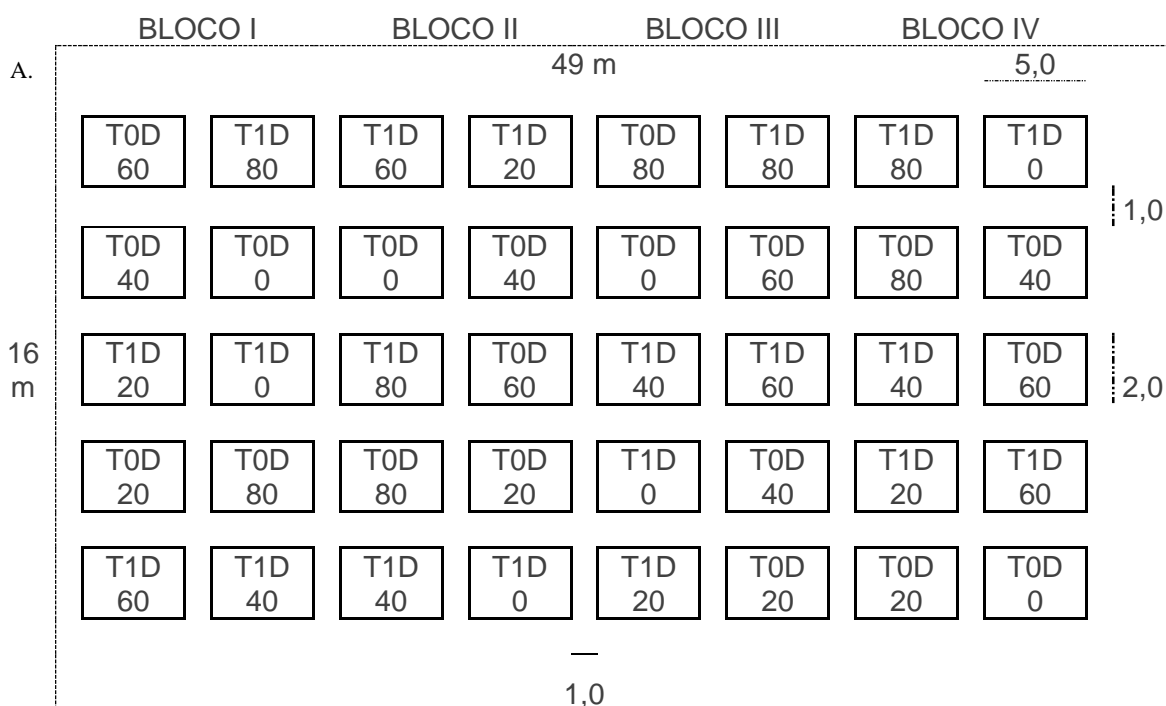
Análise química do solo									Tamanho de partículas			
pH	mg dm ⁻³	----- cmolc dm ⁻³ de solo-----						----- %-----		----- g kg ⁻¹ -----		
H ₂ O	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	V	m	Areia	Silte	Argila	
6,4	6,0	0,4	5,0	1,5	0,0	1,9	79,0	0,0	750	50	200	

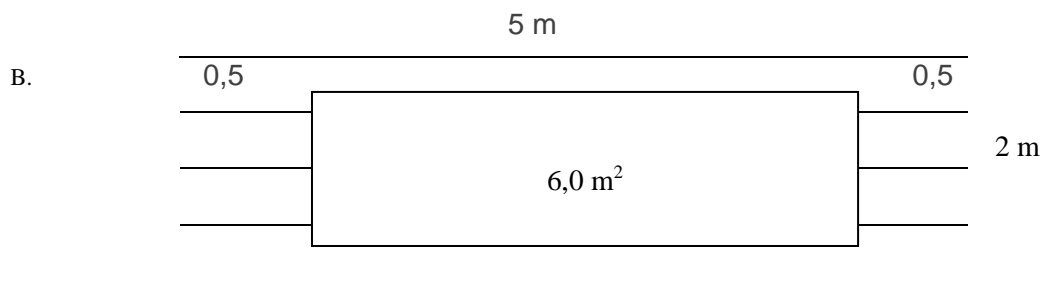
Para P e K, foi utilizado Extrator Mehlich; para Ca, Mg e Al, foi utilizado (KCl 1N); e para H + Al, foi utilizado (CaCl₂ 0,01M e SMP). Fonte: Vitória da Conquista, BA, 2016.

A partir dos resultados da análise de solo, realizou-se o preparo da área para a semeadura e, posteriormente, a aração, gradagem, nivelamento e abertura de sulcos com 0,50 m de distância. Os cálculos de adubação de fundação nas linhas de plantio foram baseados nos resultados da análise de solo e nas recomendações de adubação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª aproximação) (CHAGAS et al., 1999). A adubação de plantio foi realizada com 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, e 20 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, para todas as parcelas.

Utilizou-se delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro blocos, e tratamentos arranjados em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco doses de N (0, 20, 40, 60 e 80 kg de N ha⁻¹) e duas formas de inoculação testemunhas (sem e com), perfazendo um total de 40 parcelas experimentais (Figura 2).

Figura 2 – Croqui da área (A) e detalhe da parcela (B) do experimento conduzido em campo, na área experimental da UESB, durante os meses de março a junho de 2016. T0 = Sem inoculação; T1 = Com inoculação; D0, D20, D60 e D80 = Doses 0, 20, 60 e 80 kg de N ha⁻¹.





Fonte: Vitória da Conquista, BA, 2016.

As parcelas experimentais foram constituídas de cinco linhas de 5 m, com 0,5 m de espaçamento, resultando em uma área de 12,5 m². A área útil das parcelas foi constituída pelas três linhas centrais, descartando-se 0,5 m de cada extremidade das parcelas, totalizando 6 m². Foram semeadas, manualmente, 20 sementes por metro linear nos sulcos de semeadura, e, após o desbaste aos quinze dias após a emergência (DAE), obteve-se a densidade de 10 plantas por metro linear. A população final foi de 200 mil plantas ha⁻¹.

As sementes de feijão-caupi foram inoculadas com a estirpe BR 3262 (SEMIA 6464), classificada como *Bradyrhizobium elkanii*, recomendada comercialmente para o feijoeiro no Brasil; o produto foi preparado a uma densidade de 109 células g⁻¹ de turfa.

O inoculante foi fornecido pela Embrapa Agrobiologia, em veículo turfoso, com concentração rizobiana da ordem de 35,60 x 10⁹, e adicionado às sementes na proporção de 500g de inoculante para 50 kg de sementes, com solução açucarada (10 % p:v), na proporção de 6 mL kg⁻¹ de sementes (HUNGRIA *et al.*, 2001).

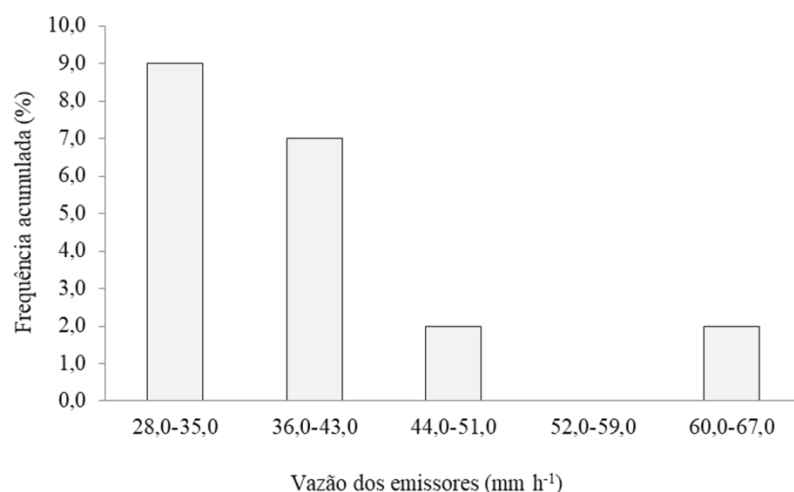
Na adubação nitrogenada, utilizou-se ureia (45 % de N), sendo 50 % na semeadura e 50% em cobertura (25 DAE). As doses utilizadas foram: 20 kg de N ha⁻¹ (somente na semeadura), 40 kg de N ha⁻¹, 60 kg de N ha⁻¹ e 80 kg de N ha⁻¹.

A semeadura foi realizada em 8 de março de 2016. Aos 25 DAE, efetuou-se a aplicação foliar dos micronutrientes molibdênio (de 0,15 kg ha⁻¹ de molibdato de sódio) e zinco (0,25 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco). O controle fitossanitário foi realizado com a aplicação do inseticida/acaricida clorfenapir, na dose de 100 mL ha⁻¹ do produto comercial Pirate®, aos 24 DAE das plântulas, para o controle de Bemisia

tabaci, e o controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, com auxílio deenxada.

Durante o desenvolvimento da cultura, e na ausência de chuvas, utilizou-se irrigação suplementar por aspersão convencional, sendo determinada, no início do experimento, a frequência acumulada da lâmina de água, em mm h^{-1} , de 20 aspersores distribuídos na área experimental, conforme Figura 3.

Figura 3 – Frequência acumulada (%) da lâmina de água, em mm h^{-1} , de 20 aspersores do sistema de irrigação por aspersão, aplicada na área experimental.



Fonte: Vitória da Conquista, BA, 2016.

2.1 COLETA DE DADOS REFERENTES ÀS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DE FEIJÃO-CAUPI

Aos 10, 30 e 50 dias após a emergência (DAE), avaliou-se o índice SPAD de folhas de feijão-caupi, por meio de um clorofilômetro portátil, SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development), Minolta, Japão. As medições do índice SPAD foram determinadas, em cada parcela, pela média de quatro medições em folhas adultas.

Aos 35 DAE (início do florescimento), realizou-se a coleta de dez amostras de plantas, com raízes intactas, para análises da altura de plantas (cm), número de nódulos, massa seca de nódulos (mg) e massa seca da parte aérea, raízes e da planta (g), teor de N na massa seca da parte aérea (%) e acúmulo de N na massa seca da parte aérea (mg).

A parte aérea foi separada das raízes em corte efetuado no ponto de inserção cotiledonar, próximo à base do caule. As raízes foram lavadas em água corrente sobre peneiras, e os nódulos foram destacados, contados e secos em papel absorvente.

A altura das plantas foi determinada com o auxílio de uma régua; as massas secas dos nódulos, a da parte aérea, a das raízes e a do total das plantas foram determinadas em laboratório, em balança com precisão de 0,001 g, após terem sido mantidas em estufa com circulação forçada de ar a 65° C, até atingir a massa constante. Após a secagem da parte aérea das plantas em estufa, estas foram moídas, e uma amostra representativa foi utilizada para determinação do teor de N na MSPA, pelo método de digestão sulfúrica, seguida de destilação Kjeldahl (EMBRAPA, 1997). O N acumulado foi calculado por meio da multiplicação da massa seca na parte aérea (g) pelo teor (%) de N da parte aérea, sendo o resultado dividido por 100.

2.2 COLETA DE DADOS REFERENTES AOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE FEIJÃO-CAUPI

No final do ciclo da cultura, foram coletadas 10 plantas da área útil de cada parcela experimental e conduzidas ao laboratório para a contagem do número de vagens por planta. Em seguida, as vagens foram levadas para estufa de filme plástico agrícola para a secagem. Após a debulha das vagens, determinaram-se: número de sementes por vagem, comprimento da vagem (cm), massa da vagem (g), massa das sementes por vagem (g), índice de grãos (%), teor de N nas sementes (%), acúmulo de N nas sementes (mg de N semente⁻¹) e produtividade (kg ha⁻¹).

O teor de N foi obtido após a secagem e a moagem das sementes e, por fim, a utilização do método de digestão sulfúrica seguida de destilação Kjeldahl (EMBRAPA, 1997). Para a obtenção do acúmulo de N, fez-se a multiplicação da massa seca pelo teor de N, nas sementes, e o resultado foi dividido por 100.

A produtividade foi estimada a partir da pesagem das sementes de cada parcela e transformada em kg ha⁻¹. Para tanto, pequenas amostras de cada tratamento foram separadas para verificação do teor de água, conforme Brasil (2009), e corrigidas para 13 % de umidade.

Os dados foram submetidos aos testes de Cochran e de Lilliefors, para verificação da homogeneidade das variâncias e da normalidade dos dados, respectivamente. Posteriormente, realizou-se a análise de variância e o efeito da inoculação foi comparado pelo teste F ($p \leq 0,05$). Os dados referentes às doses de N foram submetidos à regressão polinomial, sendo ajustadas equações de regressão até o 3º grau. A análise estatística utilizou o programa SISVAR 5.4 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DE FEIJÃO-CAUPI

Houve efeito isolado do uso da inoculação nas características: massas secas de parte aérea, raiz e de toda a planta, teor de N na parte aérea e acúmulo de N na parte aérea. A resposta da inoculação em função das doses de N foi significativa em relação à altura de plantas. Nas demais características, não houve efeito dos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 -Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV), referentes ao índice SPAD aos 10, 30 e 50 dias após a emergência, altura de planta (APL), número de nódulos (NND), massa seca de nódulos (MSND), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total da planta (MSTP), teor (TNPA) e acúmulo (ANPA) de N na parte aérea de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetido à inoculação (I), doses de N (D) em kg ha⁻¹ e sua interação (I x D).

FV	GL	Quadrados médios										
		SPAD 10D	SPAD 30D	SPAD 50D	APL	NN	MSN	MSPA	MSR	MST	TNPA	ANPA
Inoculação (I)	1	4,2	0,6	19,0	41,4	352,8	0,5	656,1**	0,7**	697,2**	0,6*	36,7*
Doses de N (D)	4	21,1	20,1	9,5	41,3	180,8	0,2	79,6	0,3	78,6	0,1	7,2
I x D	4	8,9	20,8	10,0	65,9*	242,7	0,4	48,2	0,2	44,2	0,1	5,2
Blocos	3	411,1	18,8	11,1	247,9	97,9	0,0	76,8	0,5	79,0	0,3	17,5
Resíduo	27	14,6	10,7	20,9	30,5	147,8	0,3	58,7	0,2	61,8	0,1	8,3
CV (%)		6,5	4,7	6,5	21,2	57,5	51,1	32,9	25,8	31,2	7,7	7,2

**Significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F; *significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F. Fonte: Vitória da Conquista, BA, 2016.

As massas secas de parte aérea, raiz e de toda a planta, teor de N na parte aérea e acúmulo de N na parte aérea foram as características que diferiram entre o tratamento de inoculação (Tabela 3).

Tabela 3 - Índice SPAD aos 10, 30 e 50 DAE, número de nódulos (NND), massa seca de nódulos (MSND), massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total da planta (MSTP), teor (TNPA) e acúmulo de N na parte aérea (ANPA) da planta de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação.

Características	Inoculação	
	Sem	Com
SPAD 10 D	58,8 a	58,2 a
SPAD 30 D	70,1 a	70,4 a
SPAD 50 D	69,3 a	70,7 a
NND	18,2 a	24,1 a
MSND	1,0 a	1,2 a
MSPA	27,4 a	19,3 b
MSR	2,0 a	1,8 b
MSTP	29,4 a	21,0 b
TNPA	4,4 b	4,6 a
ANPA	39,0 b	40,9 a

Letras minúsculas distintas, na linha, indicam diferenças significativas entre a inoculação, dentro de cada característica, com base no teste de F ($p \leq 0,05$). Fonte: Vitória da Conquista, BA, 2016.

Apesar de não haver diferença significativa, em termos percentuais, o NND e a MSND no tratamento inoculado foram 24 % e 17 % superiores ao tratamento sem inoculação, respectivamente (Tabela 2.3). Por outro lado, Chagas Júnior *et al.*, (2014) e Melo e Zilli (2009) verificaram em trabalhos com inoculação, em feijão-caupi, diferenças significativas nessas características, entre os tratamentos sem e com inoculação.

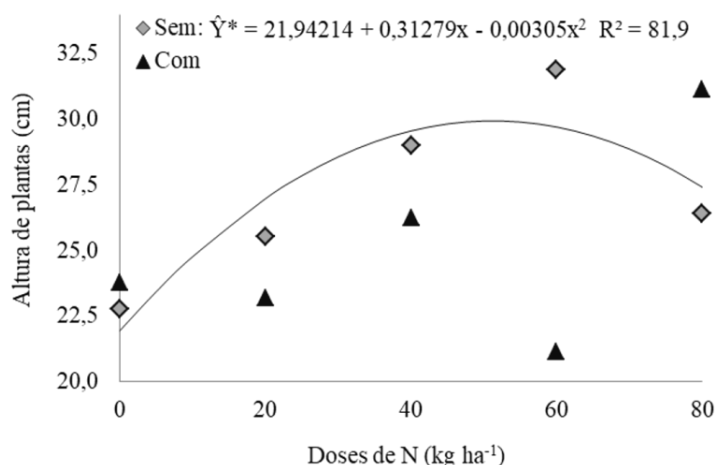
As médias da MSPA, MSR e MSTP foram maiores no tratamento sem inoculação em relação ao tratamento com inoculação (Tabela 2.3). Esses resultados podem indicar, no tratamento sem inoculação, que as bactérias simbióticas nativas foram eficientes para fixar o N atmosférico e, conseqüentemente, contribuir para o crescimento vegetal, enquanto que, no tratamento com inoculação, pode ter ocorrido competição entre bactérias nativas do solo e inoculadas, o que limitou o desenvolvimento destas, devido à maior eficiência das nativas na simbiose com feijoeiro. Rufini *et al.*, (2011) afirmam que essa cultura tem a capacidade de formar nódulos promovidos por várias espécies e estirpes de *Rhizobium* e, assim, favorecer

maior competição por sítios nodulares. Além disso, a adaptação às condições ambientais é outro fator determinante para a eficiência da FBN (DEKA *et al.*, 2006).

O TNPA e ANPA foram maiores no tratamento com inoculação, o que pode indicar que a estirpe inoculada foi eficiente na fixação do N atmosférico. Deve-se salientar que, para todos os tratamentos, os teores referentes ao ANPA estão acima do nível crítico de N para a cultura, de 30 g kg⁻¹ ou 300 mg planta⁻¹, conforme Ambrosano *et al.*, (1997). Esses níveis elevados referentes ao ANPA, em feijão-caupi, têm sido verificados em solos em que foram aplicados fertilizantes nitrogenados (FARIAS *et al.*, 2016; MARINHO *et al.*, 2017), com plantas-testemunha (FREITAS *et al.*, 2012; COSTA *et al.*, 2014) e com estirpes inoculadas (MELO e ZILLI, 2009; BATISTA *et al.*, 2017). Na Figura 4, observa-se efeito quadrático crescente na APL de feijão-caupi, no tratamento sem inoculação. No tratamento inoculado, não houve resposta significativa, obtendo-se APL média de 25,1 cm.

Com o aumento das doses de N, houve acréscimo de 40 % na APL até a dose 50 kg de N ha⁻¹, com altura máxima de 29,9 cm. A partir desse ponto, houve decréscimo de 10 % na altura até a dose 80 kg de N ha⁻¹(27,4 cm). Assim, pode-se inferir que a aplicação nitrogenada em doses iguais ou menores que 50 kg de N ha⁻¹ contribui para o crescimento das plantas, pois o nitrogênio faz parte da sua estrutura, como componente de proteína, clorofila e outras moléculas.

Figura 4 - Altura de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha⁻¹). Vitória da Conquista, BA, 2016 * Significativo (p ≤ 0,05), pela análise de variância da regressão.



Fonte: Os autores.

Esses dados corroboram com os encontrados por Melo *et al.*, (2015), ao verificar que a dose 50 kg de N ha⁻¹, no tratamento sem inoculação, resultou em maior APL (27,8 cm) em feijão-caupi.

3.2 COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE FEIJÃO-CAUPI

O efeito do fator isolado, doses de N, foi verificado na característica massa de sementes por vagem (MSVG); ocorreu interação de doses de N (D) com a inoculação (I), em comprimento de vagem (CVG) e índice de grão (IG) (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) sobre o número de vagens por planta (NVGP), número de sementes por vagem (NSVG), comprimento da vagem (CVG), massa da vagem (MVG), massa de sementes por vagem (MSVG), índice de grão (IG), teor (TNS) e acúmulo (ANS) de N nas sementes, produtividade (PROD) e teor de água (TA) das sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, submetido à inoculação (I), doses de N (D) em kg ha⁻¹ e sua interação (I x D). Vitória da Conquista, BA, 2016.

FV	GL	Quadrados médios									
		NVGP	NSVG	CVG	MVG	MSVG	IG	TNS	ANS	PROD	TA
Inoculação (I)	1	0,3	0,5	0,5	0,0	0,0	2,9	0,1	31,0	132917,8	0,2
Dose de N (D)	4	8,7	0,4	0,5	0,2	0,1*	3,3	0,1	11,5	150058,3	1,8
I x D	4	1,7	0,4	0,6*	0,1	0,1	7,5*	0,0	0,8	332231,9	1,0
Blocos	3	37,0	2,6	1,1	0,2	0,1	1,3	0,1	32,0	636138,7	1,0
Resíduo	27	5,5	0,6	0,4	0,1	0,1	3,7	0,0	11,4	258209,0	1,2
CV (%)		24,7	9,9	4,2	11,4	11,9	2,4	4,6	4,9	27,1	7,1

**Significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F; *significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F.

Fonte: Vitória da Conquista, BA, 2016.

Na Tabela 5, estão apresentadas as médias dos componentes de produção de feijão-caupi, em função da inoculação. Nessas características, não houve efeito dos tratamentos sem e com inoculação.

Tabela 5 - Número de vagens/planta (NVGP), massa da vagem (MVG), número (NSVG) e massa de sementes/vagem (MSVG), teor de N nas sementes (TNS), acúmulo de N nas sementes (ANS), produtividade (PROD), teor de água (TA) de sementes de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação.

Componentes de produção	Inoculação	
	Sem	Com
NVGP	9,6 a	9,4 a
MVG	2,9 a	2,9 a
NSVG	7,7 a	7,9 a
MSVG	2,3 a	2,3 a
TNS	3,9 a	3,9 a
ANS	67,3 a	69,2 a
PROD	1933,4 a	1818,1 a
TA	15,4 a	15,5 a

Letras minúsculas distintas, na linha, indicam diferenças significativas entre a inoculação, com base no teste F ($p \leq 0,05$). Fonte: Vitória da Conquista, BA, 2016.

A baixa efetividade do tratamento inoculado pode ser resultante da existência de competição entre a estirpe e as bactérias nativas do solo, além de alguns fatores do ambiente, que podem ser desfavoráveis para o desenvolvimento das bactérias. Assim, as bactérias nativas tornam-se eficientes para realizar a simbiose e fornecer o N necessário para o desenvolvimento das plantas, o que justifica a semelhança dos resultados entre os tratamentos sem e com inoculação. Outros autores (ALCÂNTARA *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2014 e CAVALCANTE *et al.*, 2017), em trabalhos com FBN em feijão-caupi, também observaram a similaridade entre os tratamentos e concluíram que as estirpes nativas apresentam alta competitividade e potencial para a FBN.

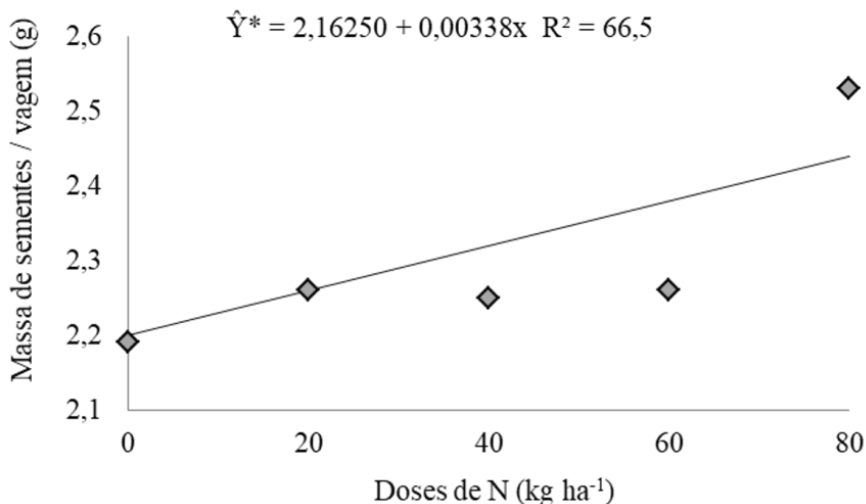
Vale ressaltar que, nem sempre, a adubação nitrogenada e/ou a inoculação favorecem o aumento da produtividade do feijão-caupi (DUTRA *et al.*, 2012; ALCÂNTARA *et al.*, 2014), pois, de acordo com Dutra *et al.*, (2012), existem diversos fatores que influenciam e interagem no desenvolvimento e produção das culturas. Afirmam, ainda, que a escolha do cultivar, do manejo da adubação, da inoculação das sementes com rizóbio ou a associação desses fatores é de suma importância

para um bom rendimento da cultura.

Apesar de a produtividade ter sido semelhante em função dos tratamentos utilizados, percebe-se que a produtividade média obtida no tratamento com inoculação (1818,1 kg ha⁻¹) e sem inoculação (1933,4 kg ha⁻¹) (Tabela 2.5) foi superior à produtividade média estimada na safra 2017/2018 na região Nordeste, tanto na primeira (431 kg ha⁻¹) quanto na segunda (381 kg ha⁻¹) e na terceira safra (270 kg ha⁻¹). Além disso, foi superior à produtividade média brasileira, de 521 kg ha⁻¹, conforme dados da CONAB (2021). Assim, a produtividade obtida, tanto na região Nordeste quanto no Brasil, não reflete o potencial produtivo da cultura, e o uso tecnologias, tais como adubação, de acordo com os resultados da análise de solo, irrigação e uso de inoculantes, poderá contribuir para incrementar a produção.

O aumento nas doses de N resultou em acréscimo linear de 0,003 na MSVG, de forma que a maior massa ocorreu na dose 80 kg de N ha⁻¹ (2,4 g) (Figura 5).

Figura 5 – Massa de sementes por vagem de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função de doses de N (kg ha⁻¹). Vitória da Conquista, BA, 2016. * Significativo (p ≤ 0,05), pela análise de variância da regressão.



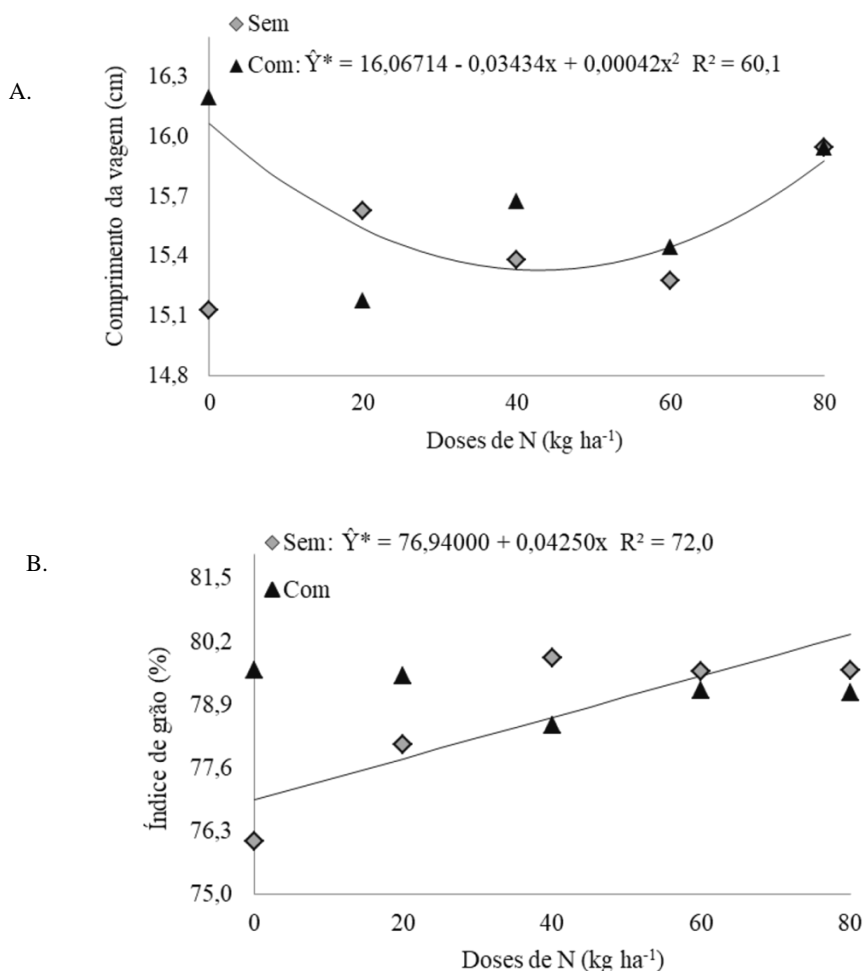
Fonte: Os autores.

A MSVG foi influenciada pelas doses crescentes de N, com maior acúmulo de reservas nas sementes e, conseqüentemente, maior massa. Isso se deve principalmente ao fato de a ureia ser um tipo de adubo prontamente disponível para

a planta do feijão. Suzana *et al.*, (2012) também verificaram em feijoeiro, em função de diferentes fontes e manejo de nitrogênio, que a adubação mineral, com ureia, proporcionou maior massa de sementes por vagem.

O CVG ajustou-se ao modelo quadrático decrescente (Figura 6 A). O aumento das doses de N resultou em decréscimo no CVG até a dose 40 kg ha⁻¹, com 15,7 cm de comprimento, no tratamento inoculado. A partir dessa dose, houve acréscimo de 3,9 % no comprimento até a dose 80 kg de N ha⁻¹. No tratamento sem inoculação, não houve resposta significativa.

Figura 6 – Comprimento da vagem (A) e índice de grão (B) de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, em função da inoculação e doses de N (kg ha⁻¹). Vitória da Conquista, BA, 2016. * Significativo (p ≤ 0,05), pela análise de variância da regressão.



Fonte: Os autores.

Os resultados para CVG, em função de dose de N superior a 40 kg de N ha⁻¹, em plantas inoculadas, contrariam relatos da literatura, que afirmam que a maior disponibilidade de N pode restringir a nodulação espontânea e, conseqüentemente, afetar as características relacionadas à produção.

Santos *et al.*, (2014), estudando a inoculação com *Bradyrhizobium* e adubação nitrogenada em feijão-caupi, cultivado em diferentes solos, verificaram que a adubação nitrogenada afetou negativamente o CVG, sendo a inoculação suficiente para a máxima resposta da planta.

O aumento nas doses de N resultou em acréscimo linear de 0,04 no IG de forma que o maior índice ocorreu na dose 80 kg de N ha⁻¹ (80,3 %), no tratamento sem inoculação (Figura 2.6 B). Considerando que o IG representa a distribuição de fotoassimilados na vagem (OLIVEIRA *et al.*, 2015), percebe-se que, independentemente da dosagem, o uso de inoculante favoreceu também o enchimento dos grãos, com IG médio de 79,6 %.

Silva e Neves (2011) analisaram o desempenho de 20 genótipos de feijão-caupi em dois regimes hídricos (sequeiro e irrigação) e observaram IG médio de 75,2 %, para condições de sequeiro e 79,5 %, para condições de irrigação, com valores semelhantes aos encontrados neste trabalho; é possível inferir-se, ainda, que o manejo cultural pode alterar essa variável.

4. CONCLUSÃO

O tratamento de sementes com inoculante proporcionou maiores teores e acúmulo de N na parte aérea.

Doses crescentes de N proporcionaram maior massa de sementes por vagem e vigor de sementes.

A interação entre adubação nitrogenada e a ausência de inoculação resultou em maiores valores de altura de plantas e índice de grãos.

A interação entre a adubação nitrogenada e a inoculação não proporcionou incrementos nas características agrônômicas e nos componentes de produção do feijão-caupi.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, R. M. C. M. DE; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; ROCHA, M. M.; CARVALHO, J. dos S. Eficiência simbiótica de progenitores de cultivares brasileiras de feijão-caupi. **Revista de Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 1-9, 2014.
- AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. **Leguminosas e oleaginosas**. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C., eds. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1997. p.187-203. (Boletim Técnico, 100)
- BATISTA, E. R.; GUIMARÃES, S. L.; BONFIM-SILVA, E. M.; SOUZA, A. C. P. de. Combined inoculation of rhizobia on the cowpea development in the soil of Cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 5 (Especial), p. 745-755, 2017.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS. 2009. 395p.
- CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, A. G.; DINIZ NETO, M. A.; MATOS, B. F.; DINIZ, B. L. M. T.; BERTINO, A. M. P. Inoculação das cultivares locais de feijão-caupi com estirpes de rizóbio. **Revista de Ciências Agrárias**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 38-44, 2017.
- CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.; et al. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa - MG, p. 274-275. 1999.
- CHAGAS JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, A. G.; REIS, H. B.; SANTOS, G. R.; CHAGAS, L. F. B.; MILLER, L. O. Eficiência da inoculação combinada de rizóbio e *Trichoderma* spp. em diferentes cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) no cerrado (Savana Brasileira). **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 37, n. 1, p. 20-28, 2014.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2020/2021 - quarto levantamento, v. 8, n. 4, p. 41-54 . Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. 05 Jan. 2021.
- COSTA, E. M.; NÓBREGA, R. S. A.; SILVA, A. F. T. da; FERREIRA, L. DE V. M.; NÓBREGA, J. C. A.; MOREIRA, F. M. S. Resposta de duas cultivares de feijão-caupi à inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 4, p. 489-494, 2014.
- DEKA, A. K.; AZAD, P.; PATRA, S. C. Survival of *Rhizobium* in soil at different pH, temperature and moisture levels. **Ecology, Environment and Conservation Paper**, v. 12, p. 751-754, 2006.
- DUTRA, A. S.; BEZERRA, F. T. C.; NASCIMENTO, P. R.; LIMA, D. de C. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi em função da adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 816-821, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 212 pp. 1997.

FARIAS, T. P.; TROCHMANN, A.; SOARES, B. L.; MOREIRA, F. M. S. Rhizobia inoculation and liming increase cowpea productivity in Maranhão State. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 3, p. 387-395, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FONSECA, G. G.; OLIVEIRA, D. P.; SOARES, B. L.; FERREIRA, P. A. A.; TEIXEIRA, C. M.; MARTINS, F. A. D.; MOREIRA, F. M. de S.; ANDRADE, M. J. B. de. Resposta de cultivares de feijoeiro-comum à inoculação das sementes com duas estirpes de rizóbio. **Bioscienci Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1778-1787. 2013.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RODRIGUES, J. E. L. F.; VIEIRA, P. F. De M. J. **A cultura: aspectos socioeconômicos**. In: Feijão-caupi: do plantio à colheita. VALE, J. C. Do; BERTINI, C.; BORÉM, A. 1 ed. Editora: UFV, 267 p. 2017.

FREITAS, A. D. S.; SILVA, A. F.; SAMPAIO, E. V. S. B. Yield and biological nitrogen fixation of cowpea varieties in the semi-arid region of Brazil. **Biomass and Bioenergy**, v. 45, p. 109-114, 2012.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001, 48p. (Circular Técnica / Embrapa Soja).

INMET. **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA**. Estação meteorológica(ESMET). Vitória da Conquista, BA, 2021.

MARINHO, R. DE C. N.; FERREIRA, L. de V. M.; SILVA, A. F. DA; MARTINS, L. M. V.; NÓBREGA, R. S. A.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I. Symbiotic and agronomic efficiency of new cowpea rhizobia from Brazilian Semi-Arid. **Bragantia**, Campinas, v. 76, n. 2, p. 273-281, 2017.

MELO, N. C.; ALMEIDA, R. F.; SILVA, V. F. A.; FERREIRA, R. L. C.; VALENTE, G. F. Análise multivariada no crescimento e nodulação de feijão-caupi com doses de nitrogênio. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 11, n. 21, 142 p. 2015.

MELO; S. R. de; ZILLI, J. E. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado de Roraima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1177-1183, 2009.

OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; ALVES, R. de C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T. dos; RÉGIS, L. R. de L. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 19, n. 11, p. 1049–1056, 2015.

PÚBLIO JÚNIOR, E.; MORAIS, O. M.; ROCHA, M. DE M.; PÚBLIO, A. P. P. B.; BANDEIRA, A. da S. Características agronômicas de genótipos de feijão-caupi cultivados no sudoeste da Bahia. **Científica**, Jaboticabal, v. 45, n. 3, p. 223-230, 2017.

RUFINI, M.; FERREIRA, P. A. A.; SOARES, B. L.; OLIVEIRA, D. P.; ANDRADE, M. J. B de; MOREIRA, F. M. DE S. Simbiose de bactérias fixadoras de nitrogênio com feijoeiro-comum em diferentes valores de pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.81-88, 2011.

SANTOS, K. C. DOS; UCHÔA, S. C. P.; MELO, V. F.; ALVES, J. M. A.; ROCHA, P. R. R.; XIMENES, C. K. dos S. Inoculação com *Bradyrhizobium* e adubação nitrogenada em feijão-caupi cultivado em diferentes solos. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 3, p. 306-317, 2014.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA.

Tipologia climática de Köppen. Estado da Bahia. 1998. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Produção de feijão-caupi semi-prostrado em cultivos de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, p. 29-36, 2011.

SILVA JÚNIOR, E. B. da; SILVA, K. da; OLIVEIRA, S. S.; OLIVEIRA, P. J. de; BODDEY, R. M.; ZILLI, J. E.; XAVIER, G. R. Nodulação e produção de feijão-caupi em resposta à inoculação com diferentes densidades rizobianas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 10, p. 804-812, 2014.

SUZANA, C. S.; ROSA, G. M. da; GABIEL, M.; MIGLIORINI, P.; ROSA, F. T. da. Produtividade e qualidade de sementes de feijão cultivado com diferentes fontes e manejos de nitrogênio. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15; p. 1432-1442, 2012.

CAPÍTULO 04

CULTIVO DE RÚCULA SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE USO DE ÁGUA SALOBRA EM SISTEMA HIDROPÔNICO NFT

Márcio da Silva Alves

D. Sc. em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Itaberaba
Endereço: Rodovia BA-233, Km 04, Itaberaba – BA, CEP: 46880-000
E-mail: marcio.alves@ifbaiano.edu.br

Tales M. Soares

D. Sc. em Irrigação e Drenagem pela Universidade de São Paulo
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia- Centro de Ciências Agrárias,
Ambientais e Biológicas.
Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas – BA, CEP: 44380-000
E-mail: talesmiler@gmail.com

Vital Pedro da Silva Paz

D. Sc. em Agronomia pela Universidade de São Paulo
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia- Centro de Ciências Agrárias,
Ambientais e Biológicas
Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas – BA, CEP: 44380-000
E-mail: vitalpaz@ufrb.edu.br

Joseane Pereira Fernandes

Eng. Agrônoma pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia- Centro de Ciências Agrárias,
Ambientais e Biológicas
Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas – BA, CEP: 44380-000
E-mail: joysejoys@yahoo.com.br

RESUMO: A rúcula é uma hortaliça folhosa de alta qualidade alimentar e de boa aceitação comercial nas regiões sul, sudeste e nordeste do Brasil, mas ainda há poucas informações para o cultivo da rúcula hidropônica e sobre a sua adequação à salinidade. Para testar essa alternativa realizou-se um experimento com três estratégias de usos de águas salobras: i) uso de água doce no preparo da solução e salobra na reposição da ETc; ii) uso de água salobra no preparo da solução nutritiva e doce na reposição da ETc; e iii) uso de água salobra no preparo da solução e reposição da ETc. Foram testados seis níveis de salinidade da água (1,39; 2, 62; 3,50; 5,32 e 7,42 dS m⁻¹), produzidos por NaCl, além da testemunha (0,32 dS m⁻¹). Na combinação em que se utilizou água salobra na reposição da ETc não se verificou efeito significativo nas variáveis de produção da rúcula com o aumento da salinidade da água. Quando se utilizou a água salobra no preparo da solução notou-se redução linear de 10,4% dS m⁻¹ para a massa de matéria fresca da parte aérea

com o aumento da salinidade da água. No uso exclusivo de água salobras também ocorreu redução de 10,7 % dS m⁻¹. Foram verificadas cloroses nas folhas de rúcula em salinidades da água acima de 5,3 dS m⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivo sem solo, *Eruca sativa* L., Salinidade.

1. INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro, devido à irregularidade e as baixas taxas de precipitação pluvial, aliadas as elevadas taxas de evapotranspiração e à formação geológica da região, favorecem situação de escassez de águas superficiais. E nesta região, um de seus principais desafios, é promover e garantir a produção de alimentos. O uso de águas subterrâneas é uma alternativa viável para garantir o acesso dessas comunidades à água, a partir de investimentos públicos na perfuração de poços tubulares, para utilizarem na agricultura irrigada (Melo *et al.*, 2007; Andrade Júnior *et al.*, 2006; Medeiros *et al.*, 2003;). Entretanto, essas fontes hídricas, na maioria dos casos, são salobras ou possuem baixas vazões ($< 4 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$) restringindo seu uso.

Várias alternativas têm sido estudadas com o objetivo de possibilitar o uso de águas salobras na agricultura (Savvas *et al.*, 2007; Al-Karaki *et al.*, 2009). Ferreira *et al.*, (1998) estudaram o efeito da salinidade da água de irrigação e da lâmina de lixiviação na cultura da alface, verificando redução de 59 % na produção máxima das plantas irrigadas com água a nível de $5,50 \text{ dS m}^{-1}$ de salinidade. Gervásio *et al.* (2000) também relatou redução da produção comercial da alface americana cultivada em vaso em 17 % para cada incremento unitário na condutividade elétrica do extrato de saturado.

No entanto, a maioria dessas pesquisas é direcionada a cultivos convencionais que quase sempre não conseguem resultados satisfatórios, pois a utilização dessas águas pode oferecer riscos ao meio ambiente, promovendo a salinização dos solos e, como conseqüência, oferecer prejuízos à própria produção agrícola (Garcia *et al.*, 2008).

Uma opção viável pode ser a utilização de águas salobras em cultivos hidropônicos (Van Os, 1999), uma vez que a tolerância das plantas à salinidade nesse sistema é maior em relação ao sistema convencional, pois a inexistência do potencial mátrico, superando o potencial total da água, reduzirá a dificuldade de absorção de água pelas plantas (Soares *et al.*, 2007). E outra vantagem da hidroponia sobre o cultivo convencional é que em sistemas hidropônicos, por ser um sistema fechado, a solução nutritiva ao final do ciclo é captada e pode ser diluída

para recirculação, utilizada para irrigar outras culturas, ou ainda ser direcionada para concentração em tanques de evaporação.

Estudos a serem realizados visando aumentar informações sobre o uso de águas salobras em hidroponia, informações sobre as respostas das culturas em águas salobras e a baixa oferta de água potável na região semiárida são extremamente importantes a geração de tecnologias e pesquisa que permitam o uso de águas salinas na produção de alimentos.

A rúcula (*Eruca Sativa L.*) é uma hortaliça em grande expansão no Brasil, por possuir diversos efeitos benéficos à saúde humana apresentando altos teores de potássio, enxofre, ferro e vitaminas A e C, como também por apresentar ao produtor preço bem atrativo, que nos últimos anos têm sido mais elevados do que os de outras folhosas como da alface, chicória, almeirão e couve (Freitas *et al.*, 2009). Contudo, são escassos os conhecimentos desta cultura submetidos a níveis salinos tanto em cultivos convencionais como em sistemas hidropônicos.

Diante desta escassez sobre os efeitos da salinidade na cultura da rúcula, este trabalho teve o objetivo de avaliar a produção de rúcula 'Cultivada' em três estratégias de uso de água salobra em sistema hidropônico NFT.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campus de Cruz das Almas – BA da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, a 12°40'19" de latitude sul, 39°06'23" de longitude oeste Gr e altitude de 225 m, no período de 03 de fevereiro a 10 de março de 2010, em casa de vegetação do tipo geminada com calha central, apresentando 32 m de comprimento, 14 m de largura e 4 m de pé direito. O clima da região é classificado como úmido a subúmido, com umidade relativa e temperatura média anuais de 80 % e 24° C respectivamente, e pluviosidade média anual de 1.143 mm (D'Angiolella *et al.*, 1998).

A estrutura hidropônica foi composta por 72 parcelas. Cada parcela representa um sistema hidropônico do tipo NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes) composta por: um reservatório plástico com capacidade de 60L de solução nutritiva, uma eletrobomba de circulação e um perfil hidropônico em

polipropileno de 100 mm de largura e 3m de comprimento com 10 orifícios espaçados em 0,3m. Também foram montados sistemas de abastecimento automático individuais construídos com tubulação de PVC, com diâmetro de 200 mm, com a finalidade de repor a água consumida por evapotranspiração. O experimento foi dividido em três estratégias de uso de águas salobras: estratégia de uso 1 (E1), utilização da água doce no preparo da solução nutritiva deixando a água salobra para reposição da evapotranspiração da cultura (ETc); estratégia de uso 2 (E2), utilizou-se a água salobra no preparo da solução nutritiva reservando a água doce para a reposição da ETc; e estratégias de uso 3 (E3), que consistia em utilizar a água salobra tanto no preparo da solução nutritiva quanto para a reposição da ETc.

Em todas as estratégias de uso as águas salobras utilizadas foram as mesmas. Estas águas foram salinizadas com NaCl, para isso adicionou-se à água do abastecimento da cidade proveniente da embasa (Empresa Baiana de Águas e Saneamento) as quantidades de 0,585; 1,17; 1,755; 2,925 e 4,095 g L⁻¹, resultando em cinco níveis de salinidade da água: 1, 392; 2, 624; 3,505; 5,323 e 7,425 dS m⁻¹. Para a testemunha utilizou-se a água sem adição de NaCl (água doce) com 0,325 dS m⁻¹. À solução nutritiva foram adicionados os fertilizantes segundo a recomendação de Furlani (1999) para cultivo hidropônico de alface. A solução nutritiva era bombeada do reservatório até os perfis pela bomba de circulação acionada por um timer programado para ligar o sistema a cada 15 minutos.

As sementes de rúcula foram semeadas em células de espuma fenólica (2,0 x 2,0 x 2,0 cm), colocando-se de 10 a 12 sementes por célula devido ao tamanho muito pequeno das mesmas. Após 24 horas no escuro as células com as sementes de rúcula foram levadas para um berçário, também com estrutura hidropônica NFT. No sétimo dia foi realizado um desbaste nas mudas deixando-se apenas quatro plantas por célula. O transplante das mudas para os perfis foi realizada 18 dias após a semeadura (DAS), momento em que se iniciou os tratamentos. Foram acondicionadas quatro plantas por orifício.

As perdas por evapotranspiração eram instantaneamente repostas ao sistema mediante o conjunto de abastecimento automático. A água fornecida não era

fertilizada e sua salinidade era de acordo com cada tratamento. Durante o experimento não se trocou a solução nutritiva nem se repôs os nutrientes consumidos pelas plantas. O pH foi monitorado por meio de amostras coletadas a cada dois dias, obtido por um pHmetro de mesa, mantendo-se o pH sempre na faixa de 5,5 – 6,5.

As plantas foram colhidas aos 16 dias após o transplântio (DAT), realizando-se as medições de altura máxima do maço das quatro plantas, com o auxílio de uma régua graduada, e da massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) por maço em balança de precisão (0,01g). Em seguida, as plantas foram levadas à estufa de circulação e renovação de ar, regulada em 65°, visando obter a massa de matéria seca da parte aérea.

A evolução da salinidade da solução nutritiva nas parcelas foi acompanhada como medições periódicas da condutividade elétrica (CEsol) utilizando-se um condutímetro de mesa, respectivamente. O delineamento experimental utilizado nas três estratégias de uso de água salobra foi o bloco inteiramente aleatorizados com quatro repetições.

Por se tratar de dados quantitativos, o fator salinidade de água foi estudado mediante análises de variância e de regressão selecionando os modelos com base na significância de seus termos e no valor do coeficiente de determinação. Já as estratégias de uso de água salobra, por se tratar de dados qualitativos, foram submetidas às análises de variância e de comparação de médias (Tukey a 5 % de probabilidade). Todas as análises foram efetuadas no programa SAS (SAS Institute, 2000).

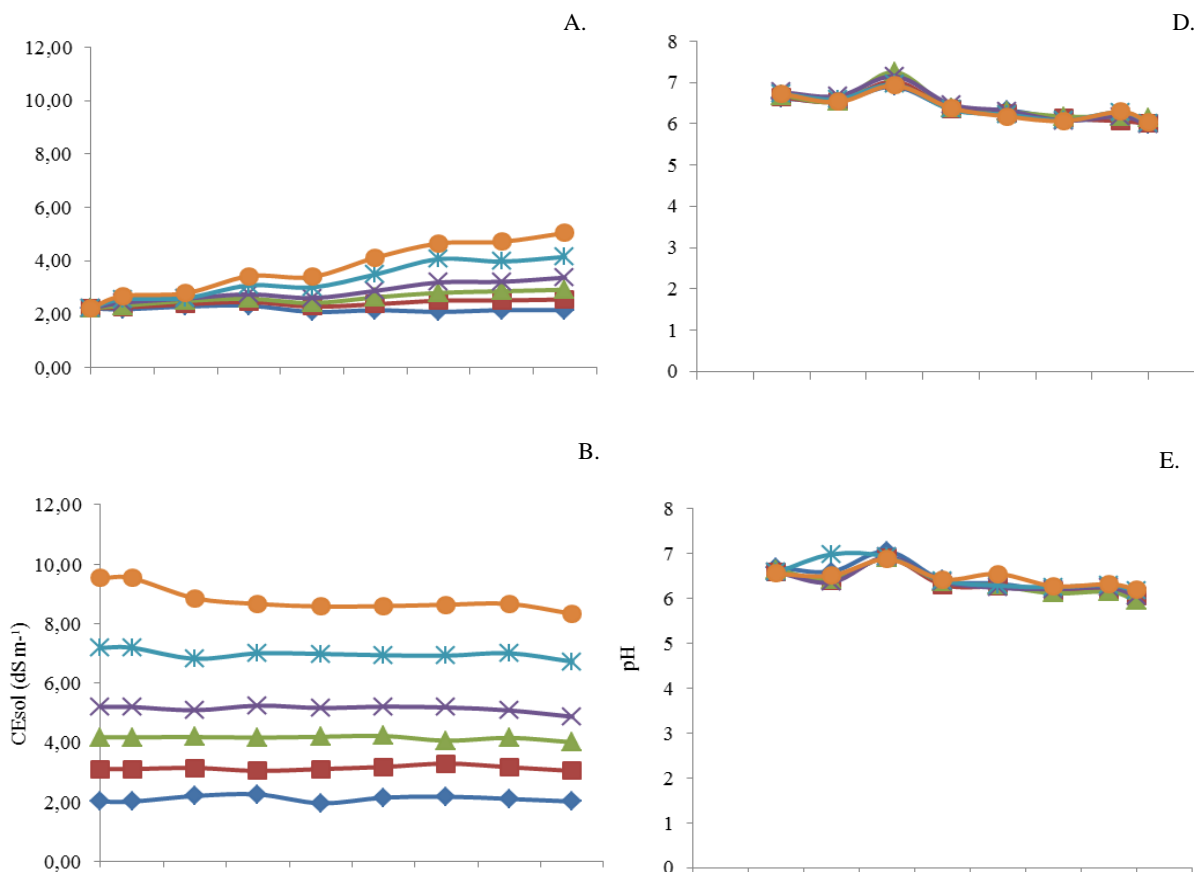
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

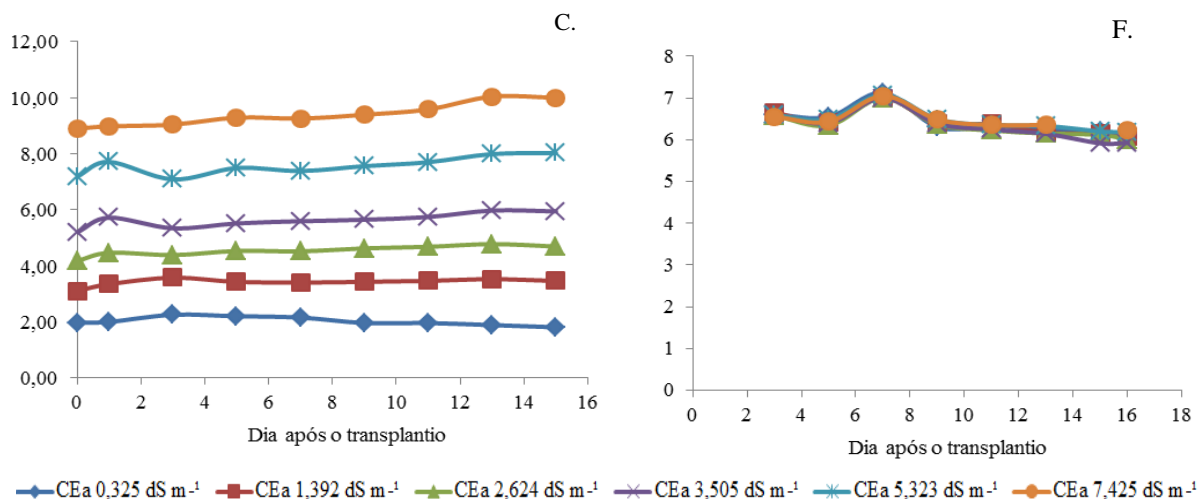
Durante o período de condução do experimento, a média das temperaturas máximas diárias foi de 40° C e a das mínimas de 24° C, com umidade relativa média de 68 %. Segundo Scarpere Filho (1995), a temperatura ótima para o desenvolvimento vegetativo de hortaliças é 25° C aproximadamente, devido ao processo fotossintético da maioria das plantas cultivadas. Embora tenha se

observado temperaturas máximas acima da temperatura ótima o desenvolvimento da rúcula não foi prejudicado.

Na condição em que se utilizou água salobra na reposição da evapotranspiração e destinou-se a água doce para o preparo da solução nutritiva (E1), a salinidade da solução apresentou uma tendência de aumento ao longo do tempo (Figura 1A), o que se explica pela acumulação de íons não absorvidos pelas plantas de rúcula. Apenas para a testemunha observou-se um pequeno decréscimo da CEsol ao longo do ciclo, o que foi ocasionado pela absorção de nutrientes pelas plantas, a qual foi maior que o aporte de sais dissolvidos na água, visto que os nutrientes não foram repostos durante o ciclo da cultura. Estes resultados também foram encontrados por Soares *et al.*, (2010) estudando águas salobras na reposição da ETc em plantas de alface.

Figura 1. Evolução da salinidade (A, B e C) e comportamento do pH (D, E, F) da solução nutritiva ao longo do ciclo sob diferentes estratégias de uso de água salina E1, E2, e E3 respectivamente.





Fonte: Os autores.

Quando foi utilizada a água salobra apenas no preparo da solução nutritiva (E2) a condutividade elétrica da solução nutritiva se manteve constante em quase todo o ciclo da rúcula para todos os tratamentos, isso foi observado em detrimento a reposição com água doce que resultou em um equilíbrio entre o absorvido pela planta com o repostado com a água, tendendo a conservar a concentração de sais. Apenas nos dias próximos a colheita ocorreu uma diminuição dos valores da CE_{sol}, pois a quantidade absorvida de fertilizantes pelas plantas, foram maiores que os presentes na solução (Figura 1B).

Já no uso exclusivo de águas salobras (E3), condutividade elétrica da solução nutritiva aumentou com o tempo (Figura 1C), esse comportamento era esperado, pois tanto a solução quanto a reposição da evapotranspiração foram feitas com água salobra. Assim como nas outras condições de uso, somente para testemunha se observou um decréscimo da condutividade elétrica de solução nutritiva.

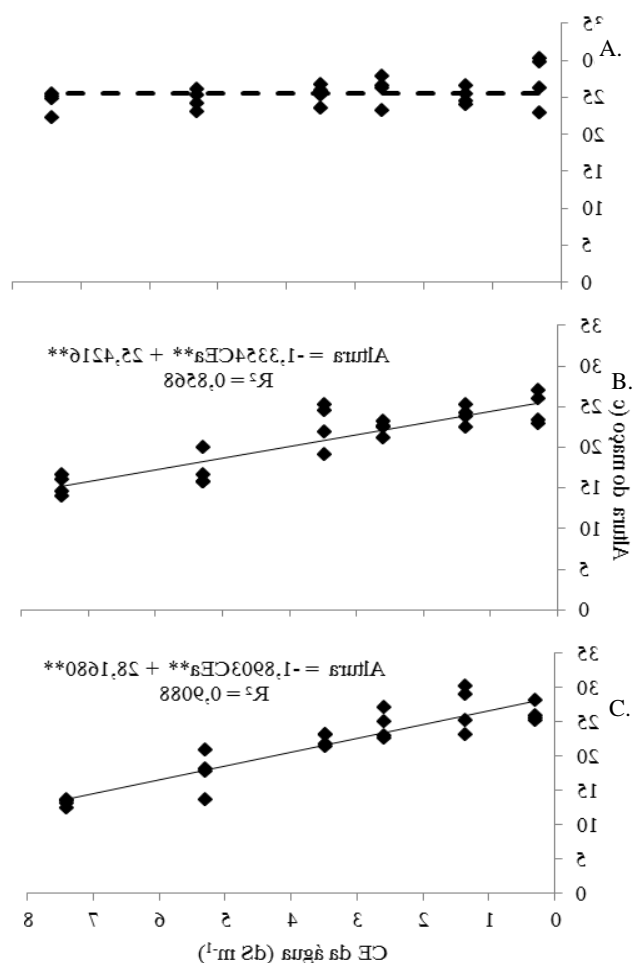
Na figura 1D, 1E e 1F se encontra a variação do pH da solução nutritiva, medida a partir do transplante. Em todas as estratégias de uso o pH se manteve na faixa aceitável para o cultivo de hortaliças em sistema hidropônico entre 5,5 e 6,5 (Fanquin *et al.*, 1996).

De acordo com os resultados da análise de variância e de regressão a salinidade da água na reposição da evapotranspiração (E1) não teve efeito significativo sobre a altura do maço (Figura 2A), a massa fresca da parte aérea

(MFPA) (Figura 3A), e a massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) (Figura 3D), mostrando que esses parâmetros responderam aleatoriamente ao incremento da salinidade da água aplicada no cultivo hidropônico da rúcula.

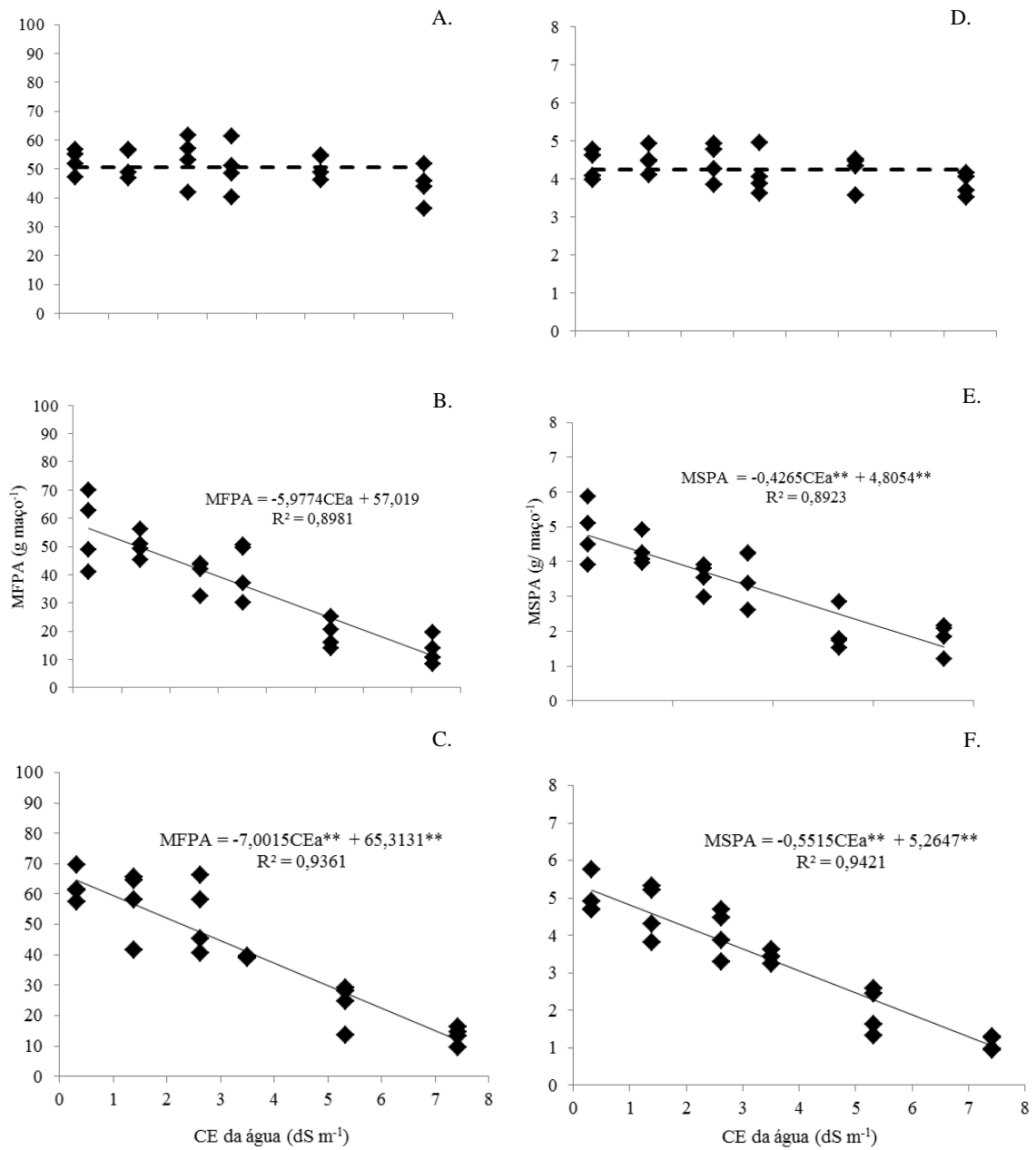
Este comportamento pode ser explicado pela salinização gradual decorrente dessa estratégia de uso, além disso, o ciclo da rúcula é curto o que as plantas uma menor exposição a níveis mais elevados de salinidade. Resultados semelhante foram reportados por Soares *et al.*, (2010) e Alves *et al.*, (2011) ambos utilizando água salobras apenas na reposição da evapotranspiração da cultura em plantas de alface hidropônica.

Figura 2. Efeito da salinidade da água sobre a altura do maço de rúcula nas diferentes estratégias de uso E1 (A), E2 (B) e E3 (C)



Fonte: Os autores.

Figura 3. Efeito da salinidade da água sobre a massa de matéria fresca da parte aérea de rúcula (A, B e C) e da massa de matéria seca da parte aérea (D, E e F) nas diferentes estratégias de uso da água salina E1, E2 e E3, respectivamente.



Fonte: Os autores.

A altura do maço, a MFPA e a MSPA apresentaram respectivamente valores médios de 25,49 cm, 50,65 g e 4,25 g por maço de plantas. Estes resultados do presente estudo divergem dos encontrados por Soares *et al.*, (2010) para plantas de alface 'Verônica' também utilizando água salobra na reposição da evapotranspiração, que constataram redução linear com o aumento da salinidade da água. No entanto, os autores realizaram a colheita da alface em 25 dias após o transplântio (DAT), enquanto que, neste estudo a rúcula foi colhida aos 16 DAT, interferindo na magnitude da salinização. Desta forma, enquanto a água de maior salinidade no trabalho de Soares *et al.* (2010) ($CE_a = 7,46 \text{ dS m}^{-1}$) elevou a CE_{sol} de 2,24 para $7,07 \text{ dS m}^{-1}$, neste estudo, a mesma água elevou a CE_{sol} de 2,23 para $5,24 \text{ dS m}^{-1}$.

Quando se utilizou a água salobra na preparação da solução nutritiva, reservando a água doce para a reposição (E2) foram observadas para as variáveis estudadas um ajuste linear decrescente com o incremento da salinidade da água a 1 % de probabilidade (Figura 2B, 3B e 3E). Os valores da razão a/b entre os coeficientes angular (a) e linear (b) das equações de primeiro grau ajustadas para as variáveis de altura do maço, MFPA e MSPA em função da salinidade da água foram respectivamente 5,2, 10,4 e 8,9 % para cada aumento unitário da CE_a (dS m^{-1})⁻¹.

As reduções lineares das MFPA e MSPA da rúcula no presente estudo seguiram a mesma ordem de valores percentuais encontrados por Soares *et al.*, (2010) com plantas de alface nas mesmas condições salinas. Os percentuais de redução encontrados pelos autores foram de 10,9 % para a MFPA e de 7,57 % para a MSPA.

Diante dos resultados do presente estudo, produtores que possuem disponibilidade de água salobra e restrição de água doce seria mais vantajoso destinar a água salobra para a reposição da ET_c , em que não foram observadas perdas produtivas, do que utilizá-la no preparo da solução nutritiva.

O aumento da salinidade da água reduziu linearmente, a altura do maço, a MFPA e a MSPA, a 1 % significância quando se utilizou água salobra no preparo da solução nutritiva e na reposição da ET_c (E3). Conforme os estudos de regressão, os decréscimos relativos a água de baixa salinidade ($0,32 \text{ dS m}^{-1}$) para cada

incremento unitário de CEa foram de 6,7 % para altura do maço, 10,7 % para a MFPA e 10,5 % para a MSPA. Semelhantes declividades foram encontrados por Silva *et al.*, (2011) utilizando águas salobras na produção de rúcula em sistema NFT para altura do maço (9,5 %), massa de matéria fresca da parte aérea (12,81 %) e seca da parte aérea (12,71 %). Segundo os autores o efeito da salinidade da água sobre as variáveis de produção foi devido aos íons absorvidos e transportados para a parte aérea que excederam o limite osmótico da planta. Santos *et al.*, (2012) analisando o efeito da salinidade da água, produzido por NaCl, sob a produção de rúcula cultivadas em substrato de fibra de coco, também obtiveram redução linear com o aumento da salinidade, observando-se redução de 9,7 % para a MFPA. Em relação a MSPA, Silva *et al.*, (2008) analisando o efeito da salinidade média dos substratos na matéria seca da rúcula, também verificaram redução com o incremento da salinidade a partir de 2,5 dS m⁻¹.

Algumas espécies vegetais em meios salinos usam estratégias de alterações morfológicas e anatômicas para superar a deficiência hídrica e essas mudanças incluem a redução do tamanho e o número de folhas, diminuição do número de estômatos, alteração na distribuição das folhas, aumento na grossura da cutícula foliar e diminuição da diferenciação e do desenvolvimento do tecido vascular.

Contudo, as reduções do uso exclusivo de água salobra foram muito próximas as reduções observadas no E2, que utiliza água salobra apenas na preparação da solução nutritiva. Este comportamento de ambos os usos demonstram que para a salinidade até 3,505 dS m⁻¹ (Tabela 1) não há diferença entre as estratégias de uso para as variáveis de produção (altura do maço, MFPA e MSPA), podendo assim o produtor utilizar apenas água salobra (< 3,505 dS m⁻¹) na produção de rúcula que não ocorrerá prejuízo na sua produção, agregando ainda, a vantagem do maior controle ambiental e a preservação da água doce para outros fins.

Tabela 1. Médias da altura do maço, massa de matéria fresca e seca da parte aérea de rúcula sob salinidade da água em diferentes estratégias de uso de água salobra.

Estratégia de uso	CE da água (dS m ⁻¹)					
	0,32	1,39	2,62	3,50	5,32	7,42
	Altura (cm)					
E1	27,28 A	25,16 A	25,97 A	25,38 A	24,68 A	24,46 A
E2	24,70 A	23,77 A	22,21 A	22,53 A	17,56 AB	15,16 B
E3	26,15 A	26,86 A	24,38 A	22,31 A	16,86 B	13,15 B
	MFPA (g/maço)					
E1	52,68 A	52,16 A	53,37 A	50,25 A	51,01 A	44,43 A
E2	55,58 A	50,62 A	40,46 A	41,77 A	23,87 B	13,41 B
E3	62,40 A	57,40 A	52,56 A	40,21 A	18,84 B	13,09 B
	MSPA (g/maço)					
E1	4,35 A	4,49 A	4,44 A	4,12 A	4,21 A	3,85 A
E2	4,84 A	4,29 A	3,56 A	3,61 A	1,97 B	1,82 B
E3	5,01 A	4,66 A	4,08 A	3,43 A	2,00 B	1,12 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5 % de probabilidade.
Fonte: Os autores.

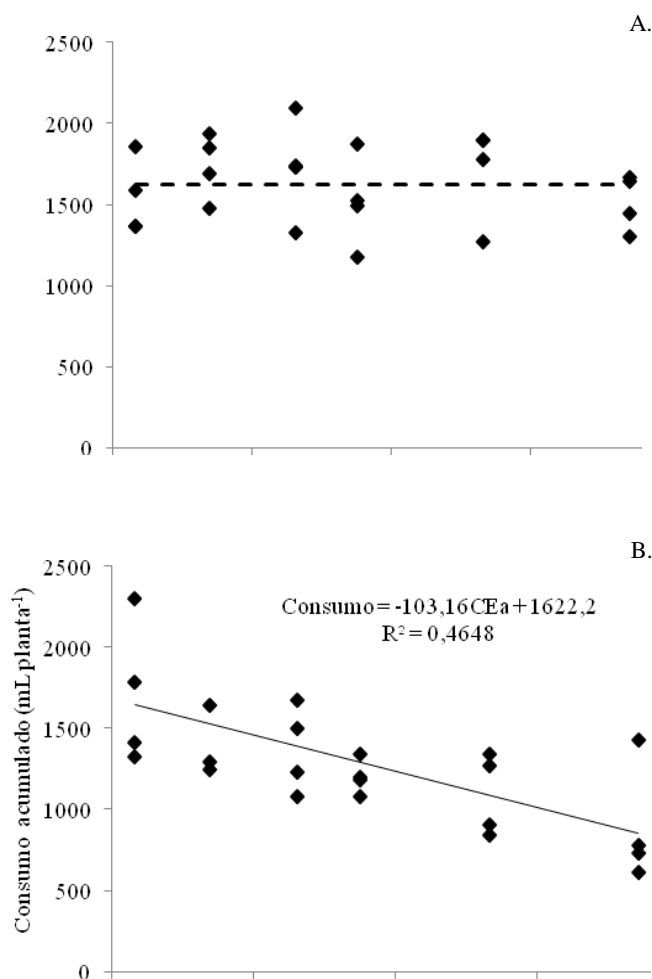
Porém, quando a condutividade elétrica da água salobra disponível na propriedade é a partir de 5,32 dS m⁻¹ o uso dessa água no preparo da solução nutritiva, sendo no uso exclusivo ou no combinado com a água doce, causa redução significativa nas variáveis de produção, o que permite sugerir o uso da água salobra apenas para reposição da evapotranspiração.

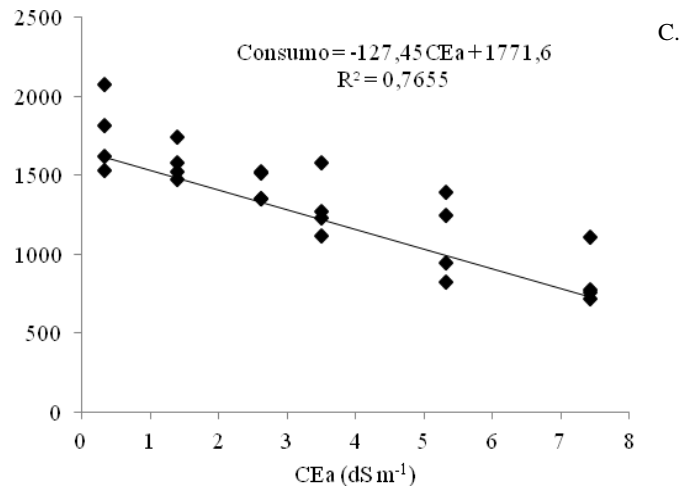
Não foram notadas diferenças no consumo hídrico das plantas de rúcula nos diferentes níveis de salinidade estudados na estratégia de uso 1 (Figura 4A). Isso foi decorrente da não salinização da solução nutritiva, pois a mesma foi preparada com água doce e apenas na reposição se utilizou água salobra, esta por sua vez foi adicionada aos poucos permitindo as plantas uma adaptação ao efeito osmótico.

Nas estratégias de uso 2 e 3, em que se utiliza água salobra no preparo da solução nutritiva o efeito osmótico dos sais no sistema radicular influenciou na absorção de água e de outros elementos essenciais para as plantas reduzindo o

consumo hídrico com o aumento da salinidade da água (Figura 4B e 4C, respectivamente). E com a diminuição do consumo, conseqüentemente há diminuição de água nos tecidos influenciando assim na massa fresca e seca da parte aérea das plantas. As reduções no consumo hídrico com aumento da salinidade na estratégia de uso 2 e 3, tiveram a mesma tendência ajustado pelo modelo linear das variáveis de produção da rúcula como altura, MFPA e MSPA. Resultados similares também foram observados por Silva *et al.*, (2011) e Jesus (2011) em plantas de rúcula cultivada em sistemas hidropônico, tipo NFT, utilizando águas salinas.

Figura 4. Consumo hídrico acumulado, do transplante até a colheita em função da salinidade da água (CEa) nas estratégias de uso E1 (A), E2 (B) e E3 (C).





Fonte: Os autores.

No que se refere à produção comercial, estimada pela MFPA, obteve-se uma perda de 52,4 % na estratégia de uso 2 e 53,6 % na estratégia 3 para salinidade da água de 5,32 dS m⁻¹, e de 77,8 % e 79,6 % nas estratégias de uso 2 e 3, respectivamente, quando a água salobra utilizada foi com salinidade de 7,425 dS m⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade relativa da altura, das massas de matéria fresca da parte aérea (MFPA) e das massas de matéria seca da parte aérea (MSPA) por maço de rúcula submetida a diferentes níveis de salinidade da água (CEa).

CEa (dS m ⁻¹)	Altura (%)			MFPA (%)			MSPA (%)		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
0,32	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1,39	92,2	94,7	93,3	99,0	89,5	89,3	103,2	91,0	89,5
2,62	95,2	84,2	79,9	101,3	68,5	67,8	102,1	73,3	68,6
3,50	93,0	79,0	73,2	95,4	58,1	57,1	94,7	64,4	58,0
5,32	90,5	73,7	66,4	96,8	47,6	46,4	96,8	55,6	47,5
7,42	89,7	61,0	50,2	84,3	22,2	20,4	88,5	34,0	22,1

Fonte: Os autores.

A partir do 8 DAT as plantas de rúcula nos níveis mais altos de salinidade (5,323 e 7,425 dS m⁻¹) apresentaram sistematicamente plantas menores e com clorose generalizada nas folhas, notadas tanto nas folhas velhas como nas folhas novas, sendo essas plantas impróprias para a comercialização. Esses sintomas se iniciaram com necrose ao longo das bordas estendendo-se para toda a folha, o que pode ser atribuído a toxicidade por sódio (Ayers & Westcot, 1999). O efeito do NaCl está associado ao acúmulo de Na⁺ e Cl⁻ nas células e / ou desequilíbrio iônico levando a distúrbios fisiológicos (Bolarin *et al.*, 2001). Estes resultados concordam com os apresentados por Silva *et al.*, (2011) em cultivo hidropônico de rúcula com diferentes níveis de água salobra utilizando tanto água subterrânea quanto água artificial produzida com NaCl.

Entretanto, trabalhos realizados por Soares *et al.*, (2010), Paulus *et al.*, (2010) e Alves *et al.*, (2011) com plantas de alface registraram efeitos divergentes deste presente estudo, ou seja, estes autores relataram plantas menores, com folhas coriáceas e com tonalidade de verde mais escuro nas plantas submetidas aos níveis mais altos de salinidade, porém essas plantas não foram consideradas impróprias para a comercialização. Mediante esse resultado é possível notar uma menor sensibilidade da rúcula à salinidade, intensificando a necessidade de se realizar estudos mais detalhados sobre os efeitos desses elementos na produção da rúcula.

4. CONCLUSÕES

Não foram registradas diferenças significativas na produção de rúcula submetido ao emprego de águas salobras para reposição das perdas por evapotranspiração no sistema hidropônico NFT.

O uso de água salobra no preparo da solução nutritiva, tanto no uso exclusivo como combinado com água doce causou uma redução linear significativa na produção de rúcula hidropônica em função do aumento da salinidade da água.

Nos níveis mais altos de salinidade da água, a partir de 5,32 dS m⁻¹, foram verificados sintomas de toxicidade caracterizadas por cloroses nas folhas depreciando as plantas de rúcula tornando-se imprópria para a comercialização.

REFERÊNCIAS

- AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Response of soilless grown bell pepper cultivars to salinity. **Acta Horticulturae**, v. 807, p. 227-232, 2009.
- ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. L. A.; PAZ, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.491-498, 2011.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SILVA, E. F. F.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; LEAL, C. M. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no semi-árido piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.873-880, 2006.
- BOLARIN, M. C.; ESTAN, M. T.; CARO, M.; ROMERO-ARANDA, R.; CUARTERO, J. Relationship between tomato fruit growth and fruit osmotic potential under salinity. **Plant Science**, v.160, p.1153-1159, 2001.
- D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T. & COELHO, E. F. (1998) Tendências climáticas para os tabuleiros costeiros da região de Cruz das Almas. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Poços de Caldas. Anais, Lavras, SBEA. p.43-45.
- FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; VILELA, L. A. A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 50p
- FERREIRA, I. R. P.; DUARTE, S. N.; MIRANDA, J. H.; MEDEIROS, J. F. Efeitos da salinidade da água de irrigação e da lâmina de lixiviação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em vasos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 27, 1998, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998.v.2, p.106-108.
- FREITAS, K. K. C.; BEZERRA NETO, F.; GRANGEIRO, L. C.; LIMA, J. S. S.; MOURA, K. H. S. Desempenho agrônomo de rúcula sob diferentes espaçamentos e épocas de plantio. **Rev. Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.40, n.3, p. 449-454, 2009.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo Hidropônico de Plantas. 1. Ed. Campinas: IAC, 1999. 52p. **Boletim técnico**, 180.
- GARCIA, G.O.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E.F.; MORAES, W.B.; NAZÁRIO, A. A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciências Agronômicas**, v.39, n.1, p.7-18, 2008.
- GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A. & SANTANA, M. J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção de alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.125-128, 2000.
- JESUS, C. G. **Estresse salino em rúcula (*Eruca sativa* Mill.) hidropônica: aspectos fisiológicos, bioquímicos e nutricionais**. 2011. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

MEDEIROS, J. F. B.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.7, n.3, p 469-472, 2003.

MELO, J.G.; MEDEIROS, A.B.; VASCONCELOS, M.B.; CASTRO, V.L.L. Aspectos hidrogeoquímicos e classes de água do aquífero cárstico jandaíra para irrigação, Barauna, RN. **Águas Subterrâneas**, v.21, n.1, p.9-21, 2007.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológica de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n.1, p.28-29, 2010.

SANTOS, R. S. S.; DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; LIMA, C. J. G. S. Uso de águas salobras na produção de rúcula cultivada em substrato de fibra de coco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n.1, p.113-118, 2012.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT user's guide**. Cray NC, 2000. v.1-3.

SAVVAS, D.; STAMATI, E.; TSIROGIANNIS, I. L.; MANTZOS, N.; BAROUCHAS, P. E.; KATSOUHAS, N.; KITTAS, C. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. **Agricultural Water Management**, v. 91, n. 1, p. 102-111, 2007.

SCARPARE FILHO, J. A. VIVEIROS PARA A FORMAÇÃO DE MUDAS. IN: MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. São Paulo: **snt.**, 1995, cap.7, p.47-51.

SILVA, J. K. M.; OLIVEIRA, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; FREITAS, R. S.; MESQUITA, L. X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5 p. 30-35, 2008.

SILVA, A. O.; SILVA, D. J. R.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; ROLIM, M. M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido – PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.147-155, 2011.

SOARES, T. M. ; DUARTE, S. N., SILVA, E. F. F., MELO, R. F., JORGE, C.A., OLIVEIRA, A. S. Experimental structure for evaluation of saline water use in lettuce hydroponic production. **Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p.102-114, 2009.

SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; MELO, R. F.; JORGE, C. A.; BONFIM-SILVA, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Irriga**, v.12, n.2, p.235-248, 2007.

SOARES, TALES M.; DUARTE, SERGIO N.; SILVA, ÊNIO F. F.; JORGE, CRISTIANO A. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.14, n.7, p. 705-714, 2010.

VAN OS, E. A. Closed soilless growing systems: a sustainable solution for Dutch greenhouse horticulture. **Water Science Technology**, v. 39, n. 1, p. 105-112, 1999.

CAPÍTULO 05

DOSES DE BIOFERTILIZANTE A BASE DE ESTERCO VIA FERTIRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO E NA PRODUTIVIDADE DA BANANEIRA PRINCESA IRRIGADA

Márcio da Silva Alves

D. Sc. em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Itaberaba
Endereço: Rodovia BA-233, Km 04, Itaberaba – BA, CEP: 46880-000
E-mail: marcio.alves@ifbaiano.edu.br

Eugenio Ferreira Coelho

D.Sc. em Irrigation Engineering pela Utah State University, USU, Estados Unidos
Embrapa Mandioca e Fruticultura – CNPMF
Endereço: Rua Embrapa SN Chapadinha Cruz das Almas, Bahia, CEP: 44380-000
E-mail: eugenio.coelho@embrapa.br

Ubiratan Oliveira Souza

D. Sc. em Agronomia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Brasil.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Itaberaba
Endereço: Rodovia BA-233, Km 04, Itaberaba – BA, CEP: 46880-000
E-mail: ubiratan.souza@ifbaiano.edu.br

Givanilson Pereira de Jesus

Discente de Engenharia Agronomica do IF Baiano - Campus Bom Jesus da Lapa.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Bom Jesus da Lapa
Endereço: BR 349, Km 14 - Zona Rural, Bom Jesus da Lapa - Bahia, CEP: 47600-000
E-mail: givanilsonpereiratec.agricola@gmail.com

Solange Ferreira dos Anjos

Discente de Engenharia Agronomica do IF Baiano - Campus Bom Jesus da Lapa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Bom Jesus da Lapa
Endereço: BR 349, Km 14 - Zona Rural, Bom Jesus da Lapa - Bahia, CEP: 47600-000
E-mail: sol93ferreira@gmail.com

RESUMO: Os biofertilizantes vêm sendo usados recentemente por muitos fruticultores, principalmente os que trabalham em base ecológica. Esses biofertilizantes tem sido aplicados também via fertirrigação, entretanto, de forma empírica principalmente com base na experiência de funcionários desses produtores

usuários de irrigação e de fertirrigação. O uso de biofertilizantes na fruticultura, inclusive da Bahia tem tido taxa crescente devido ao constante crescimento da demanda de frutas cultivadas em sistema orgânico, quer seja para consumo interno, quer seja para exportação. Não há informações sobre os efeitos do uso de biofertilizantes em sistemas de irrigação, principalmente no sistema de microaspersão, também não há informações consolidadas na literatura sobre as doses desses biofertilizantes na solução de injeção, bem como, a associação com substâncias húmicas. Esses conhecimentos são necessários no desenvolvimento de processos ou tecnologias de uso desses biofertilizantes de modo a conseguir uma fruticultura com produtividade otimizada e sustentável. A proposta teve por objetivo avaliar a dose de biofertilizante a base de esterco na bananeira Princesa com vista a aumento de produtividade com sustentabilidade do solo. A aplicação de biofertilizantes a base de esterco bovino, aplicada via água de irrigação, não influenciou significativamente o crescimento e produtividade da bananeira princesa no semiarido baiano.

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura tem tido um peso significativo na agricultura brasileira, principalmente na região semiárida, que teve seu perfil mudado pela inserção da fruticultura. O Estado da Bahia de 2000 a 2010 teve um aumento de mais de 55% na produção de frutas (IBGE/PAM e LSPA).

A produção de banana no perímetro irrigado Formoso, no município de Bom Jesus da Lapa, teve incremento de 17 % no valor bruto da produção em 2012 em relação a 2011. Formoso é responsável por colocar o município baiano na posição de maior produtor da fruta no Nordeste e segundo maior no País, ficando atrás somente da região Vale do Ribeira (SP).

A fruticultura está presente em todas as regiões que abrange dez polos, dos quais seis deles contempla a região semiárida. No semiárido o déficit hídrico do solo é elevado na maior parte do ano, o que coloca a irrigação como imprescindível. Assim toda a fruticultura no semiárido é irrigada. Mesmo em regiões fora do semiárido os déficits hídricos ocorrem requerendo irrigações em nível suplementar. A fruticultura irrigada tendo em vista requerer investimentos de irrigação, tem levado os produtores a inserirem a fertirrigação no sistema produtivo, uma vez que além do pequeno acréscimo no investimento, resulta em redução drástica de mão de obra para adubação, além de outras vantagens (Borges *et al.*, 2012). A fertirrigação tem sido usada no Brasil, prioritariamente com adubos minerais sólidos de alta solubilidade. Uma alternativa de fertirrigação recente no Brasil tem sido a aplicação de biofertilizantes.

Dessa forma o uso de biofertilizantes tanto em um sistema orgânico ou convencional de cultivo, particularmente de fruteiras, pode contribuir significativamente no aumento de produtividade, como uma resultante de uma melhoria nas condições físicas e químicas do solo e do ambiente do pomar com redução das incidências de doenças, mantendo o pomar saudável, o que pode contribuir para mitigar um dos problemas da fruticultura que é o manejo da cultura e do solo, conforme ponderado por Fachinello & Nachtigal (1996).

O uso de biofertilizantes sem critérios ou recomendações tecnicamente embasadas pode levar a gastos excessivos ou problemas de ordem de manutenção

dos sistemas de irrigação. Os estudos feitos sobre os biofertilizantes não tem considerado a dosagem dos biofertilizantes, sendo que essa variável pode influenciar os efeitos desses produtos no controle de pragas e doenças.

O controle de pragas e doenças pelo uso de biofertilizantes tem sido reportado na literatura para diferentes culturas. (Haddad *et al.*, 2001; Medeiros *et al.*, 2001; Medeiros *et al.*, 2000). Nos estudos existentes muitos desses produtos são aplicados via fertirrigação, entretanto, de forma empírica principalmente com base na experiência de funcionários de produtores usuários de irrigação e de fertirrigação. Não há informações sobre os efeitos do uso de biofertilizantes em sistemas de irrigação, principalmente os de natureza localizada (microaspersão e gotejamento).

A variabilidade existente na elaboração e na composição dos biofertilizantes tem sido um fator limitante nas respostas dessas questões de uma forma mais generalizada. Contudo, os biofertilizantes mais básicos como o Vairo com algumas variações comuns que vem sendo usado em várias partes do Brasil podem ser referenciados para as indagações citadas. Os ácidos húmicos têm tido uso crescente no meio rural. O uso desses produtos na fertirrigação precisa ser avaliado nas plantas e no solo, de forma a considerar a sustentabilidade dos sistemas produtivos, conservando ou melhorando as características físicas e químicas do solo, mantendo produtividades otimizadas.

Alguns trabalhos da literatura, tem mostrado resultados positivos no uso de biofertilizantes como alternativa para redução de adubos nitrogenados, não somente pelo fato de os mesmos conterem nitrogênio em suas composições, com também pelas alterações físico-químicas do solo, aumentarem a eficiência das raízes na absorção dos macronutrientes e conseqüentemente aumentarem a eficiência do uso dos adubos. Uma vez que os biofertilizantes apresentam características de serem de alta atividade microbiana e bioativa resultam em maior proteção e resistência à planta contra o ataque de agentes externos (pragas e doenças). Também atuam nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes no solo.

Outro ponto a ponderar é o fato de que diversos biofertilizantes vem sendo usados pelos produtores com base apenas em propagandas de vendedores, sem base técnico científica. Isso tem gerado uma demanda de fornecedores, consultores

e produtores no sentido de obter informações confiáveis a respeito dos produtos que distribuem, vendem, indicam e usam.

A proposta teve por objetivo avaliar a dose de biofertilizante a base de esterco na bananeira Princesa no crescimento e produtividade da bananeira Princesa.

2. METODOLOGIA

O experimento foi instalado nos campos experimentais do Instituto Federal Baiano, no município de Bom Jesus da Lapa localizado a 13° 15' 18" de latitude Sul, 43° 25" de longitude Oeste e altitude de 436 m, região semiárida da Bahia. O solo da área experimental é classificado como franco argiloso com atributos físicos conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Atributos físicos do solo da área experimental.

Textura			Porosidade			Dens Solo (g/cm ³)	Retenção de água - Ug (%)					Água disp.
Areia total	Silte	Argila	Total	Macro	Micro		0,1 atm	0,33 atm	1 atm	3 atm	15 atm	
545	156	299	43,16	9,09	34,07	1,47	18,96	16,29	14,88	13,72	13,55	5,41
547	133	320	41,58	9,99	31,59	1,55	19,63	15,23	13,24	11,90	11,77	7,86

Fonte: Os autores.

Foi utilizada a bananeira cv. Princesa plantada no espaçamento de 2,5 x 2,0 m. O sistema de irrigação foi por microaspersão com um emissor para quatro plantas com microaspersores de vazão 60 Lh⁻¹. O delineamento foi em blocos ao acaso com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram no uso de cinco doses de biofertilizantes com aplicação mensal ao longo do ciclo, definida nas doses: 0 (T1), 100 (T2), 200 (T3), 300 (T4), 400 (T5) e 500 (T6) ml/planta de biofertilizante por fertirrigação. Os tratamentos foram diferenciados a partir de linhas de derivação com registros no início das mesmas (Figura 1).

Figura 1: Aplicação de biofertilizante via fertirrigação utilizando uma bomba hidráulica.



Fonte: Os autores.

O biofertilizante foi confeccionado em condições aeróbicas, contendo esterco bovino, engaço e bactéria fermentativa, com a finalidade de acelerar a decomposição, nas proporções de 20 % de esterco e 10 % de engaço diluído em água. Em seguida o composto foi filtrado com um auxílio de um tecido e posteriormente aplicado por fertirrigação (Figura 2).

Figura 2: Coagem do biofertilizante pronto para aplicação via fertirrigação.



Fonte: Os autores.

Os dados de crescimento medido na emissão floral foram submetidos a análise de variância (Teste F). Os dados de produção (número de frutos por cacho e número de pencas, peso de cacho e de pencas e diâmetro e comprimento do fruto mediano da primeira penca foram submetidos a análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não foram observadas diferenças significativas para as variáveis de crescimento no momento da emissão floral (Tabela 2), ou seja, a aplicação do biofertilizante não promoveu acréscimo no crescimento da bananeira Princesa. Araujo, 2012, também observou efeito não significativo para a altura da planta da bananeira Nanica estudando doses de diversos biofertilizantes, no qual avaliou-se 10 doses de biofertilizantes, variando entre 0 e 2700 ml/planta. Porém para diâmetro do pseudocaule e área foliar os resultados foram divergentes aos encontrados neste trabalho.

Tabela 2. Variáveis de Crescimento da bananeira princesa: altura da planta, diâmetro do pseudocaule, número de folhas e área foliar submetidos a diferentes doses de biofertilizantes aplicados via fertirrigação.

Doses (ml/planta)	Altura (m)	Diâmetro do pseudo (cm)	Nº Folhas	Área Foliar (m²)
0	2,48	19,95	13,00	6,32
100	2,53	20,05	14,33	8,50
200	2,55	19,31	15,00	8,26
300	2,71	21,01	14,00	10,59
400	2,55	21,54	13,33	8,98
500	2,35	18,46	13,00	7,30
	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8,57	7,95	5,25	16,95

Fonte: Os autores.

Já Damatto Junior *et al.*, 2011 observou resultados semelhantes aos encontrados neste estudo, o mesmo também não verificou influência das doses de um composto orgânico em 5 ciclos da bananeira Prata-Anã nas variáveis de crescimento da planta (altura, diâmetro do pseudocaule, número de folhas e área foliar).

A análise de variância também não detectou efeito significativo das diferentes doses de biofertilizantes nas variáveis de produção (número de pencas, número de frutos, peso de pencas, comprimento do fruto da segunda penca e diâmetro de fruto da segunda penca) (Tabela 3).

Tabela 3. Variáveis de produção da bananeira princesa: número de pencas por cacho, número de frutos por cacho, produtividade média de pencas, produtividade média de cachos, comprimento e diâmetro médio do fruto mediano da segunda penca sob diferentes doses de biofertilizantes aplicados via fertirrigação.

Doses (ml/planta)	Número pencas	Número frutos	P. Pencas (t ha⁻¹)	P. Cachos (t ha⁻¹)	Compr. fruto (cm)	Diâmetro fruto (cm)
0	6,3a	77,7a	12,11a	13,02a	15,70a	3,52a
100	6,3a	82,6a	15,77a	17,04a	16,45a	3,69a
200	6,6a	88,1a	15,88a	16,99a	16,50a	3,58a
300	6,3a	78,4a	14,84a	15,86a	16,42a	3,78a
400	6,2a	79,9a	15,38a	16,63a	14,90a	3,60a
500	6,3a	79,5a	14,97a	16,17a	15,82a	3,70a
CV (%)	10,5	8,2	10,3	15,4	6,7	5,9

Fonte: Os autores.

Comparando-se os registros das médias absolutas da testemunha e das doses aplicadas, por meio do teste de comparação de médias verificou-se que as maiores médias absolutas não diferiram estatisticamente daquelas registradas para o tratamento sem aplicação de biofertilizante (T1) para nenhum dos demais tratamentos aplicados. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Negreiros, 2013; e Damatto Júnior, *et al.*, 2011 aplicando doses de biofertilizantes sobre a bananeira Nanica e Prata-Anã respectivamente.

4. CONCLUSÃO

A aplicação de biofertilizantes a base de esterco bovino, aplicada via água de irrigação, não influenciou significativamente no crescimento e na produtividade da bananeira princesa no semiárido baiano.

REFERÊNCIAS

BORGES, A. L.; SILVA, T. O. DA; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, I. E. DE. Adubação nitrogenada para bananeira-‘Terra’ (Musa sp. AAB, subgrupo Terra). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.189-193, 2002.

OLIVEIRA, I. P.; ESTRELA, M. F. C. Biofertilizante do animal: potencial e uso. In: **ENCONTRO DE TÉCNICOS EM BIODIGESTORES DO SISTEMA EMBRAPA**, 1983. Goiânia, Resumo...Brasília: EMBRAPA, 1984, p.16.

DAMATTO JUNIOR, E.R.; VILAS BÔAS, R.L.; LEONEL, S.; NOMURA, E.S.; FUZITANI, E. Crescimento e produção da bananeira Prata-Anã adubada com composto orgânico durante cinco safras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p.713-721, 2011.

ARAÚJO, J. S. S. **Eficiência de biofertilizantes no crescimento, produção e qualidade da produção da bananeira nanica em neossolo flúvico**. 63f. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PE, 2013.

NEGREIROS, K. V. **Estudo comparativo dos efeitos de biofertilizantes no crescimento e produção da bananeira nanica em dois ciclos sucessivos**. 77f. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PE, 2013.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Márcio da Silva Alves – Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Bahia (2005), mestrado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2008) e doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2011). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano campus Itaberaba. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Irrigação e Drenagem, atuando principalmente nos seguintes temas: salinidade, águas salobras em sistemas hidropônicos e fertirrigação.

Lizziane Argôlo-Batista – Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2004), mestrado (2007) e doutorado (2012) em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Atualmente é Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF Baiano), Campus de Itaberaba/Bahia. Tem experiência na área de Microbiologia Aplicada, com ênfase em Microbiologia Ruminal, análise molecular e funcional; Produção Microbiana do rúmen e Nutrição animal/Produção Animal e avaliação de alimentos alternativos do semiárido para ruminantes.

Ubiratan Oliveira Souza – Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2007), mestrado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2009) e doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (2016). Atualmente é professor do ensino básico, técnico e tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas, atuando principalmente nos seguintes temas: agricultura familiar, tecnologia social e sustentabilidade agrícola.

Agência Brasileira ISBN
ISBN: 978-65-86230-63-5