

ALEXANDRE MANIÇOBA DA ROSA FERRAZ JARDIM

CONSÓRCIOS DE PALMA (*Nopalea* sp. e *Opuntia* sp.) EM SISTEMA DE PLANTIO
ADENSADO COM CULTIVARES DE SORGO SOB USO MÍNIMO E REGULAR DE
IRRIGAÇÃO

Serra Talhada-PE

2019

**J
A
R
D
I
M**

**A
M
R
F**

**C
O
N
S
Ó
R
C
I
O
S**

**D
E**

**P
A
L
M
A**

**·
·
·**

**2
0
1
9**

ALEXANDRE MANIÇOBA DA ROSA FERRAZ JARDIM

CONSÓRCIOS DE PALMA (*Nopalea* sp. e *Opuntia* sp.) EM SISTEMA DE PLANTIO
ADENSADO COM CULTIVARES DE SORGO SOB USO MÍNIMO E REGULAR DE
IRRIGAÇÃO

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. DSc. Thieres George Freire da Silva.

Coorientadores: DSc. Gherman Garcia Leal de Araújo; DSc. Luciana Sandra Bastos de Souza.

Serra Talhada-PE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada-PE, Brasil

J37c Jardim, Alexandre Maniçoba da Rosa Ferraz
Consórcios de palma (*Nopalea* sp. e *Opuntia* sp.) em sistema de plantio adensado com cultivares de sorgo sob uso mínimo e regular de irrigação / Alexandre Maniçoba da Rosa Ferraz Jardim. - Serra Talhada, 2019.

127 f. : il.

Orientador: Thieres George Freire da Silva

Coorientadores: Gherman Garcia Leal de Araújo; Luciana Sandra Bastos de Souza

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE, 2019.

Inclui referências.

1. Palma forrageira. 2. Cactos. 3. Irrigação. I. Silva, Thieres George Freire da, orient. II. Araújo, Gherman Garcia Leal de, coorient. III. Souza, Luciana Sandra Bastos de, coorient. IV. Título.

CDD 631

ALEXANDRE MANIÇOBA DA ROSA FERRAZ JARDIM

CONSÓRCIOS DE PALMA (*Nopalea* sp. e *Opuntia* sp.) EM SISTEMA DE PLANTIO
ADENSADO COM CULTIVARES DE SORGO SOB USO MÍNIMO E REGULAR DE
IRRIGAÇÃO

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADA em 11/02/2019.

Banca Examinadora

Prof^o. DSc. Thieres George Freire da Silva - UAST/UFRPE
Orientador

Prof^a. DSc. Luciana Sandra Bastos de Souza - UAST/UFRPE
Examinadora Externa

Prof^o. DSc. Abelardo Antônio de Assunção Montenegro - UFRPE
Examinador Externo

Pesq. DSc. Gherman Garcia Leal de Araújo - EMBRAPA Semiárido
Examinador Externo

À minha mãe, Iamí Maniçoba da Rosa Ferraz Jardim, ao meu pai, Valdomiro Ferraz Jardim Filho (*In memoriam*) e, a minha irmã, Camila Ferraz Jardim, com todo o meu amor, orgulho, respeito e admiração. Vocês são tudo de melhor na minha vida, eu amo muito vocês.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu amado e maravilhoso Deus, acima de tudo, Pai e Criador e, a Nossa Senhora Aparecida, por sempre estarem comigo em todos os momentos da minha vida, guiando e iluminado o meu rumo para bons caminhos, sempre com fé e perseverança, não deixando-me cair em tentações. “[...] *Os que semeiam em lágrimas, segarão com alegria. Aquele que leva a preciosa semente, andando e chorando, voltará, sem dúvida, com alegria, trazendo consigo os seus molhos*” (Salmo 126:5-6).

À minha amada e rainha, Mãe, por todo seu amor e carinho incondicional. A senhora sempre ensinou-me e incentivou-me a ser uma pessoa de princípios, sempre mantendo-me em suas orações, aconselhando-me e incentivando nos meus estudos e na minha vida. A senhora sem dúvidas é o meu maior exemplo de vida e um grande amor, “[...] *Quem ama não esquece quem ama, o amor é assim, eu tenho esquecido de mim, mas dela eu nunca me esqueço [...]*”. Ao meu amado e maravilhoso, Pai (*In memoriam*), que sempre apoiou meus estudos e sempre torceu por mim, em todas minhas conquistas. Essa conquista é mais uma nossa, e sei que em outro plano espiritual que habitas, está sempre olhando-me, obrigado por tudo. Agradeço a minha amada, Irmã, pelos incentivos e, amor fraterno durante toda minha vida, principalmente nos momentos mais difíceis que passamos juntos, a vida é árdua minha irmã, mas, Deus é misericordioso sempre.

Ao meu Orientador, DSc. Thieres George F. da Silva, pela educação, ensinamentos, conselhos e orientações fornecidas. Durante todos esses anos acadêmicos de convivência, nunca descreditou em mim, erguendo-me, preparando-me para novas batalhas acadêmicas, sempre enxergou um potencial (i.e., que até eu mesmo desconhecia) e acreditando que eu seria capaz de conseguir meus objetivos e sonhos. O senhor é sinônimo de respeito e gratidão, um grande exemplo que carrego dentro de meus ideais, sem dúvidas um profissional admirável, a sua perseverança por muitas vezes foi “combustível” para meus incentivos e atitudes.

Ao meu comitê de Coorientação, DSc. Gherman Garcia L. de Araújo, por todo apoio científico e laboratorial concedido, e a DSc. Luciana Sandra B. de Souza, a senhora sempre manteve-se presente, atenciosa, paciente e com excelentes ensinamentos, uma verdadeira “mãezona”, sempre incentivando-me a voar cada vez mais alto. Ressalvo também, meus agradecimentos ao meu “Coorientador apadrinhado”, José Edson F. de Moraes, que apesar da

distância sempre amparou-me com valiosos conselhos acadêmicos, científicos e pessoais. É um profissional admirável e de grande simplicidade, muito obrigado “Mestre”.

À todos os meus familiares, Avós e Avô, Tios e Tias, Padrinho, Primos e, amigos em geral, agradeço por cada voto de confiança, vibrações positivas e incentivos. Peço desculpas também pela minha ausência durante muitas vezes.

Aos amigos integrantes da turma 2017.1 da Pós-graduação em Produção Vegetal (PGPV), Andréa Oliveira, Elizangela Nunes, George Araújo Júnior, Juracy Barroso Neto, Maria Aparecida, Naiara Albuquerque, Raliuson Silva, Renilson Morato, vocês meus amigos foram verdadeiros companheiros e peças fundamentais no meu processo de força. Ressalvo meus agradecimentos em especial aos homens da turma, pelos dias e noites de estudo, pela força nos momentos de fraqueza, visto que, sem vocês meus irmãos essa caminhada tinha sido mais “árdua e sofrida”, transformando-a em brilhante e prazerosa.

Agradeço também aos demais amigos desse recinto, Marcondes Souza, Cinara Felix, Kelem Fonseca, Allan Silva, Thalyta Soares, Gabriela Queiroz, Thialla Laranjeira, Rodolfo Souza, Vicente Laamon, Lypson Izidro, e aos demais componente do mestrado, pelos bons momentos partilhados e apoio durante a jornada.

À família Souza Correia, especiais e amáveis, Laiz, Larissa, Luiz Henrique, Jully, Justin, Dona Lucinda e Sr. Luiz Valença, vocês sempre acolheram-me como um filho, desejando o melhor em toda minha vida, orando, alegrando, incentivando-me. Todos vocês sem dúvidas são extremamente especiais pra mim. Não tenha dúvida, por muitos anos e até hoje a sua frase me guia, Laiz: “*Seja forte e corajoso*”, obrigado por tudo, vocês são dignos de um grande sentimento meu, amo todos vocês - ♡♥. Deus cubra-os de bênçãos e graças.

Agradeço também ao núcleo interno da PGPV, em especial o nosso Coordenador, DSc. Sergio Luiz Ferreira da Silva, um excelente profissional e ser humano. Durante esses anos sempre atencioso e mantendo suas portas abertas a qualquer momento, independentemente do horário, sempre preocupado em nosso bem-estar e crescimento profissional. Ao secretário Iago Pereira, pela atenção e bom humor, sem dúvidas um dos melhores servidores públicos que fez parte da “nossa casa”, exemplo de organização, eficiência e competência.

De coração agradeço a todos os integrantes do Grupo de Agrometeorologia no Semiárido (GAS), mais que um grupo, uma família, pelos ótimos momentos juntos, pelas atividades de campo pesadas com o sol “castigante”, mas sempre com entusiasmo, um sorriso no rosto e empenho, presando pela qualidade e amor a pesquisa. Aprendi e venho aprendendo

bastante com cada um de vocês e, desejo muito sucesso na carreira profissional e acadêmica de todos. “Então persiste, a mente é fértil, para sonhar não tem limite [...]”.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST) pela sua qualidade de ensino, e a infraestrutura oferecida, juntamente com professores de excelente qualidade, que fizeram parte da minha formação profissional. Em especial agradeço ao Prof. DSc. Vicente Imbroisi Teixeira, por oferecer oportunidades ímpares durante a minha formação e abrindo portas para novos horizontes, muitíssimo obrigado professor. Agradeço também aos técnicos pela disponibilidade e presteza, como também aos guardas, sempre prezando por nossa segurança.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco, em nome do DSc. José Nildo Tabosa, por ter cedido as sementes de sorgo utilizadas no campo experimento, e pelas dúvidas sanadas e orientações concedidas. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido) pela disponibilização da sonda Diviner 2000[®], e pelas análises de solo e vegetal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, e financiamento dos projetos de pesquisa.

A todos que contribuíram direto ou indiretamente para a concretização deste sonho, peço desculpas também, aqueles que não tiveram seus nomes mencionados em papel, mas saibam que em memória e sentimentos possuem minha eterna gratidão.

Meus sinceros agradecimentos a todos!

“If I have seen further than others, it is by standing upon the shoulders of giants”.

- Isaac Newton.

BIOGRAFIA

Alexandre Maniçoba da Rosa Ferraz Jardim, é filho de Valdomiro Ferraz Jardim Filho e Iamí Maniçoba da Rosa Ferraz Jardim, nasceu em Floresta-PE, em 23 de novembro de 1991. Cursou o Ensino Médio na Escola Júlio de Mello, na cidade de Floresta-PE, concluindo em dezembro de 2008. Em março de 2009, ingressou no Curso Técnico em Agropecuária; diplomando-se em Técnico em Agropecuária no primeiro semestre de 2012.

Em dezembro de 2012 ingressou no Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, na cidade Serra Talhada-PE, durante a graduação foi três anos bolsista participante do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/UFRPE); graduou-se Engenheiro Agrônomo em março de 2017.

Em março de 2017 iniciou a Pós-Graduação no Curso de Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, concluindo em fevereiro de 2019.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1. Mapa do Brasil e da região Nordeste com delimitação geográfica do Semiárido e índices pluviométricos. Adaptado de Alvares et al. (2013).....25
- Figura 2. Estratégias do uso do Na^+ pelas espécies halófitas e glicófitas. Adaptado de Wu et al. (2018).....27
- Figura 3. Processos de salinização primária e secundária dos solos. Adaptado de Daliakopoulos et al. (2016).....28
- Figura 4. Representação simplificação do Metabolismo Ácido das Crassuláceas em plantas de palma forrageira. Adaptado de Borland et al. (2014).....31
- Figura 5. Observações de cultivos consorciados em diversas regiões do mundo, em função do índice de aridez. Adaptado de Martin-Guay et al. (2018).....35
- Figura 6. Representação de área com sistema de cultivo consorciado de palma forrageira e sorgo.....36

CAPÍTULO 2

- Figura 1. Condições ambientais e disponibilidade hídrica via irrigação durante o período experimental de fevereiro de 2017 a junho de 2018 para o município de Serra Talhada-PE, Brasil 64

CAPÍTULO 3

- Figura 1. Monitoramento das condições ambientais e disponibilidade hídrica via irrigação durante o período experimental (fevereiro de 2017 a junho de 2018) para o município de Serra Talhada, Pernambuco, Brasil 92
- Figura 2. (A) Taxa de crescimento absoluto ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ }^\circ\text{Cdia}^{-1}$) e (B) taxa de crescimento relativo ($\text{Mg Mg}^{-1} \text{ }^\circ\text{Cdia}^{-1}$) de três clones de palma forrageira (OEM - Orelha de Elefante Mexicana; IPA - IPA Sertânia; Miu - Miúda) irrigados sob sistema consorciado e exclusivo (Exc.) com três cultivares de sorgo (467, SF11 e 2502). Os pontos representam os valores médios das quatro repetições entre os sistemas de cultivo; * - Diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade..... 96
- Figura 3. (A) Taxa de assimilação líquida ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ }^\circ\text{Cdia}^{-1}$) e (B) taxa de área do cladódio específica (ha Mg^{-1}) de três clones de palma forrageira (OEM - Orelha de Elefante Mexicana; IPA - IPA Sertânia; Miu - Miúda) irrigados sob sistema consorciado e exclusivo (Exc.) com três cultivares de sorgo (467, SF11 e 2502). Os pontos representam os valores médios das quatro repetições entre os sistemas de cultivo; * - Diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. 99
- Figura 4. Taxa de índice de área do cladódio ($\text{ha ha}^{-1} \text{ }^\circ\text{Cdia}^{-1}$) de três clones de palma forrageira (OEM - Orelha de Elefante Mexicana; IPA - IPA Sertânia; Miu - Miúda) irrigados sob sistema consorciado e exclusivo (Exc.) com três cultivares de sorgo (467, SF11 e 2502). Os pontos representam os valores médios das quatro repetições entre os sistemas de cultivo; * - Diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade..... 101

Figura 5. Determinação da fenofase vegetativa e momento de corte com base na taxa de massa seca de clones de palma forrageira (OEM - Orelha de Elefante Mexicana; IPA - IPA Sertânia; Miu - Miúda) em sistemas de cultivo exclusivo (Exc.) e consorciado com cultivares de sorgo (467, SF11 e 2502).....	103
--	-----

CAPÍTULO 4

Figura 1. Representação das variáveis meteorológicas (chuva e evapotranspiração de referência), e irrigação durante o período experimental no município de Serra Talhada-PE, Brasil	115
Figura 2. Análise de componentes principais (ACP) para variáveis biométricas e de produtividade dos clones de palma forrageira sob sistema exclusivo e diferentes consórcios com cultivares de sorgo (467, SF11 e 2502). OEM - Orelha de Elefante Mexicana; IPA - IPA Sertânia; Miu - Miúda. Exc. - Exclusivo; AP - Altura da planta (cm); LP - Largura da planta (cm); NTC - Número total de cladódio; CC - Comprimento do cladódio (cm); LC - Largura do cladódio (cm); EC - Espessura do cladódio (mm); PC - Perímetro do cladódio (cm); AC - Área do cladódio (cm ²); IAC - Índice de área do cladódio (cm ² cm ⁻²); MF - Massa fresca (Mg ha ⁻¹); MS - Massa seca (Mg ha ⁻¹) e, CMS - Conteúdo de matéria seca (Mg MS Mg ⁻¹ MF)....	119

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

- Tabela 1. Produtividade de massa fresca (MF, Mg ha⁻¹) e massa seca (MS, Mg ha⁻¹) dos quatro ciclos produtivos do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*), no período de 2017 a 2018.....69
- Tabela 2. Parâmetros químico-bromatológicas de clones de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em sistema de cultivo exclusivo e consorciado com sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). 73
- Tabela 3. Índices de eficiência biológica de clones de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em consórcio com cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).75
- Tabela 4. Índices de habilidade competitiva de clones de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em consórcio com cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)..79

CAPÍTULO 3

- Tabela 1. Características físico-químicas do Cambissolo Háplico da área experimental na profundidade de 0,00 a 0,20 m..... 90

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

<i>a</i>	Valor máximo da taxa (distância entre as duas assíntotas)	cm ou mm
A	Agressividade	-
AC	Área do cladódio	cm ²
ACP	Análise de Componentes Principais	-
Al	Alumínio	cmol _c dm ⁻³
AP	Altura da planta	cm
APAR	Radiação fotossinteticamente ativa absorvida	W m ⁻² ou MJ m ⁻² dia ⁻¹
<i>b</i>	Número de graus dias necessários para o início da taxa.	°Cdia
Ca ²⁺	Cálcio	cmol _c dm ⁻³
CAM	<i>Crassulacean Acid Metabolism</i>	-
CC	Comprimento do cladódio	cm
CE _e	Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo	dS m ⁻¹
CET	Coefficiente equivalente de terra	-
CMS	Conteúdo de matéria seca	Mg MS Mg ⁻¹ MF
C _{orgânico}	Carbono orgânico	g kg ⁻¹
CP1	Componente principal 1	%
CP2	Componente principal 2	%
CT	Carboidratos totais	%
CTC	Capacidade de troca de cátions	cmol _c dm ⁻³
CZ	Cinzas	%
DAC	Dias após o corte	dias
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	%
dS m ⁻¹	deciSiemens por metro	dS m ⁻¹
EC	Espessura do cladódio	mm
EE	Extrato etéreo	%
ET _o	Evapotranspiração de referência	mm
FDA	Fibra em detergente ácido	%
FDN	Fibra em detergente neutro	%
fPAR	Fração da radiação fotossinteticamente ativa absorvida	-
GD	Graus-dia	°C
H	Hidrogênio	cmol _c dm ⁻³
ha	Hectare	ha
IAC	Índice de área do cladódio	cm ² cm ⁻²
IPA	IPA Sertânia	-
IVM	Índice de vantagem monetária	R\$ ha ⁻¹
K	Coefficiente de adensamento relativo	-
K ⁺	Potássio	cmol _c dm ⁻³
K _c	Coefficiente de cultura	-
kg	Quilograma	kg
km ²	Quilômetro quadrado	km ²

K_{ps}	Coefficiente de adensamento relativo da palma sobre o sorgo	-
K_{sp}	Coefficiente de adensamento relativo do sorgo sobre a palma	-
L	Litro	L
LC	Largura do cladódio	cm
LP	Largura da planta	cm
m	Metro	m
M.O	Matéria orgânica	$g\ kg^{-1}$
MF	Massa Fresca	$Mg\ ha^{-1}$
mg	Miligrama	mg
Mg^{2+}	Magnésio	$cmol_c\ dm^{-3}$
Miu	Miúda	-
mm	Milímetro	mm
mM	Milimolar	mM
MM	Matéria mineral	%
MS	Massa Seca	$Mg\ ha^{-1}$
Na^+	Sódio	$cmol_c\ dm^{-3}$
NT	Nitrogênio total	%
NTC	Número total de cladódio	unidade
$^{\circ}C$	Graus Celsius	$^{\circ}C$
OEM	Orelha de Elefante Mexicana	-
P	Fósforo	$mg\ dm^{-3}$
PB	Proteína bruta	%
PC	Perímetro do cladódio	cm
PGAR	Perda e/ou ganho real de rendimento	-
pH	Potencial hidrogeniônico	-
RAET	Razão de área equivalente no tempo	-
SB	Soma de bases	$cmol_c\ dm^{-3}$
SF11	Cultivar de sorgo SF11	-
TACE	Taxa de área do cladódio específica	$ha\ Mg^{-1}$
TAL	Taxa de assimilação líquida	$Mg\ ha^{-1}\ ^{\circ}C\ dia^{-1}$
Tb	Temperatura base inferior	$^{\circ}C$
TCA	Taxa de crescimento absoluto	$Mg\ ha^{-1}\ ^{\circ}C\ dia^{-1}$
TCR	Taxa de crescimento relativo	$Mg\ Mg^{-1}\ ^{\circ}C\ dia^{-1}$
TIAC	Taxa de índice de área do cladódio	$ha\ ha^{-1}\ ^{\circ}C\ dia^{-1}$
Tm	Temperatura do ar máxima diária	$^{\circ}C$
Tmín	Temperatura do ar mínima diária	$^{\circ}C$
UET	Uso eficiente da terra	-
V%	Saturação por bases	%
$x0$	Número de graus dias necessários pela planta para expressar 50% do máximo da taxa (ponto de inflexão da curva)	$^{\circ}C\ dia$

	Variável resposta	
y		-
Y _{aa}	Produtividade da palma forrageira em sistema exclusivo	Mg ha ⁻¹
Y _{ab}	Produtividade da palma forrageira em sistemas consorciados	Mg ha ⁻¹
Y _{ba}	Produtividade do sorgo em sistemas consorciados	Mg ha ⁻¹
Y _{bb}	Produtividade do sorgo em sistema exclusivo	Mg ha ⁻¹
Z _{ab}	Proporção de plantio da palma forrageira consorciada com o sorgo	-
Z _{ba}	Proporção de plantio de sorgo forrageira consorciada com a palma	-
467	Cultivar de sorgo 467	-
2502	Cultivar de sorgo 2502	-
IPS	Índice de produtividade do sistema	Mg MS ha ⁻¹
MSt	Matéria seca total	%
%	Porcentagem	%
†	Dados transformados pelo método de Raiz quadrada (x+0,5)	-
**	Dados químico-bromatológicos referente ao último ciclo da cultura do sorgo	-

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - Interação de agroecossistema consorciado com palma-sorgo em ambiente semiárido: uma revisão.....	20
Resumo	20
1. Introdução.....	22
2. Revisão de Literatura.....	24
2.1 Mudanças climáticas e produção de plantas forrageiras	24
2.2 Uso de irrigação em ambientes áridos e semiáridos como estratégia de produção de forragem.....	26
2.3 Palma forrageira	29
2.4 Sorgo forrageiro.....	33
3. Consorciação entre culturas e plantio adensado	34
3.1 Uso de recursos biofísicos em consórcio palma-sorgo.....	36
4. Conclusão	38
5. Referências	39
CAPÍTULO 2 - A complementaridade interespecífica do consórcio palma-sorgo contribui na eficiência biológica e habilidade competitiva sob sistemas de agricultura bioessalina ...	58
Resumo	58
1. Introdução.....	60
2. Material e métodos	62
2.1. <i>Descrição do local</i>	62
2.2. <i>Espécies estudadas e design experimental da área</i>	62
2.3. <i>Rendimento de biomassa da palma forrageira e do sorgo</i>	65
2.4. <i>Aplicações de índices de eficiência biológica e habilidade competitiva</i>	65
2.5. <i>Índice econômico</i>	68
2.6. <i>Análise estatística</i>	68
3. Resultados e discussão	69
3.1. <i>Rendimento das culturas</i>	69
3.2. <i>Composição química de forragem</i>	73
3.3. <i>Eficiência biológica e habilidade competitiva dos sistemas</i>	75
4. Conclusões.....	81
5. Referências	82
CAPÍTULO 3 - Como a utilização dos sistemas de consórcio palma-sorgo causam impactos no crescimento da palma forrageira.....	87
Resumo	87
1. Introdução.....	89
2. Material e métodos	90
2.1. <i>Descrição do local experimental</i>	90

2.2. <i>Espécies estudadas e design experimental da área</i>	90
2.3. <i>Avaliação do crescimento e fenologia da palma forrageira</i>	93
2.4. <i>Análise estatística</i>	95
3. Resultados e discussão	95
3.1. <i>Análise de crescimento das culturas</i>	95
3.2. <i>Fenofase e momento de corte da palma forrageira</i>	102
4. Conclusões.....	105
5. Referências	106
CAPÍTULO 4 - O papel da utilização de análise multivariada para distinções morfológicas de clones de palma forrageira em sistemas de consórcio	
Resumo	110
1. Introdução.....	112
2. Material e métodos	113
2.1. <i>Material vegetal e design experimental da área</i>	113
2.2. <i>Local de estudo</i>	116
2.3. <i>Avaliação do crescimento da palma forrageira</i>	116
2.4. <i>Análise de dados</i>	118
3. Resultados e discussão	118
3.1. <i>Análises biométricas e de biomassas ao longo do tempo da palma forrageira</i>	118
4. Conclusões.....	123
5. Referências	124