



**UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE PROTECÇÃO VEGETAL**

**AVALIAÇÃO DA DINÂMICA POPULACIONAL E INFESTAÇÃO DA
MANGA POR MOSCAS DA FRUTA**

Por: Luís Domingos Bota

**Dissertação Submetida à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal em
Cumprimento dos Requisitos para a Obtenção do Grau de Mestre em Protecção Vegetal**

Maputo, Julho de 2016



**UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE PROTECÇÃO VEGETAL**

**AVALIAÇÃO DA DINÂMICA POPULACIONAL E INFESTAÇÃO DA
MANGA POR MOSCAS DA FRUTA**

Por Luís Domingos Bota

Supervisão : Prof. Doutor Domingos Ranquene Cugala

Doutor Marc De Meyer

Prof. Doutor Maulid Mwatawala

Doutor Maximiliano Virgílio

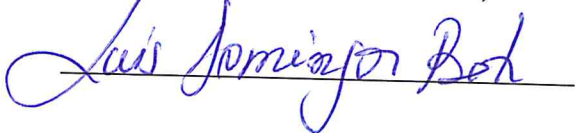
**Dissertação Submetida à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal em
Cumprimento dos Requisitos para a Obtenção do Grau de Mestre em Protecção Vegetal**

Maputo, Julho de 2016

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu **Luís Domingos Bota**, declaro por minha honra que esta dissertação de Mestrado foi por mim elaborada no âmbito do Projecto de Optimização do Maneio Integrado de Mosca da Fruta, implementado pela Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, *Royal Museum of Central Africa e Sokokine University of Agriculture*, na província de Manica; e nunca foi submetida à nenhuma Universidade ou Instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Luís Domingos Bota (Candidato)

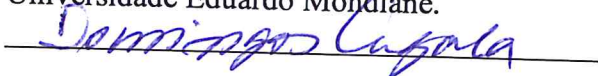


Data: 28 / 7 /2016

Confirmo que o trabalho reportado nesta dissertação foi realizado pelo candidato sob nossa Supervisão.

Prof. Doutor Domingos Ranquene Cugala

Departamento de Protecção Vegetal, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Eduardo Mondlane.



Data: 28 / 7 /2016

Doutor Marc De Mayer

Royal Museum for Central Africa, Brussels, Belgica

Data: ____ / ____ /2016

Doutor Massimiliano Virgílio

Royal Museum for Central Africa, Brussels, Belgica

Data: ____ / ____ /2016

Prof. Doutor Maulid Mwatawala

Department of Crop Science, Sokoine University of Agriculture, Morogora, Tanzania

Data: ____ / ____ /2016

Julho de 2016

DEDICATÓRIA

Tese dedicada aos meus pilares e fonte de inspiração:

Meus pais: Domingos Torcida Bota (Memória) e Maria Teresa Jaime;

Minha esposa: Jaquelina de Carmene Bota, e

Filhos: Nelman Felixander Bota e Marlon Luis Bota

AGRADECIMENTOS

À Cooperação Belga e ICIPE, pelo financiamento do projecto.

Aos meus pais Domingos Torcida Bota e Maria Teresa Jaime, pela vida e educação.

À minha esposa Jaquelina de Carmene Bata, pelo amor incondicional, e por ter assumido o papel de Pai e Mãe durante a formação.

Aos meus filhos pela paciência.

Aos supervisores e equipa do Projecto nomeadamente: Prof. Doutor Domingos Cugala, Dr. Marc de Meyer, Prof. Doutor Maulid Mwatawala, Dr. Massimiliano Virgilio e MSc. Laura Canhanga.

Aos colegas do Laboratório da Mosca da Fruta: Eng. Braine Fabião, Eng. João Jordane, Dona Florentina Baptista, Sr. Domingos Jequessene, Sra. Mara Savina e outros, pela ajuda durante a recolha de dados.

Aos amigos Domingos Guinda, Joaquim Bucuane, Antonio Zacarias, Djiba Kaba, Benvindo Xavier, Mauro Jorge e Jamilo Martins pelo apoio.

Aos meus colegas de mestrado: Enga. Andreia Massamby, Enga. Olzura Miguel, Eng. Guimarrães Dalazane e Enga. Lúcia Silva, pelas ideias e contribuições para a tese.

A dra. Jadwiga Massinga, pelo apoio no geoprocessamento dos dados.

Aos funcionários da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal: Sra. Helena Manhiça e Sra. Suzália Mbie.

A Deus pela vida.

E aos outros não mencionados, mas que directa ou indirectamente ajudaram ou contribuíram para que esse sonho fosse realidade.

RESUMO

As moscas da fruta (Diptera: Tephritidae) representam o maior constrangimento para a produção da fruta a nível mundial, devido aos danos directos e indirectos que causam. A *B. dorsalis* e *C. cosyra* são as principais espécies que atacam a manga em Moçambique. Para a implementação de medidas de controlo de moscas da fruta, é imprescindível o conhecimento da flutuação da população no pomar. Contudo, não há registo de estudos de dinâmica espaço-temporal ao nível do pomar bem como a avaliação da abundância sazonal de *B. dorsalis* e *C. cosyra* em Moçambique. Assim foi realizado o presente estudo, com o objectivo de descrever a abundância sazonal e dinâmica espaço-temporal de *B. dorsalis* e *C. cosyra* e sua relação com factores bióticos e abióticos, assim como a infestação da manga por moscas da fruta. De Setembro de 2014 a Fevereiro de 2016, foram conduzidas monitorias em um pomar de 10 hectares, com recurso a atractivo alimentar, *Torula yeast*, e recolhidas 416 mangas em duas épocas, as quais foram incubadas no Laboratório da Mosca da Fruta de Chimoio. Resultados do estudo mostraram que a *B. dorsalis* foi a espécie mais abundante no pomar (MAD = 4.72), e a *C. cosyra* a menos abundante (MAD = 1.28). A flutuação da população de moscas da fruta no pomar teve uma relação positiva com a temperatura mínima, temperatura máxima e o estágio fenológico da manga, e negativa com a temperatura média e precipitação. As espécies *B. dorsalis* e *C. cosyra*, foram as únicas que infestaram a manga, com um índice de infestação de 4.77 pupas/kg, tendo a *C. cosyra* apresentado o nível mais elevado, com 1.39 moscas/kg, contra 0.40 moscas/kg da *B. dorsalis*. As regiões Norte, Nordeste, e Noroeste do pomar foram as primeiras a apresentar os níveis mais elevados de infestação da manga e de densidade populacional de adultos de *B. dorsalis* e *C. cosyra*.

ABSTRACT

Fruit flies (Diptera: Tephritidae) represent the major constraint for fruit production worldwide, where they cause direct and indirect damages. The species *B. dorsalis* and *C. cosyra* are the main species attacking mango in Mozambique. For implementation of control measures, knowledge of population dynamics is essential. However, there is no record of spatio-temporal dynamics studies for orchard level and evaluation of the dynamics of *B. dorsalis* and *C. cosyra*, together, in Mozambique. Thus the present study was conducted with the objective of describing the seasonal abundance and spatio-temporal dynamics of *B. dorsalis* and *C. cosyra* and infestation of mango by fruit flies. From September 2014 to February 2016, monitoring were conducted in a 10-hectare orchard, using food attractant, *Torula yeast*, and 416 mangoes collected in two seasons, which were incubated in Laboratório da Mosca da Fruta de Chimoio. Study results showed that *B. dorsalis* was the most abundant species in the orchard (MAD = 4.72), and *C. cosyra* less abundant (MAD = 1.28). The fluctuation of fruit fly population in the orchard had a positive relationship with the minimum temperature, maximum temperature and phenology of mango, and negative with average rainfall and temperature. The species *B. dorsalis* and *C. cosyra* were the only species infesting mangoes with an infestation rate of 4.77 pupae/kg, and *C. cosyra* displayed the highest rate with 1.39 flies/kg against *B. dorsalis* 0.40 flies/kg. The northeast, north and northwest regions, was the first showing the highest infestation rate of mangos and high population density of *B. dorsalis* and *C. cosyra*.

INDICE GERAL

DECLARAÇÃO DE HONRA	ii
DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT.....	vi
INDICE GERAL.....	vii
INDICE TABELAS	xi
INDICE FIGURAS.....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1.0 INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema de Estudo.....	2
1.3. Objectivos.....	3
1.3.1. Objectivo geral.....	3
1.3.2. Objectivos específicos	3
CAPÍTULO II	4
2.0 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Produção e Comercialização da Manga em Moçambique	4
2.2. Moscas da Fruta como Ameaça a Fruticultura.....	7

2.3. Biologia de Moscas da Fruta.....	10
2.4. Hospedeiros de <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i>	13
2.5. Monitoria de Moscas da Fruta.....	14
2.6. Dinâmica da População de Moscas da Fruta.....	17
2.7. Índice de Abundância Relativa	20
2.8. Infestação por Moscas da Fruta.....	21
CAPITULO III.....	22
3.0. ABUNDÂNCIA SAZONAL E DINÂMICA ESPÁCIO-TEMPORAL DE <i>B. dorsalis</i> E <i>C. cosyra</i> EM POMAR DE MANGA	22
3.1. Introdução.....	22
3.1.1. Objectivos.....	23
3.2. Materiais e Métodos.....	23
3.2.1. Descrição da Área de Estudo.....	23
3.2.2. Descrição dos Principais Materiais.....	25
3.2.3. Procedimentos de Amostragem	26
3.2.4. Identificação Taxonómica das Espécies de Moscas da Fruta.....	28
3.2.5. Estimativas da Densidade da População	28
3.2.6. Índice de Abundância Relativa.....	28
3.2.7. Análise de dados.....	29
3.3. Resultados	30
3.3.1. Descrição da Fenologia da Manga.....	30
3.3.2. Descrição dos Factores Abióticos.....	31
3.3.3. Abundância Sazonal de <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i>	31
3.3.4. Dinâmica Espaço-temporal de <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i>	35
3.3.5. Índice de Abundância Relativa da <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i>	50

3.4. Discussão.....	51
3.4.1. Abundância Sazonal de <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i>	51
3.4.2. Dinâmica Espaço-temporal de <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i>	56
3.4.3. Índice de Abundância Relativa da <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i>	57
3.5. Conclusões e Recomendações.....	59
3.5.1. Conclusões.....	59
3.5.2. Recomendações	60
CAPITULO IV	61
4.0. INFESTAÇÃO DA MANGA POR MOSCAS DA FRUTA (<i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i>)	61
4.1. Introdução.....	61
4.1.1. Objectivos.....	62
4.2. Materiais e Métodos	62
4.2.1. Procedimentos de amostragem	62
4.2.2. Avaliação da Incidência e Índice de Infestação de Moscas de Fruta	63
4.2.3. Análise de Dados	64
4.3. Resultados	64
4.3.1. Incidência e Índice de Infestação por Moscas da Fruta.....	64
4.3.2. Padrão Espaço-temporal de Infestação da Manga.....	67
4.3.3. Proporção de Espécies de Moscas da Fruta na Manga.....	69
4.4. Discussão.....	70
4.4.1. Incidência e Índice de Infestação de Moscas da Fruta	70
4.4.2. Padrão Espaço-temporal de Infestação da Manga.....	72
4.4.3. Proporção de Espécies de Moscas da Fruta que Infestam a Manga	73
4.5. Conclusões e Recomendações.....	74
4.5.1. Conclusões.....	74

4.5.2. Recomendações	75
CAPÍTULO V	76
5.0. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES GERAIS	76
5.1. Conclusões	76
5.2. Recomendações	77
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
VII. ANEXOS	86

INDICE TABELAS

Tabela 1. Produção de manga na província de Manica (Toneladas)	5
Tabela 2. Comparação da densidade de <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i> obtida nas campanhas 2014/15 e 2015/16.	33
Tabela 3. Flutuação da população de moscas da fruta por estágio fenológico da manga.....	34
Tabela 4. Relação entre flutuação da população de <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i> com os factores bióticos e abióticos, pela Regressão log-linear de Poisson	35
Tabela 5. Tabela Resumo do RAI de <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i>	50
Tabela 6. Tabela resumo de infestação da fruta.....	66
Tabela 7. Análise estatística dos índices de infestação \pm S.E.....	66
Tabela 8. Resumo do RAI de <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i> no fruto e armadilha.....	70

INDICE FIGURAS

Figura 1. Evolução da produção da manga em Moçambique. Fonte: FAOSTAT (2015).....	5
Figura 2. Exportação de manga na província de Manica. Fonte: DPA Manica (2015).	6
Figura 3. Valor das Exportações da Manga em Moçambique. Fonte: Countrystat (2012), Citado Canhanganga (2012).	6
Figura 4. Podridão na manga devido a ocorrência de mosca da fruta. Fonte: Cugala (2012).	9
Figura 5. Frutos sem mercado devido a ocorrência de <i>B. dorsalis</i> . Fonte: Cugala e Mangana, (2010b).	10
Figura 6. Ciclo de vida da mosca da fruta. Adaptado por Cugala e Mangana (2010b).	11
Figura 7. Adulto de <i>B. dorsalis</i> . Fonte: Cugala (2012).	12
Figura 8. Adulto de <i>C. cosyra</i>	13
Figura 9. Armadilhas de diferentes tipos usados para a monitoria da mosca da fruta. A) <i>Sensus</i> , B) <i>Multilure</i> , C) <i>Mcp hail</i> , D) <i>Chempac Bucket</i> , E) <i>Lynfield</i> F) <i>Jackson</i> , G) <i>Steiner</i> , H) <i>Tephri trap</i> . Fonte: (Ekesi e Bilah, 2007).	15
Figura 10. Localização geográfica do distrito de Vandúzi	24
Figura 11. Topografia da área de estudo. A = pomar em estudo, B = Plantas de mangueiras de variedade local, C = áreas de pastagem e de cultivo de milho, D = Plantas de goiabeiras e mangueiras de variedade local.	25
Figura 12. Material usado no estudo: <i>Torula yeast</i> (A); Armadilha Chempac Bucket (B); Data logger (C).	26
Figura 13. <i>Layout</i> das armadilhas na farma Chandroca (Plot: Parcelas internas e externas; wild: pontos localizados fora do pomar).	26
Figura 14. Estágios fenológicos da manga (A: período vegetativo, B: floração, C: formação e desenvolvimento de frutos, D: pré-maturação, E: maturação agronómica.	30
Figura 15. Flutuação mensal da população de <i>B. dorsalis</i> e <i>C. cosyra</i> e variação dos factores bióticos e abióticos. A = Estágio de crescimento vegetativo, B = Floração, C = Crescimento do fruto, D = Pré-maturação, E = Maturação agronómica.	32
Figura 16. Mapas de flutuação espácio-temporal da população de <i>B. dorsalis</i>	43
Figura 17. Mapas de flutuação espácio-temporal da população de <i>C. cosyra</i>	50

Figura 18. Comparação das infestações por <i>C. cosyra</i> e <i>B. dorsalis</i> ($t = -1.9$, $\Pr(T < t) = 0.03$). 65	65
Figura 19. Padrão espaço-temporal da infestação da manga por moscas da fruta. A=11/12/2014; B = 24/12/2014; C = 08/01/2015; D = 24/12/2015..... 68	68
Figura 20. Evolução temporal do RAI no frutos e armadilhas 69	69

LISTA DE ABREVIATURAS

DPA Manica – Direção Provincial de Agricultura de Manica

EPPO – European and Mediterranean Plant Protection Organization

FAEF – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

IAEA – International Atomic Energy Agency

ICIPE – International Centre of Insect Physiology and Ecology

IPM – Maneio Integrado de Pragas

MAD – Moscas por Armadilha por Dia

MAE – Ministério de Administração Estatal

MASFC - Ministry of Agriculture Food Security and Cooperatives of Tanzania

MINAG – Ministério de Agricultura

RAI – Índice de Abundância Relativa

RMCA – Royal Museum of Central Africa

SUA – Sokokoine University of Agriculture

UEM – Universidade Eduardo Mondlane

USDA-APHIS – Department of Agriculture of United States of America, Animal and Plant
Health Inspection Service

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Antecedentes

Em África, a agricultura desempenha um papel preponderante na economia, tanto como fonte de emprego da maioria da sua população assim como fonte de receitas dos governos através de exportação de produtos agrários. Em Moçambique, a agricultura emprega mais de 80% da população, e o aumento ou redução da produção agrária tem sido apontado como um dos principais factores do aumento ou redução da incidência da pobreza respectivamente (Cunguara e Garrett, 2011).

De entre os diversos produtos agrícolas em Moçambique, a produção de fruta ocupa uma posição especial devido as condições agro-ecológicas do país, as quais o conferem vantagens comparativas em relação aos outros, podendo produzir uma diversidade de fruta durante todo o ano (MINAG, 2013). De acordo com Cugala (2011), estima-se que o sector de fruticultura nas províncias de Maputo e Manica pode gerar receitas de mais de 20 milhões de dólares norte americanos anualmente através do sector comercial e familiar.

Para além do seu papel na economia, a fruta é uma importante fonte de vitaminas (A, B e C) e minerais principalmente para a população rural e de baixa renda (Ribeiro, 2009). A Organização Mundial da Saúde, recomenda o consumo diário de pelo menos duas frutas, para garantir a satisfação das necessidades dos nutrientes referenciados. O valor nutricional varia de uma fruta para outra, mas dentre muitas a manga é uma das mais importantes (MAFSC, 2009; Ribeiro, 2009).

A manga é uma das principais frutas produzida pelo sector familiar em África, sendo produzida tanto para o consumo directo do produtor assim como para venda e obtenção de renda (Vayssières *et al.*, 2014). A demanda por manga no mercado internacional levou a um aumento na produção desta cultura em países africanos, mesmo em regiões onde a exportação desta não era comum. A produção de manga em África é estimada em mais de 1 milhão de toneladas por ano, e uma exportação média anual de 60 000 toneladas (Vayssières *et al.*, 2014).

Em Moçambique, a exportação de manga rendeu ao país mais de 758 mil dólares norte americanos de 2006 a 2009, sendo a província de Manica a principal produtora, seguida da Província de Maputo (Coutrystat, 2012, citado por Canhanga, 2013).

África e Moçambique em particular têm potencial para aumentar a produção e qualidade de manga produzida e os volumes de exportação; e competir com os principais exportadores mundiais de manga para o mercado europeu. Contudo, os benefícios económicos da cadeia de manga estão a ser fortemente afectados pelo ataque de moscas da fruta (Diptera: Tephritidae) (Vayssières *et al.*, 2014).

1.2. Problema de Estudo

Moscas da fruta (Diptera: Tephritidae) causam prejuízos directos sobre a fruta, pela oviposição e actividade alimentar das larvas e posterior apodrecimento do fruto, e indirectos devido a restrição de quarentena tanto doméstica como para exportação (Cugala e Mangana, 2010b).

As espécies *Bactrocera dorsalis* e *Ceratitis cosyra*, são as principais moscas da fruta que infestam a manga, sendo a *B. dorsalis* a mais importante devido aos níveis de dano e ao seu estatuto de praga introduzida em África (Vayssières *et al.*, 2014). A *C. cosyra* é uma espécie nativa e em tempos foi apontada como a principal praga da manga em África. Com a invasão da *B. dorsalis* em África e Moçambique em particular, e pelo fenómeno de substituição competitiva esta passou à segunda maior praga (Ekesi *et al.*, 2011; Mwatawala *et al.*, 2006; Canhanga, 2012). Infestações por estas espécies podem originar perdas de cerca de 30% a 80% de produção de fruta, dependendo da variedade, local e época do ano (Ekesi *et al.*, 2011).

A *B. dorsalis* foi detectada em Moçambique pela primeira vez em 2007 na Província de Niassa e neste momento ocorre em todas as Províncias do centro e norte do país (Cugala e Mangana, 2010). Esta praga foi responsável por perdas na ordem de 14 milhões de dólares norte americanos no sector da fruticultura particularmente devido a perdas de produção, perda de mercado de exportação e pela suspensão de vários planos de investimentos no mesmo sector (Tostão *et al.*, 2012). Apenas no sub-sector de manga, em 2009 e 2010 registaram-se perdas na ordem de 450 mil dólares norte americanos pela não exportação ao mercado Sul-Africano (Fruticentro, 2012).

Para a implementação de medidas de controlo de moscas da fruta, com vista a minimização dos impactos negativos da praga, é imprescindível o conhecimento da dinâmica da população da praga para a determinação do momento exacto para aplicação de qualquer estratégia de manejo (Faiza *et al*, 2012).

Abundâncias sazonais da *B. dorsalis* ainda não foram estudadas com detalhes em Moçambique. Apenas alguns estudos concluíram que a densidade desta atinge o pico nos meses de Dezembro a Fevereiro e a mais baixa nos meses de Junho a Agosto (Cugala, 2012; Majacunene, 2014). Igualmente, não há registo de estudos de dinâmica espaço-temporal ao nível do pomar bem como a avaliação da abundância sazonal de *C. cosyra* que é a igualmente uma praga importante da manga.

O conhecimento da dinâmica espaço-temporal de moscas da fruta ao nível do pomar por fornecer informações sobre a distribuição espacial da praga, e identificação de focos de maior densidade ajudam na tomada de decisão sobre a aplicação de medidas de manejo, minimizando assim, a aplicação de pesticidas por calendário e permitir a concentração de esforços para as zonas de maior densidade e aplicação das medidas de controlo antes da praga se dispersar para todo o pomar, contribuindo para a optimização do manejo (De Meyer, comunicação pessoal).

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo geral

- ❖ Descrever a dinâmica populacional de *B. dorsalis* e *C. cosyra* e a infestação da manga por moscas da fruta ao nível do pomar.

1.3.2. Objectivos específicos

- ❖ Descrever a abundância sazonal de *B. dorsalis* e de *C. cosyra*;
- ❖ Descrever a dinâmica espaço-temporal de *B. dorsalis* e *C. cosyra*;
- ❖ Determinar os níveis de infestação da manga por moscas da fruta.

CAPÍTULO II

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção e Comercialização da Manga em Moçambique

A fruta constitui uma das principais fontes de rendimento para a maioria dos agregados familiares que vive no meio rural em Moçambique, tendo-se estimado em 2002 que 73% do rendimento dos agregados familiares rurais provinha da venda de produção agrícola, sendo a fruta uma das principais culturas (Mather *et al.*, 2009).

A manga é uma importante fruta em África, como fonte de nutrientes para a população rural, e redução da pobreza pela geração de renda através da venda em mercados locais e internacionais (Vayssières, *et al.*, 2008). Em Moçambique, a manga é a segunda fruta mais produzida depois da banana, sendo a maior parte da produção feita pelo sector familiar, com o objectivo principal de consumo directo e venda doméstica. A produção pelo sector comercial tem como prioridade a exportação, embora neste momento apenas poucos produtores apresentem requisitos e certificações para exportação. As principais explorações comerciais de manga encontram-se nas províncias de Manica e Maputo (DPA Manica, 2011).

A produção total de manga em Moçambique manteve-se estacionária com tendência a um aumento principalmente no período de 2005 a 2013 (FIGURA 1). Contudo, as áreas de produção comercial de manga tiveram um crescimento elevado, principalmente no período de 2007 a 2010, como resultado da elevada demanda verificada nos mercados sul-africanos pela manga moçambicana, a qual tem uma vantagem comparativa pela sua maturação precoce em relação a manga produzida naquele país. Apenas na província de Manica, a produção total da manga aumentou em cerca de 123% de 2007 a 2010, de acordo com a TABELA 1 abaixo (FAOSTAT, 2015; DPA Manica, 2011).

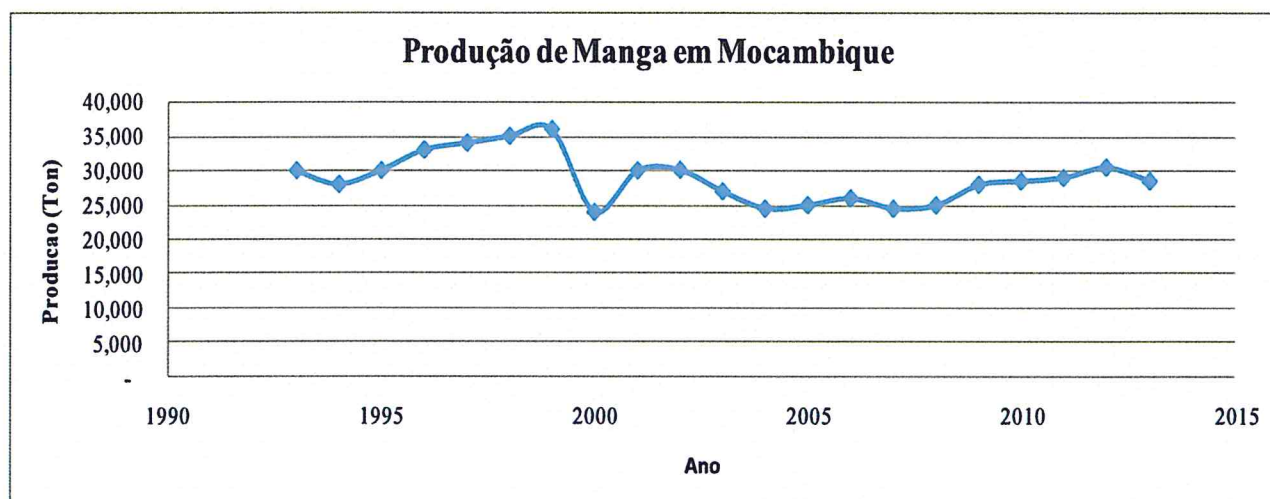


Figura 1. Evolução da produção da manga em Moçambique. Fonte: FAOSTAT (2015)

Tabela 1. Produção de manga na província de Manica (Toneladas)

Cultura	Campanha agrícola			
	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011
Manga	13,467	33,344	31,912	30,020

Fonte: DPA Manica (2011).

O aumento da produção de manga, não foi correspondido pelo aumento da exportação em todo o país. Embora tenha-se registado um aumento de exportação no período de 2006 a 2007, os anos seguintes foram marcados por uma redução da exportação (FIGURA 3). Situação contrária verificou-se na província de Manica no período de 2013 a 2014, onde registou-se um aumento da exportação, após um período estacionário em 2012/13 (FIGURA 2). O aumento da exportação da manga província de Manica, não representa necessariamente um aumento na taxa ou proporção da fruta exportada em relação a produção total, pois existe uma elevada quantidade de produção comercial não exportada devido a vários factores (DPA Manica, 2015).

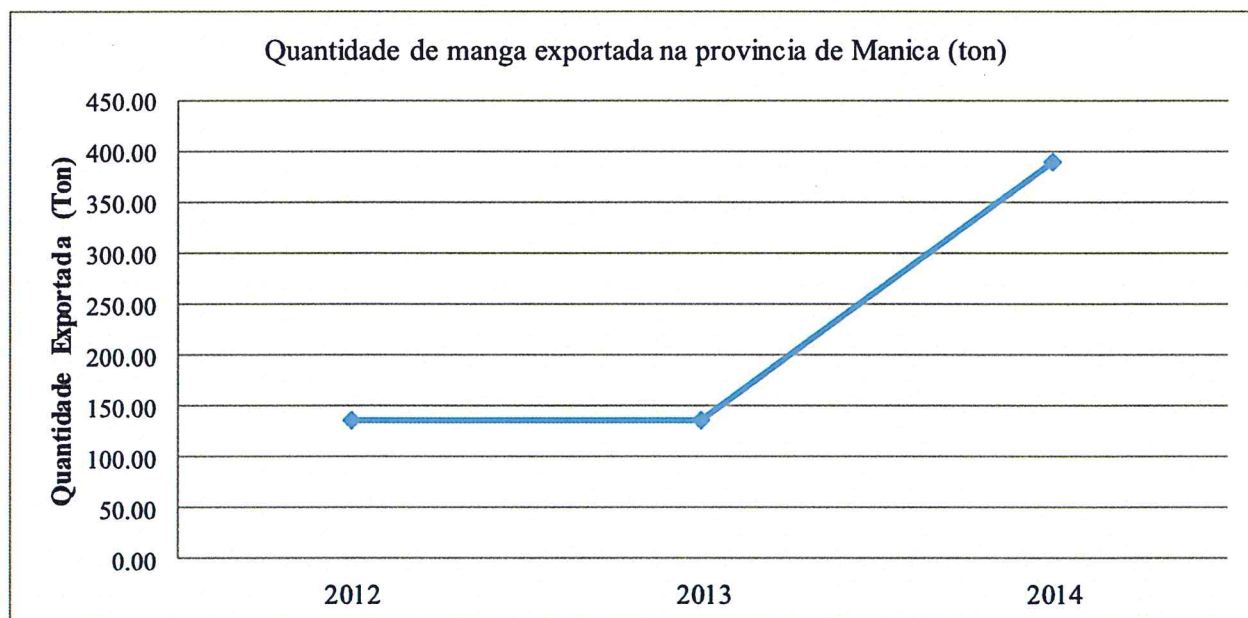


Figura 2. Exportação de manga na província de Manica. Fonte: DPA Manica (2015).

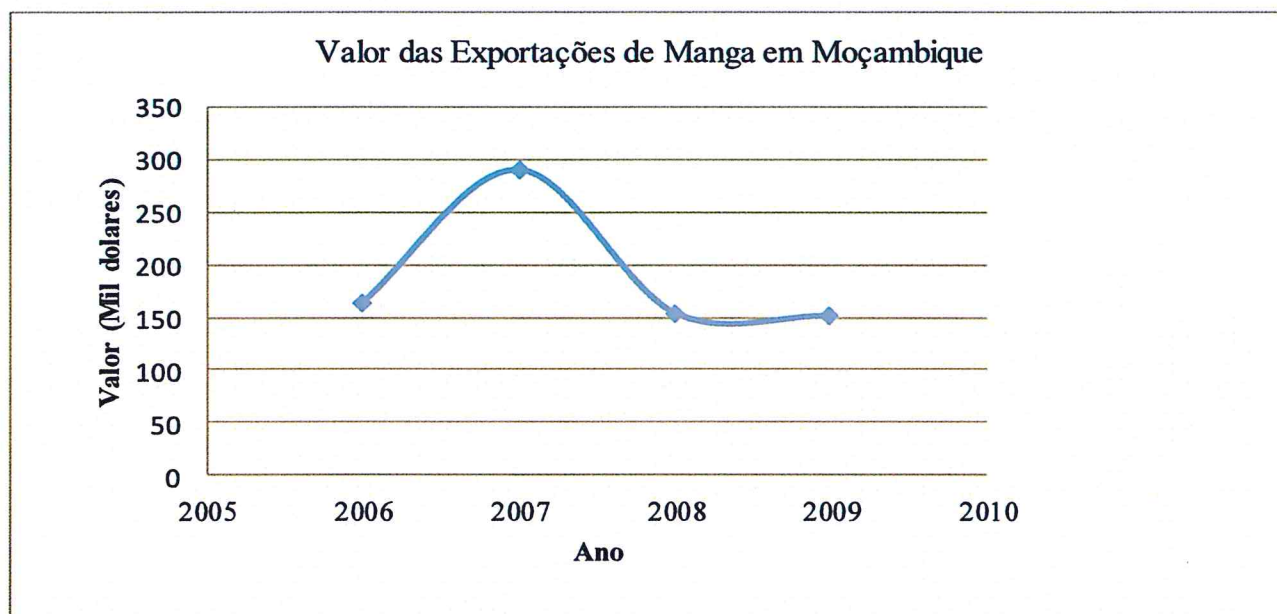


Figura 3. Valor das Exportações da Manga em Moçambique. Fonte: Countrystat (2012), Citado por Canhanga (2012).

2.2. Moscas da Fruta como Ameaça a Fruticultura

Moscas da fruta, são insectos da ordem Díptera, família Tephritidae e superfamília Tephritoidea, que tem como principal característica a exigência ou dependência de uma fruta para se alimentar e completar o seu ciclo de vida (De Meyer, 2013).

A família Tephritidae é composta por um grupo bastante vasto de géneros e espécies, que causam danos económicos em diferentes tipos de frutas e hortícolas, em diversas partes do mundo, onde se estima cerca de 4,500 espécies, 500 géneros, dos quais 95% são fitófagos e 200 espécies de importância económica. Esta família inclui insectos saprófagos, mineiros de folhas, consumidores de flores, consumidores de galhas, agentes de controlo biológico e consumidores de frutas ou moscas da fruta, os quais correspondem a cerca de 40% da família (De Meyer, 2013).

Existem aproximadamente 70 espécies de importância económica a nível mundial que se enquadram em 5 géneros nomeadamente: *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* MacLeay, *Dacus* Fabricius e *Rhagoletis* Loew (Garcia e Ricalde, 2012; Cugala e Mangana, 2010b), sendo a maioria polífaga, principalmente as tropicais, e uma pequena proporção oligófaga, principalmente as temperadas (De Meyer, 2013). Os géneros *Bactrocera*, *Ceratitis* e *Dacus* são tropicais de origens asiática e africana, enquanto que os géneros *Anastrepha* e *Rhagoletis* são temperadas de origens americana e europeia (De Meyer, 2013).

Neste momento, todos os 5 géneros de moscas da fruta encontram-se distribuídos em todos os continentes, e embora a sua importância varie de um continente ou região para o outro, os seus danos directos são similares, os quais variam de 30% a 80% dependendo da espécie, hospedeiro, sistema de cultivo entre outros factores (Ekesi *et al.*, 2011).

O género *Ceratitis* é reconhecido por atacar uma diversidade de espécies de frutas tanto nos locais de origem como em áreas de invasão. De entre as espécies mais importantes destacam-se a *C. cosyra* Walker, *Ceratitis capitata* Wiedemann, *Ceratitis quinária* Bezzi, *Ceratitis silvestrii* Bezzi, *Ceratitis fasciventris* Bezzi, *Ceratitis anonae* Graham, e *Ceratitis rosa* Karsch (White e Elson-Harris 1992). Até 2003, o género *Ceratitis* constituía o maior causador de danos em frutas especialmente mangas em África (Mwatawala., *et al* 2006; Ekesi *et al.*, 2009).

O género *Bactrocera*, é composto mundialmente por 500 espécies, maioritariamente de origem asiática, embora reconhecidas 11 espécies de origem africana (De Meyer, 2013). É altamente polífago, sendo as principais espécies a *B. dorsalis*, *Bactrocera (Zeagodacus) cucurbitae*, *Bactrocera zonata*, *Bactrocera papaya*, *Bactrocera oleae* (indígena), entre outras. Das espécies exóticas, a *B. dorsalis* foi a primeira a invadir o continente africano em 2003, onde a primeira ocorrência foi reportada em Quênia (Mwatawala *et al.*, 2006) e neste momento já foi reportada em vários países africanos, incluindo Moçambique (Drew *et al.*, 2005; Cugala e Mangana, 2010b).

A *B. dorsalis* foi inicialmente descrita como *Bactrocera invadens* Drew Tsuruta & White, pertencente ao complexo *dorsalis*, conforme definido por Drew e Hancock (1994). Após uma revisão da taxonomia do insecto, chegou-se a conclusão de que tratava-se exactamente da espécie *B. dorsalis*. A ocorrência da *B. dorsalis* em África aumentou os consideráveis danos causados por moscas da fruta, devido a sua elevada taxa de reprodução (Salum *et al.*, 2013), largo espectro de hospedeiros e a alta mobilidade (De Meyer *et al.*, 2007).

O género *Dacus* é de origem africana, com um intervalo restrito de hospedeiros, na sua maioria cucurbitáceas, e um número restrito de espécies de importância económica, devido principalmente à importância de cucurbitáceas na economia africana. Das espécies de importância económica destacam-se o *Dacus bivittatus*, *Dacus ciliatus*, *Dacus puntatifrons* e *Dacus demmerezi* (De Meyer, 2013).

A presença de uma larga população de moscas da fruta em África, diminuiu consideravelmente o potencial benefício da produção de frutas e de mangas em particular, devido aos danos directos e indirectos causados (Vayssières *et al.*, 2015). As perdas por moscas da fruta variam por zona agroecológica, por cultivar de manga tipo de pomar, fenologia do fruto e sistema de cultivo (Vayssières *et al.*, 2009).

Moscas da fruta causam danos directos e indirectos. Danos directos são aqueles que ocorrem directamente no fruto, derivados da oviposição e desenvolvimento da larva no seu interior do fruto. (Cugala e Mangana, 2010b). Durante a oviposição são também introduzidas bactérias a partir da flora intestinal da fêmea responsável pela podridão do fruto. Com o desenvolvimento das larvas, criam-se furos e galerias que facilitam a ocorrência de patógenos que aumentam a decomposição,

levando a queda prematura dos frutos, para além da perda de qualidade estética e nutricional e consequente limitação de possibilidades de comercialização (FIGURA 4) (Vayssières *et al.*, 2015).



Figura 4. Podridão na manga devido a ocorrência de mosca da fruta. Fonte: Cugala (2012).

Os danos indirectos são os que resultam da restrição de quarentena que são impostas pelos países importadores e também as implicações no mercado interno pela restrição do movimento de produtos hospedeiros (Cugala e Mangana, 2010b). Estudos mostraram perdas na ordem de 40% na exportação de manga em África em 2005, provocadas por moscas da fruta.

Moscas da fruta afectam significativamente a segurança alimentar e renda das comunidades rurais principalmente aos que tem a fruta fresca como principal fonte de renda e alimento (Ekesi *et al.*, 2006; Mwatawala *et al.*, 2006). Apenas na cultura de abacate, desde 2007, Quênia perdeu cerca de 2 milhões de dólares norte americanos por ano devido a restrições de quarentena impostas pela África do Sul devido a ocorrência de *B. dorsalis*. A exportação de outras espécies de frutas, incluindo manga e cucurbitáceas do Quênia para Seychelles, Maurícias e África do Sul ficou banida devido a ocorrência desta praga (Otieno, 2011).

O comércio de produtos hortícolas entre a África e os Estados Unidos da América também tem sido severamente restringido por uma ordem federal americana, a qual proíbe a importação de determinadas frutas e produtos hortícolas provenientes de países africanos com ocorrência confirmada de *B. dorsalis* (USDA-APHIS, 2008). A União Europeia tem regulamentações fitossanitárias em relação à moscas da fruta de origem não europeia, estando as intercepções e rejeições de manga a aumentar desde a introdução de *B. dorsalis* (Guichard, 2009). Estas implicações directas e indirectas têm amplo alcance e implicações socioeconómicas para milhões de pessoas em comunidades rurais e urbanas envolvidos na cadeia de valor da fruta em toda a

África, estando em causa a exportação de mangas da África no valor de 42 milhões de dólares norte americanos por ano (Lux *et al.*, 2003).

Para além dos custos directos pela não comercialização, moscas da fruta apresentam um custo de controlo extremamente elevado. Por exemplo, Dowell e Wange (1986), afirmaram que o estabelecimento de moscas da fruta poderia causar perdas de colheita na indústria de frutas californiana de 910 milhões de dólares norte americanos anualmente, e um programa de erradicação custaria 290 milhões de dólares norte americanos. Perdas anuais em alguns países do médio oriente como Israel, territórios palestinos e Jordânia, ligadas a infestações de moscas de fruta são estimadas em 192 milhões de dólares norte americanos (De Meyer *et al.*, 2010).

Em Moçambique, após a detecção da *B. dorsalis* houve interdição da exportação de fruta para África do sul, para além da restrição da movimentação da fruta para a zona sul do país, a qual resultou em perdas na ordem de 14 milhões de dólares norte americanos no sector da fruticultura (Tostão *et al.*, 2012). Apenas no sub-sector de manga, em 2009 e 2010 registaram-se perdas na ordem de 450 mil dólares norte americanos pela não exportação ao mercado sul-africano (Fruticentro, 2012). Devido a introdução da *B. dorsalis* em Moçambique, muitos projectos novos e já estabelecidos ficaram inviabilizados (Bota, 2012).



Figura 5. Frutos sem mercado devido a ocorrência de *B. dorsalis*. Fonte: Cugala e Mangana, (2010b).

2.3. Biologia de Moscas da Fruta

- **Ciclo de Vida**

Os insectos da ordem Díptera assim como qualquer outro insecto holometabólico apresentam quatro fases de desenvolvimento nomeadamente: ovo, larva, pupa e adulto. Quando os adultos

atingem a maturidade fértil, que se verifica aos 10 dias após a emergência ocorre o acasalamento. Desta fase, segue-se a oviposição que consiste na colocação de ovos no fruto a partir dos oviscaptos da fêmea (Ekesi & Bilah, 2007).

Os ovos com formato de banana são depositados no fruto a uma profundidade de 2 a 5 mm, em grupos de 3 a 8 ovos por oviposição que evoluem com o aumento de frutas hospedeiras e atinge 1000 ovos por fêmea durante o seu estado adulto, dependendo da espécie, dos quais eclodem larvas brancas 3 a 12 dias depois da oviposição (Ekesi & Bilah, 2007).

As larvas são ápodas, de forma cilíndrica e alongadas, com extremidade anterior afunilada e ventralmente curvada. Desenvolvem-se dentro do fruto alimentando-se da polpa onde perfuram galerias e criam apodrecimento na área, e quando atingem 7 a 8 mm de comprimento, saem do fruto e pupam no solo. A pupa pode ter cor castanho-clara a castanho-escuro, e mede de 4 a 12 mm de comprimento. A duração deste estágio pode ser de 10 a 20 dias (Ekesi & Bilah, 2007).

Terminado o estágio de pupa, um adulto alado emerge, e se torna sexualmente activo 4 a 10 dias depois. Os adultos são de vida livre e alimentam-se de substâncias açucaradas (néctar) (Ekesi & Bilah, 2007). O esquema do ciclo de vida da *B. dorsalis* está apresentado a baixo (FIGURA 6).

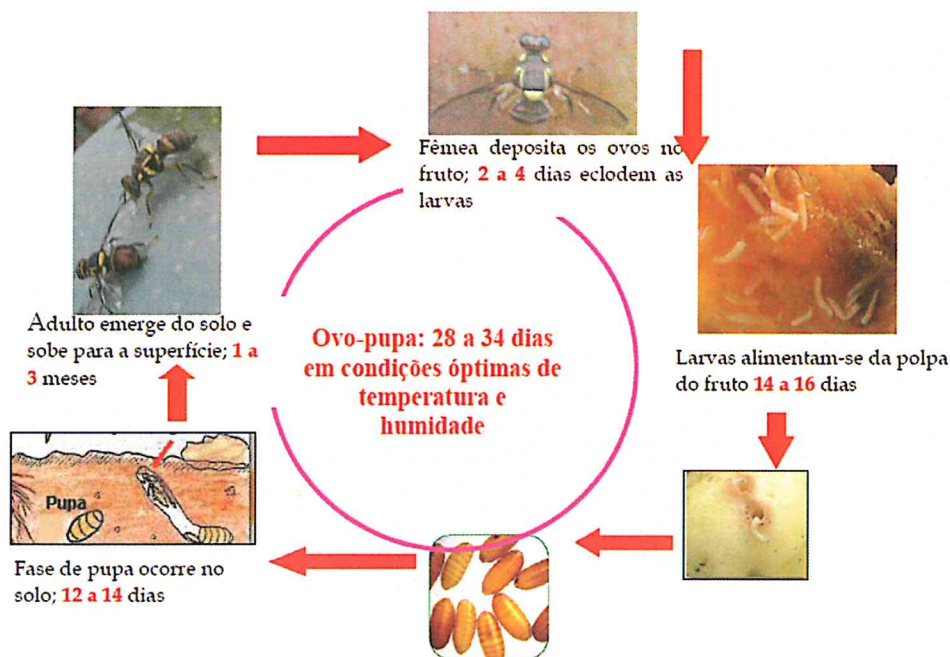


Figura 6. Ciclo de vida da mosca da fruta. Adaptado por Cugala e Mangana (2010b).

- **Morfologia**

- a) *B. dorsalis*

O género *Bactrocera* é composto por mais de 30 espécies e actualmente a espécie *B. dorsalis* é considerada como sendo a de maior importância económica e social em África (CABI, 2014). Dentro deste género, existem muitas semelhanças, mas a *B. dorsalis* apresenta características que lhe diferenciam das outras a destacar segundo Ekesi e Billah (2007):

- A cabeça apresenta um ponto em cada lado na ranhura da antena, acima das peças bucais e possui duas cerdas orbitais frontais e seta.
- O tórax apresenta coloração castanha ou preta variando de tonalidade de castanho-escuro para totalmente preto.
- O escutelo apresenta listras amarelas com excepção de uma estreita faixa preta na base e o lóbulo pós-pronotal amarelo. Possuem tergitos médios lateralmente com coloração preta e centralmente vermelho-castanho.
- Os fémures são todos amarelos e as tíbias pretas, as posteriores podem ser vistas com tonalidade mais escura.
- O abdómen é um dos órgãos que marca uma distinta diferença, com uma grande mancha preta que unindo os tergitos 3-5 tem marca em forma de T. As asas são transparentes manchadas com duas bandas pretas uma superior que a outra (FIGURA 7).



Figura 7. Adulto de *B. dorsalis*. Fonte: Cugala (2012).

b) *C. cosyra*

A *C. cosyra* apresenta o corpo e as asas de cor amarela, parte lateral e posterior do tórax proeminente rodeada com manchas pretas, dorso amarelado, excepto por duas pequenas manchas pretas na parte central e duas grandes manchas pretas próximas ao escutelo, escutelo com três listras largas pretas, separados por faixas amarelas estreitas (FIGURA 8) (CABI, 2015).

As principais características que diferenciam a *C. cosyra* das restantes moscas da fruta são:

- A presença de um escudo predominantemente amarelo com bandas amarelas;
- Escutelo com três marcas escuras apicais grandes e separados;
- Asa com banda costal e distal separada, com a banda costal começando depois da veia R1;
- Presença de uma seta no anepisterno.
- Machos sem cerdas orbitais apicais ou franjas no segundo par de pata.



Figura 8. Adulto de *C. cosyra*

2.4. Hospedeiros de *B. dorsalis* e *C. cosyra*

A *B. dorsalis* é uma espécie polífaga pois ataca plantas de diferentes famílias e espécies. Ekesi *et al.*, (2006), reportaram o registo de 13 famílias de plantas com mais de 40 espécies diferentes de

hospedeiros. A maioria dos hospedeiros já descritos foi registado em África, entretanto, pesquisas estão sendo feitas com intuito de identificar outros hospedeiros da praga.

Dentre os hospedeiros mais preferidos pela *B. dorsalis* destacam-se, a manga (*Mangifera indica*), goiaba (*Psidium guajava*) e amêndoa (*Terminalia catappa*). Os outros hospedeiros incluem os citrinos (*Citrus spp*), papaia (*Carica papaya*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), banana (*Musa*), anona (*Annonas pp*) e frutos silvestres como Canhú (*Sclerocarya birrea*) e Massala (De Mayer *et al.*, 2012; EPPO, 2013).

A *C. cosyra* à semelhança da *B. dorsalis* tem um intervalo extenso de hospedeiros de entre eles destacam-se as seguintes espécies: manga (*Mangifera indica*), Canhú (*Sclerocarya birrea*) anona: *Annona cherimola*, maçã (*A. reticulata*), maçã selvagem (*A. senegalensis*); *Rollinia sieberi*, *Conopharyngia penduliflora*, *Landolphia sp.*, *Saba senegalensis*, *Warburgia ugandensis*, *Parinari mobola*, *Chrysobalanus sp.*, *Diospyros mespiliformis*, *Uapaca kirkiana*, *Dovyalis caffra*, abacate (*Persea americana*), goiaba (*Psidium guajava*), *Cordyla africana*, pêssego (*Prunus pérsica*), *Nauclea latifolia*, *Sarcocephalus esculentus*, e *Citrus aurantium* (White e Elson-Harris 1992; De Meyer 1998).

2.5. Monitoria de Moscas da Fruta

A monitoria populacional de moscas da fruta permite compreender a flutuação da população em uma determinada área e a detecção de espécies que podem ser invasivas (IAEA, 2003). Segundo Pereira (2012), os objectivos principais da monitoria de moscas da fruta podem ser os seguintes:

- Pesquisa científica de identificação e distribuição de espécies;
- Certificação de uma região ou país quanto à ausência de uma determinada espécie-praga em área livre;
- Programa de erradicação e manejo integrado de pragas.

Segundo Pereira (2012), a monitoria de moscas da fruta também pode ser feita através da recolha de frutos, na planta e no solo. O número e tamanho da amostra é variável, de acordo com a disponibilidade de frutos no campo.

A monitoria de adultos de moscas da frutas é feita com recurso a armadilhas, podendo se destacar as seguintes: Lynfield trap, Jackson trap, Steiner trap, Sensus trap, McPhail trap, Tephri trap, Chempac Bucket trap e Multilure trap (Ekesi e Bilah, 2007). A escolha das armadilhas dependerá da eficiência de captura do atractivo escolhido e o custo económico para o produtor (Dos Santos, 2012).

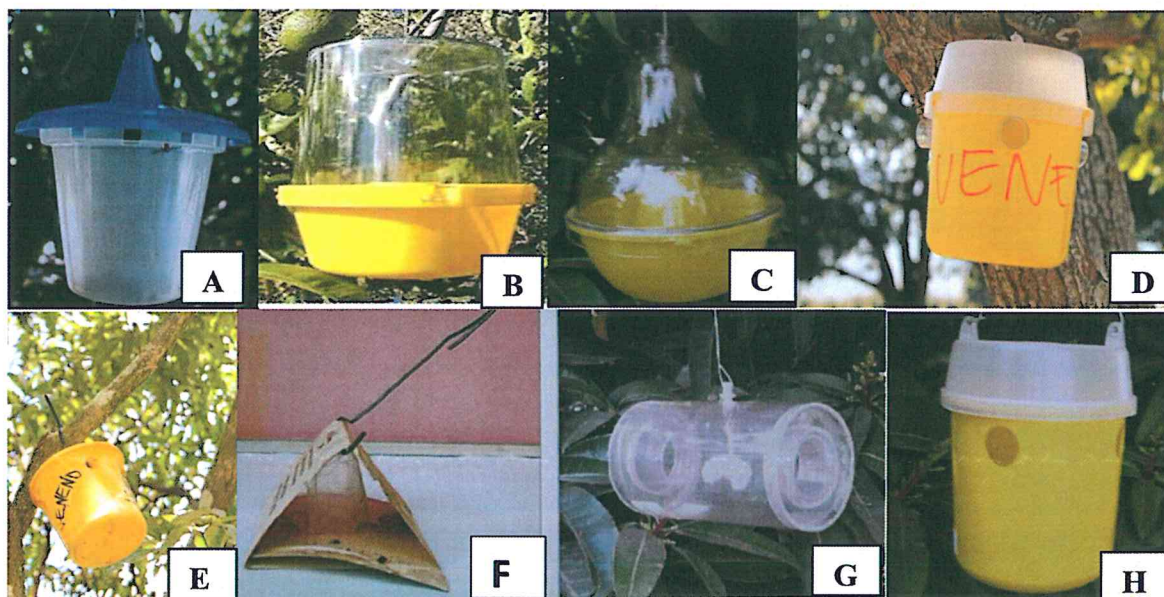


Figura 9. Armadilhas de diferentes tipos usados para a monitoria da mosca da fruta. A) *Sensus*, B) *Multilure*, C) *Mcphail*, D) *Chempac Bucket*, E) *Lynfield* F) *Jackson*, G) *Steiner*, H) *Tephri trap*. Fonte: (Ekesi e Bilah, 2007).

- **Atractivos usados para monitoria da mosca da fruta**

Para monitoria de moscas de frutas existem dois principais tipos de atractivos, nomeadamente: atractivos alimentares e atractivos sexuais de machos (Lux *et al.*, 2003).

- a) **Atractivos Alimentares**

Fêmeas de moscas da fruta exigem uma refeição altamente proteica após a sua eclosão, para o desenvolvimento dos ovários e maturação dos ovos (Leblanc *et al.*, 2010). Consequentemente, muitos programas de monitoria, e estratégias de manejo baseiam-se no uso de atractivos à base de proteínas e hidratos de carbono (Ekesi *et al.*, 2014). Embora os principais alvos sejam as fêmeas, as iscas podem igualmente capturar machos de várias espécies de moscas da fruta (Ekesi *et al.*, 2014). Os machos procuram esse tipo de alimento para permitir o desenvolvimento da glândula salivar, importante na produção de feromona sexual Zucoloto (2000).

Os atractivos alimentares são conhecidos por ter baixa eficiência quando comparados aos atractivos sexuais de machos, para além de atraírem insectos não alvos. Estão disponíveis tanto na forma líquida como em formas sintéticas secas (Manrakhan, 2010). A longevidade no campo dos atractivos de forma líquida está geralmente entre 1 a 2 semanas enquanto os atractivos em forma de cápsula podem durar 4 a 6 semanas. Seja qual for o seu estado físico o intervalo mínimo de distância entre as armadilhas varia de 10 a 30 metros (Manrakhan, 2010).

Dentre os principais atractivos alimentares destacam-se os seguintes:

- ✓ **GF-120:** resulta da mistura de vários fago estimulantes e spinosad 0,24g s.a/l (insecticida). Os insectos adultos de diferentes géneros são atraídos pela proteína hidrolisada e mortos pelo spinosad. Derivado a partir do solo, onde ocorre naturalmente o actinomiceto *Saccharopollspora spinosa*, o spinosad é uma mistura de espinosinas A e D, o qual foi classificado como um insecticida de baixa toxicidade e seguro para ambiente (Zucoloto, 2000).
- ✓ **Torula Yeast:** é um produto feito na base de leveduras com adição de borax e está comercialmente disponível em forma de pequenos comprimidos secos. Quando colocadas em água, atraem moscas da fruta, as quais entram na armadilha em busca do odor e devido a solução em que elas entram em contacto perdem a capacidade de voar. Recomenda-se em actividades de monitoria usar uma dose de 3 a 5 comprimidos por litro de água (Zucoloto, 2000).
- ✓ **Biolure (3C):** é um atractivo seco que consiste de três componentes, a destacar: putrescina, acetato de amónia e trimetilamina. Esses componentes estão disponíveis como cápsulas rodeadas em membranas. É um poderoso atractivo alimentar de fêmeas para *Ceratitidis capitata* (Ekesi e Bilah, 2007).
- ✓ **Questlure:** é largamente usado nas indústrias de citrinos Sul-africanas para monitorar populações de *C. capitata* e *C. rosa* (Ekesi e Bilah, 2007).
- ✓ **Extractos de plantas:** melaço de cana-de-açúcar (7 a 11%), sumos de fruta (uva, pêsego, laranja e outros), açúcar mascavo, vinagre (Zucoloto, 2000).

b) Atractivos Sexuais de Machos

São aqueles que caracterizam-se por ser altamente específicos e possuir uma elevada eficácia por atraírem moscas a distâncias relativamente longas (até 1km²) (White e Helson-Harris, 1992). São maioritariamente paraferromonas; estão disponíveis tanto na forma líquida como na forma de sólidos poliméricos com formulação para libertação controlada. Destacam-se neste grupo de atractivos o Metil Eugenol (ME), que atrai na sua maioria machos do género *Bactrocera*, como é o caso de *B. dorsalis* e *B. zonata*, mas também atrai algumas espécies do género *Dacus* (Ekesi e Bilah, 2007; Manrakhan, 2010).

2.6. Dinâmica da População de Moscas da Fruta

Dinâmica da população de moscas da fruta refere-se à flutuação ou variação da população destes no tempo e/ou espaço, influenciada por factores bióticos e abióticos. A avaliação da dinâmica pode ser realizada ao longo do horizonte temporal, também denominada por dinâmica temporal, abundância sazonal ou flutuação sazonal; e a dinâmica espaço-temporal, a qual mostra a variação da população pelo espaço ao longo do tempo.

a) Abundância Sazonal

A descrição ou avaliação da abundância sazonal de moscas da fruta permite o conhecimento dos períodos de pico de densidade populacional, e períodos de menor ocorrência. O conhecimento da flutuação da população de moscas da fruta pode ajudar na determinação do melhor período para a aplicação de medidas de controlo (Hui e Liu, 2005).

A flutuação temporal da população de moscas de frutas em pomares está associada à factores bióticos e factores abióticos (Aluja, 1994). De entre os factores bióticos destacam-se a disponibilidade de hospedeiros, dispersão e inimigos naturais. Os factores abióticos incluem variáveis climáticas: temperatura, humidade relativa, precipitação pluviométrica, e condições físicas do solo (Corsato, 2004).

A temperatura pode influir directamente ou indirectamente na população de moscas da fruta por meio de efeitos sobre as taxas de desenvolvimento, mortalidade, e fecundidade (Corsato, 2004). A humidade do solo pode condicionar a sobrevivência de pupas no solo, e emergência de adultos

(Baker *et al.*, 1944). A precipitação influencia directamente na biologia do insecto assim como na disponibilidade de hospedeiros.

A relação entre a flutuação da população de moscas da fruta e factores bióticos e abióticos pode ser estudada com base na análise de regressão. A escolha do tipo de regressão a usar depende dos objectivos, número e tipo de factores a analisar. Um dos modelos largamente usado é o log-linear de Poisson, o qual permite a análise conjunta da influência de factores quantitativos e qualitativos sobre a população de moscas da fruta (Nene *et al.*, 2015; Vayssières *et al.*, 2009).

b) Dinâmica Espaço-Temporal

A dinâmica espaço-temporal difere da abundância sazonal pela adição da componente espacial na flutuação da população. Nesta abordagem parte-se do princípio de que sistemas agrícolas são intrinsecamente heterogêneos, pois eles contêm diferentes arranjos de solos, habitat, características microclimáticas, comunidades de plantas, e, conseqüentemente mostram uma extensa variabilidade da fertilidade do solo, retenção de água, produtividade das culturas, e assim por diante. Mesmo em uma pequena unidade de produção, podem ser encontrados vários gradientes de parâmetros bióticos e abióticos (Sciarretta e Trematerra, 2014).

Os mesmos princípios aplicam-se à população de insectos, onde a variação espacial da população é causada pela influência de factores bióticos e abióticos. Os processos que influenciam a heterogeneidade espacial da população de moscas da fruta incluem factores intrínsecos das espécies (reprodução, mortalidade, taxa de desenvolvimento, comportamento e uso de recursos), dispersão (imigração, colonização, emigração), e pela heterogeneidade ambiental no espaço e no tempo (Fleischer *et al.*, 1997; Nestel *et al.*, 2004).

O entendimento da heterogeneidade da distribuição espacial de insectos alvo leva com que medidas de controlo sejam tomadas no momento mais apropriado e no local mais apropriado, antes da população se alastrar para toda a área de produção, reduzindo o custo ambiental e económico envolvidos (Enkerlin, 2003; Alemany *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2007). A pedra angular para o IPM é que as medidas de controlo são tomadas quando e onde a população da praga atinge um limiar económico (Kogan, 1998).

Mapas espaço-temporais podem ser armazenados para gerar base de dado temporal cumulativa, providenciando um padrão visual da presença da praga durante longos períodos de tempo (Wahab *et al.*, 2006). Contudo, a sua análise requer o entendimento das ferramentas de geostatísticas (Castrignanò *et al.*, 2006). Uma das técnicas recomendadas para as análises espaço-temporais é kriging ou krigagem.

A krigagem é uma técnica de geostatística usada para propósitos de interpolação como mapeamentos e contornos. É uma forma generalizada de modelos lineares de regressão univariadas e multivariadas para estimação pontual, sobre uma área ou volume. A diferença deste método de interpolação com os outros métodos é a dependência do seu peso não apenas da distância, mas sim da direcção ou orientação dos dados da vizinhança dos dados não amostrados (Petrowiki, 2016).

A Krigagem leva em consideração as características espaciais de autocorrelação de variáveis regionalizadas, e um dos critérios para o uso da krigagem é que nas variáveis regionalizadas deve existir uma certa continuidade espacial, o que permite que os dados obtidos por amostragem de certos pontos possam ser usados para parametrizar a estimação de pontos onde o valor da variável seja desconhecido (Petrowiki, 2016).

Nas estimativas por krigagem as distâncias são baseadas na análise variográfica e além deste relacionamento entre pontos estimadores e o ponto a ser estimado há também o relacionamento entre os pontos estimadores que vão fornecer informações sobre o agrupamento presente. O sistema de krigagem leva em consideração, portanto, tanto a distância entre as amostras como o seu agrupamento (Conislla, 2015).

A krigagem pode ser simples, ordinária (normal), universal, indicativa e co-krigagem. Destas, a krigagem ordinária é a recomendada quando valores de uma variável regionalizada apresentam média constante, porem desconhecida, pois o algoritmo permite encontrar os ponderadores óptimos que minimizem a variância do erro de estimação (Conislla, 2015).

A metodologia de krigagem para a análise da dinâmica espaço-temporal de pragas foi usada e recomendada por alguns autores em diversas regiões. Alemany *et al.* (2006), com recurso a krigagem avaliaram com sucesso a dinâmica espaço-temporal de *C. capitata* num pomar de 0.7 ha de citrinos na Espanha. Sciarretta e Trematerra (2014), com base na mesma metodologia

avaliaram a influência da geoestatística no estudo espaço-temporal de insectos para o manejo integrado de pragas em oliveiras. Holland *et al.* (2005), com recurso a krigagem descreveram a distribuição espacial de térmitas em culturas. Wahab *et al.* (2006), com recurso a mesma metodologia descreveram a dinâmica espaço-temporal de *C. capitata* com vista a apoiar o manejo no âmbito da agricultura de precisão.

Análises de krigagem mostram ser um complemento do índice MAD de elevado uso, e esta abordagem pode ter muito mais por oferecer no manejo de pragas especialmente em programas que cobrem vastas áreas (Alemany *et al.*, 2006; Hendrichs *et al.*, 2002). Contudo, uma das desvantagens das análises espaço-temporal é o elevado custo das monitorias, devido a exigência de realização de monitorias intensivas e com elevada densidade de armadilhas (Sciarretta e Trematerra, 2014).

2.7. Índice de Abundância Relativa

A introdução de espécies em uma nova área pode alterar os padrões de sucessão, relações mutualistas, a dinâmica da comunidade, a função do ecossistema, e distribuição de recursos (Mooney e Cleland 2001; Ekesi *et al.*, 2009). As espécies invasoras também podem ter impactos negativos sobre as populações indígenas através de interações ecológicas como a concorrência levando à substituição.

Reitz e Trumble (2002), definiram a substituição competitiva como “a remoção de uma espécie anteriormente estabelecida num habitat por um uso superior, aquisição ou defesa dos recursos por outra espécie.” A substituição competitiva é frequentemente difícil de estudar e documentar em condições naturais, mas ocasionalmente é visível quando os organismos invadem um novo continente ou ilhas (Mooney e Drake, 1986).

A relação entre abundâncias de duas espécies pode ser determinada usando o Índice de Abundância Relativa (RAI). O índice de abundância relativa mostra a proporção de uma espécie em relação à outra ou as restantes espécies, podendo ser utilizado para avaliar a dominância de uma espécie em relação a outra durante as diferentes épocas do ano, espécies de hospedeiros, locais entre outros, e o efeito da competição entre as duas espécies (Segura *et al.*, 2006).

2.8. Infestação por Moscas da Fruta

A infestação da fruta pode ser dada pela incidência, que representa a percentagem de frutos infestados ou danificados e pelo índice de infestação que representa a quantidade de larvas, pupas ou adultos de moscas da fruta por unidade de fruto ou pelo peso do fruto avaliado (Pereira, 2012).

O índice de infestação varia de acordo com a região de estudo, disponibilidade de hospedeiros e com factores ambientais (Menezes, 2013). A infestação também pode variar dependendo das variedades da espécie de fruto ou em diferentes espécies pertencentes a um mesmo género (Dos Santos, 2012).

CAPITULO III

3.0. ABUNDÂNCIA SAZONAL E DINÂMICA ESPÁCIO-TEMPORAL DE *B. dorsalis* E *C. cosyra* EM POMAR DE MANGA

3.1. Introdução

A manga é uma das frutas com o potencial mais elevado para garantir a segurança alimentar e geração de rendimento em África (Vayssières *et al.*, 2014) e Moçambique em particular (Cugala, 2012), onde a sua exportação rendeu ao país mais de 758 mil dólares norte americanos de 2006 a 2009 (Coutrystat 2012, citado por Canhanga, 2013).

A infestação por moscas da fruta é o maior constrangimento na produção local da manga, levando a perdas de cerca de 40% (Mwatawala *et al.*, 2006), sendo as principais espécies a *B. dorsalis* e *C. cosyra* (Ekesi *et al.*, 2014). A *B. dorsalis* ocorre em África desde 2003, e em Moçambique desde 2007 (Cugala e Mangana, 2010b). Até ao momento vários estudos foram realizados com vista ao conhecimento da sazonalidade e dinâmica da praga (Mwatawala *et al.*, 2006).

A flutuação populacional de moscas da fruta em pomares está associada a factores bióticos e abióticos (Aluja, 1994). De entre os factores bióticos destacam-se a disponibilidade de hospedeiros e inimigos naturais. Os factores abióticos incluem variáveis climáticas: a temperatura, a humidade relativa e a precipitação pluviométrica, e condições físicas do solo (Corsato, 2004). Os factores climáticos, principalmente a precipitação, podem influenciar na maior ou menor disponibilidade de hospedeiros (Corsato, 2004).

A importância económica de moscas da fruta é devido não apenas à perdas directas de produção, mas sim aos elevados custos de controlo, incluindo o dispêndio em sistemas de monitoria intensiva (Alemany *et al.*, 2006). Com a crescente demanda de pesticidas para o controlo de moscas da fruta, torna-se cada vez necessário a minimização da quantidade aplicada nos pomares com vista a minimizar o seu impacto sobre o ambiente e sobre os consumidores da fruta, e uma das abordagens usadas é o da agricultura de precisão (Wahab *et al.*, 2006).

A análise de dinâmica espaço-temporal de moscas da fruta por ajudar na identificação de áreas ou

condições heterogêneas pode levar a aplicação de medidas de controlo em áreas restritas e no momento exacto, resultando não só numa maior efectividade, mas sim na redução do custo de controlo por hectare (Faiza *et al.*, 2012). Embora importante, o uso de informações de dinâmica espaço-temporal de pragas ainda é muito fraco, sendo a *C. capitata* uma das poucas espécies extensamente explorada nas regiões temperadas de ocidente e médio oriente, não havendo registo de estudos semelhantes para a espécies *B. dorsalis* e *C. cosyra* (Alemany *et al.*, 2006; Wahab *et al.*, 2006; Israely *et al.*, 2005).

Em Moçambique, não há registo de estudos de avaliação conjunta de abundância sazonal de *B. dorsalis* e *C. cosyra*, assim como a avaliação da dinâmica espaço-temporal destas espécies. Os poucos estudos documentados referem-se apenas a dinâmica temporal de *B. dorsalis*, os quais apontam aos períodos de maturação da manga, como o período de pico de infestação (Majacunene, 2013). Contudo, sendo a *C. cosyra* uma das principais espécies que infestam a manga em África, e com elevado potencial de dano, a avaliação da sua dinâmica é igualmente importante, e poderá apoiar na elaboração de estratégias de controlo mais abrangentes. Portanto, o presente estudo tem potencial para contribuir no fornecimento de informação para o manejo de moscas da fruta.

3.1.1. Objectivos

- Estimar as densidades populacionais de *B. dorsalis* e *C. cosyra*;
- Descrever a abundância sazonal de *B. dorsalis* e *C. cosyra* e a sua relação com factores bióticos e abióticos;
- Descrever a dinâmica espaço-temporal de *B. dorsalis* e *C. cosyra*;
- Estimar o índice de abundância relativa de *B. dorsalis* e *C. cosyra*.

3.2. Materiais e Métodos

3.2.1. Descrição da Área de Estudo

Este estudo foi conduzido na província de Manica, distrito de Vandúzi, Posto Administrativo de Vandúzi, região de Belas, pomar Al Omrah (Chandroca) (FIGURA 10). A farma possui uma área de cerca de 10ha dedicada a produção comercial de manga. As principais variedades cultivadas são Tommy atkins (mais de 80%) e Kent (menos de 20%). O pomar está rodeado de campos de

produção de milho, áreas de pastagem do gado e plantas isoladas de goiabeiras e mangueiras de variedades locais (FIGURA 11).

O distrito de Vandúzi localiza-se na parte central da província de Manica. É limitado a Norte pelo distrito de Bárue, a Sul pelo distrito de Sussundenga, a Este pelo distrito de Gondola e a Oeste pelo distrito de Manica. O clima do distrito é do tipo tropical húmido com duas estações bem definidas, a época seca que ocorre de Maio a Outubro e a chuvosa que vai de Novembro até aos finais de Abril. A temperatura média anual do distrito de Vandúzi é de 21,2°C, uma precipitação anual entre 1000 a 1020 mm. Os solos são basicamente vermelhos óxidos, profundos e bem drenados, com uma topografia ondulada (MAE, 2005).

A escolha do local deveu-se ao facto do mesmo possuir um pomar organizado de mangueiras, de fácil acesso em todas épocas do ano e encontrar-se numa das zonas de maior ocorrência de moscas de fruta. Um factor adicional que levou à escolha da farma é a não aplicação de medidas de controlo de moscas da fruta e outras pragas, factor que influenciaria negativamente na qualidade de dados obtidos.

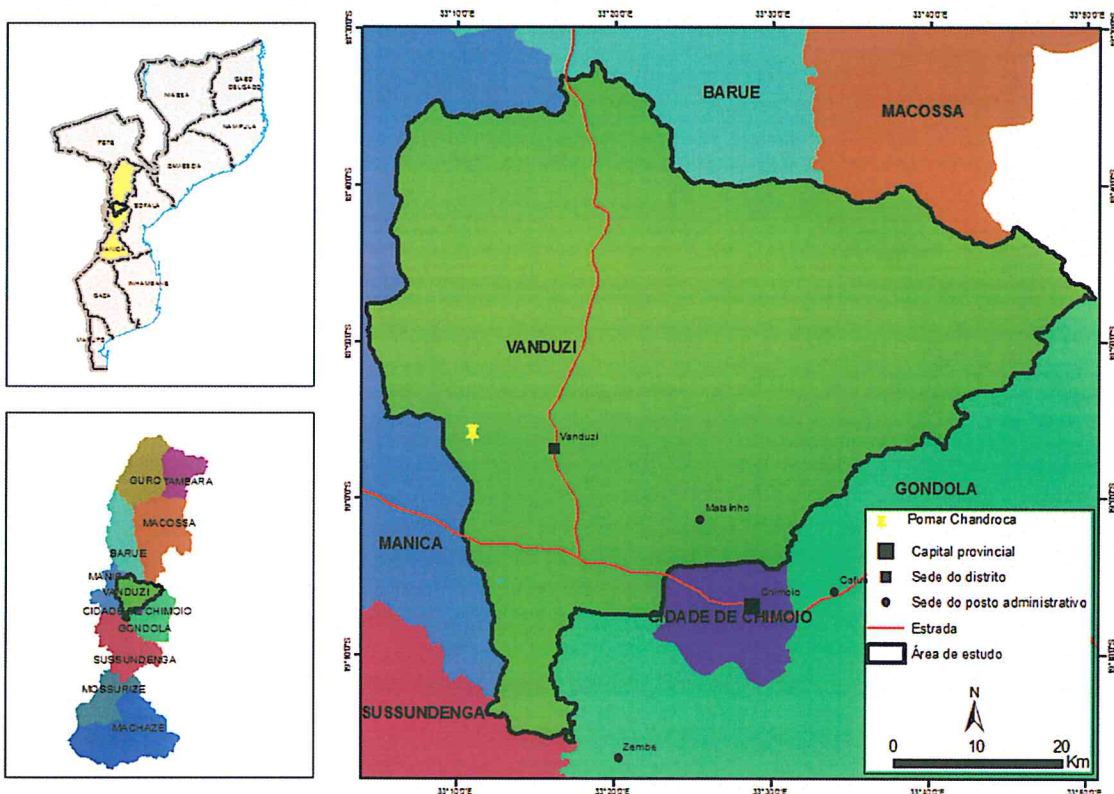


Figura 10. Localização geográfica do distrito de Vandúzi



Figura 11. Topografia da área de estudo. A = pomar em estudo, B = Plantas de mangueiras de variedade local, C = áreas de pastagem e de cultivo de milho, D = Plantas de goiabeiras e mangueiras de variedade local.

3.2.2. Descrição dos Principais Materiais

O atrativo alimentar utilizado no estudo foi a *torula yeast*, uma proteína hidrolisada formulada para captura de moscas de fruta (FIGURA 12A) (Amburete, 2014). Uma das características de eleição deste atrativo alimentar é o seu potencial para capturar machos e fêmeas de uma diversidade de espécies de mosca da fruta incluindo as espécies alvo do estudo (*B. dorsalis* e *C. cosyra*) e o seu raio curto de acção, o que evita a interferência entre parcelas vizinhas (Leblanc *et al.*, 2010).

O atrativo alimentar foi diluído numa proporção de 3:1, onde 3 comprimidos de *torula yeast* foram dissolvidos em 1l de água. Em cada armadilha foram colocadas 250 ml de solução, pelo que foram usados 16 litros de solução por cada semana de monitoria, o que corresponde a 48 comprimidos de *Torula yeast*, tendo-se em todo o estudo usado cerca de 2800 comprimidos.

A armadilha usada foi do tipo Chempac Bucket (FIGURA 12 B) (Ekesi e Bilah, 2007). A temperatura ambiental foi colhida com recurso à *data loggers*, programado para registo da temperatura em intervalos de 2 horas durante todo período de estudo (FIGURA 12 C).

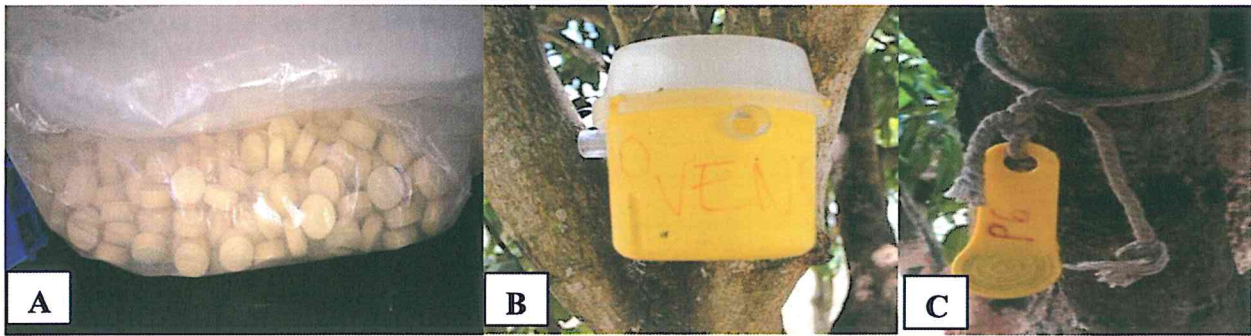


Figura 12. Material usado no estudo: *Torula yeast* (A); Armadilha Chempac Bucket (B); Data logger (C).

3.2.3. Procedimentos de Amostragem

Para a amostragem, o pomar foi subdividido em 26 parcelas, das quais 13 na parte externa ou na bordadura e as restantes 13 no interior, e seleccionados 4 pontos fora do pomar (FIGURA 13). Cada uma das parcelas foi constituída por 6 mangueiras devidamente marcadas por letras (A, B, C, D, E e F) e georreferenciadas. Cada árvore foi codificada com base no número da parcela e a letra da árvore da seguinte forma, 1A, 1B,... 26F.

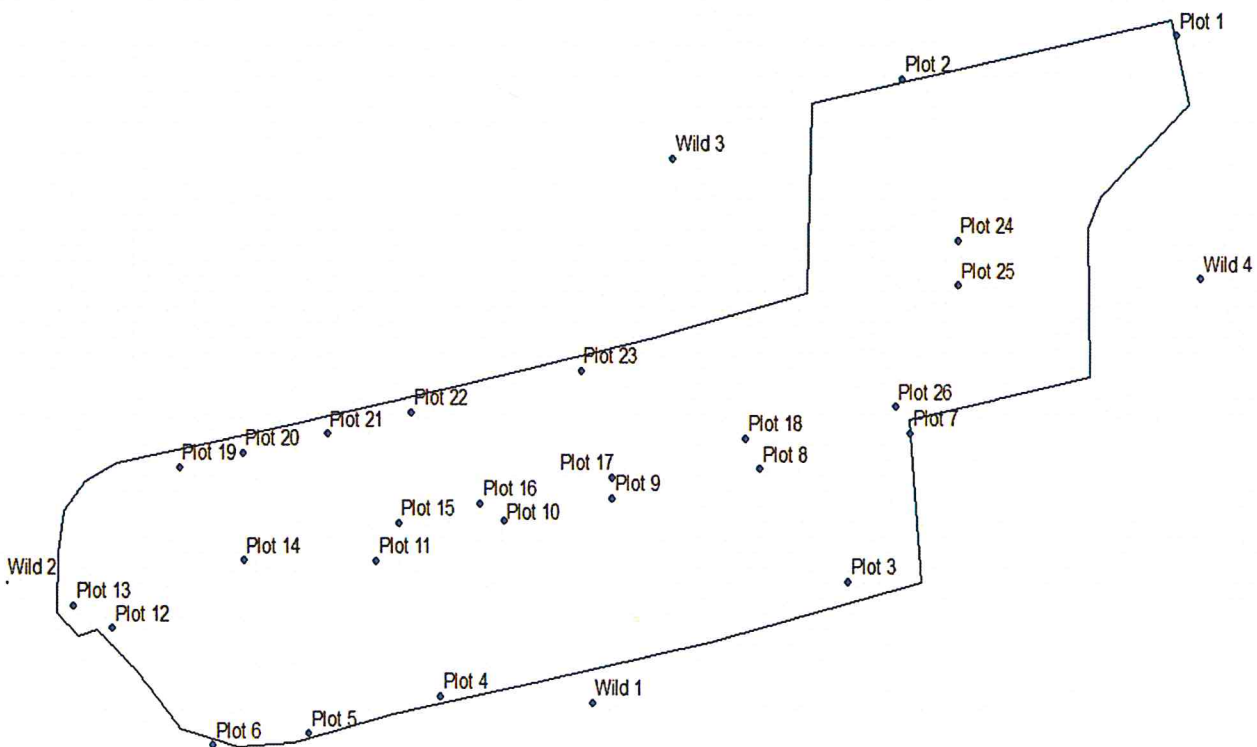


Figura 13. *Layout* das armadilhas na farma Chandroca (Plot: Parcelas internas e externas; wild: pontos localizados fora do pomar).

Em cada uma das 26 parcelas foram colocadas 2 armadilhas, as quais foram alternadas em cada data de monitoria pelas 6 árvores com recurso a um dado, onde cada uma das seis faces do dado correspondeu a uma letra de cada árvore. Em cada um dos 4 pontos localizados fora do pomar foram colocadas 3 armadilhas fixas, ou seja, não alternadas em cada data de monitoria. No total foram usadas 64 armadilhas, as quais foram penduradas numa área sombreada da árvore e com circulação do vento a uma altura média de 1,5 m do solo (Manrakhan *et al.*, 2010).

A recolha de dados cobriu 2 campanhas de produção de manga, nomeadamente campanha 2014/15 a qual iniciou em Setembro de 2014 à Fevereiro de 2015, e a campanha 2015/16 a qual iniciou em Março de 2015 à Fevereiro de 2016. Durante a primeira campanha da manga (2014/15), as monitorias foram realizadas num intervalo semanal. Nos primeiros meses da segunda campanha, de Março a Julho de 2015, a intensidade da monitoria reduziu-se para um intervalo mensal devido a redução no número de indivíduos capturados (baixa densidade da população). De Agosto de 2015 a Fevereiro de 2016 retornou-se à monitoria semanal devido ao aumento da população de moscas de fruta. Ao todo foram realizadas cerca de 60 monitorias de mosca da fruta.

Em cada monitoria foi feita a recolha dos espécimens capturados nas armadilhas, com recurso a pincel, e substituição ou renovação dos atractivos. Os atractivos usados foram enterrados para evitar interferência com as armadilhas. Os frascos contendo as amostras foram etiquetados de acordo com a parcela, adicionado álcool à 70% ou 96% de acordo com a disponibilidade, e levados ao laboratório da Mosca da Fruta de Chimoio para identificação taxonómica.

Para a recolha de dados de temperatura, foram montados 26 dispositivos em igual número de parcelas sendo os registos feitos num intervalo de 2 horas. A informação referente a precipitação foi recolhida na estação meteorológica da Companhia do Vandúzi (a mais próxima do local do estudo), localizada a cerca de 10km do pomar, distância esta que se encontra dentro do raio aceitável para avaliação da relação com as variáveis em estudo (Mwatawala, comunicação pessoal).

Dados de fenologia da manga, foram recolhidos semanalmente durante as duas campanhas de produção cobertas pelo estudo. A fenologia da manga foi subdividida em 5 estágios nomeadamente: (1) estágio de floração, (2) estágio de desenvolvimento do fruto, (3) estágio de

pré-maturação do fruto, (4) maturação agronómica, e (5) estágio de crescimento vegetativo, de acordo com a recomendação de Vayssières *et al.* (2014).

3.2.4. Identificação Taxonómica das Espécies de Moscas da Fruta

As amostras foram identificadas com recurso à chave de identificação de moscas de fruta electrónica de multientradas desenvolvida por Virgilio *et al.* (2014). As amostras foram identificadas e separadas por género, espécie e sexo. Das espécies de moscas de fruta capturadas, apenas a *B. dorsalis* e *C. cosyra* é que foram consideradas para o presente estudo devido a sua abundância e importância económica.

3.2.5. Estimativas da Densidade da População

A densidade populacional de adultos por espécie foi estabelecida com base no índice MAD (número médio de moscas por armadilha por dia), que foi estimado como sendo a razão entre o número de moscas de uma determinada espécie pelo produto entre o número de dias de exposição das armadilhas e o total das armadilhas.

$$MAD = \frac{M}{A \cdot D}$$

Onde:

M - Número de moscas capturadas;

D - Número de dias de exposição das armadilhas; e

A - Número total de armadilhas montadas.

3.2.6. Índice de Abundância Relativa

O índice de abundância relativa (RAI) representou a relação entre a *B. dorsalis* sobre *C. cosyra*, calculado por cada data de monitoria com base na fórmula abaixo, e interpretado com base nos seguintes intervalos (Segura *et al.*, 2006):

- RAI = 1: presença exclusiva da *B. dorsalis*.
- $0.66 < RAI < 1$: ambas espécies presentes, mas *B. dorsalis* em elevada abundância em relação a *C. cosyra*.

- $0.33 < \text{RAI} < 0.66$: Casos intermediários.
- $0 < \text{RAI} < 0.33$: ambas espécies presentes, mas *C. cosyra* em elevada abundância em relação a *B. dorsalis*.
- $\text{RAI} = 0$: presença exclusiva da *C. cosyra*.

$$\text{RAI} = \frac{\text{BD}}{\text{BD} + \text{CC}}$$

Onde:

RAI: Índice de abundância relativa;

BD: Densidade de *B. dorsalis*;

CC: Densidade de *C. cosyra*.

3.2.7. Análise de dados

Para a análise, os dados foram primariamente inseridos e processados no pacote Excel 2013, onde foram determinados os índices MAD e RAI, por parcela, por data de monitoria, semana, mês, campanha e por estágio fenológico da manga (Vayssières *et al.*, 2006). Com recurso ao mesmo pacote foram feitos gráficos e estatísticas descritivas para as variáveis temperatura, precipitação, MAD e RAI.

Para a análise do MAD por estágio fenológico da manga, foi utilizado o delineamento completamente casualizado (DCC), recomendado para estudos em que não se espera grande variação entre as unidades experimentais (Montgomery, 2001). As 26 parcelas dentro do pomar constituíram as repetições e o estágio fenológico constituído tratamentos. Os dados foram primariamente transformados com base na função $\log(x+1)$ para a regularização dos pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias. Seguidamente, foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparados com recurso ao teste de SNK, usando o pacote estatístico STATA 13 (Nene *et al.*, 2015).

As comparações da densidade das duas campanhas (2014/15 e 2015/16) e espécies de moscas da fruta (*B. dorsalis* e *C. cosyra*), por não seguirem uma distribuição normal e por violar o pressuposto de homogeneidade de variâncias, foram feitas com recurso ao teste não paramétrico de Mann-Whitney (Nene *et al.*, 2015; Segura *et al.*, 2006), com recurso ao pacote estatístico STATA 13.

A avaliação da relação entre a flutuação sazonal da população de moscas da fruta e os factores bióticos e abióticos foi realizada com base na regressão log-linear de Poisson, com as variáveis temperatura (média, máxima e mínima), precipitação, e os estágios fenológicos da manga (ordenados de forma crescente do estágio vegetativo (1) até ao estágio de maturação agronómica (5)), com recurso ao pacote estatístico STATA 13 (Nene *et al.*, 2015).

A análise da dinâmica espaço-temporal, foi feita com base no método de krigagem ordinária, com recurso ao ARCGIS 9.2.

3.3. Resultados

3.3.1. Descrição da Fenologia da Manga

Resultados do estudo mostraram que para as duas variedades presentes na área de estudo, o período vegetativo da manga iniciou em Março e se estendeu até o mês de Maio. O estágio de floração iniciou em Junho e terminou em Agosto. Em Setembro iniciou o estágio de formação e desenvolvimento de frutos, que se estendeu até Outubro. Em Novembro deu-se a pre-maturação dos frutos. A maturação agronómica a qual caracteriza-se pela completa maturação do fruto para consumo de mesa, decorreu no período de Dezembro até Fevereiro (FIGURA 14).



Figura 14. Estágios fenológicos da manga (A: período vegetativo, B: floração, C: formação e desenvolvimento de frutos, D: pré-maturação, E: maturação agronómica).

Nas vizinhanças do pomar em estudo existiam algumas árvores isoladas de manga de variedades locais e goiaba, conforme apresentado na figura 11 acima. A manga local teve uma fenologia diferente em relação às variedades comerciais que se encontram no pomar, sendo a floração com início em Junho, formação de frutos em Agosto e maturação agronómica em Outubro a Dezembro. A goiaba, teve a sua maturação no período de Dezembro a Abril.

3.3.2. Descrição dos Factores Abióticos

A temperatura mínima mensal no período de ensaio variou de 8.90 a 18.54° C, com uma média de 14.4° C. as temperaturas máxima e média mensais variaram de 25.56 a 35.75° C e 17.67 a 25.92° C respectivamente. A precipitação total nos dois anos cobertos pelo estudo foi de 929.30 mm.

3.3.3. Abundância Sazonal de *B. dorsalis* e *C. cosyra*

No geral as duas espécies tiveram um padrão similar de flutuação da densidade. Durante a primeira campanha (2014/15), que compreendeu ao período de Setembro de 2014 a Fevereiro de 2015, a população de *B. dorsalis* atingiu o pico em Janeiro de 2015, onde foi registada uma densidade média do mês de 20.9 moscas por armadilha por dia. A segunda densidade mais elevada da campanha, foi registada em Fevereiro de 2015, com 12.9 moscas por armadilha por dia.

O padrão de crescimento da população da *B. dorsalis* foi similar ao da diminuição da temperatura máxima, ao aumento da temperatura média e mínima, e aumento da precipitação média. O pico da densidade da *B. dorsalis* coincidiu com a temperatura mínima mais alta, de 18.54° C, e a temperatura máxima mais baixa, de 30.74° C. A precipitação e temperatura médias mais altas foram verificados no mês de Dezembro de 2014, os quais foram respectivamente 356 mm e 24.32°C (FIGURA 15).

Na campanha de 2015/16, que compreendeu o período de Março de 2015 a Fevereiro de 2016, a população de *B. dorsalis* teve o seu pico em Janeiro de 2016, à semelhança da primeira campanha, com o número médio de moscas por armadilha por dia, durante o mês, de 3.9. A densidade populacional mais baixa neste período foi de 0.091 moscas por armadilha por dia, observada no mês de Junho de 2015.

O pico da densidade em Janeiro coincidiu com o pico da precipitação média de 150 mm. A densidade mais baixa verificada em Junho de 2015, coincidiu com o registo da temperatura mínima, média, máxima e precipitação média mais baixas, com os valores de 9.06°C, 17.67°C, 25° C, e 0 mm respectivamente (FIGURA 15).

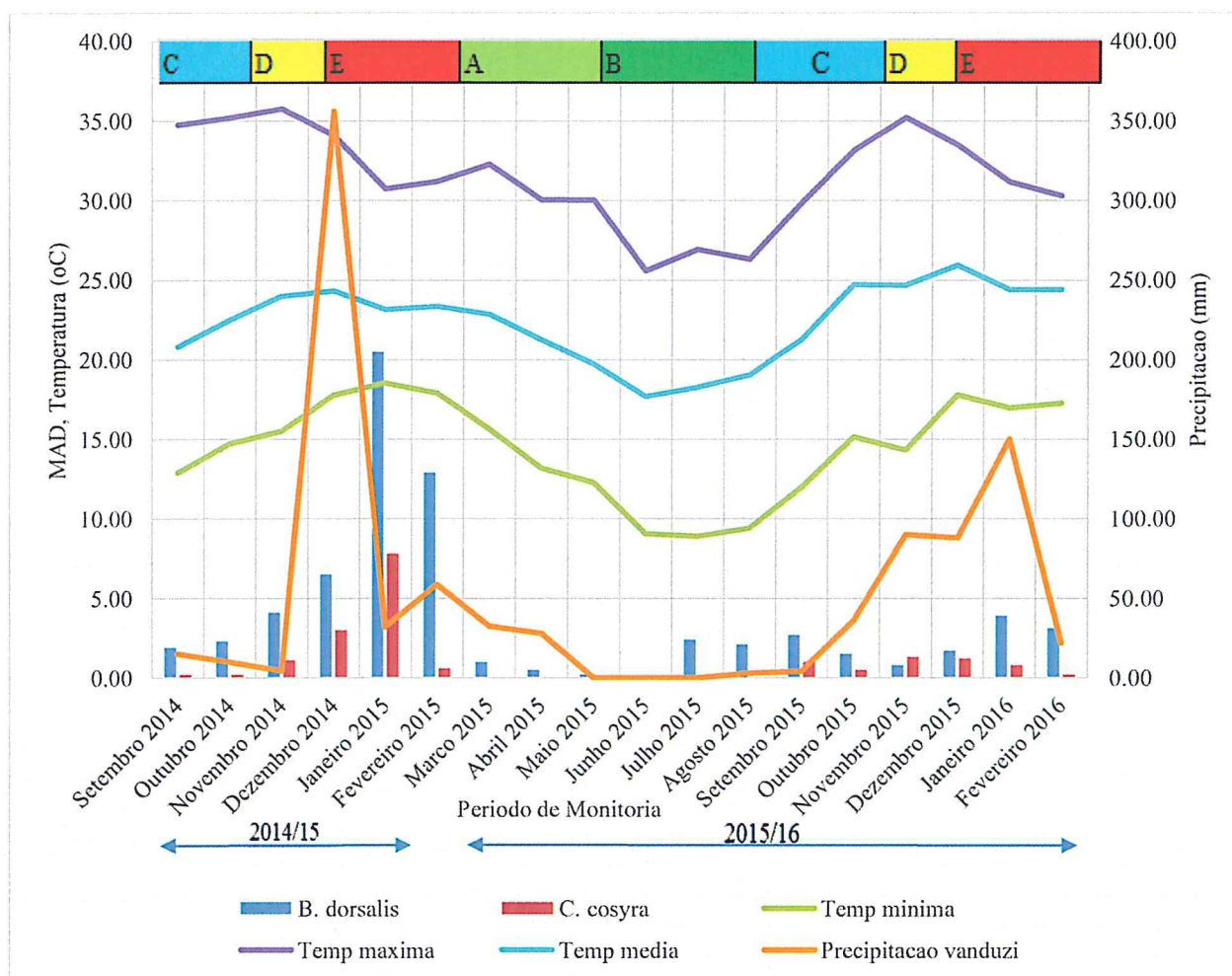


Figura 15. Flutuação mensal da população de *B.dorsalis* e *C. cosyra* e variação dos factores bióticos e abióticos. A = Estágio de crescimento vegetativo, B = Floração, C = Crescimento do fruto, D = Pré-maturação, E = Maturação agronómica.

Em relação ao hospedeiro, o padrão de crescimento da população da *B. dorsalis* correspondeu ao padrão de maturação da manga, onde a população cresceu à medida que a fruta passava do estágio de desenvolvimento do fruto ao estágio de maturação agronómica, tendo-se observado o pico da densidade populacional na mesma altura em que a maturação da manga atingiu o seu pico. O decréscimo do hospedeiro em Fevereiro correspondeu com o decréscimo da população da mosca, o que mostra uma dependência do crescimento da população à fenologia da manga.

A espécie *C. cosyra* esteve abundante no pomar em quase todo o período de amostragem, não tendo sido capturada apenas em Abril de 2015. As densidades mais baixas da *C. cosyra* foram observadas no período de Março a Outubro, o qual coincide com o período de ausência de

hospedeiro no pomar, redução das temperaturas mínima, máxima e média e ausência de precipitação.

Os picos da densidade média mensal da população de *C. cosyra* foram observados em alturas diferentes nas duas campanhas, sendo na campanha 2014/15 observada em Janeiro (MAD = 7.8), e na campanha 2015/16 observada no mês de Novembro (MAD=1.30). A altura de obtenção do pico da densidade da população da *C. cosyra* na campanha 2014/15 coincidiu com o pico da maturação da manga, enquanto que na segunda campanha coincidiu com o estágio de pré-maturação da manga.

A densidade média de *B. dorsalis* observada na primeira campanha (MAD = 8.27), foi significativamente superior em relação a segunda campanha (MAD = 1.48), à semelhança da *C. cosyra*, que teve um MAD de 2.29 na primeira campanha, significativamente superior em relação a segunda campanha com MAD = 0.51. Uma comparação geral das duas espécies mostrou que a densidade média de *B. dorsalis* (MAD = 4.72) foi significativamente superior à *C. cosyra* (MAD = 1.28) (TABELA 2).

Tabela 2. Comparação da densidade de *B. dorsalis* e *C. cosyra* obtida nas campanhas 2014/15 e 2015/16.

Campanhas	<i>B. dorsalis</i>	<i>C. cosyra</i>
2014/15	8.27 a	2.29 a
2015/16	1.48 b	0.51 b
	z = 4.335; Prob > z = 0.0000	z = 2.640; Prob > z = 0.0083
Média	4.72 A	1.28 B
	z = 4.146; Prob > z = 0.000	

Médias seguidas de mesma letra minúscula ao longo da coluna e maiúscula ao longo da linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Mann - Whitney a 5% de significância.

A avaliação da densidade de moscas da fruta pelas diferentes fases fenológicas da manga mostrou que em relação a *B. dorsalis*, o estágio de maturação agronómica da manga apresentou a densidade mais elevada (9.57 ± 0.98 moscas por armadilha por dia) e estatisticamente diferente dos restantes estágios nomeadamente floração, desenvolvimento do fruto, pré-maturação e crescimento vegetativo, que apresentaram densidades mais baixas e não diferentes entre si, com base no teste de SNK a 5% de significância (TABELA 3).

A superioridade na densidade da *B. dorsalis* no estágio de maturação agronómica do fruto e à não diferença significativa entre os outros estágios fenológicos pode mostrar a importância que a presença do hospedeiro apresenta para abundância desta espécie de moscas da fruta.

Em relação à *C. cosyra*, a análise estatística mostrou que o estágio de maturação agronómica da manga coincidiu com a densidade mais alta (2.36 ± 0.31 moscas por armadilha por dia), que não diferiu significativamente do estágio de pré-maturação (1.30 ± 0.54 moscas por armadilha por dia). Os restantes estágios fenológicos nomeadamente estágio de floração, desenvolvimento do fruto, e crescimento vegetativo, tiveram as densidades mais baixas e não diferentes entre si e em relação ao estágio de pré-maturação, com base no teste de SNK a 5% de significância (TABELA 3).

Tabela 3. Flutuação da população de moscas da fruta por estágio fenológico da manga

Estágio fenológica	MAD <i>B. dorsalis</i>	MAD <i>C. cosyra</i>
Floração	1.83 ± 1.39 a	0.02 ± 0.44 a
Desenvolvimento do fruto	2.06 ± 1.13 a	0.26 ± 0.36 a
Pre-maturação	2.45 ± 1.70 a	1.30 ± 0.54 ab
Maturação agronómica	9.57 ± 0.98 b	2.36 ± 0.31 b
Crescimento vegetativo	2.23 ± 1.70 a	0.00 ± 0.54 a
	Prob > F = 0.0000; F=9.61	Prob > F = 0.0002; F=7.99

Pares de média seguidas seguidas de mesma letra ao longo da coluna não diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de significância.

Devido a baixa distância de atracção do atractivo alimentar utilizado no estudo (*Torula yeast*), pode-se afirmar que as densidades de moscas obtidas pelas diferentes fases fenológicas da manga, são exactamente resultados das mudanças fenológicas da cultura e não resultados da interferência externa.

A análise de correlação entre a flutuação sazonal da população de *B. dorsalis* e *C. cosyra* com as variáveis bióticas mostrou que todas as variáveis quantitativas do estudo estão correlacionadas em diferentes graus. A regressão log-línear de Poisson a 5% de significância ($p < 0.000$) mostrou que as densidades de *B. dorsalis* e *C. cosyra* tiveram uma relação positiva com a temperatura mínima, temperatura máxima e fenologia, e relação negativa com a temperatura média e precipitação.

Para a *B. dorsalis*, com exceção da temperatura máxima, as restantes variáveis tiveram uma relação significativa com a flutuação da população. Para a *C. cosyra*, a precipitação foi a única variável que não teve relação significativa com a flutuação da população da espécie (TABELA 4).

Tabela 4. Relação entre flutuação da população de *B. dorsalis* e *C. cosyra* com os factores bióticos e abióticos, pela Regressão log-linear de Poisson

Variáveis	<i>B. dorsalis</i>			<i>C. cosyra</i>		
	Coef.	Std. Err.	P>z	Coef.	Std. Err.	P>z
Temperatura mínima	0.255	0.049	0.000 *	0.346	0.095	0.000 *
Temperatura máxima	0.020	0.028	0.463 n.s	0.157	0.069	0.023 *
Temperatura média	-0.293	0.054	0.000 *	-0.249	0.112	0.025 *
Fenologia	0.468	0.112	0.000 *	0.899	0.281	0.001 *
Precipitação	-0.003	0.001	0.000 *	-0.003	0.001	0.059 n.s
Constante	1.957	1.004	0.051 *	-8.439	2.861	0.003 *
	N = 57; LR chi2(5) = 179.49; Pseudo R2 = 0.37; Prob > chi2 = 0.0000			N = 57; LR chi2(5) = 88.12; Pseudo R2 = 0.40; Prob > chi2 = 0.000		

* Significante; n.s: Não significativa

3.3.4. Dinâmica Espaço-temporal de *B. dorsalis* e *C. cosyra*

- *B. dorsalis*

Os resultados da interpolação por krigagem ordinária apresentados nos 59 diagramas abaixo (FIGURA 16) mostram que a *B. dorsalis* esteve presente no pomar em todo o período de estudo. De uma forma geral, as densidades mais baixas da praga foram registadas no período de Abril a Junho, o que coincide com o período vegetativo. As densidades mais elevadas foram registadas no mês de Janeiro, que coincide com o período de pico de maturação da manga.

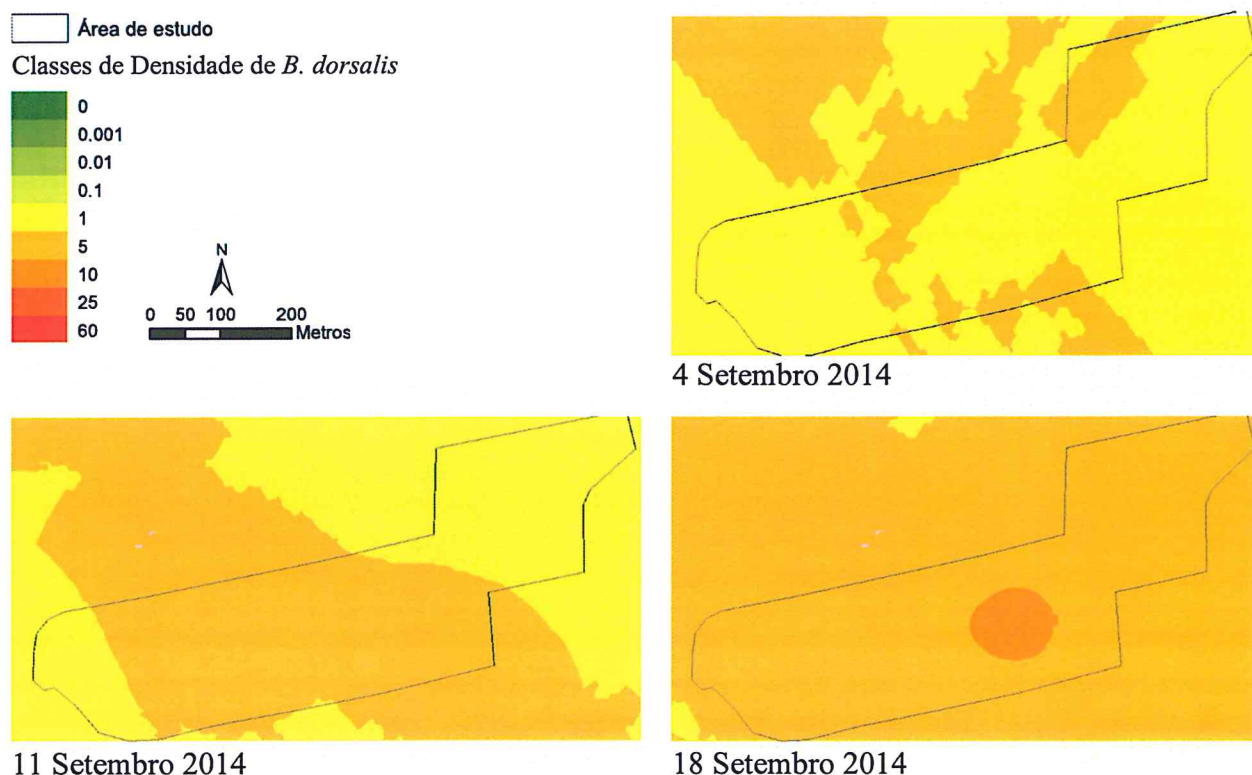
Durante a primeira campanha de produção de manga, a densidade da *B. dorsalis* progrediu de fora para dentro do pomar a partir das fronteiras Norte e Sul, embora o primeiro *hot spot* de população tenha sido observado na região interna a Sudeste a 18 de Setembro de 2014, o qual não se manteve na semana seguinte.

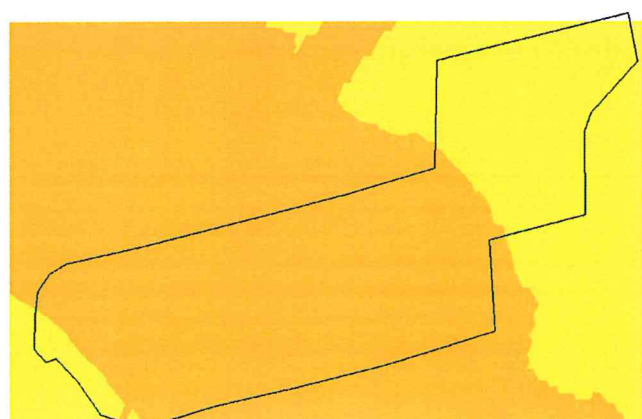
Hot spots seguintes foram observados na região Noroeste do pomar, pelo qual observou-se uma progressão da população da praga deste local para dentro ou outras regiões. O último *hot spot* foi

observado na região Sudeste do pomar a 9 de Janeiro de 2015, com densidade populacional mais elevada, provavelmente por onde a população evoluiu ao seu pico observado durante este mês.

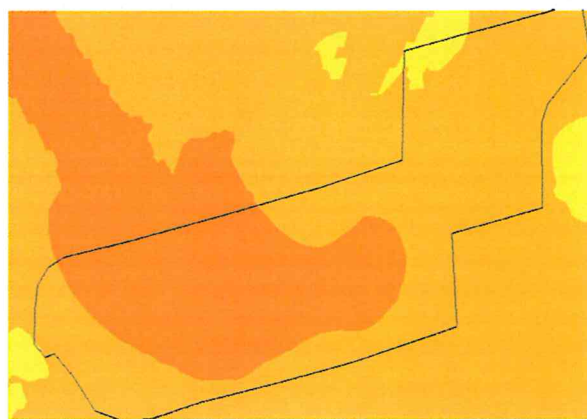
O decréscimo da população começou no período de 30 de Janeiro de 2015. O padrão de diminuição da população foi similar ao padrão de aumento, ou seja, a partir das regiões externas a Norte e Este, seguidas de parcelas internas. Até ao pico de redução da população, a região Norte apresentou a população mais baixa em relação a região Sul.

Na segunda campanha 2015/16, o padrão espaço-temporal foi similar a primeira, embora a população não tenha atingido níveis tão elevados. O período de mudança da densidade populacional, de baixa para alta prevalência, foi em Julho de 2015, onde observou-se 2 *hot spots* nas fronteiras a Sul e Este do pomar, os quais não se mantiveram na semana seguinte. *hot spots* seguintes foram observados na região fronteira a Noroeste do pomar (6 de Agosto, 17 de Setembro de 2015), os quais evoluíram para as diversas regiões do pomar, até a observação do pico da densidade populacional. No período de 24 de Dezembro de 2015 a 18 de Fevereiro de 2016, a população já ocorria em densidades elevadas em todo o pomar, embora em densidades mais baixas em relação ao registado no primeira campanha.

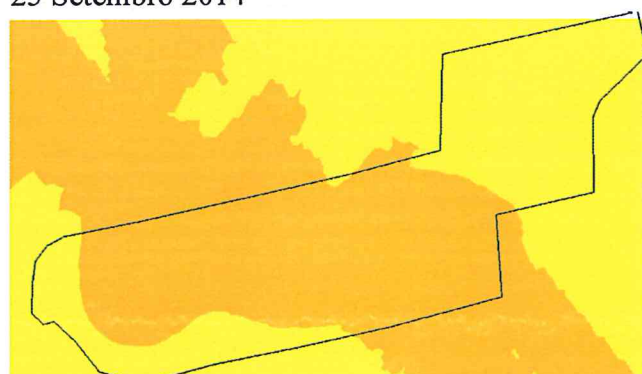




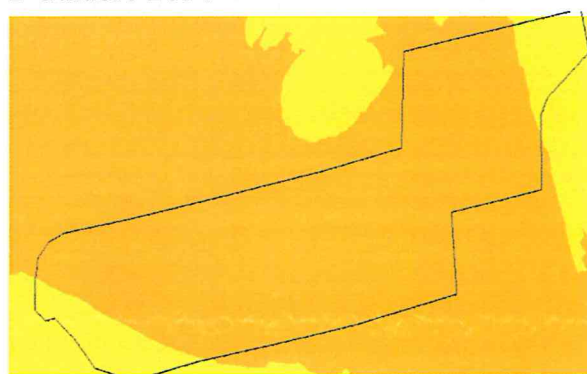
25 Setembro 2014



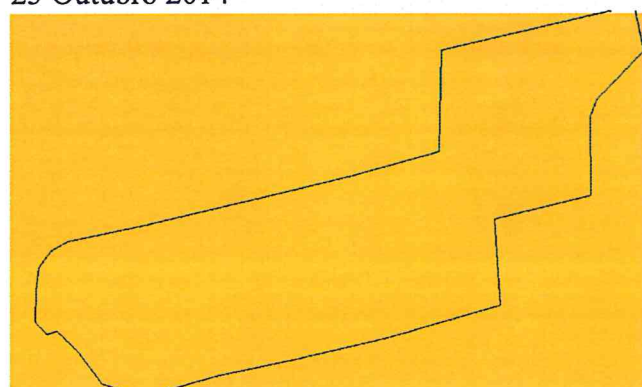
2 Outubro 2014



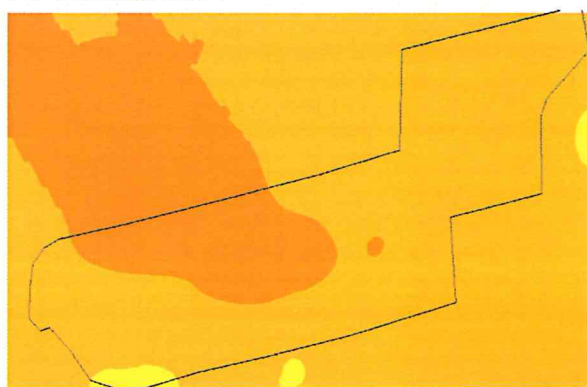
23 Outubro 2014



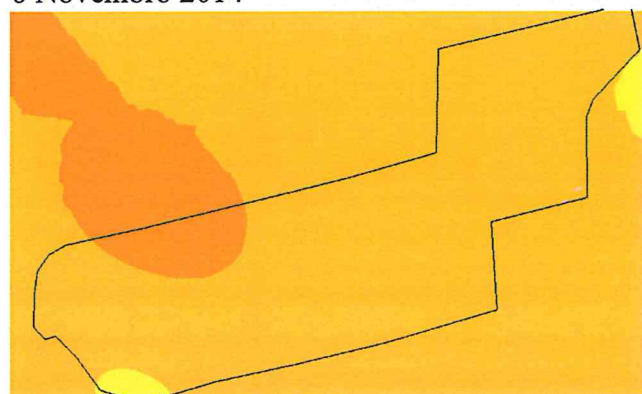
30 Outubro 2014



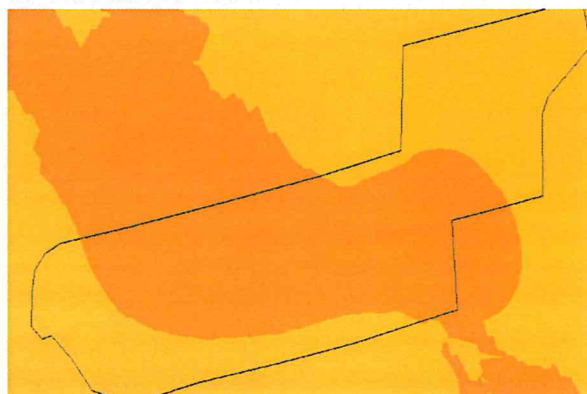
6 Novembro 2014



13 Novembro 2014



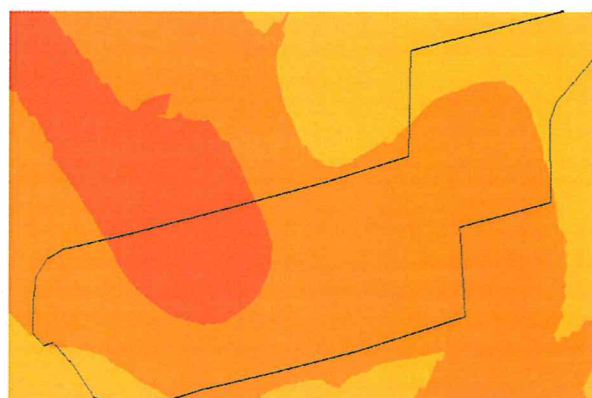
20 Novembro 2014



27 Novembro 2014



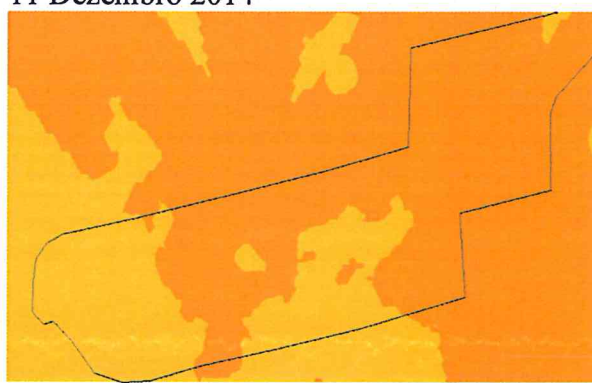
4 Dezembro 2014



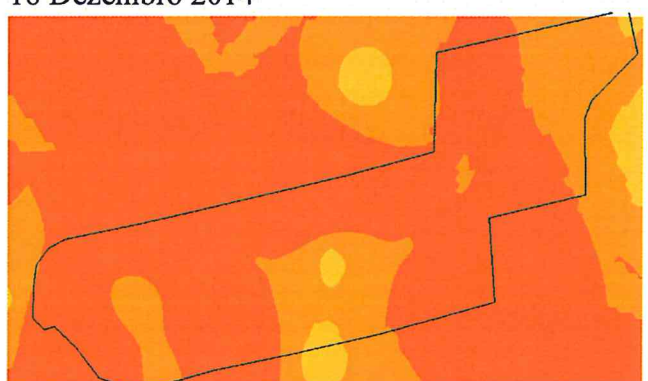
11 Dezembro 2014



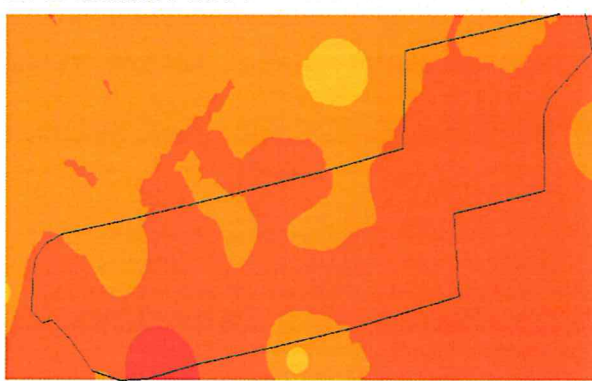
18 Dezembro 2014



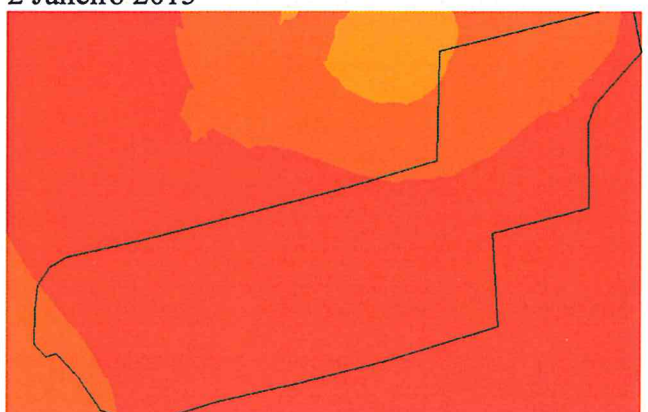
26 Dezembro 2014



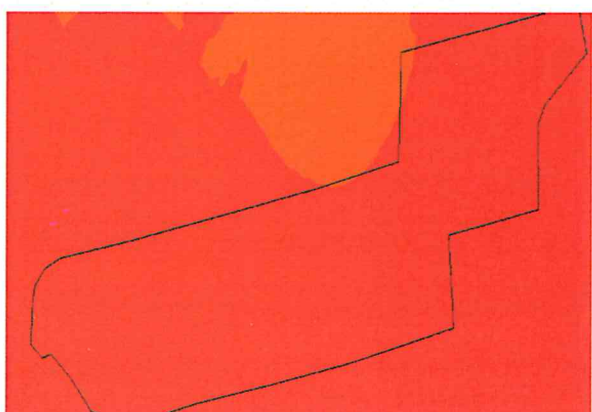
2 Janeiro 2015



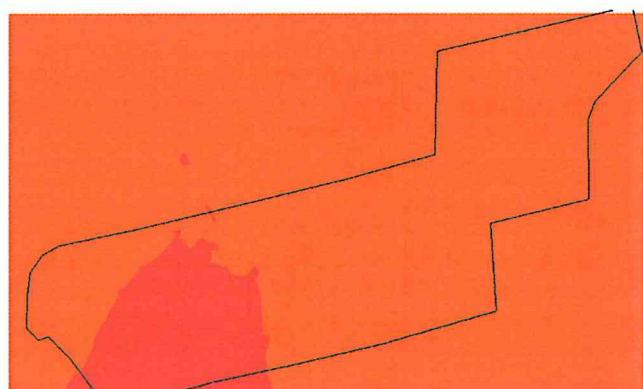
9 Janeiro 2015



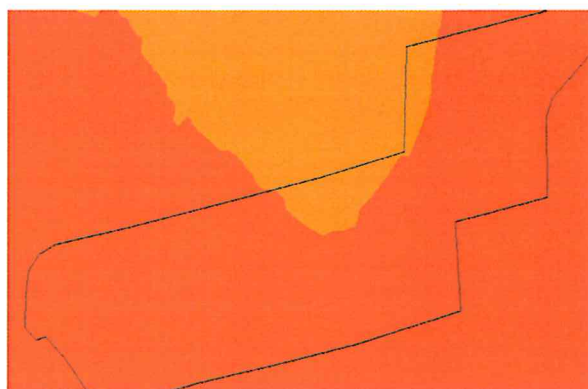
16 Janeiro 2015



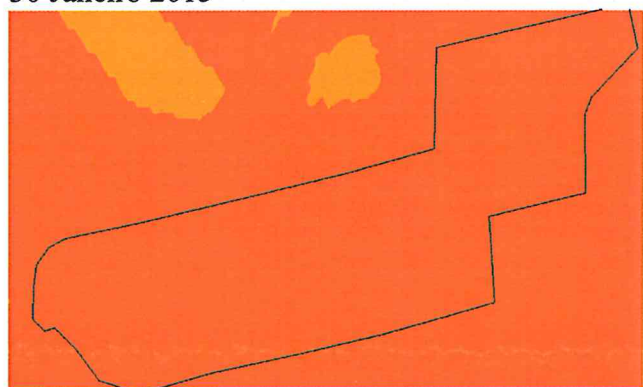
23 Janeiro 2015



30 Janeiro 2015



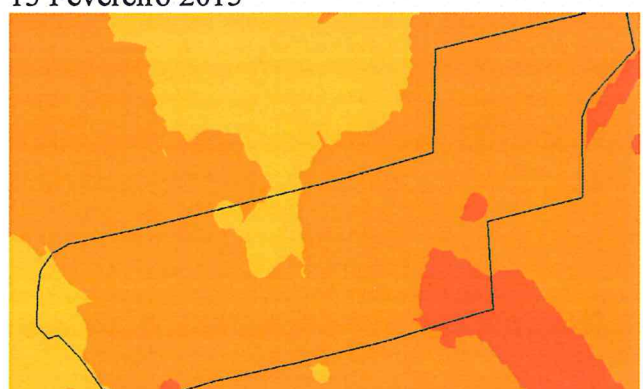
6 Fevereiro 2015



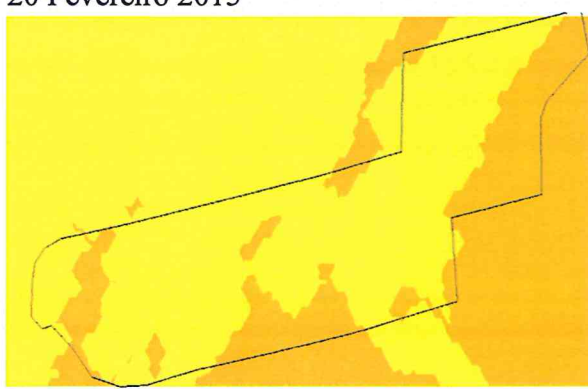
13 Fevereiro 2015



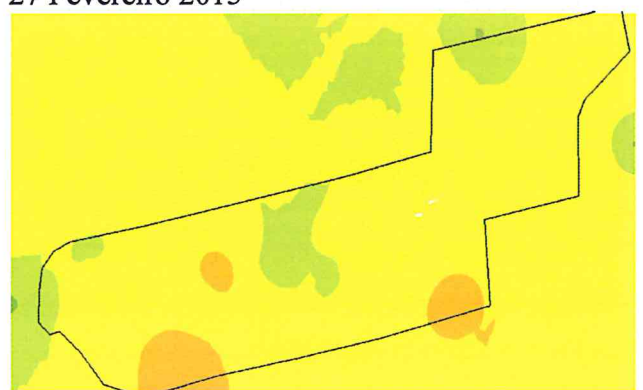
20 Fevereiro 2015



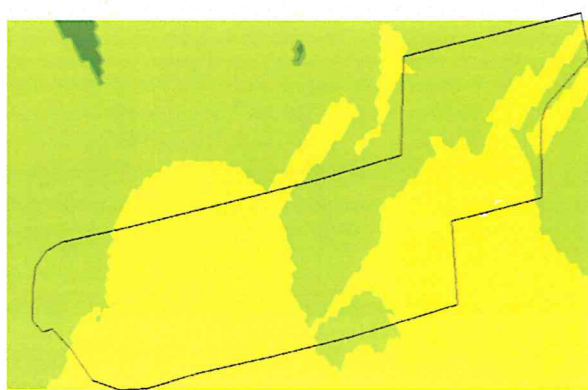
27 Fevereiro 2015



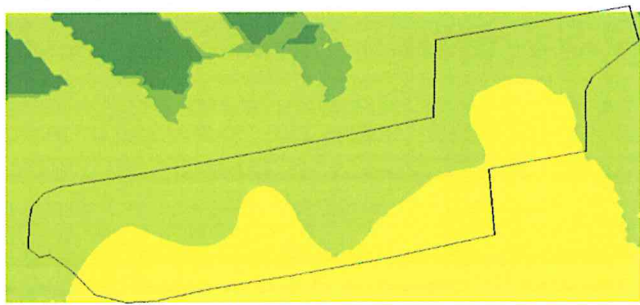
26 Março 2015



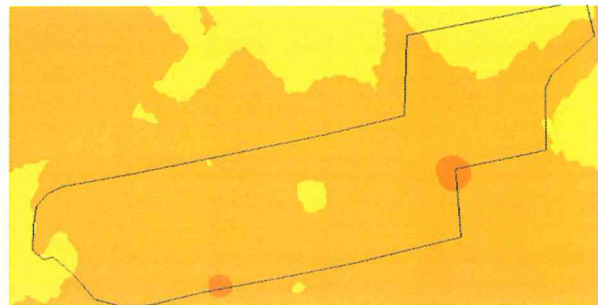
30 Abril 2015



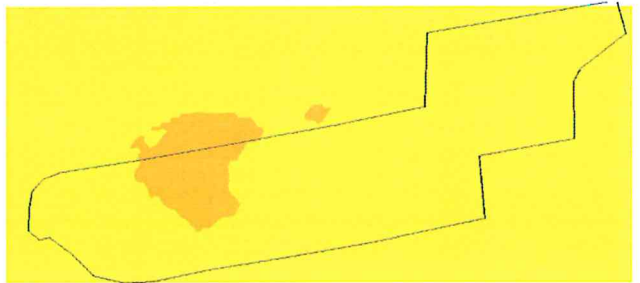
28 Maio 2015



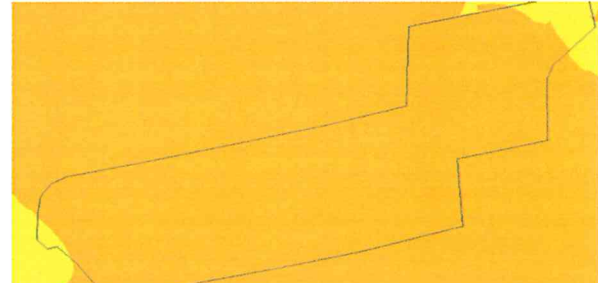
25 Junho 2015



30 Julho 2015



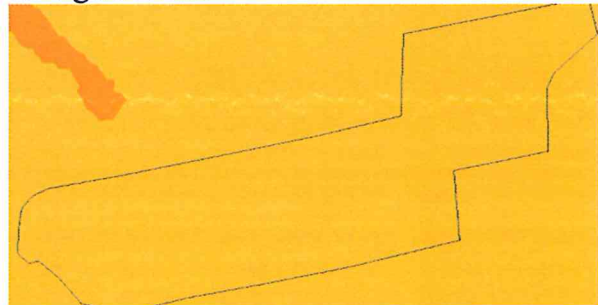
6 Agosto 2015



13 Agosto 2015



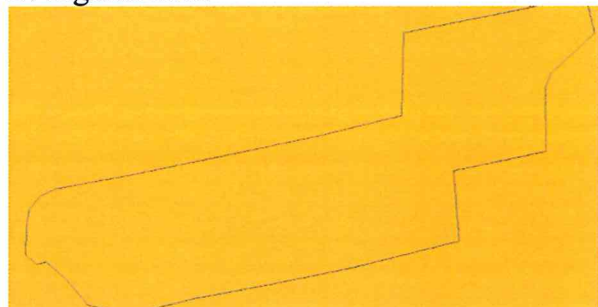
20 Agosto 2015



27 Agosto 2015



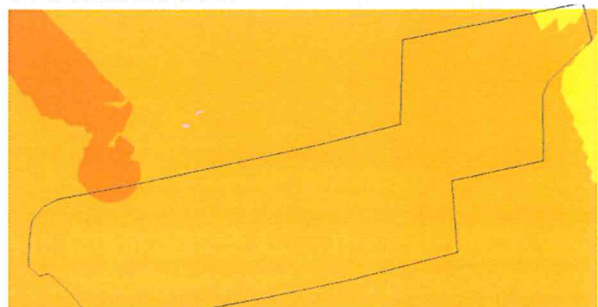
3 Setembro 2015



10 Setembro 2015



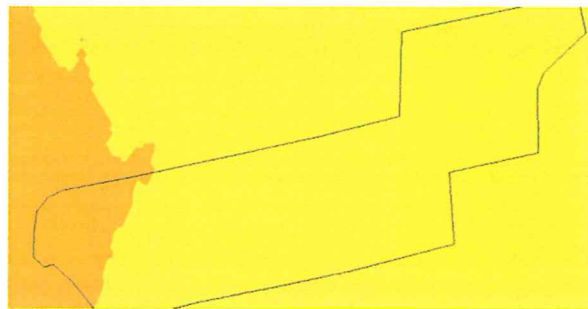
17 Setembro 2015



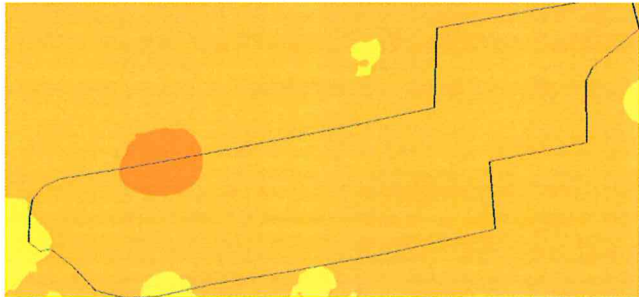
24 Setembro 2015



1 Outubro 2015



8 Outubro 2015



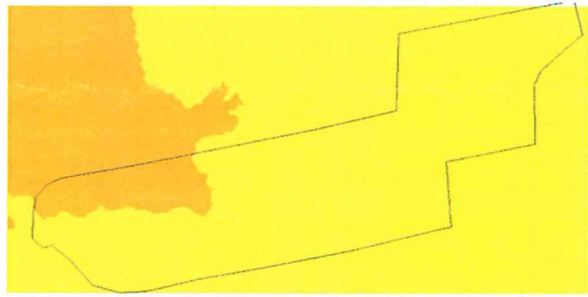
15 Outubro 2015



22 Outubro 2015



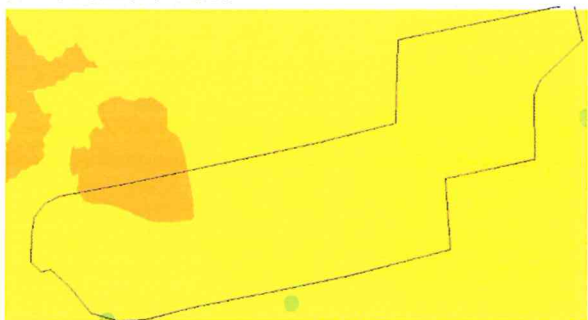
29 Outubro 2015



5 Novembro 2015



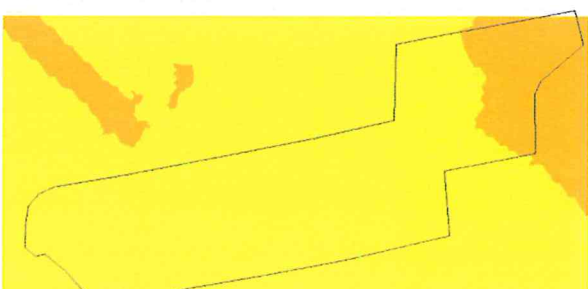
12 Novembro 2015



19 Novembro 2015



26 Novembro 2015



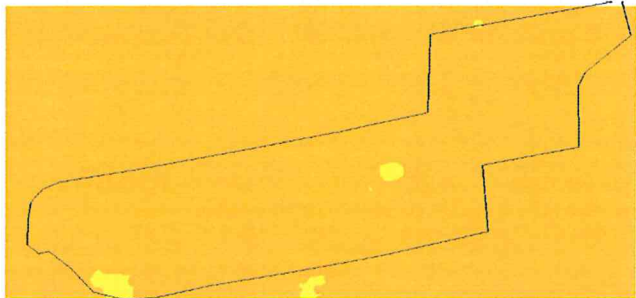
3 Dezembro 2015



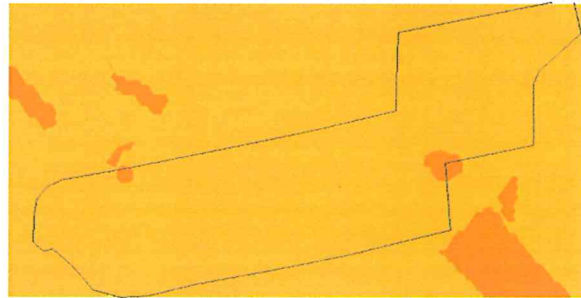
10 Dezembro 2015



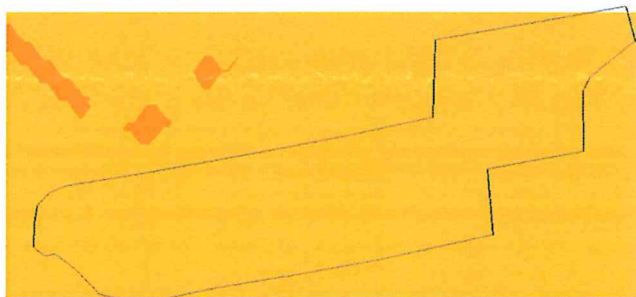
17 Dezembro 2015



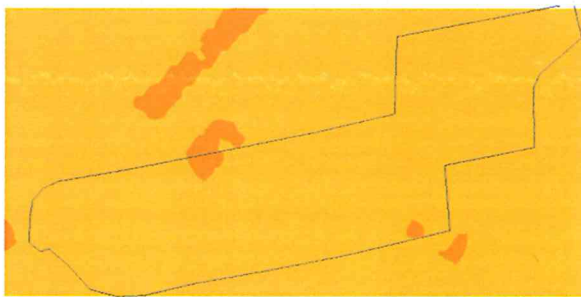
24 Dezembro 2015



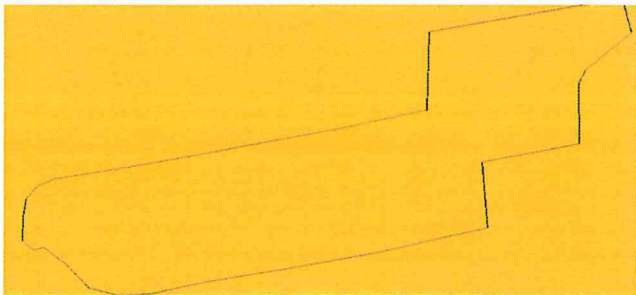
31 Dezembro 2015



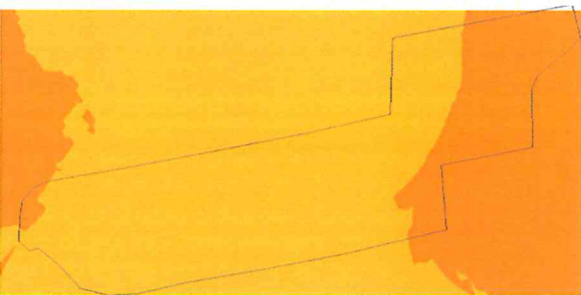
7 Janeiro 2016



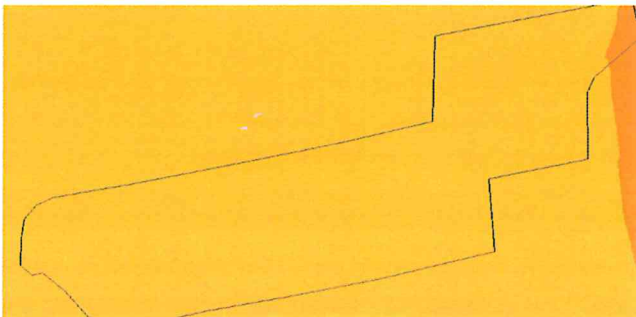
14 Janeiro 2016



21 Janeiro 2016



28 Janeiro 2016



4 Fevereiro 2016



11 Fevereiro 2016

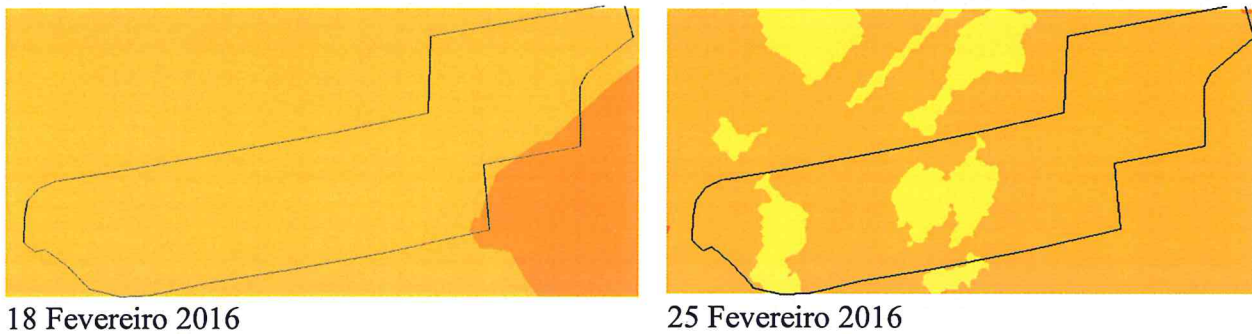


Figura 16. Mapas de flutuação espaço-temporal da população de *B. dorsalis*

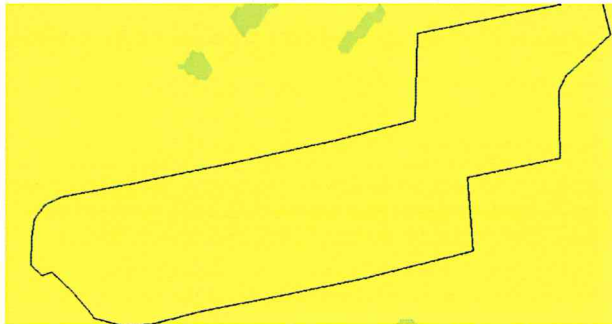
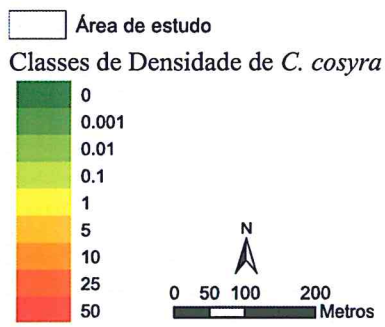
- *C. cosyra*

A *C. cosyra* apresentou densidades populacionais mais baixas em relação a *B. dorsalis*. No início da monitoria, durante a primeira campanha, as parcelas internas apresentaram a densidade populacional mais elevada em relação as regiões externas. Durante os meses de Setembro e Outubro de 2014, as regiões Este e Oeste, apresentaram as abundâncias mais altas em períodos ou semanas alternadas.

O primeiro *hot spot* da população de *C. cosyra* apareceu na região Norte do pomar a 13 de Novembro de 2014 e na região Noroeste a 20 de Novembro de 2014, por onde na semana seguinte a população evoluiu para as restantes regiões do pomar. O segundo *hot spot* surgiu nos limites Norte, Sul, Este e Nordeste, por onde a população evoluiu até ao pico da população em todo o pomar, a 16 e 23 de Janeiro de 2015.

O decréscimo da população iniciou a 6 de Fevereiro de 2015, a partir das regiões internas mais ao centro do pomar, sendo os primeiros *cold spots* observados nas regiões Este e Oeste do pomar e fora do pomar a Norte, os quais evoluíram nas semanas seguintes para todas as regiões do pomar até 25 de Junho de 2015.

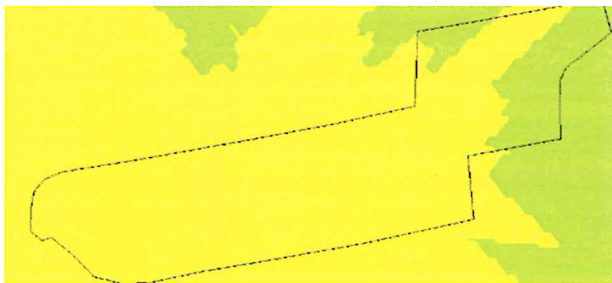
O crescimento da população na segunda campanha de produção de manga iniciou em Julho de 2015, com o aparecimento do primeiro *hot spot* em Agosto de 2015, no limite Noroeste do pomar. *Hot spots* seguintes foram observados na mesma região, por onde a população evoluiu ao seu pico em todo o pomar em Novembro de 2015. Semanas seguintes a população começou a decrescer pela fronteira Este, e na segunda semana de Janeiro de 2016 o decréscimo estendeu-se para as parcelas interiores com excepção aos limites Noroeste e Sudoeste.



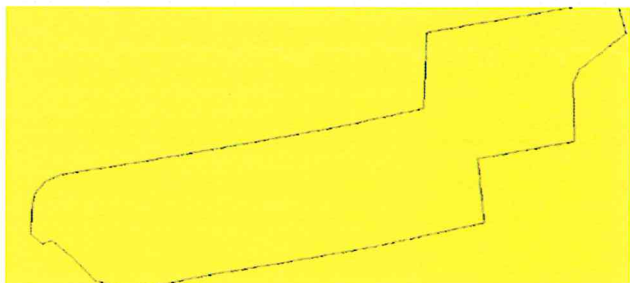
4 Setembro 2014



11 Setembro 2014



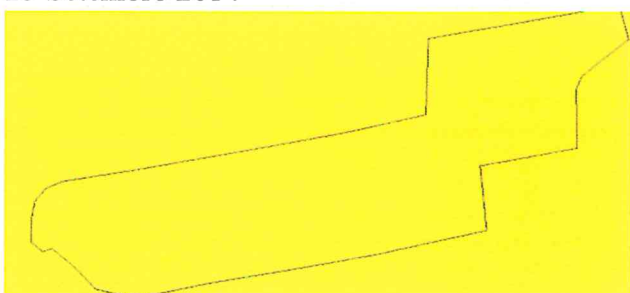
18 Setembro 2014



25 Setembro 2014



9 Outubro 2014



16 Outubro 2014



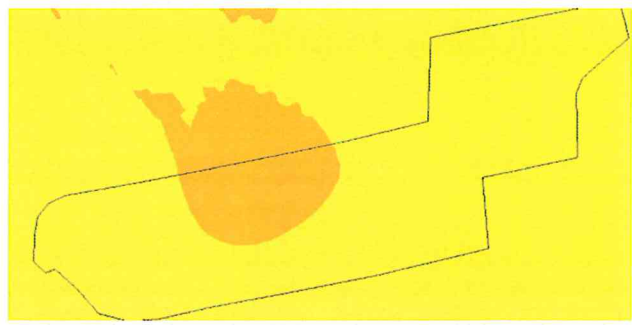
23 Outubro 2014



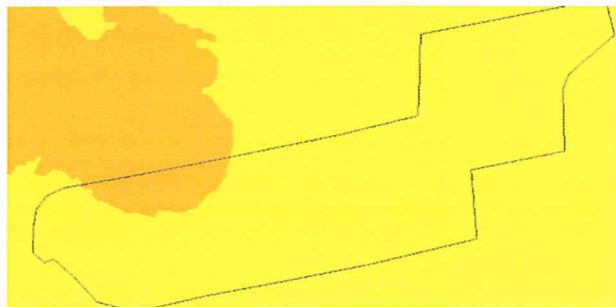
30 Outubro 2014



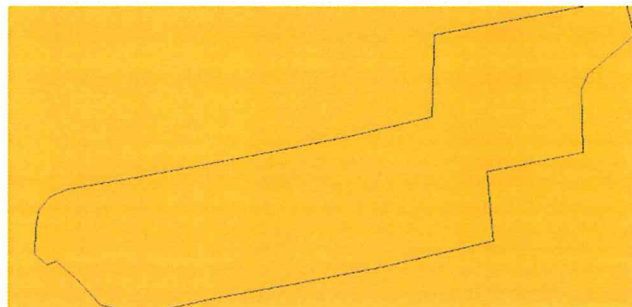
6 Novembro 2014



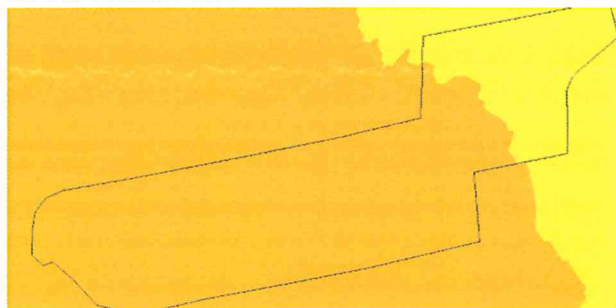
13 Novembro 2014



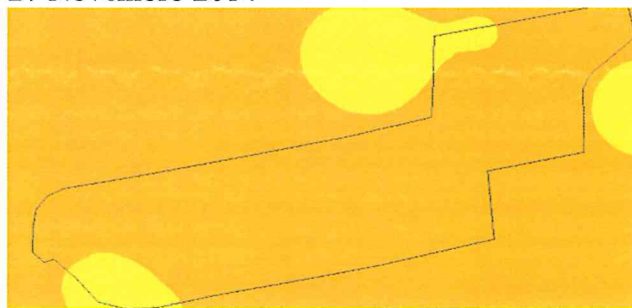
20 Novembro 2014



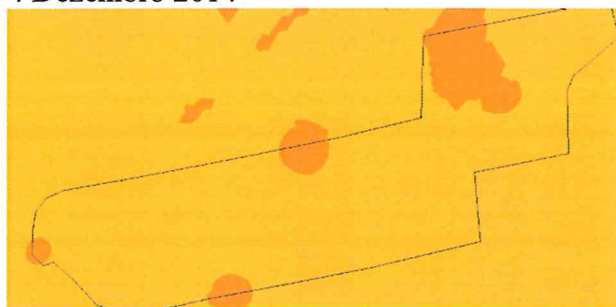
27 Novembro 2014



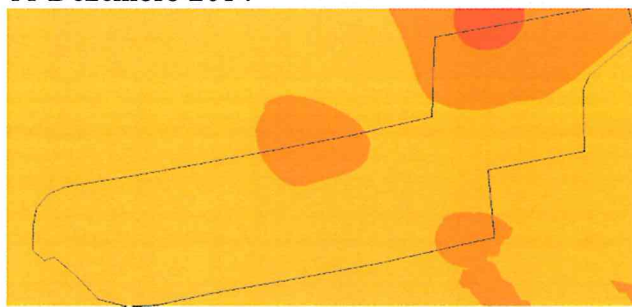
4 Dezembro 2014



11 Dezembro 2014



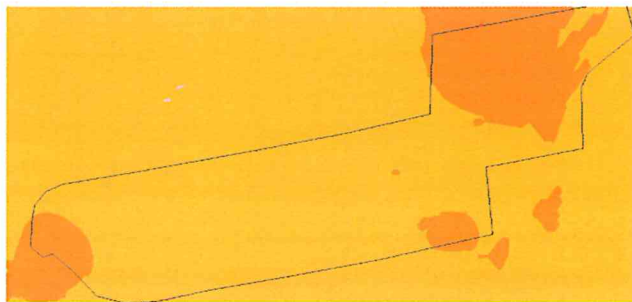
18 Dezembro 2014



26 Dezembro 2014



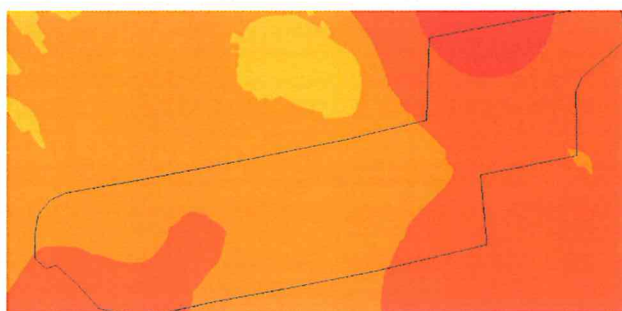
2 Janeiro 2015



9 Janeiro 2015



16 Janeiro 2016



23 Janeiro 2015



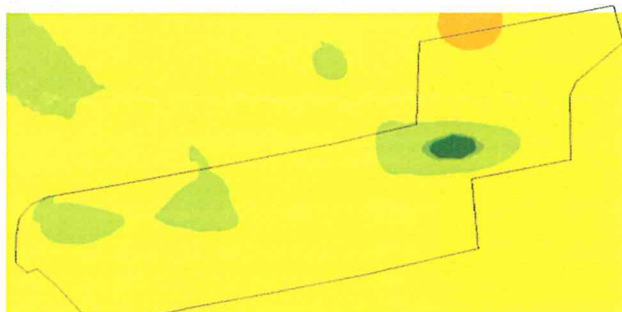
30 Janeiro 2015



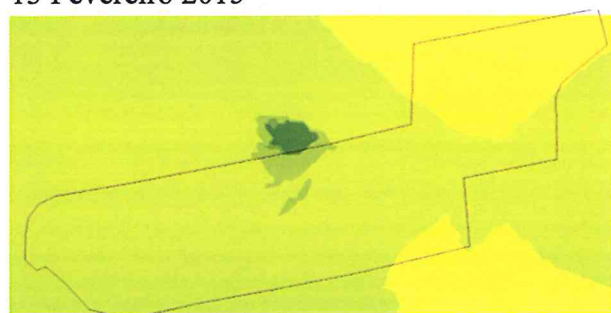
6 Fevereiro 2015



13 Fevereiro 2015



20 Fevereiro 2015



27 Fevereiro 2015



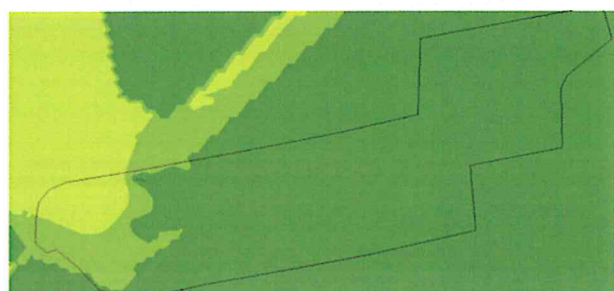
26 Março 2015



30 Abril 2015



28 Maio 2015



25 Junho 2015



30 Julho 2015



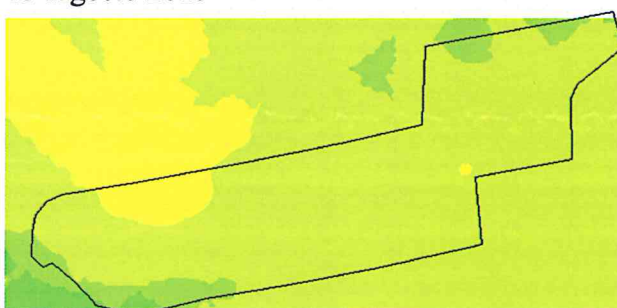
6 Agosto 2015



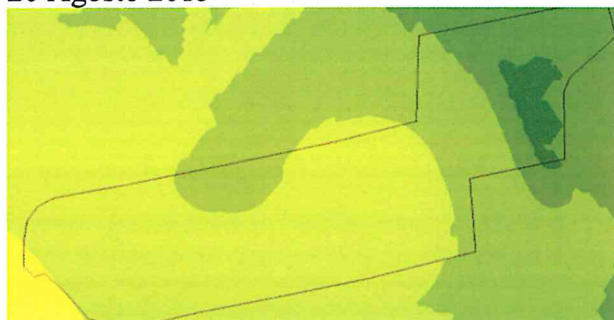
13 Agosto 2015



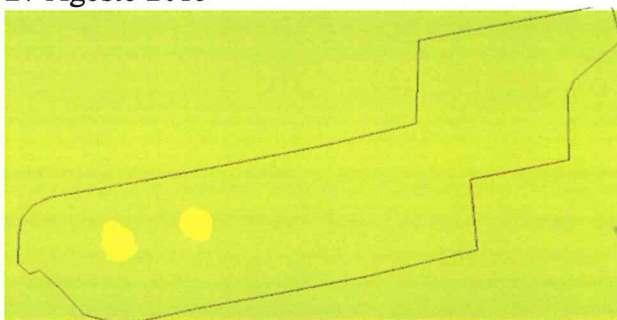
20 Agosto 2015



27 Agosto 2015



3 Setembro 2015



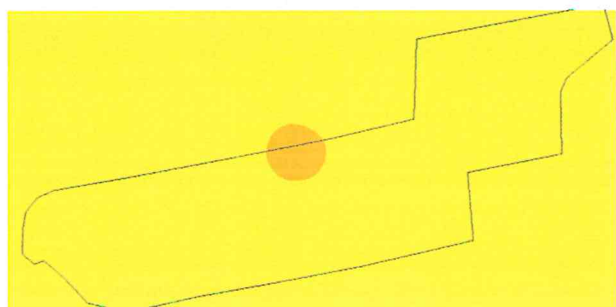
10 Setembro 2015



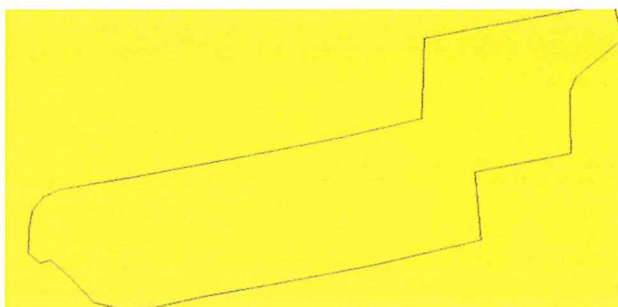
17 Setembro 2015



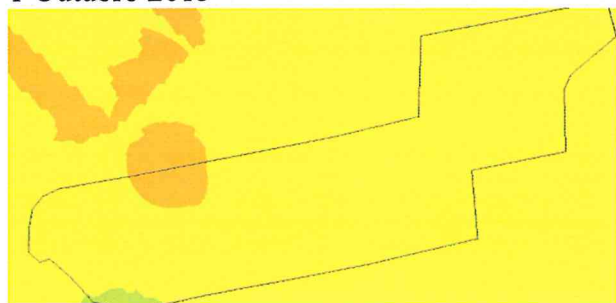
24 Setembro 2015



1 Outubro 2015



8 Outubro 2015



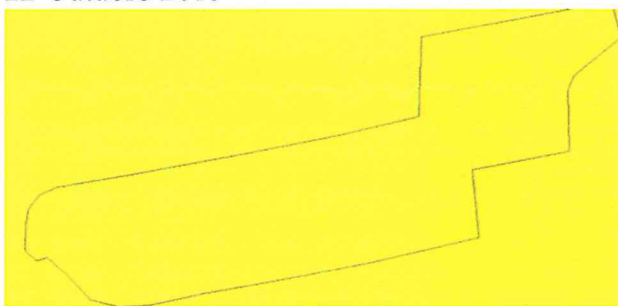
15 Outubro 2015



22 Outubro 2015



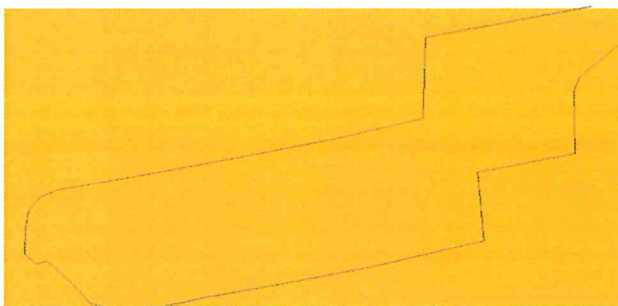
29 Outubro 2015



5 Novembro 2015



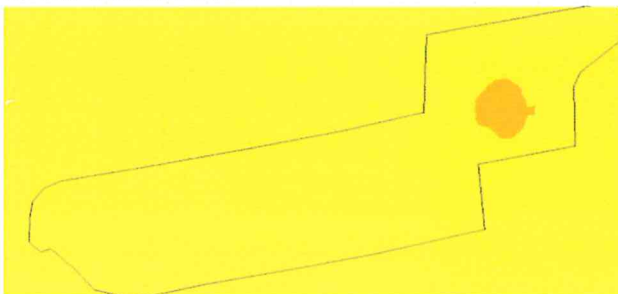
12 Novembro 2015



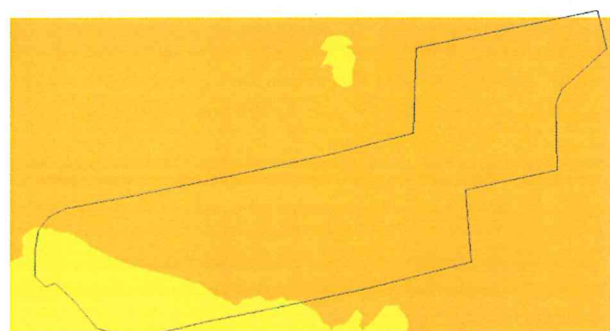
19 Novembro 2015



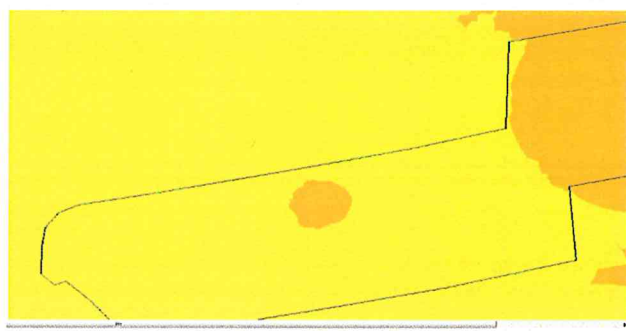
26 Novembro 2015



03 Dezembro 2015



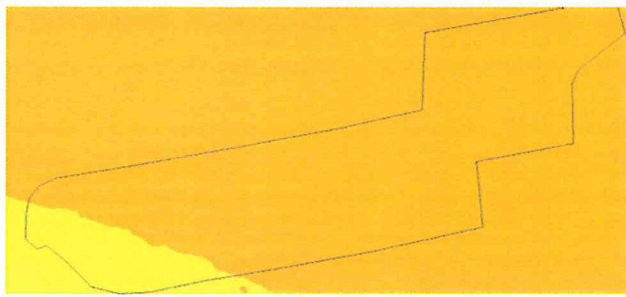
10 Dezembro 2015



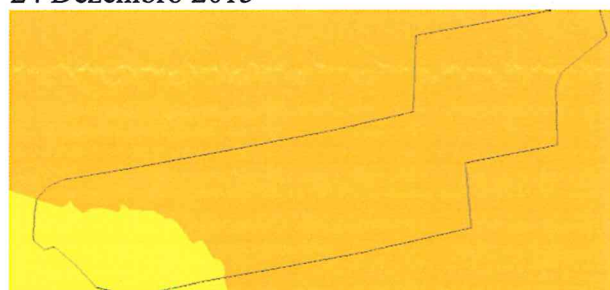
17 Dezembro 2015



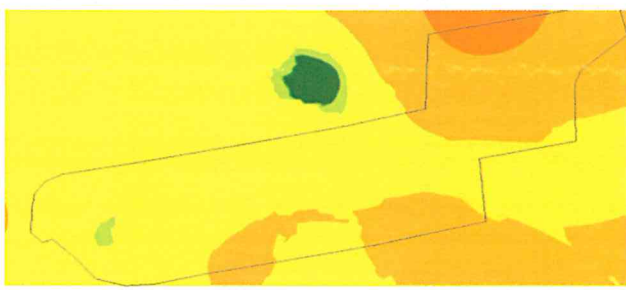
24 Dezembro 2015



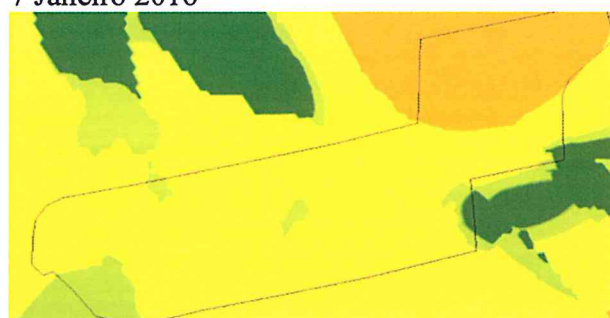
31 Dezembro 2015



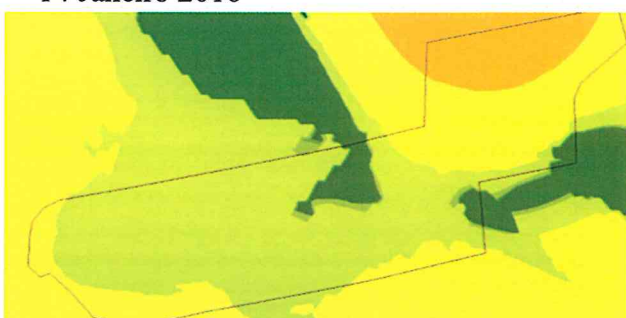
7 Janeiro 2016



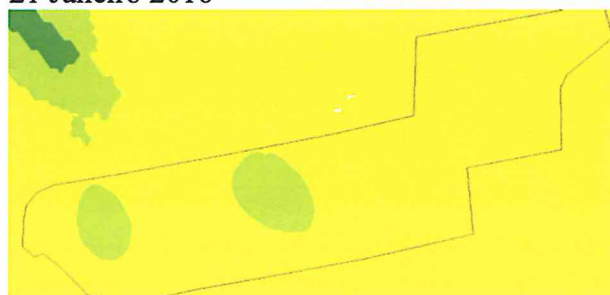
14 Janeiro 2016



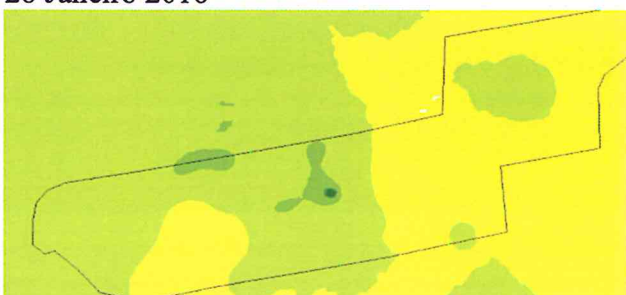
21 Janeiro 2016



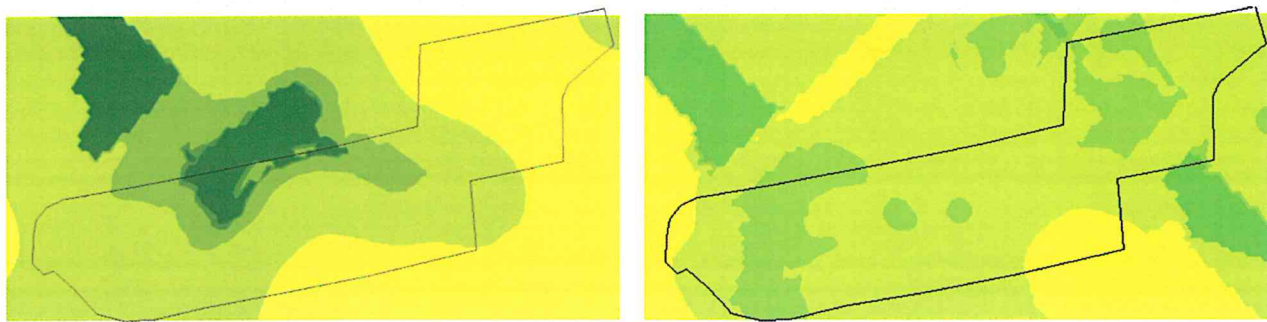
28 Janeiro 2016



4 Fevereiro 2016



11 Fevereiro 2016



18 Fevereiro 2016

25 Fevereiro 2016

Figura 17. Mapas de flutuação espaço-temporal da população de *C. cosyra*

3.3.5. Índice de Abundância Relativa da *B. dorsalis* e *C. cosyra*

A média do índice de abundância relativa da *B. dorsalis* e *C. cosyra* em todo o período de estudo foi de 0.814, o qual situa-se na escala ou intervalo de dominância da *B. dorsalis* sobre a *C. cosyra*, mostrando que a *B. dorsalis* foi a espécie mais abundante (tabela 5).

Tabela 5. Tabela Resumo do RAI de *B. dorsalis* e *C. cosyra*

Intervalos de RAI	Campanha 2014/15		Campanha 2015/16		Total	
	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
RAI = 1	1	01.67	1	01.67	2	03.33
$0.66 < \text{RAI} < 1$	23	38.33	24	40.00	47	78.33
$0.33 < \text{RAI} < 0.66$	2	03.33	8	13.33	10	16.67
$0.00 < \text{RAI} < 0.33$	0	00.00	1	01.67	1	01.67
RAI = 0	0	00.00	0	00.00	0	00.00
Total	26	43.33	34	56.67	60	100.00

A relação de abundância de *B. dorsalis* e *C. cosyra* foi variável em todo o período de monitoria, contudo, a *B. dorsalis* esteve em maior abundância ($0.66 < \text{RAI} < 1$) na maior parte do tempo, isto é, em cerca de 78.33% das semanas de amostragem, e em 3% do período de amostragem teve uma presença exclusiva (RAI = 1) (tabela 5).

A proporção de datas de amostragem com maior abundância de *C. cosyra* sobre *B. dorsalis* ($0.00 < \text{RAI} < 0.33$) foi de 1.67%, não se registando nenhuma presença exclusiva de *C. cosyra* (RAI =

0). A dominância da *C. cosyra* sobre a *B. dorsalis* foi registada em Novembro de 2015, período que coincide com a ocorrência do pico de densidade da *C. cosyra*. A proporção de ocorrência de casos intermediários ($0.33 < \text{RAI} < 0.66$) foi de 17%.

Os resultados do estudo mostram claramente que a *B. dorsalis* dominou a *C. cosyra* na maior parte do tempo, o que indica que a espécie tem potencial para substituir competitivamente a *C. cosyra*, embora mais estudos sejam necessários, principalmente relativos ao grau relativo de infestação da fruta.

3.4. Discussão

3.4.1. Abundância Sazonal de *B. dorsalis* e *C. cosyra*

A população de moscas da fruta esteve presente no pomar durante todo o período de estudo, tendo-se observadas as densidades mais elevadas no período de Novembro a Fevereiro, com o pico em Janeiro nas duas campanhas de manga para a *B. dorsalis*, e em Novembro na segunda campanha para a *C. cosyra*. Estes períodos coincidem com a maturação da manga e o pico de precipitação na província de Manica.

Estes resultados corroboram com Majacunene (2013), a qual reportou densidades elevadas de *B. dorsalis* no período de Novembro a Março, sendo os picos da densidade observados em Março, nos pomares com controlo e em Janeiro a Março nos pomares sem controlo nos distritos de Manica, Sussundenga, Gondola e Báruè. Este período de pico coincidiu com a maior disponibilidade de hospedeiros de moscas da fruta, temperatura média, máxima, mínima e humidade relativa elevadas, tendo-se observado densidades de até 35 moscas por armadilha por dia. Moiana (2015), reportou resultados similares na província de Manica, onde as densidades mais elevadas de *B. dorsalis* foram observadas nos meses de Janeiro e Fevereiro, extendendo-se à Março em alguns pomares.

O principal factor descrito pelas autoras como responsável pela flutuação da população foi a disponibilidade do hospedeiro principal, a manga. Estes resultados corroboram com Tan e Serit (1994), que concluíram que a disponibilidade de hospedeiros preferenciais é a variável que mais influencia o tamanho da população de adultos de *B. dorsalis* nos trópicos. Resultados semelhantes

foram observados por Aluja *et al.* (1996), os quais mostraram que a disponibilidade de hospedeiros influenciou a população de *Anastrepha*, tendo os picos populacionais de três espécies coincidido com o período de maior produção de frutas.

Mwatawala *et al.* (2006), reportaram que o crescimento da população de *B. dorsalis* em pomares do SUA (Sokokoine University of Agriculture) em Tanzania, esteve directamente relacionado à presença de manga e goiaba no pomar. Resultados similares foram observados por Tora Vueti *et al.* (1997), Corsato (2004), Coledonio-Hurtado *et al.* (1995), Tan e Serit (1994) e Vayssières *et al.* (2005), os quais concluíram que a disponibilidade de hospedeiros, combinada com factores climáticos como temperatura e precipitação, jogam um papel importante na flutuação da população de mosca da fruta.

Contudo, Vayssières *et al.* (2015), tiveram uma observação diferente relacionando a flutuação da população de moscas da fruta primariamente à precipitação, e secundariamente ao hospedeiro. Segundo estes autores, as primeiras precipitações são as mais importantes para a elevação da densidade de moscas da fruta e coincidem com a pré-maturação da manga, o qual como factor secundário leva à explosão da população. De acordo com Pedigo (1996), a precipitação afecta directamente a fenologia do hospedeiro e conseqüentemente a disponibilidade do alimento para o insecto.

A rápida explosão da população de *B. dorsalis* mostra que ela é uma espécie de estratégia r de crescimento, as quais caracterizam-se por um rápido crescimento populacional e colonização de novos habitats, elevadas taxas de natalidade, e rápido declínio da população durante condições não favoráveis (Mwatawala *et al.*, 2006; Ekesi *et al.*, 2006).

Em Moçambique, a disponibilidade do hospedeiro (plantas de espécies cultivadas e não cultivadas), contribui na multiplicação contínua e prevalência da *B. dorsalis* durante todo o ano. A população de *B. dorsalis* e *C. cosyra* ao longo do ano, mostra um declínio quando a temperatura for baixa e torna-se escassa no período fresco e seco. No período quente e chuvoso, ela aumenta de densidade até ao final da estação (Cugala e Mangana, 2010b).

A avaliação da relação entre a flutuação sazonal de moscas da fruta e factores bióticos e abióticos pode ser realizada com recurso à estatística através da análise de correlações ou regressões. Nene

et al. (2015), recorreram ao modelo de regressão log-linear de Poisson para determinar a associação entre factores climáticos, estágio de desenvolvimento da planta e o número de ramos com *Oecophylla longinoda* assim como o número de ninhos.

No presente estudo, as densidades de *B. dorsalis* e *C. cosyra* tiveram uma relação positiva com a temperatura mínima, temperatura máxima e o estágio fenológico da manga, e relação negativa com a temperatura média e precipitação. Maior parte de estudos documentados mostram uma relação positiva da densidade de moscas da fruta e os factores climáticos assim como o estágio fenológico da manga ou do hospedeiro.

Em Benim, observou-se uma relação positiva da densidade de *B. dorsalis* com a temperatura mínima, máxima, humidade relativa e precipitação (Vayssières *et al.*, 2009). Estudos feitos na China mostraram que a precipitação foi o factor abiótico com a relação mais forte com a densidade de *B. dorsalis* (Chen *et al.*, 2006). Na Índia observou-se uma relação positiva entre humidade relativa e precipitação com a densidade de *B. dorsalis*, *B. zonata* e *B. correcta* (Sarada *et al.*, 2001). Similarmente Shukla e Prasad (1985), mostraram uma relação positiva entre a população de *B. dorsalis* e as variáveis temperatura e humidade relativa máxima. Agarwal e Kumar (1999), mostraram uma relação forte positiva entre a população de *B. zonata* e as variáveis temperatura e precipitação.

Em relação à *C. cosyra*, Vayssières *et al.* (2009), reportaram uma relação positiva entre a população de *C. cosyra* e os factores climáticos temperatura mínima e precipitação. Vayssières *et al.* (2005), mostraram uma relação positiva entre a população de *C. cosyra* e os factores temperatura máxima, humidade relativa e precipitação.

Dos vários estudos documentos sobre a relação entre a população de moscas da fruta e os factores climáticos, pode-se observar que esta varia de um local para o outro, de acordo com as condições específicas de cada local, contudo, o factor precipitação tem sido apresentado como o factor abiótico que mais influencia a população de moscas da fruta, por tornar o solo húmido, fornecendo condições favoráveis para eclosão de adultos a partir das pupas. Mas, relação de adultos com a precipitação embora muito frequente, ela nem sempre é positiva (Vayssières *et al.*, 2009).

A não existência de relação positiva entre a população de *C. cosyra* e a precipitação reportada no presente estudo poderá ser justificada com base em estudos que mostram que a *C. cosyra* tem sido reportada como tendo preferências por períodos secos ou com pouca humidade. Embora a humidade relativa não tenha sido estudada, esta tem uma relação directa com a precipitação.

Segundo Vargas *et al.* (1993), a abundância de espécies do género *Ceratitis* em Hawai, pareceu estar relacionada negativamente com a precipitação, ou seja, em áreas mais secas o número de indivíduos colectados por armadilhas foi maior. Entretanto, a falta de humidade no solo pode provocar a mortalidade de pupas e adultos recém emergidos, que tem dificuldades de atravessar solos secos (Baker *et al.*, 1944).

A relação positiva entre a *B. dorsalis* e *C. cosyra* com a fenologia da manga observada no presente estudo é óbvia, devido a dependência da fruta para a multiplicação e alimentação de moscas da fruta no geral (Mwatawala *et al.*, 2006).

No presente estudo, a primeira campanha (2014/15) teve maior abundância de moscas da fruta das espécies *B. dorsalis* e *C. cosyra* em comparação com a segunda campanha (2015/16). A flutuação da população de moscas da fruta (*B. dorsalis* e *C. cosyra*) em pomares de manga de ano para ano pode estar ligada ao fenómeno de alternância de produção da manga, havendo anos de elevadas densidades de moscas da fruta e outros com densidades mais baixas (Vayssières *et al.*, 2015), visto a manga ser uma cultura altamente variável em termos de produção (Mwatawala *et al.*, 2006).

Vayssières *et al.* (2015), consideram que a flutuação ou decréscimo da população de tefritídeos de ano para ano pode também ser atribuída provavelmente ao impacto das monitorias intensivas das espécies. Para boa percepção da flutuação da população de moscas da fruta de ano para ano, são recomendados no mínimo 4 anos com vista a adaptar-se a larga variação nos dados de captura das armadilhas e também levar em conta os resultados directos dos hospedeiros.

Em relação à fenologia da manga, as duas espécies *B. dorsalis* e *C. cosyra* estiveram presentes no pomar em todas as fases fenológicas, tendo as densidades mais elevadas sido observadas no período de maturação agronómica. Vayssières *et al.* (2015), tiveram resultados similares, tendo observado densidades (MAD) de moscas da fruta mais elevadas no período de maturação da manga (408 ± 29.5), o qual foi estatisticamente superior em relação às restantes fases fenológicas

nomeadamente desenvolvimento do fruto (154.6 ± 11.2), crescimento vegetativo (112.3 ± 7.7) que não foram diferentes entre si e o estágio de floração (20.9 ± 5.6) com a densidade mais baixa.

Previamente, Vayssières *et al.* (2014), reportaram diferenças significativas entre as densidades de *B. dorsalis* e *C. cosyra* em diferentes pomares de manga em 8 países da África ocidental nomeadamente Benin, Burkina Faso, Costa de Marfim, Gana, Guiné, Mali, Senegal e Togo, sendo o estágio de maturação da manga o que apresentou a densidade mais elevada de *B. dorsalis* (84.76 ± 10.79), seguidos do estágio de crescimento vegetativo (12.31 ± 2.04), e pré-maturação (3.76 ± 0.68) que não foram diferentes entre si, e os estágios de crescimento do fruto (0.83 ± 0.22) e floração (0.77 ± 0.11) que também não diferiram entre si. Para a *C. cosyra*, os estágios de maturação (37.25 ± 5.64) e pré-maturação (34.49 ± 8.41) tiveram as densidades mais elevadas, seguidos do estágio de crescimento do fruto (21.33 ± 3.77), floração (5.67 ± 1.64) e crescimento vegetativo (0.65 ± 0.16).

A abundância ou presença de *B. dorsalis* e *C. cosyra* em todas as fases fenológicas da manga pode ser defendida com base em Malavasi e Morgante (1981), que reportaram que quando há um intervalo sem produção de fruta, a população se mantém em estágio adulto e pode ocorrer diminuição no seu tamanho, mas um pequeno número de sobreviventes pode restabelecer a população uma vez que as fêmeas de tefritídeos apresentam alta fecundidade. Sendo assim, em áreas onde ocorre a sucessão de hospedeiros as populações de espécies polífagas podem se manter em níveis altos em toda estação do ano.

A contínua captura de moscas da fruta em todas épocas no presente estudo, mesmo nos meses em que não existia hospedeiro no pomar, pode também ser explicada pela existência de hospedeiros alternativos nas margens do pomar, como goiabeiras, com sua maturação nos meses de Dezembro a Abril, e a presença de frutos no solo do pomar após o período de maturação e colheita da manga, devido a não realização da sanidade do pomar.

A ocorrência do pico da densidade de *C. cosyra* em Novembro, dois meses antes do pico da *B. dorsalis*, pode ter sido influenciada pela presença de variedades locais de manga nas vizinhanças do pomar, com sua maturação no meses de Outubro a Dezembro. Resultados similares foram obtidos em Benim onde o pico da densidade populacional de *C. cosyra* ocorreu um mês antes em

relação a *B. dorsalis* (Vayssières *et al.*, 2015), e algumas semanas antes em oito países da África ocidental, sendo a maturação das variedades precoces o principal factor por serem as variedades mais infestadas pela *C. cosyra* (Vayssières *et al.*, 2014).

3.4.2. Dinâmica Espaço-temporal de *B. dorsalis* e *C. cosyra*

As observações da análise da dinâmica espaço-temporal da população de *B. dorsalis* e *C. cosyra* com recurso a krigagem, não diferem das observações feitas na avaliação da abundância sazonal da população, embora o primeiro método apresente um nível elevado de detalhe, por adicionar a componente espacial. Isto mostra que dependendo dos objectivos ou finalidade do estudo qualquer um dos dois métodos pode ser usado, sem afectar o resultado, podendo igualmente ser usados de forma complementar.

A heterogeneidade espacial demonstrada nos mapas ou diagramas espaço-temporais no presente estudo pode ser sustentada pela significância da relação entre a densidade de moscas da fruta e os factores bióticos e abióticos, durante a descrição da abundância sazonal. De acordo com Sciarretta e Trematerra (2014), sistemas agrícolas são intrinsecamente heterogêneos, pois contêm diferentes arranjos de solos, habitat, características microclimáticas, comunidades de plantas, e, conseqüentemente mostram uma extensa variabilidade da fertilidade do solo, retenção de água e produtividade das culturas. Israely *et al.* (2006), reportaram que a heterogeneidade espacial demonstrada em análises espaço-temporais é devido a fenologia de diferentes hospedeiros dentro do pomar ou fora deste, a diferença nos períodos de maturação, densidade de frutos hospedeiros e distância entre eles.

Uma comparação das duas espécies no presente estudo, mostrou que a progressão da população de *B. dorsalis* foi mais rápida em relação a *C. cosyra* nas duas campanhas de produção de manga, o que pode ser explicado com base nas observações de Mwatawala *et al.* (2006), em relação a estratégia r demonstrada pela espécie invasiva *B. dorsalis*.

Em relação aos *hot spots* de densidade de moscas da fruta, estes foram observados de forma frequente nas regiões Norte, Nordeste e Noroeste tanto dentro como adjacentes ao pomar, tendo a *C. cosyra* abundado com maior frequência nas regiões Norte e Nordeste, e a *B. dorsalis* nas regiões Norte e Noroeste. Esta situação pode indicar que a mosca da fruta que infesta o pomar vem das

áreas vizinhas a esta, influenciado pelo vento ou outro factor. A localização dos *hot spots* nesta regiões, também pode mostrar que provavelmente exista uma combinação de factores bióticos e abióticos que fazem destas regiões, as mais favoráveis para a sobrevivência e multiplicação do adulto para posterior invasão às restantes regiões do pomar.

O aparecimento de *hot spots* de moscas da fruta fora do pomar, pode-se dever a existência de variedades locais de manga nestes locais, as quais tem a sua maturação antes das variedades comerciais que se encontram no interior do pomar, ou pela presença de prováveis hospedeiros alternativos. Majacunene (2014), reportou a importância de hospedeiros alternativos localizados fora do pomar, na infestação de pomares de manga na província de Manica, os quais servem de refúgio nos períodos em que os pomares não possuem hospedeiro, e posteriormente como fontes de reinfestação.

Resultados similares aos obtidos no presente estudo foram reportados por Alemany *et al.* (2006), os quais reportaram a existência de *hot spots* de *C. capitata* nas bordaduras do pomar de citrinos à sudeste. À semelhança do presente estudo, a captura de *C. capitata* baixou após o fim da colheita do hospedeiro e redução da temperatura, devido a dependência que estes factores tem em relação a população de moscas da fruta (Vayssières *et al.*, 2015). Wahab *et al.* (2006), com recurso a krigagem identificou positivamente *hot spots* de *C. capitata* nas bordaduras do pomar, que progressivamente se estenderam pelas restantes regiões.

Hot spots identificados durante o presente estudo com o recurso ao geoprocessamento tem potencial para apoiar no manejo de *B. dorsalis* e *C. cosyra*, fornecendo ferramentas para a aplicação atempada de medidas de controlo, nas regiões de maiores densidades, antes da população crescer e se dispersar para outras regiões do pomar.

3.4.3. Índice de Abundância Relativa da *B. dorsalis* e *C. cosyra*

O índice de abundância relativa pode ser utilizado para determinar a relação da abundância de duas ou mais espécies. Segura *et al.* (2006) usou o índice RAI para determinar a relação entre abundância relativa de *C. capitata* e *Anastrepha fraterculus* em Argentina.

No presente estudo, a *B. dorsalis* representou em média 81.4% da população de moscas da fruta contra 19.6% de *C. cosyra*. A população de *B. dorsalis* foi a mais abundante na maior parte do tempo, tendo-se registado um período de um mês de presença exclusiva. Esta situação poderá confirmar a dominância que a *B. dorsalis* tem sobre a *C. cosyra* em pomares de manga, para além de demonstrar o fenómeno de substituição competitiva da *C. cosyra* por *B. dorsalis* reportado em alguns países africanos (Ekesi *et al.*, 2009; Geurts, *et al.*, 2012; Vayssières *et al.*, 2014).

Ekesi *et al.* (2009) reportaram que após o estabelecimento da *B. dorsalis*, o índice de abundância relativa desta espécie sobre a *C. cosyra*, aumentou de 0.27 em 2003 para 0.75 em 2004, e 0.98 em 2008. Os mecanismos para a substituição competitiva da *C. cosyra* por *B. dorsalis* apresentados pelos autores resultaram: da duração da fase larval, que foi menor na *B. dorsalis* ($6.2 \pm 0.6 - 7.3 \pm 0.3$ dias) em relação a *C. cosyra* ($8.0 \pm 1.2 - 9.4 \pm 0.4$ dias), redução do peso de pupas de *C. cosyra* ($7.4 \pm 0.3 - 9.6 \pm 0.6$ mg) em relação ao controlo ($12.1 \pm 1.5 - 12.8 \pm 1.1$ mg), redução da emergência de adultos de *C. cosyra*, redução de pouso nos frutos pela *C. cosyra* (3.1 ± 0.8) em relação ao controlo (14.2 ± 1.5) e redução do número de vezes em que fêmeas de *C. cosyra* ovipositaram nos frutos (0.2 ± 0.2) em relação ao controlo (6.1 ± 1.8), influenciado pela frequência de cópula entre os machos de *B. dorsalis* e *C. cosyra* (Ekesi *et al.*, 2009).

Vayssières *et al.* (2015) reportaram um índice RAI de 0.60 de *B. dorsalis* sobre *C. cosyra*, em 6 pomares de manga em Benin; e 0.86 em cerca de 8 países de África ocidental (Vayssières *et al.*, 2014). Segura *et al.* (2006), reportaram uma dominância da espécie invasiva *C. capitata* (RAI de 0.98) sobre a espécie nativa *A. fraterculus* em Argentina.

Moscas da fruta geralmente invadem novas áreas, e muitos estudos de substituição estão documentados. Os mais conhecidos são a substituição da *C. capitata* por *B. tryoni* em Sidney Austrália, e da mesma espécie pela *B. dorsalis* em Hawaii em 1945 (Duyck e Quilici, 2002). Nas Ilhas Mascarenhas, a espécie indígena *C. catovirii* mostrou estar substituída por *C. rosa* e *C. capitata* (Duyck *et al.*, 2006). A rapidez da substituição da *C. cosyra* por *B. dorsalis* demonstrada em Quênia, e a eficiência de uso da manga, sugere que houve uma prolongada adaptação da *B. dorsalis* no uso da manga como hospedeiro (Ekesi *et al.*, 2009).

Embora a flutuação da população e o comportamento invasivo da *B. dorsalis* sugiram que esta seja uma espécie de estratégia – r (Mwatawala *et al*, 2006), esta posição é contrariada por Vayssières *et al.* (2005), os quais sugerem que esta espécie seja de estratégia – k, baseado principalmente no tamanho do corpo do insecto, e pela superioridade competitiva com as outras espécies, principalmente do género *Ceratitis*.

Embora os resultados do índice de abundância relativa da *B. dorsalis* e *C. cosyra* sugiram uma dominância da espécie invasiva sobre a espécie nativa, mais estudos seriam necessários principalmente na avaliação da mesma relação em frutos de diferentes variedades ou espécies para confirmação do fenómeno de substituição competitiva. Contudo, pode-se afirmar que a *B. dorsalis* tem potencial para substituir competitivamente a *C. cosyra* no distrito de Vandúzi.

3.5. Conclusões e Recomendações

3.5.1. Conclusões

Dos resultados do estudo pode-se concluir que:

- A *B. dorsalis* esteve presente em todo o período de monitoria com densidade MAD geral de 4.72, tendo a primeira campanha (2014/15), apresentado uma abundância populacional superior, MAD=8.27, em relação a segunda campanha (2015/16), MAD=1.48.
- A *C. cosyra* esteve presente em 17 dos 18 meses de monitoria, com densidades MAD geral de 1.28, tendo a primeira campanha (2014/15), apresentado maior abundância populacional, MAD=2.29, comparativamente a segunda campanha (2015/16), com MAD=0.51.
- A *B. dorsalis* foi a espécie mais abundante no pomar em relação a *C. cosyra*, com um índice médio de abundância relativa de 0.81, apresentado um potencial para a substituir competitivamente.
- A flutuação da população de *B. dorsalis* e *C. cosyra* teve uma relação positiva com a temperatura mínima, temperatura máxima e fenologia da manga, e negativa com a temperatura média e precipitação.
- A temperatura máxima e precipitação foram os únicos factores climáticos que não tiveram relação significativa com a *B. dorsalis* e *C. cosyra* respectivamente.

- Os *hot spots* de densidades de moscas da fruta foram observados nas regiões Norte, Noroeste e Nordeste do pomar de estudo, de onde a população cresceu e se dispersou pelas restantes regiões do pomar.

3.5.2. Recomendações

Ao proprietário do Pomar Chandroca:

- Aplicação de medidas de manejo integrado de moscas da fruta com base nos resultados da análise espaço-temporal do presente estudo, começando a aplicação nas regiões Norte, Noroeste e Nordeste do pomar, nos meses de Outubro a Novembro, e progressivamente estender a aplicação para as restantes regiões do pomar até o mês de Fevereiro.

Aos Investigadores:

- Realização de estudos semelhantes em outros pomares, incluindo para além de um maior intervalo de tempo de recolha de dados, a recolha de mais parâmetros como a humidade do solo, humidade relativa e direcção do vento.

CAPITULO IV

4.0. INFESTAÇÃO DA MANGA POR MOSCAS DA FRUTA (*B. dorsalis* e *C. cosyra*)

4.1. Introdução

A produção de fruta oferece uma excelente oportunidade para a satisfação das necessidades alimentares e nutricionais dos produtores, criação de emprego, e fonte de geração de renda principalmente para os países da África sub-sahariana (Vayssières *et al.*, 2015).

A infestação por moscas da fruta é considerada o maior constrangimento na produção local de manga (Mwatawala *et al.*, 2006), sendo as principais espécies a *B. dorsalis* e *C. cosyra* (Ekesi *et al.*, 2014). A importância económica de moscas da fruta deriva dos seus danos directos e indirectos causados à fruta e ao produtor respectivamente (Cugala e Mangana, 2010b).

Danos directos são aqueles que ocorrem no fruto, derivados do desenvolvimento da larva no seu interior (Cugala e Mangana, 2010b), podendo ser primários como a perda directa de produção em até 80% (Ekesi e Bilah, 2007), e secundários como a perda de qualidade estética e nutricional da fruta infestada (Vayssières *et al.*, 2008) e consequente limitação de possibilidades de comercialização (Vayssières *et al.*, 2015). Danos indirectos resultam da restrição de quarentena impostas pelos países importadores (Cugala e Mangana, 2010b), tendo como exemplo perdas na ordem de 40% na exportação de manga em África em 2005 (Ekesi *et al.*, 2006; Mwatawala *et al.*, 2006).

Vários estudos de avaliação de infestação de moscas da fruta foram documentados, tendo mostrado danos variáveis de 20% a 61.7% em vários tipos de fruta em Tanzania, provocados pela *B. dorsalis* (Mwatawala *et al.*, 2006), 60% a 85% em diversos países africanos (Ekesi e Billah, 2007), 73% em Benin (Vayssières *et al.*, 2009), e 36.7% a 92.5% em Moçambique (Canhanga, 2013).

Contudo, não há registo de estudos de avaliação do padrão espaço-temporal de infestação da fruta e manga em especial ao nível do pomar, o que poderia auxiliar ou otimizar os programas de manejo da praga, pela identificação combinada da melhor fase de maturação da fruta para a tomada de medidas e as regiões preferencias ou mais infestadas ao nível do pomar. Foi neste âmbito que

o presente estudo foi desenhado e conduzido em um pomar de manga no distrito de Vanduzi com os objectivos abaixo apresentados.

4.1.1. Objectivos

- ✓ Determinar a incidência e o índice de infestação da manga por moscas da fruta;
- ✓ Descrever o padrão espaço-temporal da infestação da manga;
- ✓ Determinar a proporção de espécies de moscas da fruta que infestam a manga.

4.2. Materiais e Métodos

4.2.1. Procedimentos de amostragem

A recolha da fruta foi conduzida em duas campanhas, nomeadamente 2014/15 e 2015/16. Na primeira campanha, a recolha da fruta foi efectuada em 3 datas nomeadamente 11 de Dezembro de 2014, 24 de Dezembro de 2014 e 8 de Janeiro de 2015, tendo coberto diferentes estágios de maturação do fruto, respectivamente pré-maturação, fruto maduro (50% do fruto maduro), fruto completamente maduro (100% do fruto maduro).

Na campanha 2015/16, a recolha de fruta foi realizada em apenas 1 estágio, devido à baixa produção de manga registada no pomar, que não permitiu a recolha desta em 3 estágios, deste modo, a fruta foi colhida apenas no dia 24 de Dezembro de 2015, na fase de fruto completamente maduro, com vista a maximizar a probabilidade de infestação.

No total a fruta foi colhida em 04 datas de amostragem, sendo em cada colhidos de forma aleatória cerca de 104 mangas, na razão de 04 mangas (03 no solo e 01 na planta) em cada uma das 26 parcelas demarcadas dentro do pomar, tendo-se colhido nas duas campanhas de amostragem cerca de 416 frutos. Os frutos colhidos foram separados por parcela, em tigelas e/ou baldes fechados e com orifícios para respiração dos insectos com a respectiva etiqueta, segundo procedimentos descritos por Ekesi e Billah (2007) e levados ao Laboratório da Mosca da Fruta de Chimoio.

No Laboratório, os frutos foram lavados à água corrente para remoção de impurezas, pesados à balança de precisão e colocados em tigelas plásticas duplicadas, por parcela, sendo a primeira contendo frutos com a base perfurada para permitir a queda ou passagem de larvas para a segunda

tigela contendo areia esterilizada no fundo para puparem e foram mantidos nas tijelas por cerca de 15 a 30 dias (Ekesi e Billah, 2007). Durante a incubação, os 4 frutos da mesma parcela foram tratados como uma mesma unidade e colocados no mesmo recipiente.

Ao fim de 15 dias, iniciou-se a colheita de pupas na tigela contendo areia, com recurso ao crivo. O processo foi repetido de dois em dois dias até aos 30 dias. Findo este período, todos os frutos foram abertos para a remoção de larvas e/ou pupas existente no seu interior e as larvas foram colocadas em tijelas contendo areia. A infestação foi considerada por cada unidade de observação, ou seja, cada unidade de 4 frutos eram considerados infestados se aparecesse pelo menos 1 larva ou pupa no seu recipiente de incubação.

As pupas colhidas foram colocadas em placas de Petri, com papel de filtro humedecido e transferidas para a gaiola de emergência de adultos (Ekesi e Bilah, 2007) por parcela. Os adultos emergidos foram alimentados com dieta artificial composta por uma mistura de açúcar e levedura de cerveja numa proporção de 3:1, e algodão embebido em água por um período de 7 dias para permitir desenvolvimento de características fenotípicas de adultos para posterior identificação das espécies de moscas de fruta. Após esse período, os adultos foram colocados em álcool a 76%, contados e identificados com recurso a chave de multientradas desenvolvida por Virgilio *et al.*, (2014).

4.2.2. Avaliação da Incidência e Índice de Infestação de Moscas de Fruta

A incidência das espécies de mosca da fruta por parcela foi considerada 0 para parcela não infestada e 1 para parcela infestada. Uma parcela era considerada infestada se existisse pelo menos uma fruta infestada nos 04 frutos amostrados. A incidência de moscas de fruta no pomar foi calculada pela divisão de parcelas infestadas pelo número total de parcelas.

$$I = \frac{P.I}{T.P} * 100$$

Onde:

I = Incidência

P.I. = Número de Parcelas infestadas

T.P = Total de parcelas amostradas

O índice de infestação foi calculado tendo em consideração as pupas e as espécies de moscas da fruta emergidas. O índice de infestação por pupas foi traduzido pelo número médio de pupas por cada fruto colectado e por quilograma de fruto segundo descrito por Vayssières *et al.* (2009).

O índice de infestação por cada espécie de mosca da fruta foi estimado como proporção do número de adultos de *B. dorsalis* ou *C. cosyra* por quilograma de fruta, de acordo com as expressões descritas por Cowley *et al.* (1992).

4.2.3. Análise de Dados

Os dados foram primariamente processados no pacote excel 2013 onde foram calculadas as estatísticas das variáveis de estudo e posteriormente submetidos ao pacote estatístico STATA 13 para as análise de variância e comparação de médias.

O Delineamento Completamente Casualizado foi utilizado para a análise do índice de infestação (pupas/kg; pupas/fruto, espécimens/kg), onde a data de amostragem constituiu os tratamentos e as parcelas as repetições. A transformação dos dados foi feita pela função $\log(x + 1)$, para a satisfação dos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. A comparação de médias foi feita com recurso ao teste de SNK a 5% de significância.

A comparação das médias dos índices de infestação da *B. dorsalis* e *C. cosyra* foi feita com recurso ao teste-t, assumindo-se variâncias não homogêneas, visto não ter-se verificado a homogeneidade das variâncias.

4.3. Resultados

4.3.1. Incidência e Índice de Infestação por Moscas da Fruta

Dos frutos colhidos nas duas campanhas, foram obtidas 718 pupas e emergidos 294 adultos, o que corresponde a uma taxa de emergência de 40.95%. As espécies emergidas foram a *B. dorsalis* e *C. cosyra*, sendo a quantidade total de *B. dorsalis* de 78 espécimens, contra 216 espécimens de *C. cosyra* o que corresponde sucessivamente à 26.5% e 73.5% dos adultos emergidos respectivamente. A incidência de moscas da fruta, expressa por percentagem de parcelas infestadas variou de 19.2% a 57.7%, nas duas campanhas cobertas pelo estudo (TABELA 6).

O índice de infestação foi apresentado em relação à quantidade de frutos e pelo peso de frutos colhidos, tendo variado de 0.98 pupas/kg ou 0.31 pupas/fruto a 9.05 pupas/kg ou 3.23 pupas/fruto, e uma média de 4.61pupas/kg ou 1.73pupas/fruto. Em relação as espécies, o índice de infestação pela *B. dorsalis* variou de 0.03 espécimens/kg a 1.03 espécimens/kg com umm índice médio de 0.4 espécimens/kg, enquanto que a *C. cosyra* variou de 0.2 espécimens/kg a 3.95 espécimens/kg com uma média de 1.39 espécimens/kg (TABELA 6).

A análise estatística mostrou que com base no teste de SNK a 5% de significância, não houve diferença significativa entre as diferentes datas de amostragem em relação aos índices de infestação expresso como pupa/fruto assim como para o índice de infestação de *B. dorsalis*. Contudo, o último período de monitoria apresentou o maior índice de infestação (9.05 ± 2.17 pupas/kg), não estatisticamente diferente em relação a terceira amostragem (6.88 ± 2.17 pupas/kg) que foi similar as restantes amostragens. Para a *C. cosyra*, a última amostragem apresentou o maior índice de infestação (3.95 ± 0.72 espécimes/kg) em relação às restantes amostragens que não foram diferentes entre si (TABELA 7).

A comparação do índice de infestação por espécie de moscas de fruta, mostrou que em média, a *C. cosyra* (1.39 ± 0.49 moscas/kg) apresentou o índice mais elevado em relação à *B. dorsalis* (0.40 ± 0.18 moscas/kg), com base no teste-t a 5% de significância (FIGURA 18).

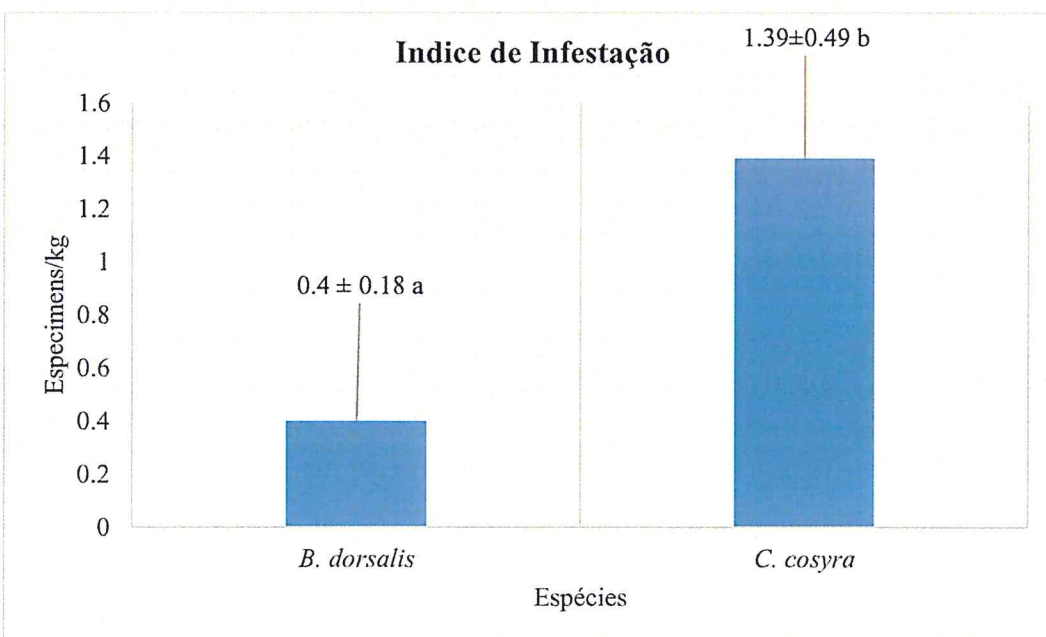


Figura 18. Comparação das infestações por *C. cosyra* e *B. dorsalis* ($t = -1.9$, $Pr(T < t) = 0.03$).

Tabela 6. Tabela resumo de infestação da fruta

Período de Amostragem	Número de Frutos	Peso total Frutos (Kg)	Total Pupas	Adultos Emergidos			% de Emergência	Incidência % (Parcelas infestadas)	Índice de Infestação		
				<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Ceratitís cosyra</i>	Abundância Absoluta			Pupas/Kg	Pupas/Fruto	B. <i>dorsalis</i> /Kg
11/Dezembro/2014	104	29.73	42	1	6	7	42.30	1.51	0.41	0.03	0.2
24/Dezembro/2014	104	35.78	31	17	6	23	19.20	0.98	0.31	0.41	0.16
8/Janeiro/2015	104	45.36	311	55	59	114	53.80	6.88	3.01	1.03	1.24
24/Dezembro/2015	104	39.69	334	5	145	150	57.70	9.05	3.23	0.12	3.95
Total/Media	416	150.56	718	78	216	294	40.95	4.61	1.73	0.4	1.39
Abundância Relativa				26.5%	73.5%						

Tabela 7. Análise estatística dos índices de infestação ± S.E

Data de Amostragem	Índice de Infestação		
	Pupas/Kg	Pupas/Fruto	B. <i>dorsalis</i> /kg
11/Dezembro/2014	1.51 ± 2.17 a	0.41 ± 0.87 a	0.03±0.35 a
24/Dezembro/2014	0.98 ± 2.17 a	0.31 ± 0.87 a	0.41±0.35 a
8/Janeiro/2015	6.88 ± 2.17 ab	3.01 ± 0.87 a	1.03±0.35 a
24/Dezembro/2015	9.05 ± 2.17 b	3.23 ± 0.87 a	0.12±0.35 a
	F=3.37, Prob>F=0.02	F=3.35, Prob>F=0.02	F=3.03, Prob>F=0.0327
			F=3.52, Prob>F=0.017

Pares de média seguidas de mesma letra minúscula ao longo da coluna, e maiúscula ao longo da linha não diferem significativamente entre si pelo teste de SNK a 5% de significância.

4.3.2. Padrão Espaço-temporal de Infestação da Manga

A avaliação espaço-temporal da infestação da manga está apresentada nos 8 diagramas abaixo. De uma forma geral, pode-se observar que a infestação por *C. cosyra* foi superior em relação à *B. dorsalis*, à mesma observação feita pela análise convencional da infestação.

A infestação pela *B. dorsalis* evoluiu a partir dos limites Norte e Noroeste do pomar para as restantes regiões. Até ao fim da maturação agronómica da manga, estas regiões, tanto do lado interno como externo ao pomar, permaneceram como as mais infestada.

A infestação pela *C. cosyra* não seguiu o mesmo padrão da *B. dorsalis*, onde logo no início da maturação maior parte do pomar encontrava-se infestado. *Hot spots* de infestação pela *C. cosyra* foram observados nas regiões externas do pomar a Norte e Nordeste, por onde a infestação evoluiu para as restantes regiões do pomar até ao fim da maturação agronómica da manga. Esta situação mostra que provavelmente as espécies de moscas da fruta que infestam o pomar de manga em estudo (*B. dorsalis* e *C. cosyra*) provém de fora do pomar.

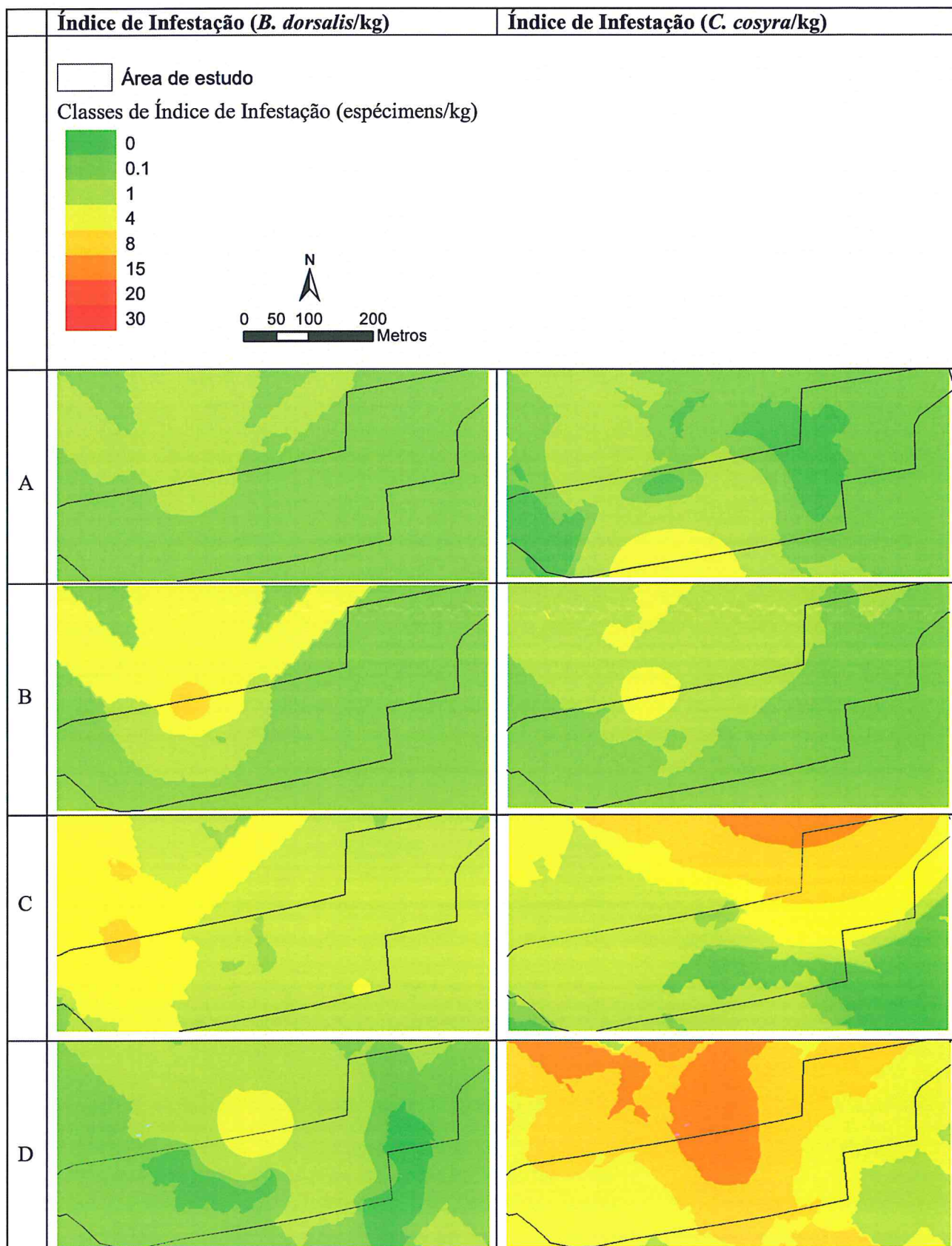


Figura 19. Padrão espaço-temporal da infestação da manga por moscas da fruta. A=11/12/2014; B = 24/12/2014; C = 08/01/2015; D = 24/12/2015.

4.3.3. Proporção de Espécies de Moscas da Fruta na Manga

No geral, o índice de abundância relativa de *B. dorsalis* em relação à *C. cosyra* dentro do fruto teve uma tendência crescente nas 3 amostragens da primeira campanha, tendo-se observado um RAI médio de 0.25, 0.39 e 0.64 em 11, 24 de Dezembro de 2014 e 8 de Janeiro de 2015 respectivamente. Na segunda campanha, 24 de Dezembro de 2015, registou-se o índice mais baixo, 0.02. O aumento do índice RAI com o tempo na primeira campanha, mostra a tendência de substituição da *C. cosyra* por *B. dorsalis* com o decorrer da maturação da manga.

Em média para todo o período de estudo, observou-se um índice RAI de 0.32 nos frutos, o qual se situa no intervalo de dominância de *C. cosyra* ($0.00 < \text{RAI} < 0.33$), e inferior ao observado nas armadilhas, no igual período, o qual foi de 0.69, situado no intervalo de dominância de *B. dorsalis* ($0.66 < \text{RAI} < 1.00$) (FIGURA 20).

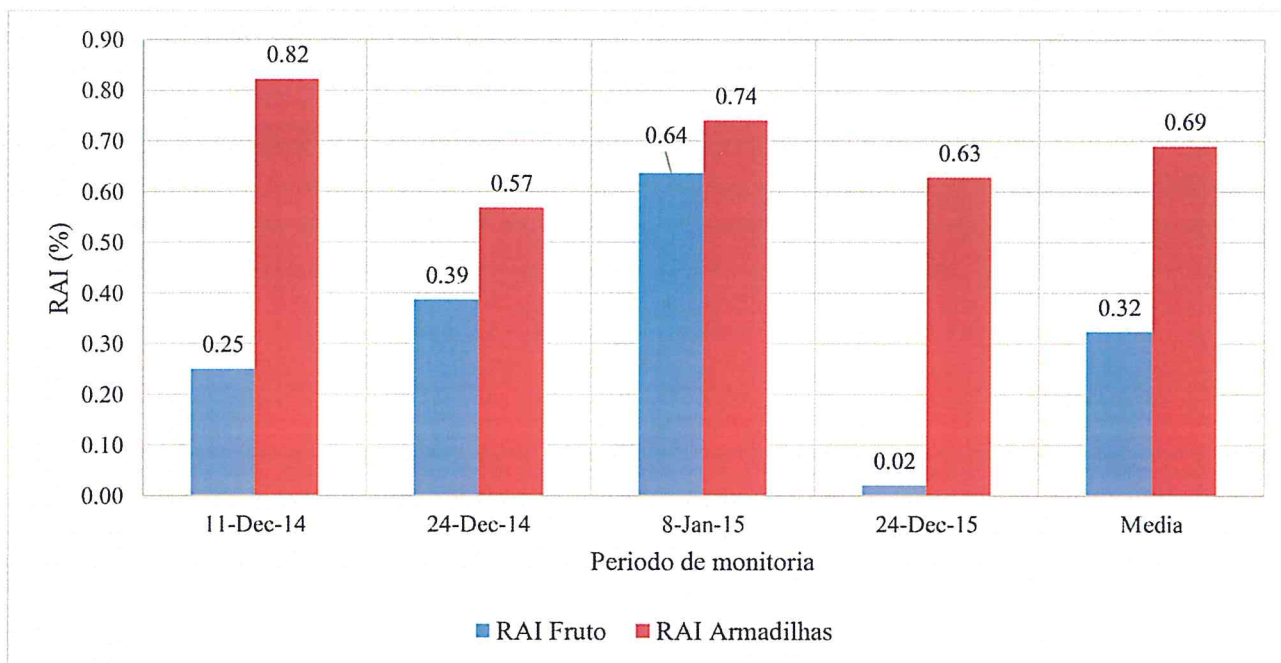


Figura 20. Evolução temporal do RAI no frutos e armadilhas

Em relação à dominância relativa das espécies, os resultados mostram claramente que nos frutos, a *C. cosyra* foi a espécie mais abundante. Para além de ter apresentado maior abundância relativa, a *C. cosyra* teve presença exclusiva em cerca de 57% de parcelas infestadas, ou seja, na maior parte dos frutos a *C. cosyra* não partilhou o hospedeiro com a *B. dorsalis* ou outras espécies de moscas da fruta. (TABELA 8).

Tabela 8. Resumo do RAI de *B. dorsalis* e *C. cosyra* no fruto e armadilha

Intervalos de RAI		Fruto		Armadilha	
		Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
RAI = 1	Presença exclusiva de <i>B. dorsalis</i>	6	21.40%	1	00.96%
0.66 < RAI < 1	Dominância de <i>B. dorsalis</i>	2	07.14%	61	58.65%
0.33 < RAI < 0.66	Situação intermediária	1	03.57%	39	37.50%
0.00 < RAI < 0.33	Dominância de <i>C. cosyra</i>	3	10.71%	2	01.92%
RAI = 0	Presença exclusiva de <i>C. cosyra</i>	16	57.14%	1	00.96%
Total		28	100.00%	104	100.00%

4.4. Discussão

4.4.1. Incidência e Índice de Infestação de Moscas da Fruta

A percentagem de emergência de moscas da fruta, sobre o qual maior parte das discussões e avaliações foram feitas é extremamente baixo, 40.95% (menos de 50%), menor do que o observado na manga por Canhanga (2012) em Cabo Delgado (69.1%), e Vayssières *et al.* (2009) em Benin (68 a 85%). A baixa emergência de moscas da fruta pode ser justificada segundo Ekesi e Bilah (2007), pela abundância de seiva nos frutos, principalmente quando não completamente maduros, o qual para além de aumentar a mortalidade de larvas, reduz a emergência de pupas.

As espécies de moscas da fruta emergidas da manga obtidas nomeadamente *B. dorsalis* e *C. cosyra*, corroboram com os resultados obtidos por Canhanga (2012), onde observou a emergência das mesmas espécies, embora a abundância de *B. dorsalis* tenha sido maior (94.6%), em relação à *C. cosyra* (5.4%), o que difere dos resultados do presente estudo onde a *C. cosyra* foi a espécie mais abundante. Mwatawala *et al.* (2006; 2009a; 2009b) reportaram a emergência de diversas espécies de moscas da fruta dos gêneros *Bactrocera* e *Ceratitis* na manga em Tanzania, sendo a *B. dorsalis* a espécie em maior abundância seguida da *C. cosyra*.

Vayssières *et al.* (2005) reportaram a emergência de 7 espécies de moscas da fruta na manga, nomeadamente *B. dorsalis* (*C. cosyra*, *C. quinaria*, *C. silvestrii*, *C. fasciventris*, *C. anonae*, *C. breinii*). Nos primeiros períodos de maturação da manga apenas as espécies dos gêneros *Ceratitis* emergiram dos frutos. Após a queda significativa das primeiras chuvas verificou-se a diminuição

gradual das outras espécies do género *Ceratitis*, com a excepção da *C. cosyra*, e a emergência e aumento da abundância de *B. dorsalis*. Nas últimas amostragens, no fim da época de maturação da manga apenas a *B. dorsalis* e *C. cosyra* emergiram dos frutos, sendo a *C. cosyra* com maior abundância absoluta cumulativa, 418 espécimens contra 300 da *B. dorsalis* (Vayssières *et al.*, 2005). Estes resultados corroboram com os apresentados no presente estudo, onde a *C. cosyra* apresentou a abundância mais elevada e decrescente à medida que se atingia o fim da época de maturação, enquanto a *B. dorsalis* apresentou a abundância mais baixa e crescente à medida que se atingia o pico da maturação.

A *C. cosyra* é uma espécie que ocorre frequentemente nos primeiros períodos de produção, atacando principalmente as variedades precoces ou intermédias, enquanto que a *B. dorsalis* apenas aparece após a ocorrência das primeiras chuvas causando danos significativos nas variedades intermédias e tardias (Vayssières *et al.*, 2009). Na área de estudo, mais de 80% do pomar é composta pela variedade de maturação precoce, kent, e os restantes menos de 20% pela variedade intermédia Kent, o que pode explicar a elevada infestação pela *C. cosyra*.

Os resultados do presente estudo mostraram que os frutos colhidos no fim da época de maturação da manga em Janeiro apresentaram maior índice de infestação, em relação aos frutos colhidos em Dezembro, na primeira campanha (2014/15). Estes resultados corroboram com Vayssières *et al.* (2008), o qual reportou num estudo realizado em Benin, maiores índices de infestação em mangas colhidas no fim da época de maturação em Março (1.46 ± 0.12 pupas/kg), em relação à fruta colhida em Fevereiro (0.45 ± 0.12 pupas/kg).

Os índices de infestação apresentados no presente estudo (4.77 pupas/kg de fruta e 1.73 pupas/fruta), são superiores ao reportados acima por Vayssières *et al.* (2008), e inferiores aos observados por Canhangá (2012), em Cabo Delgado (29.03 pupas/kg e 8.91 pupas/fruto).

Ekesi *et al.* (2009) reportaram uma redução do índice de infestação da manga por *C. cosyra* com a introdução da *B. dorsalis* de 4.5 moscas/kg de fruta em 2003/04 para 0.7 moscas/kg de fruta em 2007/08. Em contraste, o índice de infestação por *B. dorsalis* aumentou de 4.1 moscas/kg de fruta em 2004/05 para 5.6 moscas/kg de fruta em 2007/08.

A diferença nos diversos índices de infestação reportados e em relação aos descritos no presente estudo pode ser explicada pelo facto da infestação da manga por moscas da fruta variar de acordo com a época, país, região, zonas agro-ecológicas, variedade da manga, e factores abióticos (Vayssières *et al.*, 2009). De acordo com Menezes (2013), o índice de infestação por moscas da fruta nos diversos frutos varia de acordo com a região de estudo, com a disponibilidade de hospedeiros e com factores ambientais. Nos mesmos hospedeiros, podem ser obtidas diferentes infestações em diferentes localidades (Dos Santos, 2012).

4.4.2. Padrão Espaço-temporal de Infestação da Manga

O padrão espacial de infestação da fruta mostrou que as parcelas externas ou localizadas no perímetro do pomar foram as primeiras a ser infestadas, pelas quais, a infestação estendeu-se para as parcelas internas. Poucos estudos de dinâmica espaço-temporal de moscas da fruta ao nível do pomar foram documentados e destes, nenhum reporta o padrão espaço-temporal de infestação da fruta, contudo o padrão de movimentação de adultos descritos por Sciarretta e Trematerra (2014), Wahab *et al.*, (2006) e o padrão descrito no capítulo 3.3.6 do presente estudo, mostram um padrão de aumento de densidade de moscas da fruta da região externa para interna, o que em combinação com os presentes resultados de infestação sugerem ou confirmam o início da infestação por moscas da fruta (*B. dorsalis* e *C. cosyra*) da região externa para interna do pomar.

O padrão espaço-temporal de infestação da manga por moscas da fruta apresenta semelhanças com o padrão da dinâmica espaço-temporal de adultos, descrito no capítulo III acima, onde os *hot spots* de densidade de *B. dorsalis* foram observados com maior frequência nas regiões Norte e Noroeste, enquanto que para a *C. cosyra* estes foram observados com maior frequência nas regiões Norte e Nordeste. Isto mostra que estas regiões tem algumas condições bióticas e abióticas diferentes das restantes que as tornam mais favoráveis para oviposição e abundância de adultos das espécies *B. dorsalis* e *C. cosyra*.

Estes resultados podem ser usados em programas de controlo integrado para maximização de esforços de controlo, com fruto como alvo, no início do desenvolvimento dos frutos, nas parcelas externas para as internas, principalmente na realização de sanidade do pomar e aplicação de iscas hidrolisadas.

4.4.3. Proporção de Espécies de Moscas da Fruta que Infestam a Manga

O índice de abundância relativa observado nos frutos foi diferente do apresentado em relação a captura de adultos em armadilhas. Nos frutos, a *C. cosyra* foi a espécie mais abundante, tendo-se registado presenças exclusivas, o qual não foi observado em adultos capturados em armadilhas. Nas armadilhas, a *B. dorsalis* foi a espécie mais abundante. Esta situação pode sugerir que a *B. dorsalis* capturada nas armadilhas nem toda provinha do pomar, podendo ter havido influência de plantas de goiaba que se encontravam na bordadura do pomar, o qual é considerado um dos hospedeiros preferenciais da *B. dorsalis* (De Mayer *et al.*, 2012; EPPO, 2013; Ekesi & Billah, 2007).

O índice de infestação relativa de *B. dorsalis* e *C. cosyra* obtido no presente estudo, em conformidade com as abundâncias absolutas, sugerem uma dominância da *C. cosyra* sobre *B. dorsalis* na manga. Isto pode-se explicar pelo facto da manga ser o principal hospedeiro da *C. cosyra* (Ekesi e Bilah, 2007), e pelo que a dominância de *B. dorsalis* leva algum tempo a acontecer, visto esta ser uma praga nova na região do estudo. Contudo, Mwatawala *et al.* (2009b), reportaram um índice de abundância relativa de 0.98, em 05 anos após invasão qual sugere uma forte dominância da *B. dorsalis* sobre *C. cosyra*, o que sustenta a substituição competitiva da espécie nativa pela invasiva, largamente estudada e descrita em Tanzania e em Quênia (Ekesi *et al.*, 2009; Mwatawala *et al.*, 2006; Mwatawala *et al.*, 2009a; Mwatawala *et al.*, 2009b).

Em áreas onde espécies de tefritídeos polípagas são introduzidas, competições interspecíficas resultaram na redução do número e mudança do nicho das espécies pré-estabelecidas (Duyck *et al.*, 2006), e vários exemplos reportados por Vayssières *et al.* (2006, 2009, 2013); Ekesi *et al.* (2009), e Mwatawala *et al.* (2006; 2009a; 2009b), mostraram a substituição de espécies do género *Ceratitis* pelas do género *Bactrocera*.

As espécies do género *Bactrocera* são da estratégia-K, o que sugere uma elevada capacidade de competição em relação as espécies do género *Ceratitis*, que são da estratégia-r (Vayssières *et al.*, 2005), e por esta razão, espécies do género *Bactrocera* podem melhor explorar os recursos em relação às espécies pré-estabelecidas provavelmente por limitar o acesso destes ao alimento e outros factores como descrito por Ekesi *et al.* (2009), discutido no capítulo III acima. A

interferência competitiva implica que a espécie mais competitiva ganha maior acesso aos recursos tendo efeito detrimental em relação às outras.

Na Ilha Reunião, a espécie invasiva *B. zonata* foi a melhor competidora em relação as espécies do género *Ceratitis*, a qual teve a tendência de ocupar maior proporção de frutos e depositado maior quantidade de ovos e em maior frequência (Duyck *et al.*, 2006), factor influenciado pelo tamanho do corpo do insecto que é maior em relação as espécies do género *Ceratitis* (Ekesi *et al.*, 2009).

Contudo, com todos estes mecanismos de substituição, não se registou a substituição completa ou exclusão competitiva da *C. cosyra* pela *B. dorsalis*, tendo ocorrido apenas para as outras espécies do género *Ceratitis*, o que segundo Ekesi *et al.* (2009), pode-se dever a algumas vantagens que a *C. cosyra* apresenta ou possui que a permite algum nível de coexistência com *B. dorsalis*, uma delas podendo ser a sua maior especialização na habilidade de localização do hospedeiro, a manga, que estão fortemente ligadas com esta espécie de planta por um longo período em África.

Portanto, os resultados do presente estudo, por mostrarem maior abundância e dominância da *C. cosyra* na manga, e com todas as vantagens competitivas que a *B. dorsalis* apresenta sobre esta espécie, indicam que a *C. cosyra* continua uma espécie dominante na manga no distrito de Vandúzi e que o processo de substituição competitiva ainda não se verificou.

4.5. Conclusões e Recomendações

4.5.1. Conclusões

Com base nos resultados apresentados acima pode-se concluir que:

- A incidência de moscas da fruta, em proporção de parcelas infestadas, variou de 19.2% a 57.7%, com uma média de 43.25%.
- A *B. dorsalis* e *C. cosyra* foram as únicas espécies de moscas da fruta que infestaram a manga na área de estudo, tendo a *C. cosyra* sido a espécie mais abundante no fruto, com 216 espécimens, contra 78 espécimens da *B. dorsalis*;

- O índice de infestação da manga por moscas da fruta variou de 0.98 pupas/kg e 0.31 pupas/fruto a 9.05 pupas/kg e 3.23 pupas/fruto respectivamente, e uma média de 4.61 pupas/kg e 1.73 pupas/fruto.
- O índice de infestação médio da *B. dorsalis* foi de 0.40 espécimens/kg contra 1.39 espécimens/kg de *C. cosyra*.
- A *C. cosyra* foi a espécie mais abundante ou dominante nos frutos, com um índice de abundância relativa da *B. dorsalis* sobre *C. cosyra* de 0.32.
- Os *hot spots* de infestação por moscas da fruta ocorreram nas regiões Norte, Noroeste e Nordeste.

4.5.2. Recomendações

Ao proprietário do Pomar Chandroca:

- Aplicação de medidas de manejo integrado de moscas da fruta com base nos resultados do padrão espaço-temporal de infestação da manga, direccionando uma aplicação intensiva de medidas nas zonas mais infestadas, principalmente para o controlo da *C. cosyra* que é a espécie que mais infesta a manga.
- Colheita atempada da fruta no estágio de pré-maturação, visto apresentar menor índice de infestação.

Investigadores:

- A realização de estudos semelhantes em outros pomares, incluindo mais campanhas de produção de manga, hospedeiros alternativos na amostragem como a goiaba e frutos silvestres, e a extensão das datas de amostragem.

CAPÍTULO V

5.0. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES GERAIS

5.1. Conclusões

- A *B. dorsalis* esteve presente no pomar em todo o período de monitoria, com uma densidade média de 4.72 moscas por armadilha por dia, tendo o primeiro ano apresentado maior densidade em relação ao segundo ano.
- A *C. cosyra* esteve no pomar na maior parte do período de monitoria, com uma densidade média de 1.28 moscas por armadilha por dia, tendo o primeiro ano apresentado maior densidade em relação ao segundo ano.
- A flutuação da população adulta de *B. dorsalis* e *C. cosyra* teve uma relação positiva com a temperatura mínima, temperatura máxima e fenologia da manga, e negativa com a temperatura média e precipitação.
- Cerca de 43.3% de parcelas amostradas tinham mangas infestadas por moscas da fruta, sendo as únicas espécies emergidas a *B. dorsalis* e *C. cosyra*.
- O índice médio de infestação da manga por moscas da fruta foi de 4.77 pupas/kg, tendo a *C. cosyra* apresentado o nível mais elevado de infestação (1.39 espécimens/kg) em relação a *B. dorsalis* (0.40 espécimens/kg).
- A *B. dorsalis* foi a espécie mais abundante nas capturas em armadilhas no pomar e a *C. cosyra* foi a espécie mais abundante na manga infestada.
- Os *hot spots* de densidade populacional de adultos de *B. dorsalis* e *C. cosyra* assim como de infestação da manga por estas espécies ocorreram nas regiões Norte, Nordeste e Noroeste do pomar, de onde evoluíram para as restantes regiões do pomar.

5.2. Recomendações

Ao proprietário do Pomar Chandroca:

- Aplicação de medidas de manejo integrado de moscas da fruta com base nos resultados da análise espaço-temporal do presente estudo, começando a aplicação nas regiões Norte, Nordeste e Noroeste do pomar, nos meses de Outubro a Novembro, e progressivamente estender a aplicação para as restantes regiões do pomar até o mês de Fevereiro.
- Colheita atempada da fruta no estágio de pré-maturação, visto apresentar menor índice de infestação neste estágio.

Investigadores:

- A realização de estudos semelhantes em outros pomares, incluindo:
 - Mais campanhas de produção de manga;
 - Colheita e incubação de hospedeiros alternativos para a avaliação de infestação;
 - Recolha de mais parâmetros climáticos como a humidade do solo, humidade relativa e direcção do vento para avaliar a sua relação com a flutuação sazonal de moscas da fruta.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, M.L.; Kumar, P.. 1999. Effect of weather parameters on population dynamics of peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Saunders). Entomon 24, 81–84.
- Aleman, A.; Miranda, M. A.; Alonso, R. e Martín Escorza, C.. 2006. Changes in the spatial and temporal population density of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in a citrus orchard. Spanish Journal of Agricultural Research (2006) 4 (2), 161-166.
- Aluja, M.. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. Annual Review of Entomology, Palo Alto - CA, v. 39, p. 155-178.
- Aluja, M.; Celedonio, H.; Liedo, P.; Cabrera, M.; Castillo, F.; Guillém, J. e Rios, E.. 1996. Seasonal population fluctuations and ecological implications for management of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial mango orchards in southern Mexico. Journal of economic entomology. v 89. p. 654-667.
- Amburete, B.. 2014. Avaliação de Diferentes Atractivos Alimentares Sintéticos como Ferramenta de Monitoria das Moscas da Fruta na Província de Manica. Projecto Final. UEM-FAEF.
- Bota, L. 2012. Situação de Mosca da Fruta na Província de Manica. Dpa Manica.
- CABI. 2014. *Bactrocera dorsalis*. Disponível em <http://www.cabi.org/isc/datasheet/17685>, acessado em Dezembro de 2014.
- CABI. 2015. *Ceratitits cosyra*. Disponível em <http://www.cabi.org/isc/datasheet/12370>, acessado em Outubro de 2015.
- Canhanga, L. J.. 2012. Avaliação dos níveis de dano causados pela mosca da fruta invasiva, *Bactrocera invadens*, e seu impacto socio-económico em Moçambique. UEM-FAEF. 104 PP.
- Canhanga, L. J.. 2013. Assessment of invasive fruit fly fruit infestation and damage in Cabo Delgado province, northern Mozambique. African Crop Science Journal, Vol. 21, No. 1, pp. 21 – 28.
- Castrignanò, A.; Boccaccio, L.; Cohen, Y.; Nestel, D.; Kounatidis, I.; Papadopoulos, N.T.; De Benedetto, D.; e Mavragani-Tsipidou, P.. 2006. Spatio-temporal population dynamics and area-wide delineation of *Bactrocera oleae* monitoring zones using multi-variate geostatistics. Precision Agric (2012) 13:421–441. DOI 10.1007/s11119-012-9259-4 Published online: 24 February 2012.
- Celedonio-Hurtado, H.; Aluja, M. e Liedo, P.. 1995. Adult population of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchard habitats of Chiapas, Mexico. Entomol. Soc. Am. 24: 861-869.

Chen, P.; Ye, H.; e Liu, J.. 2006. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera Tephritidae) and analysis of the factors influencing the population in Ruili, Yunna Province, China. *Acta Ecologica Sinica* 26, 2801–2808.

Conislla, 2015. Krigagem ordiária. <http://docslide.com.br/documents/05-krigagem-ordinaria.html>

Corsato, C. D. A. 2004. Moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba no norte de Minas Gerais: biodiversidade, parasitóides e controle biológico. Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil. 83p.

Cowley, J. M.; Baker, R. A. e Harte, D. S.. 2012. Definition and determination of host status for multivoltine fruit fly (Diptera: Tephritidae) species. *Journal of Economic Entomology* 85: 312-317.

Cugala, D. R. 2011. Management and mitigation measures for alien invasive fruit fly (*Bactrocera invadens*) in Mozambique. Terminal Statement prepared for the Government of Mozambique and the Department of Plant Protection by the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Cugala, D. R. e Mangana, S.. 2010a. Diversidade de moscas de fruta que ocorrem em Moçambique e em África em geral. Boletim de informação Moscas da fruta – BIMF no 1 Junho.

Cugala, D. R. e Mangana, S. 2010b. Ocorrência e implicações da mosca de fruta invasiva, *Bactrocera invadens* em Moçambique. Boletim de Informação Mosca da Fruta, (BIMF) No 2.

Cunguara, Benedito e Garrett, James. 2011. O Sector Agrário em Moçambique: Análisesituacional, constrangimentos e oportunidades para o crescimento agrário. Documento apresentado no “Diálogo sobre a Promoção de Crescimento Agrário em Moçambique”. HotelVIP, Maputo.

De Meyer M.; Mohamed, S.; e White, I. M.. 2007. Invasive fruit fly pests in Africa. Disponível em <http://www.africamuseum.be/fruitfly/AfroAsia.htm>

De Meyer M., White I.M. & Goodger K.F.M. 2013. Notes on the frugivorous fruit fly (Diptera: Tephritidae) fauna of western Africa, with description of a new *Dacus* species. *European Journal of Taxonomy* 50: 1-17. <http://dx.doi.org/10.5852/ejt.2013.50>

De Meyer, M.. 2013. Training Course Identification of African Fruit Flies. Tervuren 2013

De Meyer, M.. 1998. Revision of the subgenus *Ceratitidis* (*Ceratalaspis*) Hancock (Diptera: Tephritidae). *Bulletin of Entomological Research* 88: 257-290.

De Meyer, M.; Robertson, M.P.; Mansell, M.W.; Ekesi, S.; Tsuruta, K.; Mwaiko, W., Vayssières, J-F e Peterson, A.T.. 2010. Ecological niche and potential geographic distribution of the invasive fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) In: *Bulletin of Entomological Research*.

De Meyer, M.; Salah, M. e White, I. M.. 2012. Invasive Fruit Fly Pests in Africa. A diagnostic tool and information reference for the four Asian species of fruit fly (Diptera, *Tephritidae*) that have become accidentally established as pests in Africa, including the Indian.

De Meyer, M.; Mohamed, S. e White, I. M. 2014. Invasive Fruit Fly Pest in África. A diagnostic tool and information reference for the four Asian species of fruit fly (Diptera: Tephritidae) that have become accidentally established as pest in África. Including the Indian Ocean Island.

Dos Santos, J. P.. 2012. Levantamento populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), seus parasitoides e hospedeiros em cultivo orgânico e convencional em maceió, UFA. Brasil.

Dowell, R.V. e Wange, L.K.. 1986. Process analysis and failure avoidance in fruit fly programs. pp. 43–65 in Mangel, M., Carey, J.R. & Plant, R.E. (Eds) Pest Control. New York, NATO ASI Series, Springer-Verlag.

DPA Manica, 2015. Relatório de Balanço da Campanha Agrícola 2014-15

DPA Manica. 2011. Relatório de Balanço da Campanha Agrícola 2010-11.

Drew, R.A.I. e Hancock, D.L.. 1994. The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Asia, Bull. Entomol. Res. Suppl. 2 (1994) 1–68.

Drew, R.A.I. e Hooper, G.H.S.. 1983. Population studies of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in South East Queensland. Oecologia (Berlin) 26, 153–159.

Drew, R.A.I.; Tsuruta, K. e White, I. M.. 2005. A new species of pest fruit fly (Diptera: Tephritidae: Dacinae) from Sri Lanka and Africa. African Entomology 13(1): 149–154.

Duyck, P. F.; e Quilici, S.. 2002. Survival and development of different life stages of three *Ceratitidis* spp. (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. Bull. Entomol. Res. 92: 461–469.

Duyck, P. F.; David, P.; Junod, G.; Brunel, C.; Dupont, R.; e Quilici, S.. 2006. Importance of competition mechanisms in successive invasions by polyphagous tephritids in La Réunion. Ecology 87: 1770–1780.

Ekesi, S.; Mohamed, S. e Tanga, C. M. 2014. Comparison of Food-Based Attractants for *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) and Evaluation of Mazoferm—Spinosad Bait Spray for Field Suppression in Mango. Journal of Economic Entomology, 107(1):299-309.

Ekesi, S. e Billah, M. K.. 2007. A Field Guide to the Management of Economically Important Tephritid Fruit Flies in Africa. The International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE). ICIPE Science Press-Nairobi, Quênia.

Ekesi, S.; Nderitu, P. W. e Rwomushana, I.. 2006. Field infestation, life history and demographic parameters of the fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) in Africa. *Bulletin of Entomological Research* 96: 379-386.

Ekesi, S.; Billah, M. K.; Nderitu, P. W.; Lux, S. e Rwomushana I.. 2009. Evidence for competitive displacement of *Ceratitidis cosyra* by the Invasive fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) on mango and mechanisms contributing to the displacement. Journal of Economic Entomology 102(3): 981-991.

EPPO. 2013. *Ceratitidis cosyra* (Diptera: Tephritidae)

Faiza, M. A.. 2012. Seasonal abundance of tephritid fruit flies in shendi area, sudan. persian gulf crop protection. Disponível online em: www.cropprotection.ir.

IAEA. 2003. Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes. IAEA. Vienna, Austria.

FAOSTAT. 2015. FAO Statistics Division. Acessado 05 de Dezembro de 2015, 06h 46min 52 segundos.

Fleischer, S.J.; Weisz, R.; Smilowitz, Z.; Midgarden, D.. 1997. Spatial variation in insect populations and sitespecific integrated pest management. Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison: 101–130.

Fruticentro. 2012. Workshop sobre monitoria e Maneio da mosca invasiva de fruta, *Bactrocera Invadens*. “Implicacoes e Impacto da ocorrencia da mosca de fruta, *BactroceraInvadens* em Zona Centro”. Chimoio.04 de Maio de 2012.

Garcia, F. R. M e Ricalde, M.. 2012. Augmentative Biological Control Using Parasitoids for Fruit Fly Management in Brazil. Insects ISSN 2075-4450.www.mdpi.com/journal/insects/.

Garcia, F. R. M. e Bandeira, R. R.. 2011. Biodiversidade de Moscas-das-Frutas (Diptera, *Tephritidae*) em Moçambique. Revista ACOALF: Acolhendo a Alfabetização nos Países de Língua portuguesa, São Paulo, ano 5, n. 9, 2010/ 2011.

Guichard, C.. 2009. EU Interceptions rising in 2009. In Fighting fruit flies regionally in sub-Saharan Africa, p. 4. COLEACP/CIRAD, Information Letter 4. COLEACP, Cedex, France.

Hendrichs, J.; Robinson, A. S.; Cayol, J. P. e Enkerlin, W.. 2002. Medfly area wide sterile insect technique programmes for prevention, suppression and eradication: the importance of matting behaviour studies. Fla Entomol 85(1), 1-13.

Hui, Y. E. e LIU, J.. 2005. Population dynamics of oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Yokoyama V. Y. 2007. Biological and cultural control of olive fruit fly in California.9th Annual Exotic F. Fly Symposium April 25-26, 2007, Fresno, California.

Israely, N.; Ziv, Y. e Oman, S. D.. 2005. Spatiotemporal Distribution Patterns of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in the Central Region of Israel. Ann. Entomol. Soc. Am. 98(1): 77Ð84 (2005).

- Kogan, M.. 1998. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43, 243–270.
- Lux, S.A.; Copeland, R. S.; White, I. M.; Manrakhan, A. e Billah, M. K.. 2003. A new invasive fruit fly species from the *Bactrocera dorsalis* (Hendel) group detected in East Africa. *Insect Science and Its Application*. p. 355–361.
- MAE. 2005. Perfil do Distrito de Manica.
- MAFSC. 2009. Participatory Validation and Dissemination of Management Technologies for *Bactrocera invadens* and other Major Pests that Constrain Production and Export of Fruits and Vegetables in East and Southern Africa. Tanzania.
- Majacunene, A. P. 2014. Avaliação do Impacto da Estratégia de Maneio Integrado na População da Mosca Invasiva da Fruta, *Bactrocera invadens*, na província de Manica. Tese de Mestrado, UEM-FAEF.
- Malavasi, A.; Morgante, J. S.. 1981. Biologia de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). II: índices de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, pp. 17-24.
- Manrakhan, A.; Venter, J. H. e Hattingh, V.. 2010 *Bactrocera invadens* Drew Tsuruta and White The African Invader fly. Action Plan.
- Mather, D.; Donovan, C. e Boughton, D.. 2009. Medição do Impacto dos Bens Públicos e Privados sobre os Rendimentos Familiares Provenientes de Culturas em Moçambique.
- Menezes, A. M. S. 2013. Índices de infestação e avaliação de produtos químicos no controle de moscas-das-frutas (diptera: tephritidae).
- MINAG. 2013. Estratégias do Governo e Oportunidades de Investimento no Agronegócio em Moçambique. Preparada para o Lançamento da Nova Aliança para a Segurança Alimentar e Nutricional Maputo, 11 de Abril de 2013.
- Montgomery, G.. 2001. Design and Analysis of Experiments. 5th Edition. ASU. USA
- Moiana, L. 2015. Avaliação da flutuação populacional da mosca invasiva da fruta, *Bactrocera (invadens) dorsalis* no Corredor da Beira. Tese de Mestrado, UEM-FAEF.
- Mooney, H. A., e Cleland, E. E.. 2001. The evolutionary impact of invasive species. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 98: 5446–5451.
- Mooney, H. A., e Drake, J. A.. 1986. Ecology of biological invasions of North America and Hawaii. Springer, New York.

Mwatawala, M.W.; Senkondo, F. J.; Maerere, A.P. e De Meyer, M.. 2005. Current status of and future needs for fruit fly research in Tanzania. Reprinted from *International Pest Control*, Volume 47, Issue 4 (July/August 2005).

Mwatawala, M. W.; De Meyer, M.; Makundi, R. H. e Maerere, A. P.. 2009a. Host range and distribution of fruit-infesting pestiferous fruit flies (Diptera, Tephritidae) in selected areas of Central Tanzania.

Mwatawala, M. W, White, I. M., Maerere, A.P., Senkendo, F.J., De Meyer, M.. 2004. A new invasive *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae) in Tanzania. *African Entomology* p.154–156.

Mwatawala, M. W.; De Meyer, M.; Makundi, R. H. e Maerere, A. P.. 2006. Seasonality and host utilization of the invasive fruit fly, *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) in central Tanzania. *Journal of Applied Entomology* p. 530 – 537.

Mwatawala, M. W.; De Meyer, M.; Makundi, R. H. e Maerere, A. P.. 2009b. An overview of *Bactrocera* (Diptera: Tephritidae) Invasions and Their Speculated Dominancy over Native Fruit Fly Species in Tanzania. *Journal of Entomology* 6 (1): 18-27, 2009 ISSN 1812-5670

Nene, W. A.; Rwegasira, G. M. e Mwatawala, M. W.. 2015. Temporal abundance of African weaver ant, *Oecophylla longinoda* (Hymenoptera: Formicidae) under unimodal rainfall pattern in Tanzania. *Biocontrol Science and Technology*, 2016. VOL. 26, NO. 4, 539–547.

Nestel, D.; Katsoyannos, B.; Nemny-Lavy, E.; Mendel, Z. e Papadopoulos, N.. 2004b. Spatial analysis of Medfly populations in heterogeneous landscapes. In: *Proceedings of the 6th Fruit Fly Symposium*, 6–10 May 2002, Stellenbosch, South Africa. Ed. by Barnes BN, Isteg Scientific Publications, Irene, 35–43.

Otieno, W.. 2011. EPHIS experience with market access and compliance with official standards. *Acta Horti*. 911:73–76.

Park, Y. L.; Krell, R. K. e Carroll, M.. 2007: Theory, technology, and practice of site-specific insect pest management. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 10: 89–101.

Park, Y. I., e Tollefson, J. J. 2005. Spatial prediction of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult emergence in Iowa cornfields. *Journal of Economic Entomology*, 98, 121–128.

Pedigo, L. P.. 1996. *Entomology and pest management*, 2nd edn. Prentice Hall, London.

Pereira, R. C. 2012.. *Fruit Fly Trapping (Adult Surveillance)*. Apresentação durante treinamento em Identificação e Maneio de Moscas da Fruta nas Ilhas Reuniões-CIRAD. Dezembro 2012.

Petrowiki. 2016. Kriging and cokriging. Acessado em Janeiro de 2016

Reitz, S. R. e Trumble, J. T.. 2002. Competitive displacement among insects and arachnids. *Annu.Rev. Entomol.*47: 435-465.

Ribeiro, C. 2009. Apontamentos de Fruticultura. FAEF. Maputo.

Salum, J. K.; Mwatawala, M. W.; Kusolwa, P. e De Meyer, Y.. 2013. Demographic parameters of the two main fruit fly (Diptera Tephritidae) species attacking mango in Central Tanzania. *J. Appl. Entomol.* 138: 441–448.

Sarada, G.; Maheswari, T.U. e Purushotham, K.. 2001. Seasonal incidence and population fluctuation of fruit flies in mango and guava. *Indian Journal of Entomology* 63, 272–276.

Sciarretta, A. e Trematerra, P.. 2014. Geostatistical Tools for the Study of Insect Spatial Distribution: Practical Implications in the Integrated Management of Orchard and Vineyard Pests. *Plant Protect. Sci.*, 50: 97–110.

Segura, D. F.; Teresa, V. M.; Cagnotti, C. L.; Vaccaro, N.; Coll, O.; Sergio, S. M.; Ovruski, M. e Cladera, J. L.. 2006. Relative Abundance of *Ceratitidis capitata* and *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Diverse Host Species and Localities of Argentina. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 99(1): 70-83 (2006).

Shukla, R.P., Prasad, V.G.. 1985. Population fluctuations of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel, in relation to hosts and abiotic factors. *Tropical Pest Management* 31, 273–275.

Tan, K. e Serit, M.. 1994. Adult Population Dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Relation to Host Phenology and Weather in Two Villages of Penang Island, Malaysia. *Environment Entomology*.

Tostão, E.; Santos, L.; Manuel, L.; Popat, M.; José, L. e Massinga, J. (2012). Mosca invasiva da fruta (*Bactrocera invadens*): ocorrência e impacto socioeconómico em Moçambique. Maputo: USAID AgriFUTURO.

USDA–APHIS: U.S. Department of Agriculture–Animal and Plant Health Inspection Service. 2008. Federal Quarantine Order. New invasive fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera, Tephritidae). (http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/plant_imports/federal_order/downloads/BactroceraInvadensMay2009.pdf).

Vayssières, J. F.; Sinzogan, A.; Adandonon, A.; Rey, J.Y.; Dieng, E. O. Camara, K.; Sangaré, M.; Ouedraogo, S.; Hala, N.; Sidibé, A.; Keita, Y.; Gogovor, G.; Korie, S.; Coulibaly,.; Kikissagbe, C.; Toussou, A.; Bilah, M.; Biney, K.; Nobime, O.; Diatta, P.; N'dépo, R.; Noussourou, M.; Traoré, L.; Saizonou, S. e Tamo, M.. 2014. Annual population dynamics of mango fruit flies (Diptera: Tephritidae) in West Africa: Socio-economics aspects, host phenology and implications for management). Article published by EDP Sciences. *Fruits*, 2014, vol. 69, p. 207–222. www.fruits-journal.org

Vayssières, J. F.; De Meyer; Ouagoussounon, M; Sinzogan, A. Adandonon, A; Korie, S; Wargui, R; Anato, F; Houngbo, H; Didier, C; De Bon, H., Goergen, G. 2015. Seasonal Abundance of Mango Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) and Ecological Implications for Their Management in Mango and Cashew Orchards in Benin (Centre & North). *J. Econ. Entomol.* 1–18 (2015); DOI: 10.1093/jee/tov143.

Vayssières, J.; Goergen, G.; Lokossou, O.; Dossa, P. e Akponon, C. 2005. A new *Bactrocera* species in Benin among mango fruit fly (Diptera: Tephritidae) species. *Fruits* p.371–377

Vayssières, J.F.; Sanogo, F. e Noussourou, M.. 2007. Inventory of the fruit fly species (Diptera: Tephritidae) linked to the mango tree in Mali, and tests of integrated control. *Fruits* 62: 329-341.

Vayssières, J.F.; Sanogo, F. e Noussourou, M.. 2008. The mango tree in central and northern Benin: cultivar inventory, yield assessment, infested stages and loss due to fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Fruits* 63: 335-348.

Vayssières. J. F.; Korie, S. e Ayegnon, D.. 2009. Correlation of fruit fly (Diptera Tephritidae) infestation of major mango cultivars in Borgou (Benin) with abiotic and biotic factors and assessment of damage.

Vera, M. T.; Rodriguez, R.; Segura, D. F.; Cladera, J. L. e Sutherst, R.W.. 2002. Potential geographical distribution of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera Tephritidae) with emphasis on Argentina and Australia. *Environmental Entomology* 31, 1009–1022.

Virgilio, M.; White, I.; De Meyer, M. 2014. A set of multi-entry identification keys to African frugivorous flies (Diptera, Tephritidae). *ZooKeys* 428: 97–108. doi: 10.3897/zookeys.428.7366.

Wahab, M. K.; Shazly, M. A.; Deeb, M. A. e Ghiyaty, M. F.. 2006. Spatio-temporal monitoring of mediterranean fruit fly *ceratitis capitata* presence by precision agriculture techniques. The 14th. Annual Conference of the Misr Society of Ag. Eng., 22 Nov., 2006.

White IM, Elson-Harris M. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics*. International Institute of Entomology, London. 601 pp.

VII. ANEXOS

Anexo I. Série de enumeração das parcelas

1A	8A	15A	22A
1B	8B	15B	22B
1C	8C	15C	22C
1D	8D	15D	22D
1E	8E	15E	22E
1F	8F	15F	22F
2A	9A	16A	23A
2B	9B	16B	23B
2C	9C	16C	23C
2D	9D	16D	23D
2E	9E	16E	23E
2F	9F	16F	23F
3A	10A	17A	24A
3B	10B	17B	24B
3C	10C	17C	24C
3D	10D	17D	24D
3E	10E	17E	24E
3F	10F	17F	24F
4A	11A	18A	25A
4B	11B	18B	25B
4C	11C	18C	25C
4D	11D	18D	25D
4E	11E	18E	25E
4F	11F	18F	25F
5A	12A	19A	26A
5B	12B	19B	26B
5C	12C	19C	26C
5D	12D	19D	26D
5E	12E	19E	26E
5F	12F	19F	26F
6A	13A	20A	W1
6B	13B	20B	W2
6C	13C	20C	W3
6D	13D	20D	W4
6E	13E	20E	W5
6F	13F	20F	W6
7A	14A	21A	W7
7B	14B	21B	W8
7C	14C	21C	W9
7D	14D	21D	W10
7E	14E	21E	W11
7F	14F	21F	W12

Anexo II. Densidades de Moscas da Fruta e Índice RAI

Período de Monitoria	MAD <i>B. dorsalis</i>	Mad <i>C. cosyra</i>	RAI (<i>B. dorsalis</i> Sobre <i>C. cosyra</i>)	RAI (<i>C. cosyra</i> sobre <i>B. dorsalis</i>)
4-Set-14	0.973	0.214	0.82	0.18
11-Set-14	1.126	0.102	0.92	0.08
18-Set-14	3.346	0.151	0.96	0.04
25-Set-14	2.033	0.294	0.87	0.13
2-Oct-14	4.723	0.000	1.00	0.00
9-Out-14	2.008	0.082	0.96	0.04
16-Out-14	1.085	0.445	0.71	0.29
23-Out-14	1.275	0.310	0.80	0.20
30-Out-14	2.162	0.146	0.94	0.06
6-Nov-14	3.239	0.198	0.94	0.06
13-Nov-14	4.261	0.766	0.85	0.15
20-Nov-14	3.192	0.758	0.81	0.19
27-Nov-14	5.701	2.868	0.67	0.33
4-Dez-14	5.775	1.948	0.75	0.25
11-Dez-14	8.571	1.819	0.82	0.18
18-Dez-14	5.896	4.041	0.59	0.41
26-Dez-14	5.832	4.346	0.57	0.43
2-Jan-15	12.470	5.824	0.68	0.32
9-Jan-15	14.214	4.486	0.76	0.24
16-Jan-15	27.077	12.019	0.69	0.31
23-Jan-15	29.121	11.212	0.72	0.28
30-Jan-15	19.580	5.330	0.79	0.21
6-Fev-15	13.596	1.357	0.91	0.09
13-Fev-15	17.690	0.637	0.97	0.03
20-Fev-15	13.038	0.275	0.98	0.02
27-Fev-15	7.242	0.060	0.99	0.01
26-Mar-15	0.989	0.008	0.99	0.01
30-Abr-15	0.475	0.000	1.00	0.00
28-Mai-15	0.159	0.008	0.95	0.05
25-Jun-15	0.091	0.003	0.97	0.03
30-Jul-15	2.390	0.016	0.99	0.01
6-Ago-15	0.761	0.019	0.98	0.02
13-Ago-15	2.813	0.036	0.99	0.01
20-Ago-15	1.066	0.016	0.98	0.02
27-Ago-15	3.766	0.055	0.99	0.01
3-Set-15	1.269	0.030	0.98	0.02
10-Set-15	2.668	0.055	0.98	0.02
17-Set-15	4.187	0.104	0.98	0.02
24-Set-15	2.687	0.146	0.95	0.05
1-Out-15	1.552	0.648	0.71	0.29
8-Out-15	0.659	0.549	0.55	0.45
15-Out-15	2.297	0.495	0.82	0.18

22-Out-15	1.368	0.365	0.79	0.21
29-Out-15	1.698	0.266	0.86	0.14
5-Nov-15	0.747	0.319	0.70	0.30
12-Nov-15	1.025	1.115	0.48	0.52
19-Nov-15	0.569	2.495	0.19	0.81
26-Nov-15	0.962	1.132	0.46	0.54
3-Dez-15	0.830	0.657	0.56	0.44
10-Dez-15	1.896	1.393	0.58	0.42
17-Dez-15	0.838	0.835	0.50	0.50
24-Dez-15	1.863	1.030	0.64	0.36
31-Dez-15	3.069	1.890	0.62	0.38
7-Jan-16	4.033	1.577	0.72	0.28
14-Jan-16	4.146	1.099	0.79	0.21
21-Jan-16	2.569	0.464	0.85	0.15
28-Jan-16	4.670	0.214	0.96	0.04
4-Fev-16	2.670	0.225	0.92	0.08
11-Fev-16	3.736	0.088	0.98	0.02
18-Fev-16	2.951	0.041	0.99	0.01

Anexo III. Correlação das variáveis abióticas quantitativas

	<i>B. dorsalis</i>	<i>C. cosyra</i>	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Temperatura média	Precipitação
<i>B. dorsalis</i>	1					
<i>C. cosyra</i>	0.834	1				
Temperatura mínima	0.5435	0.5007	1			
Temperatura máxima	0.0336	0.1457	0.6114	1		
Temperatura média	0.237	0.3041	0.8877	0.7362	1	
Precipitação	0.1692	0.2974	0.4958	0.3298	0.4769	1

Anexo IV. Variáveis abióticas e bióticas medidas no estudo

Mês	Temperatura (°C)			Fenologia da Manga	Precipitação (mm)
	Mínima	Máxima	Média		
Setembro 2014	12.9	34.8	20.8	Desenvolvimento do fruto	15.0
Outubro 2014	14.7	35.2	22.5	Desenvolvimento do fruto	10.0
Novembro 2014	15.5	35.8	24.0	Pré-maturação do fruto	4.4
Dezembro 2014	17.8	34.1	24.3	Maturação agronómica	356.0
Janeiro 2015	18.5	30.7	23.1	Maturação agronómica	32.0
Fevereiro 2015	17.9	31.2	23.3	Maturação agronómica	58.5
Março 2015	15.6	32.3	22.8	Crescimento vegetativo	32.5
Abril 2015	13.2	30.0	21.2	Crescimento vegetativo	28.0
Mai 2015	12.3	30.0	19.7	Crescimento vegetativo	0.0
Junho 2015	9.1	25.6	17.7	Floração	0.0
Julho 2015	8.9	26.9	18.3	Floração	0.0
Agosto 2015	9.4	26.3	19.0	Floração	3.0
Setembro 2015	12.0	29.8	21.2	Desenvolvimento do fruto	4.2
Outubro 2015	15.1	33.2	24.7	Desenvolvimento do fruto	36.0
Novembro 2015	14.3	35.2	24.7	Pré-maturação do fruto	90.0
Dezembro 2015	17.8	33.5	25.9	Maturação agronómica	88.0
Janeiro 2016	17.0	31.2	24.4	Maturação agronómica	150.0
Fevereiro 2016	17.3	30.3	24.4	Maturação agronómica	21.7
Média/total	14.4	31.44	22.34		929.3

Anexo VI. Análise de dados

a) Comparação MAD *B. dorsalis* vs MAD *C. cosyra*

ranksum mad, by(Campanha)

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Campanha	obs	rank sum	expected
1	52	3928	3146
2	68	3332	4114
combined	120	7260	7260

unadjusted variance 35654.67

adjustment for ties -71.56

adjusted variance 35583.10

Ho: mad(Campanha==1) = mad(Campanha==2)

z = 4.146

Prob > |z| = 0.0000

b) Comparação MAD *B. dorsalis* 2014/15 vs 2015/16

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Campanha	obs	rank sum	expected
1	26	1083.5	793
2	34	746.5	1037
combined	60	1830	1830

unadjusted variance 4493.67

adjustment for ties -3.62

adjusted variance 4490.05

Ho: mad(Campanha==1) = mad(Campanha==2)

z = 4.335

Prob > |z| = 0.0000

c) Comparação MAD *C. cosyra* 2014/15 vs 2015/16

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Campanha	obs	rank sum	expected
1	26	969	793
2	34	861	1037
combined	60	1830	1830

unadjusted variance 4493.67

adjustment for ties -49.44

adjusted variance 4444.22

Ho: mad(Campanha==1) = mad(Campanha==2)

z = 2.640

Prob > |z| = 0.0083

d) Comparação do MAD fenologia da manga: *C. cosyra*

Number of obs = 35 R-squared = 0.5158
 Root MSE = 1.07981 Adj R-squared = 0.4513

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	37.2671353	4	9.31678382	7.99	0.0002
fenologia	37.2671353	4	9.31678382	7.99	0.0002
Residual	34.9797235	30	1.16599078		
Total	72.2468587	34	2.12490761		

ccosyra	Mean	Std. Err.	SNK Groups
fenologia			
1	.2555556	.3599368	A
2	1.3	.5399053	AB
3	2.358333	.3117145	B
4	-5.55e-17	.5399053	A
5	.0166667	.4408308	A

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

e) Comparação do MAD fenologia da manga: *B. dorsalis*

Number of obs = 35 R-squared = 0.5613
 Root MSE = 3.3937 Adj R-squared = 0.5028

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	442.128471	4	110.532118	9.60	0.0000
fenologia	442.128471	4	110.532118	9.60	0.0000
Residual	345.515574	30	11.5171858		
Total	787.644045	34	23.1660013		

bdorsalis	Mean	Std. Err.	SNK Groups
fenologia			
1	2.055556	1.131233	A
2	2.45	1.696849	A
3	9.575	.9796762	
4	2.225	1.696849	A
5	1.833333	1.385471	A

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

f) Índice de infestação: pupas/kg

Number of obs = 104 R-squared = 0.0917
 Root MSE = 11.0783 Adj R-squared = 0.0645

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	1239.46799	3	413.155996	3.37	0.0216
sampling	1239.46799	3	413.155996	3.37	0.0216
Residual	12272.8774	100	122.728774		
Total	13512.3454	103	131.187819		

irate	Mean	Std. Err.	SNK Groups
sampling			
1	1.507692	2.172634	A
2	.9846154	2.172634	A
3	6.880769	2.172634	AB
4	9.053846	2.172634	B

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

g) Índice de Infestação: pupa/fruto

Number of obs = 104 R-squared = 0.0914
 Root MSE = 4.44113 Adj R-squared = 0.0642

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	198.469998	3	66.156666	3.35	0.0219
sampling	198.469998	3	66.156666	3.35	0.0219
Residual	1972.3638	100	19.723638		
Total	2170.8338	103	21.0760563		

irfruit	Mean	Std. Err.	SNK Groups
sampling			
1	.4192308	.8709773	A
2	.3076923	.8709773	A
3	3.015385	.8709773	A
4	3.226923	.8709773	A

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

h) Comparação Índice de Infestação entre as espécies

B. dorsalis

Number of obs = 104 R-squared = 0.0834
 Root MSE = .439673 Adj R-squared = 0.0559

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	1.75943645	3	.586478817	3.03	0.0327
sampling	1.75943645	3	.586478817	3.03	0.0327
Residual	19.3312725	100	.193312725		
Total	21.090709	103	.204764165		

ir	Mean	Std. Err.	SNK Groups
sampling			
1	.0319231	.3542946	A
2	.4107692	.3542946	A
3	1.032308	.3542946	A
4	.1230769	.3542946	A

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

C. cosyra

. anova ir sampling

Number of obs = 104 R-squared = 0.0956
 Root MSE = 4.84179 Adj R-squared = 0.0685

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	247.829713	3	82.6099043	3.52	0.0177
sampling	247.829713	3	82.6099043	3.52	0.0177
Residual	2344.29675	100	23.4429675		
Total	2592.12646	103	25.1662763		

ir	Mean	Std. Err.	SNK Groups
sampling			
1	.2	.9495539	A
2	.1569231	.9495539	A
3	1.241538	.9495539	A
4	3.953846	.9495539	

Note: Means sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

i) Comparação do Índice de infestação de *C. cosyra* e *B. dorsalis*

Two-sample t test with unequal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	104	.3995192	.1787535	1.822936	.0450038	.7540347
2	104	1.388077	.4919181	5.0166	.4124734	2.36368
combined	208	.8937981	.2633125	3.797547	.37468	1.412916
diff		-.9885577	.5233892		-2.02404	.0469251

diff = mean(1) - mean(2) t = -1.8888
 Ho: diff = 0 Satterthwaite's degrees of freedom = 129.735

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.0306 Pr(|T| > |t|) = 0.0612 Pr(T > t) = 0.9694