

UNIVERSIDAD DE PANAMA

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

PROGRAMA CENTROAMERICANO DE MAESTRIA EN ENTOMOLOGÍA

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE *Anastrepha grandis* (MACQUART, 1846)

EN RELACIÓN CON SU HOSPEDERO NATURAL *Fevillea cordifolia* EN

DARIÉN PANAMA

XAVIER ISAAC EUCEDA FUNEZ

TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL

GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS CON ÉNFASIS EN ENTOMOLOGÍA

PANAMA REPUBLICA DE PANAMA

2014

ST

1 ABR 2014

Obsequio

**CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE *Anastrepha grandis* (MACQUART, 1846)
 EN RELACIÓN CON SU HOSPEDERO NATURAL, *Fevillea cordifolia* EN
 DARIÉN, PANAMA**

TESIS

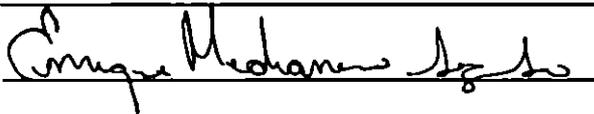
Sometida para optar al título de Magister en Ciencias con énfasis en Entomología

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

**Permiso para su publicación o reproducción total o parcial debe ser obtenido en la
 Vicerrectoría de Investigación y Postgrado**

APROBADO





ASESOR

JURADO

JURADO

DEDICATORIA

A mi amada esposa Brenda del Carmen Crozier quien con su apoyo constante paciencia, sabiduria y amor incondicional en todo momento ha sido posible la culminacion de esta nueva meta profesional

A mis preciosos hijos Xavier y Angel Mateo que siempre estan y estarán en mi corazon con su amor y quiénes con su luz iluminan mi vida haciéndola muy feliz

Muy especialmente a mis padres Gloria Funez y Angel Euceda, con mucho respeto admiración y eterno agradecimiento por su inmenso amor guia y apoyo incondicional

A mis hermanos Karla y Omar por sus consejos y apoyo en cada momento

A la Familia Crozier Guillen por su apoyo y atencion constante

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso y eterno el que me ha dado la fortaleza necesaria para culminar esta etapa de mi vida y me ha protegido siempre

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) por haberme otorgado el financiamiento para realizar los estudios de Maestría

Al Profesor Cheslavo Korytkowski por mantener las puertas abiertas para brindar su apoyo guía y dedicada atención en mi formación profesional pero sobre todo por su amistad

A los profesores del Programa Centroamericano de Maestría en Entomología, por sus conocimientos brindados así como el personal administrativo por su colaboración

A mis compañeros de estudio de la décimo quinta promoción pero muy especialmente a Jorge Barria y Mauricio Lagos por su compañerismo y amistad brindada.

Al Programa de Moscas de la Fruta del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) especialmente a Pablo Rodríguez y Jorge Quintana, por su asistencia técnico administrativa brindada, en la elaboración de este proyecto de investigación

A la Doctora Leticia de Nuñez, por su colaboración brindada dentro del laboratorio de Alimentos y Bebidas del Instituto Especializado de Análisis de la Universidad de Panamá

A Amy Roda Ph D USDA APHIS por su valiosa colaboración en la ejecución de este proyecto de investigación

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
SUMMARY	2
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Ecología	6
2.2 Hospederos reportados y distribución de <i>Anastrepha grandis</i>	10
2.3 Taxonomía	13
2.4 Empupamiento y supervivencia	14
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODO	15
3.1 Descripción del área de estudio	15
3.2 <i>Fevillea cordifolia</i>	20
3.3 <i>Anastrepha grandis</i> (Macquart)	23
3.4 Identificar las características físicas del fruto de <i>Fevillea cordifolia</i> en relación con las infestaciones por <i>Anastrepha grandis</i>	24
3.5 Asociar las poblaciones de <i>Anastrepha grandis</i> con la fenología de la planta y fruto de <i>Fevillea cordifolia</i>	26
3.6 Determinar la preferencia de <i>Anastrepha grandis</i> por <i>Fevillea cordifolia</i> en relación a su hospedero común <i>Cucurbita maxima</i>	29
3.7 Determinar el efecto de la Humedad del suelo sobre la Fenología de la Planta de <i>F cordifolia</i> así como profundidad de empupamiento y supervivencia de <i>Anastrepha grandis</i> bajo condiciones de campo	31

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4 1 Resultados Generales	35
4 2 Empupamiento de <i>Anastrepha grandis</i> dentro del fruto de <i>F cordifolia</i>	39
4.3 Caracteres de identificación de <i>Anastrepha grandis</i> en el tercer estadio	42
4 4 <i>Anastrepha grandis</i> alimentándose de Semilla	44
4 5 Identificar las características físicas del fruto de <i>Fevillea cordifolia</i> en relacion con las infestaciones por <i>Anastrepha grandis</i>	46
4 5 1 Porcentaje de infestacion de <i>Fevillea cordifolia</i> por <i>Anastrepha grandis</i>	48
4 5.2 Intensidad de Infestación de frutos de <i>F cordifolia</i> por <i>Anastrepha grandis</i>	50
4 5.3 Efecto del Tamaño de Fruto (Longitud y Ancho) sobre las poblaciones larvales de <i>Anastrepha grandis</i>	53
4 5 4 Efecto del Tamaño de Fruto (Peso del y los componentes del fruto) sobre las poblaciones de <i>Anastrepha grandis</i>	57
4 6 Asociar las poblaciones de <i>Anastrepha grandis</i> con la fenología de la planta y fruto de <i>Fevillea cordifolia</i>	62
4 6 1 Hábitat y características fenológica del desarrollo vegetativo de las plantas observadas en Darién, Panamá.	62
4 6 2 Etapa de Floración	66
4 6.3 Fenología del fruto	70
4 7 Determinar la preferencia de <i>Anastrepha grandis</i> por <i>Fevillea cordifolia</i> en relación a su hospedero comun <i>Cucurbita maxima</i>	80
4 7 1 Categorización de frutos de <i>F cordifolia</i> (Tipos de fruto)	80
4 7 2 Sintomatología de frutos de <i>F cordifolia</i> infestados con <i>A grandis</i>	85
4 7.3 Concentración de Azucares de Frutos	87
4 7 4 Relación de tamaño entre frutos de <i>F cordifolia</i> y <i>C maxima</i>	92
4 7 5 Rastreo y muestreo de frutos de Cucurbitáceas para la detección de larvas de <i>Anastrepha grandis</i>	94

4 8	Determinar el efecto de la Humedad del suelo sobre la Fenología de la Planta de <i>F cordifolia</i> así como profundidad de empupamiento y supervivencia de <i>Anastrepha grandis</i> bajo condiciones de campo	99
4 8 1	Humedad del suelo sobre la fenología de la planta de <i>F cordifolia</i>	99
4 8 2	Profundidad de empupamiento y supervivencia de <i>Anastrepha grandis</i> bajo condiciones de campo	102
CAPÍTULO V CONCLUSIONES		110
CAPITULO VI RECOMENDACIONES		112
CAPÍTULO VII BIBLIOGRAFÍA CITADA		114

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Caracterización de los cinco Sitios de muestreo en base al hiper espacio y a los objetivos planteados	18
Cuadro 2	Infestación de frutos de <i>F cordifolia</i> en 5 Sitios de la comunidad de El Tiraó	37
Cuadro 3	Preferencia de infestación de tamaño del fruto de <i>F cordifolia</i> por <i>A grandis</i>	55
Cuadro 4	Preferencia de infestación de <i>A grandis</i> con respecto al peso de la pulpa del fruto	60
Cuadro 5	Producción de Floración de <i>F cordifolia</i> en El Tiraó durante el 2013	67
Cuadro 6	Valores de Fenología e infestación consolidada de los 112 frutos de <i>F cordifolia</i> en 5 Sitios de la comunidad de el Tiraó	80
Cuadro 7	Preferencia de oviposición de <i>A grandis</i> con respecto a la longitud del fruto de <i>F cordifolia</i>	82
Cuadro 8	Muestreo de frutos de Cucurbitáceas para la detección de larvas de <i>Anastrepha grandis</i> en la Provincia de Darién Panamá 2012 2013	96
Cuadro 9	Comunidades bajo muestreo de frutos de Cucurbitáceas para la detección de larvas de <i>Anastrepha grandis</i> en la provincia de Darién Panamá 2012 2013	97

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa físico político de la República de Panamá, identificando el área de estudio	15
Figura 2	Localización de la comunidad de El Tirao ubicando el área de investigación	16
Figura 3	Zona de estudio	17
Figura 4	Hiper-espacio de los Sitios de muestreo	19
Figura 5	Hoja de <i>Fevillea cordifolia</i>	20
Figura 6	Flores de <i>F cordifolia</i>	22
Figura 7	Fruto de <i>F cordifolia</i>	22
Figura 8	Frutos de <i>F cordifolia</i> fruto entero y fruto sin cáscara	25
Figura 9	Uso de refractómetro para medición de Grados Brix	26
Figura 10	Vernier para medición de frutos de <i>F cordifolia</i> en campo	28
Figura 11	Contador manual para recuento de flores	28
Figura 12	Siembra de zapallo	30
Figura 13	Sitio 3 cercado por siembra de Zapallo	30
Figura 14	Metodología de campo para toma de muestra de suelo y su posterior medición de humedad	31
Figura 15	Secado de Suelo en horno a 65 °C	32
Figura 16	Distribución de larvas de <i>A grandis</i> en búsqueda de empupamiento	34
Figura 17	Inicio de penetración al suelo de <i>A grandis</i>	34
Figura 18	Medición de profundidad de empupamiento de <i>A grandis</i>	34
Figura 19	Distribución de frutos de <i>F cordifolia</i> en la comunidad de El Tirao durante el 2013	36
Figura 20	Fluctuación poblacional de larvas de <i>Anastrepha grandis</i> en base a la disponibilidad de frutos de <i>F cordifolia</i>	38
Figura 21	Pupas de <i>A grandis</i> encontradas dentro de fruto de <i>F cordifolia</i>	39

Figura 22	Emergencia de larvas de <i>A grandis</i> de frutos de <i>F cordifolia</i> en busca de un lugar para empupamiento	41
Figura 23	Espiráculo Pro torácico	43
Figura 24	Cavidad Pre-oral de <i>A grandis</i>	43
Figura 25	Cauda de <i>A grandis</i>	44
Figura 26	Sintomatología de Alimentación de <i>A grandis</i> sobre semillas de <i>F cordifolia</i>	45
Figura 27	Efecto de alimentación de larvas de <i>A grandis</i> sobre pulpa de <i>Fevillea cordifolia</i>	47
Figura 28	Porcentaje de frutos de <i>F cordifolia</i> colectados para cada uno de los Sitios de estudio	48
Figura 29	Porcentaje de frutos infestados por <i>A grandis</i> para cada uno de los Sitios de estudio	48
Figura 30	Efecto de la disponibilidad de frutos de <i>F cordifolia</i> sobre niveles poblacionales de <i>Anastrepha grandis</i>	50
Figura 31	Intensidad de infestación (<i>A grandis</i> /fruto infestado) dentro de los cinco Sitios de estudio	51
Figura 32	Fluctuación de intensidad de infestación de <i>Anastrepha grandis</i> sobre <i>F cordifolia</i>	53
Figura 33	Efecto de del tamaño del fruto en base a longitud y ancho sobre la intensidad de infestacion de larvas	56
Figura 34	Proporcion de los componentes del fruto promedio de <i>Fevillea cordifolia</i>	57
Figura 35	Promedio de peso de los componentes que forman un fruto de <i>Fevillea cordifolia</i> dentro de los cinco Sitios de estudio	58
Figura 36	Efecto del tamaño del fruto en base a cada uno de sus componentes (Cáscara, semilla y Pulpa) sobre los frutos infestados por <i>Anastrepha grandis</i> dentro de los cinco Sitios de muestreo	61
Figura 37	Tallo de <i>F cordifolia</i>	64
Figura 38	<i>F cordifolia</i> cubriendo el dosel de su planta soporte	64
Figura 39	Colonización de <i>F cordifolia</i>	65
Figura 40	Inflorescencia de <i>F cordifolia</i>	66
Figura 41	Fluctuación de la floración en los cinco Sitios de estudio de la comunidad de El Tirao durante el 2013	68

Figura 42	Floracion dentro de los cinco Sitios de estudio en la comunidad de El Tiraó durante el 2013	69
Figura 43	Promedio de ganancia de peso de frutos de <i>F cordifolia</i> en la 1 ^{ra} etapa de crecimiento	71
Figura 44	Promedio de crecimiento en la 1 ^{ra} Etapa de frutos de <i>F cordifolia</i> en base a su longitud	72
Figura 45	Promedio de crecimiento en la 1 ^{ra} Etapa de frutos de <i>F cordifolia</i> en base a su ancho	73
Figura 46	Promedio de ganancia de peso de frutos de <i>F cordifolia</i> en la 2 ^{da} etapa de crecimiento	75
Figura 47	Promedio de crecimiento en la 2 ^{da} Etapa de frutos de <i>F cordifolia</i> en base a su longitud	76
Figura 48	Promedio de crecimiento en la 2 ^{da} Etapa de frutos de <i>F cordifolia</i> en base a su ancho	77
Figura 49	Consolidado del comportamiento de la fenologia de <i>F cordifolia</i> en base al crecimiento de los frutos y floración durante 2013	78
Figura 50	Clasificación de fruto de <i>Fevillea cordifolia</i>	83
Figura 51	Fruto tipo 3 no infestado	84
Figura 52	Semilla sana de fruto tipo 4	84
Figura 53	Semilla fruto tipo 5 y 7	84
Figura 54	Fruto tipo 8 infestado por <i>A grandis</i>	84
Figura 55	Sintomatologia de infestación de <i>A grandis</i> en frutos de <i>F cordifolia</i>	86
Figura 56	Promedio de grados Brix presentes en la pulpa de <i>Fevillea cordifolia</i> dentro de los cinco Sitios de estudio	88
Figura 57	Promedio de grados Brix a través del tiempo vs Las fluctuaciones de frutos infestados por <i>A grandis</i>	89
Figura 58	Promedio de grados Brix a través del tiempo de <i>F cordifolia</i> vs Las fluctuaciones poblaciones <i>A grandis</i> dentro del Sitio 3	91
Figura 59	Porcentaje de distribución de los componentes que forman un fruto promedio de <i>F cordifolia</i> en el Sitio 3	93
Figura 60	Porcentaje de distribución de los componentes que forman un fruto promedio de <i>C maxima</i> en la comunidad de El Tiraó	93
Figura 61	Comunidades muestreadas en búsqueda de frutos de Cucurbitáceas para la detección de larvas de <i>Anastrepha grandis</i> dentro de la Provincia de Darién 2012 2013	98

Figura 62	Efecto de la Humedad del Suelo sobre la fenología de frutos de <i>F cordifolia</i>	100
Figura 63	Efecto de la Humedad del Suelo sobre la floración de <i>F cordifolia</i>	101
Figura 64	Destino de larvas de <i>A grandis</i> en la comunidad de El Tirao	103
Figura 65	Profundidad de empupamiento de 13 larvas de <i>A grandis</i> y su desplazamiento horizontal en el Sitio 1	105
Figura 66	Profundidad de empupamiento de 13 larvas de <i>A grandis</i> y su desplazamiento horizontal en el Sitio 2	106
Figura 67	Profundidad de empupamiento de 13 larvas de <i>A grandis</i> y su desplazamiento horizontal en el Sitio 3	107
Figura 68	Inicio de depredación de obreras de <i>Labidus sp</i>	108
Figura 69	Finalización de depredación de obreras y soldados de <i>Labidus sp</i>	108

RESUMEN

El presente trabajo fue desarrollado en la comunidad de El Tiraó Darién Panamá, durante 2013 con la finalidad de determinar la relación entre las poblaciones de *Anastrepha grandis* con la fenología de *Fevillea cordifolia* así como la preferencia de este insecto por el fruto frente a especies cultivadas de cucurbitáceas bajo condiciones de campo. Con este fin se seleccionaron cinco sitios de muestreo donde se evaluó el desarrollo vegetativo de la planta, como las infestaciones de frutos en ellos se determinó la presencia de larvas de *Anastrepha grandis* o evidencia de sus daños. El único hospedero de *A. grandis* para el área de Darién Panamá fue *Fevillea cordifolia* frutos de *Cucurbita maxima* expuestos a las mismas condiciones y tiempo que *F. cordifolia* no fueron infestados. De un total de 321 frutos de *F. cordifolia* 95 (29.59 %) fueron infestados por *A. grandis* entre los cuales 78 contenían 1 384 larvas con una intensidad de infestación de 17.74 ± 14.78 larvas por fruto. 1 268 (91.62 %) se encontraban vivas, 89 muertas (6.43 %) y 27 pupas dentro del fruto (1.95 %). La infestación de los frutos se eleva a mayor oferta y se hace más intensa a medida el recurso se reduce. El fruto de *Fevillea cordifolia* pesa 187.88 ± 92.30 gr en promedio. 22.20 % corresponde a cáscara (Exocarpo), 24.89 % a semilla (Endocarpo) y 52.91 % a Pulpa (Mesocarpo). La fructificación durante 2013 se dio todo el año alcanzando dos picos de infestación de frutos por *Anastrepha grandis* el primero entre abril a junio y el segundo de octubre a enero. Ambas épocas concuerdan con la maduración de frutos de *F. cordifolia* la floración inició el 20 de julio y finalizó el 21 de diciembre del 2013 sin embargo entre agosto y octubre se encontró el 82.21 % de flores correspondiendo a la etapa de floración.

SUMMARY

This work was conducted in El Tirao province of Darien Panama, during 2013 the main objective was to determine relationships between *Anastrepha grandis* populations to *Fevillea cordifolia* phenology also *Anastrepha grandis* was tested to prefer that fruit over any other cultivated cucurbitaceous plants under field conditions by these reason we select five test places then plant as fruit infestations where evaluated this system was developed in order to determine la presence of *Anastrepha grandis* larvae or damage evidences The only one host was *Fevillea cordifolia* for *A grandis* was determined in Darien area, of Panama and surrounded places *Cucurbita maxima* fruits exposed to same condition and time as *F cordifolia* were not infested From a total of 321 *F cordifolia* fruits 95 (29.59%) were infested from them 78 has a total of 1 384 larvae with an 17.74 ± 14.78 larvae/fruit infestation intensity 1 268 (91.62%) larvae where alive 89 (6.43%) where death and 27 pupae was collected in fruits (1.95%) Fruit infestation go up at more quantity of fruits and the intensity are increased when the quantity of fruit are lower Weight of *F cordifolia* fruits has a mean of 187.88 gr 22.20% are cover (exocarp) 24.89% seeds (endocarp) and 52.91% to pulp (mesocarp) The fruiting period during 2013 was over all the year reaching two infestation pics by *A grandis* the first between April to June the second from October to January both times are close related with fruit maturations of *F cordifolia* la flowering period began at July 20 and finished at December 21 of 2013 but between August to October 82.21% of flower were view correponding to flowering period

I INTRODUCCIÓN

El género *Anastrepha* Schiner es el más importante para la agricultura, a su vez el más diverso en el Neotrópico dentro del grupo de moscas de la fruta (Diptera Tephritidae) extendiéndose desde el sur de los Estados Unidos de America hasta Argentina (Norrbon *et al* 1999 a,b) Para este genero hasta el momento se han descrito más de 200 especies (Norrbon y Korytkowski 2007) consecuentemente dentro de la región Neotropical *Anastrepha* es considerada una de las plagas nativas de mayor importancia, para una amplia gama de hospederos de plantaciones frutales y plantas silvestres

Segun Norrbom (2004) en la región Neotropical las especies del género *Anastrepha* componen el principal problema plaga dentro de la fruticultura, esto debido a problemas en la producción como en la comercialización *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) ha sido reportada infestando frutos de diversas especies de cucurbitáceas en Suramérica, particularmente del genero *Cucurbita* que son consideradas como sus principales hospederos (Silva y Malavasi 1993)

En Centroamerica la produccion de cucurbitaceas ha registrado una expansión muy interesante a lo largo de los ultimos años encontrando importantes ventanas comerciales en los mercados externo a través de tratados y convenios internacionales suscritos Para el caso en Panama se hace aun mas evidente el progreso y desarrollo en

relación a exportaciones basada en políticas públicas de estímulo a la agro-exportación reportando ventas de alrededor de 695 782 940 00 Kilos de productos de cucurbitáceas entre 2008 y junio del 2013 lo que representa un valor FOB (Free on board) de 401 354 340 00 US\$ (Contraloría General 2013) No obstante existen limitaciones para el despegue sostenido y creciente del sector

La mosca sudamericana de las cucurbitáceas se encuentra distribuida en el occidente de Venezuela, Colombia, Ecuador Perú Bolivia, Paraguay el norte de Argentina y sur de Brasil Algunos autores a través de los años han referido a Panamá, dentro de los límites de distribución de la especie pero Korytkowski (2009) sugiere que dicho reporte es ambiguo

Es hasta en el 2009 donde se hace el primer reporte de presencia en la región Centroamericana (Panamá) de *Anastrepha grandis* (NAPPO 2009) en la provincia del Darién corregimiento de Agua Fria, comunidad de El Tirao (este de Panamá) La presencia de esta mosca en la región tiene connotación económica, que radica en pérdidas directas que pudiera ocasionar al dañar los frutos de cucurbitáceas así como en las restricciones cuarentenarias que son impuestas a los países exportadores donde *A grandis* se encuentra presente Consecuentemente en la actualidad la especie ha sido considerada de importancia económica para Panamá y cuarentenaria para la región centroamericana.

Estos efectos impulsan la búsqueda de nuevas alternativas en el manejo de *A grandis* que estén basados en principios bio racionales con mínimos efectos colaterales (Montoya y Cancino 2004) además el conocimiento profundo en aspectos relacionados a la bio-ecología de *A grandis* deberán ser los pilares fundamentales en el manejo de dicha

mosca, en relación a las nuevas exigencias solicitadas por los países consumidores de nuestros productos de exportación. Por lo tanto se hace necesario realizar estudios de biología, ecología, comportamiento, hábitos y otros que permitan el adecuado reconocimiento de la biodiversidad del grupo en la región. Aluja *et al* (2003) sugiere que es necesario conocer su relación con hospederos conocidos. Dichas actividades constituyen el primer paso para la elaboración de planes de contingencia, manejo y/o control de esta plaga.

Este estudio tuvo por objetivo general conocer la calidad hospedera de los frutos de *Fevillea cordifolia* basado en la disponibilidad de recurso alimenticio para *Anastrepha grandis* en la localidad de El Tiraó, Provincia de Darién. Para este fin se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1) Identificar las características físicas del fruto de *Fevillea cordifolia* en relación con las infestaciones por *Anastrepha grandis*; 2) Asociar las poblaciones de *Anastrepha grandis* con la fenología de la planta y fruto de *Fevillea cordifolia*; 3) Determinar la preferencia de *Anastrepha grandis* por *Fevillea cordifolia* en relación a su hospedero común *Cucurbita maxima*; 4) Determinar el efecto de la humedad del suelo sobre la fenología de la planta de *F. cordifolia* así como profundidad de empupamiento y supervivencia de *Anastrepha grandis* bajo condiciones de campo.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Ecología

Estudios realizados por Mc Phail y Bliss (1933) en Cuernavaca (Mexico) sobre especies de *Anastrepha* asociada a *A. ludens* (Loew) en *Mangifera indica*, *A. striata* (Schin) en *Psidium guajava* y *A. fraterculus* (Wied) en *Spondias mombin* establecieron que la abundancia de frutos en estos hospederos esta relacionada a precipitaciones que determinan la abundancia de moscas en ausencia de frutos la mayoría de las larvas ingresan al suelo para empupar pero durante el estación seca formara pupas dentro del fruto debido a la presencia de frutas pequeñas lo cual es desfavorable resultando en que pocas adultos logran emerger

Hernández y Pérez (1993) analizaron las relaciones entre *Anastrepha* y sus hospederos silvestres en México Concluyendo en que la fenología de larvas y adultos no aparecen en varios meses del año resultados que podrian relacionarse con la fructificación de los hospederos de este modo los adultos migraran a otras areas y los adultos podrian sobrevivir asi largos periodos sin fruto Comprobaron que el tamaño de la fruta juega un papel importante en el numero de larvas por fruta, al menos en algunas especies de *Anastrepha*

Aluja (1994) argumenta que durante todo el ciclo de vida de las moscas de la fruta se presentan diferentes factores de mortalidad tanto bióticos como abióticos siendo de este último la deshidratación, temperaturas bajas y exceso de humedad aunque las primeras lluvias resultan ser como un disparador biológico induciendo así la emergencia masiva de adultos coincidiendo así con la época de mayor disponibilidad de frutos en el campo. En dicho trabajo expone que las hembras de *Anastrepha* una vez que copula, necesariamente busca un medio (sustrato) para depositar los huevos con una preferencia del 60 – 70 % sobre los frutos que alcanzaron una madurez fisiológica, pero si no encuentra frutos con dicha característica lo hace sobre frutos verdes o maduros y luego de ovipositar utiliza una feromona de marcado para prevenir que el mismo sea utilizado por otra hembra y asegurar así a sus larvas una mínima competencia. En ocasiones donde la disponibilidad de frutos es limitada y las poblaciones presentes en una zona son muy altas se da una mayor intensidad de infestación encontrándose hasta 180 larvas mal alimentadas por fruto pero en su mayoría dan origen a un adulto. Se menciona que hay poca información sobre hospederos silvestres en ambientes no perturbados. Los factores abióticos más importantes como reguladores de la dinámica poblacional son el agua a través de la precipitación y por consiguiente la humedad del suelo y el segundo factor es la temperatura. En plantaciones comerciales hay fuertes fluctuaciones poblacionales a través de los años las mismas son correlacionadas a la disponibilidad de plantas hospedantes y factores climáticos especialmente la precipitación antes mencionada, mientras que en zonas no perturbadas o silvestres el comportamiento es poco conocido o estudiado.

Celedonio *et al* (1995) revela que el principal factor en ambientes tropicales perturbados que intervienen sobre la fluctuación poblacional es la fenología y disponibilidad de frutas así como otros factores abióticos que actúan fuera de las plantaciones. De igual manera recomiendan al menos 3 años para realizar estudios de fluctuación poblacional de moscas de la fruta.

Navarro (1996) en estudio realizado a la eficiencia hospedera del caimito *Chrysophyllum cainito* L para *Anastrepha* en Arraiján Panamá, concluyó que entre los factores abióticos la precipitación y la humedad del suelo son de los factores que sirven de estímulo para la emergencia de los adultos de especies de *Anastrepha*. También, el incremento de la humedad del suelo estimula la floración y maduración de los frutos coincidiendo con la emergencia de estas especies de moscas.

Cornejo (2004) establece que la precipitación a través de la humedad del suelo es el inductor de la emergencia de adultos de *A. distincta* cuando se da el inicio de la época lluviosa, coincidiendo con 11 años de captura en Cerro Azul Panamá.

Esquivel (2000) determinó la calidad hospedera de frutos de *Pouteria buenaventurensis* (Sapotaceas) para especies de *Anastrepha serpentina* y *Anastrepha intermedia* en Cerro Azul provincia de Panamá de mayo de 1998 a septiembre de 1999 tomando datos meteorológicos como la humedad del suelo así como la colecta de todos los frutos caídos (668) los cuales fueron pesados y medidos encontrando que la mayor colecta de adultos para ambas especies se obtuvo en los meses de junio y julio cuando la humedad del suelo estaba por encima del 90% estableciendo que el estado pupal de las especies de *Anastrepha* en este estudio se desarrollaban bajo la superficie del suelo entre

las primeras 2 a 5 pulgadas de profundidad. De igual manera estableciendo que las fluctuaciones poblacionales de las especies en mención alcanzaron sus mayores picos poblacionales cuando la mayor cantidad de frutos de *Pouteria buenaventurensis* (recurso) estaban disponibles para ser infestados. En base al peso de los frutos grandes colectados (60.60 – 101.82 gramos) presentaron la mayor intensidad de infestación (21.34 adultos/fruto) y los frutos pequeños (12.5 – 32.59 gramos) la menor intensidad de infestación (8.84) de esta manera obteniendo una marcada correspondencia con el diámetro ya que los frutos con mayor intensidad de infestación (23.79 adultos por fruto) fueron los grandes (46.7 – 60 mm) en tanto que los pequeños (24 – 36.99 mm) fueron los que presentaron la menor intensidad de infestación. Con esto el autor explica y demuestra que las hembras de *A. serpentina* es capaz de regular el número de huevos en base al tamaño del fruto y que es determinante el diámetro de éste.

Aluja y Birke (1993) indican que la presencia de especies de *Anastrepha* en mango Manila y *Spondias purpurea* parece ser determinada por una interacción entre las características físicas de un micro hábitat (sombra de un árbol o de árboles adyacentes) y las condiciones ambientales de cada micro hábitat (factores abióticos). De igual forma estas características del micro hábitat tienen una fuerte influencia sobre el patrón de actividades diarias de *A. obliqua*.

Aluja y Mangan (2008) la elección de la planta hospedante no es el resultado de un comportamiento simple sino más bien representa una jerarquía dinámica de varios componentes. Utilización de hospedero puede variar dentro de un individuo en respuesta a cambios en el estado fisiológico interno (por ejemplo carga de huevo) causada por una

escasez de hospederos preferidos o experiencia anterior con los hospederos. Por consiguiente, en ausencia de su huésped preferido, en los insectos polívoros que exhiben las jerarquías de preferencias, patrones de utilización de hospederos locales pueden variar en función de la abundancia relativa de potencial hospederos alternativos. Entre los hospederos naturales (los que se encuentran infestados en condiciones de campo totalmente naturales) no todos son igualmente adecuados para el desarrollo de larvas; algunos son aceptables en condiciones particulares. Una serie de señales permite a la hembra rechazar la fruta o aceptar la fruta, depositando un lote de huevos. Por ejemplo, azúcares tales como glucosa y fructosa y la proteína promueven la puesta de huevos.

2.2 Hospederos reportados y distribución de *Anastrepha grandis*

Castañeda *et al.* (2010) presentan un reporte de *Anastrepha grandis* en Colombia, dentro del departamento del Tolima, específicamente en los municipios de Cajamarca y Falam, ambas con un individuo, además de los municipios de Mariquita con 4 individuos e Ibagué con 28 especímenes, sin reportar un hospedero para dicha mosca, asociándola con hospederos poco convencionales. Igualmente, los autores indican que *Anastrepha grandis* es una de las especies de importancia cuarentenaria para Colombia, presenta una distribución altitudinal entre los 950 y los 1 600 msnm, lo cual es relevante porque la zona productora de melón en el Tolima se localiza en altitudes menores a los 500 msnm.

Silva y Malavasi (1993) indican que *A. grandis* es una plaga subtropical de las cucurbitáceas en el sur de Brasil. Sus hospederos incluyen principalmente variedades de

calabaza y calabazas de invierno (genero *Cucurbita*) aunque se considera una especie de cuarentena para el Departamento de Agricultura de Estados Unidos basado solamente en un registro cuestionable que indica que *A grandis* infesta melones (Norbbom y Kim 1988) siendo esta la principal cucurbitácea producida por los países suramericanos para la exportacion asi mismo mencionan que *Anastrepha grandis* se ha reportado infestando muchas especies de Cucurbitáceas en América del Sur Algunas especies de calabaza (*Cucurbita* spp) son los principales hospederos Señalando que *A grandis* no esta muy extendida en Brasil estando presente en pequeñas poblaciones de las regiones del sur sudeste y centro del mismo dependiendo de la disponibilidad de calabazas con reportes de presencia de esta mosca en el norte de Argentina, Paraguay y a lo largo de la Cordillera de los Andes de Bolivia a Venezuela, este trabajo de investigacion se basaba principalmente en verificar si *A grandis* infesta melon y si mostraba alguna preferencia de hospedero con respecto a melón vs calabaza (*Cucurbita pepo* L) en el campo Melones y calabazas fueron plantados en filas alternas en dos areas la primera zona fue de 40 m² sin otras plantas y el segundo fue de 30 m² en el centro de las plantas hospedantes (aguacate guayaba, fruta de la pasión y melocotón) obteniendo infestaciones mayor en las calabazas que en melones 83% y 80% respectivamente Casi el 50% de las calabazas estaban infestadas por más de 30 larvas por fruto con el máximo de 171 larvas por fruto en los melones casi el 30% tenian mas de 30 larvas por fruto con un maximo de 89 Concluyendo que los resultados indicaban que los melones y las calabazas son hospederos *A grandis* porque la infestación ocurrió en el campo y habia normal desarrollo de huevo a adulto

Uchoa (2012) revela que *Anastrepha* es el género con mayor biodiversidad dentro de las moscas de la fruta neotropicales sólo 14 especies son polífagas están con una amplia distribución en América del Sur siendo capaz de atacar frutas y/o verduras cultivadas de valor comercial Dentro de las cuales detalla a *Anastrepha grandis* presentes en los países de Argentina, Bolivia, Brasil Colombia, Ecuador Paraguay Perú y Venezuela, con una amplia gama de hospederos dentro de la familia de la *Cucurbitaceae* específicamente *Citrullus lanatus* (Thunb) *Cucumis sativus* L *Cucurbita maxima* *Dushesne* *Cucurbita moschata* y *Cucurbita pepo* basado en reportes hechos por White & Elson Harris 1994 Zucchi 2008 Uchoa & Nicácio 2010 y Silva *et al* 2010

Tigero (2009) realizan una revisión de la información correspondiente a los hospederos de moscas de la fruta en el Ecuador reportando a *Anastrepha grandis* en *Cucurbita maxima* Dutch en la Provincia de Loja

Caraballo (2001) indica que las plantas hospederas de *Anastrepha grandis* en Venezuela, Guagliumi (1966) cita frutos de *Cucurbitaceae* (patilla, pepino calabaza) sin indicar referencias ni ejemplares que avalen la cita. El registro de Fauna Entomológica de Venezuela señala datos de cría en frutos de auyama (*Cucurbita moschata*) y camasa (*Lagenaria siceraria*)

Jiron y Hedstrom (1991) determinaron que las especies del género *Anastrepha* expresaron altas densidades cuando sus hospederos se encontraban con frutos maduros relacionando a la alta diversidad de moscas de la fruta a una diversidad de plantas hospedantes

Veloso *et al* (2012) indican que en el Estado de Goiás en Brasil existen numerosas especies de plantas hospederas de moscas de la fruta, cuyos frutos maduran en diferentes estaciones del año proporcionando un aumento en la densidad de población de la plaga y su amplia distribución *A grandis* fue registrada en 13 ciudades sin embargo esta información no se opone a los programas de exportación de frutas implementadas en el Estado menciona que en las unidades de producción el índice de MTD (moscas trampa día) fue menor que 0.1 de acuerdo con las tarifas establecidas por la legislación brasileña, para la exportación de frutos de cucurbitáceas Indicando además entre las plantas hospederas para *A grandis* para el estado de Goiás están *Cucumis melo* *Citrullus lanatus* y *Cucurbita spp*

2.3 Taxonomía

Steck y Wharton (1988) realizaron una descripción del segundo y tercer estadio larval de *Anastrepha grandis* El material (larvas) provenia de la Universidad de Sao Paulo Brasil de adultos provenientes de *Cucurbita pepo* L. las larvas fueran sumergidas en agua caliente para matarlas por un minuto luego en agua fresca y preparadas para montaje y observación sobre alcohol etílico al 70 %

2.4 Empupamiento y supervivencia

Aspectos relacionados a la profundidad de empupamiento de larvas de *Anastrepha grandis* dentro del suelo bajo condiciones de campo así como sus enemigos naturales son desconocidos por lo tanto un objetivo planteado en este trabajo de investigación es poder estimar dicha profundidad de empupamiento en cuanto a la depredación se refiere la información existente es muy escueta y se presenta a continuación la más importante

Investigaciones realizadas por Hodgson *et al* (1998) en Veracruz México muestran que larvas de Tephritidos (mosca de la fruta) así como pupas son comunmente atacadas por hormigas escarabajos estafilinidos y otros depredadores además indican que en dos sitios de excavaciones con diferentes características de suelo ponen en manifiesto que larvas de *Anastrepha spp* (Diptera Tephritidae) generalmente lograron enterrarse a profundidades no mayores de dos cm y raras veces encontrándose a > 5 cm de las especies encontradas en dichos Sitios de muestreo fueron comunmente *Anastrepha spp* (*A. obliqua*, *ludens*, *striata* y *fraterculus*)

Pemberton y Willard (1918) estimaron que *Pheidole megacephala* (F) consume aproximadamente el 80% de larvas y pupas de mosca de la fruta en algunos huertos hawaianas Hasta 25% de larvas de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) en una plantación de cítricos en Guatemala murieron por causa de la hormiga de fuego *Solenopsis geminata*

III. MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la provincia de Darién, ubicada en el extremo oriental de la República de Panamá¹, Darién ocupa una superficie de 16,670 Km², limitando al norte con la provincia de Panamá y la comarca de Guna Yala, al sur con el océano Pacífico y la República de Colombia, al este con la comarca de Guna Yala y la República de Colombia y al oeste con el océano Pacífico (Fig. 1), está constituido por 4 distritos; Pinogana, Chepigana, Cémaco y Sambú, en conjunto forman un total de 24 corregimientos.



Figura 1. Mapa físico-político de la República de Panamá, identificando el área de estudio.

¹ INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA". 1988. Ministerio de Obras Públicas

de vegetación clasificado como un sistema productivo con vegetación leñosa natural o vegetación espontánea significativa (10-50%) dentro de esta última se encuentra la planta *Fevillea cordifolia* la cual es objeto de este trabajo.

Dentro de El Tirao se seleccionaron 5 Sitios de investigación (Fig. 3), elegidos para tal fin por presentar plantas de *Fevillea cordifolia* además por ser el lugar donde se hizo el primer reporte de *Anastrepha grandis* en Panamá, dichos Sitios de estudio se encuentran ubicados dentro de la finca ganadera del señor Jorge Maure ubicado a 223.2 Km. de la Ciudad de Panamá, justo por detrás de la Escuela El Tirado (Fig. 3). Los cinco Sitios denominados en adelante como:

Sitio "1" (Lat: 08°45'57''N, Long: 078°10'14''W, con una elevación de 71 msnm)

Sitio "2" (Lat: 08°45'56''N, Long: 078°10'13''W, con elevación de 88 msnm)

Sitio "3" (Lat: 08°45'52''N, Long: 078°10'12''W, con elevación de 83 msnm)

Sitio "4" (Lat: 08°45'50''N, Long: 078°10'13''W, con elevación de 74 msnm)

Sitio "5" (Lat: 08°45'49''N, Long: 078°10'21''W, con elevación de 65 msnm)



Figura 3. Zona de estudio: A: Sitio "5"; B: Sitio "4"; C: Sitio "3"; D: Sitio "2"; E: Sitio "1"; F: Escuela; G: Comedor; H: Casa Señor Jorge Maure. Esc. 1:100,000.

Cada uno de los Sitios posee características distintas entre sí como cantidad de frutos presentes y desarrollo vegetativo de la planta *F cordifolia* debido a que es una planta trepadora está sujeta a la planta soporte en el sentido de la distribución horizontal y vertical de los frutos dentro de cada uno de los Sitios por lo tanto al inicio de investigación se delimitó cada uno de los Sitios por medio de un hiper-espacio (Fig 4 espacio de volumen conocido) el cual consistió en definir un área cúbica para cada uno de los Sitios y del mismo modo cuantificar los frutos que pudieran estar presentes el volumen de cada de cada hiper-espacio (Cuadro 1) es definido como el volumen delimitado por las dimensiones de longitud anchura y altitud proveyendo de ese modo un área cúbica, la cual constituyó el área de trabajo para el estudio

Cuadro 1 Caracterización de los cinco Sitios de muestreo en base al hiper-espacio y a los objetivos planteados

	Hiper-espacio (metros)			No Frutos Demografía larval (a)	No Frutos, Caracterización de la fenología (b)		No frutos Muestreado a+b
	Largo	Ancho	Alto		1 ^{ra} Etapa	2 ^{da} Etapa	
SITIO "1"	12.5	7.9	8.5	34	10	4	48
SITIO "2"	5.3	5.1	4.05	63	10	18	91
SITIO "3"	15	7	8	44	10	10	64
SITIO "4"	4.3	3.1	7	6	7	3	16
SITIO "5"	4.4	4.2	3.5	62	20	20	102
TOTAL				209	57	55	321

a No Frutos demografía larval frutos utilizados para determinar las características físicas del fruto de *F cordifolia* en relación con las infestaciones por *A grandis*

b No Frutos, Caracterización de la fenología frutos utilizados para asociar las poblaciones de *A grandis* con la fenología de la planta y fruto de *F Cordifolia* Estos fueron identificados y marcados para cada Etapa de muestreo (1^{ra} Etapa 57 frutos entre el 08/01/2013 y el 20/07/2013 2^{da} Etapa 55 frutos entre el 03/08/2013 y 08/01/2014)

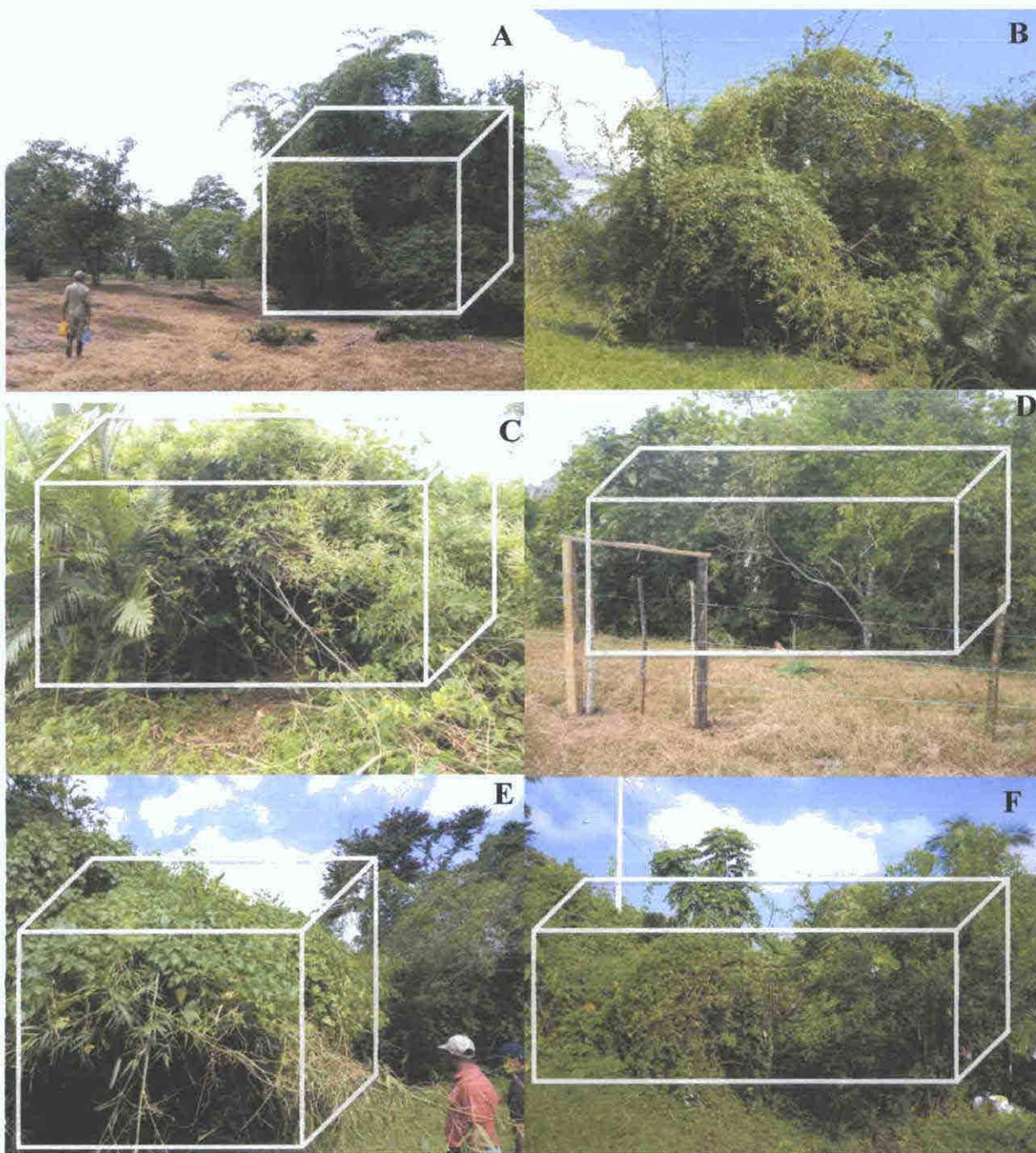


Figura 4. Híper-espacio de los Sitios de muestreo; A y B: Sitio "1"; C: Sitio "2"; D: Sitio "3"; E: Sitio "4"; F: Sitio "5".

3.2 *Fevillea cordifolia* (Linnaeus 1753).

Esta especie pertenece a la familia Cucurbitaceae, los frutos y tipo de desarrollo de la planta pueden ser confundidos con especies de la familia Passifloraceae, ya que es una enredadera trepadora y su fruto es una baya oval o redonda. *F. cordifolia*, se encuentra distribuida en gran parte del Neotrópico: Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Trinidad y Venezuela. Cordova (2004) indica que esta planta es utilizada en algunos países como antídoto en caso de mordedura de serpiente, además como antidiarreico principalmente las semillas del fruto y en dosis altas llega a ser venenosa.



Figura 5. Hoja de *Fevillea cordifolia*

En Panamá *F. cordifolia* es conocida como “Guate brujo” y se encuentra distribuida en la provincia de Darién y en el corregimiento de Chepo, también algunas plantas han sido localizadas esporádicamente a través del tiempo (1975 -1982) en Chiriquí, Los Santos, área del canal y en la Isla de Barro Colorado (STRI 2014).

Segun las características de la planta, floración fructificación y otros aspectos analizados antes de la ejecución del presente trabajo corresponden a lo observado y analizado en la preparación del presente trabajo por lo tanto podemos decir que *F cordifolia* es una planta trepadora perenne dioica Tallos glabros verdes hojas (Fig 5) 4 17 x 4 15 cm de aspecto acorazonado enteras o lobadas haz y envés diminutamente punteados base cordata, márgenes denticulados ápice caudado peciolo 2 10 cm los tricomas curvados y estriados

Inflorescencia estaminada 10 150 cm colgantes con alrededor de 50 150 flores (Fig 6) pocas de las cuales llegan a la antesis simultáneamente es decir que no todas alcanzan la floración a la vez pedunculo variable de 3 – 10 cm segun Davidse *et al* (2009) posee bracteadas reducidas en la base del pedicelo bracteadas ovales a lanceoladas punteadas en el ápice pedicelo variable entre 0 7 5 mm puberulento lóbulos del cáliz 1 5 2 mm anchamente lanceolados con superficie puberulenta, corola 4 10 mm de diámetro

Fruto ovoide indehiscente de coloración verde (Fig 7) entre 7 15 x 7 12 cm presentan superficie lisa y una evidente cicatriz tri radial en el tercio apical pedunculos 1 5 2 cm articulados Usualmente con seis semillas con dimensiones variable de 4 7 5 x 4 6 5 x 1 2 5 cm varias en cada carpelo péndulas subglobosas comprimidas la testa rugosa, de coloración pardo a marrón claro con un margen aliforme el cotiledon grande



Figura 6. Flores de *F. cordifolia*



Figura 7. Fruto de *F. cordifolia*.

El reporte por parte del MIDA de la presencia en la región Centroamericana (Panamá) de *Anastrepha grandis* (NAPPO 2009), en la provincia del Darién, corregimiento de Agua Fría, comunidad de El Tirao (este de Panamá), nos indujo a analizar la condición hospedera de esta planta para el insecto en relación con otras plantas hospederas conocidas que existe en el área infestada, ya que hasta la fecha no existe un trabajo formal en el cual se indique que *Fevillea cordifolia* sea hospedero de *Anastrepha grandis* o de cualquier otra especie de *Anastrepha*.

La identificación de *F. cordifolia*, fue realizado por el Lic. Alex Espinoza del CIFLORPAN. Conteniendo una muestra en la colección del Herbario Nacional de la Universidad de Panamá, de plantas del Sitio “3” bajo estudio; Correspondiente a Euceda s/n PMA (105879, 105880) con hojas, flores y frutos.

3.3 *Anastrepha grandis* (Macquart 1846)

Sinonimia *Trypeta (Acrotoxa) grandis* *Anastrepha schineri* Hendel *Anastrepha latifasciata* Hering

Conocida como la mosca sudamericana de las cucurbitáceas según Norrbom (2000) la especie se encuentra distribuida en el occidente de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Paraguay, el norte de Argentina y sur de Brasil. Durante años otros autores han referido a Panamá, pero Korytkowski (2009) sugiere que dicho reporte es ambiguo dado que corresponde a un adulto colectado en el interior de un avión procedente de Panamá.

Anastrepha grandis se ha reportado infestando frutos de diversas especies de cucurbitáceas. Los hospederos reportados hasta la fecha son *Cucurbita moschata* Duchesne y *C. maxima* Duchesne, *Cucurbita pepo* L., *Citrullus lanatus* var. *lanatus*, *Citrullus vulgaris*, *Cucumis melo* L., *Cucumis sativus*, *Lagenaria siceraria*. Norrbom (2000) indica que hay informes de *Alata curtis* (Passifloraceae) como hospedero, pero aclara que la fuente del registro es dudosa. Igualmente Stone (1942) indica que la referencia de Argentina en la que se cita a naranja como hospedero es errónea.

A. grandis es considerada plaga de importancia cuarentenaria por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos de Norteamérica (USDA APHIS PPQ) por el daño causado por las larvas que se alimentan de la pulpa de estos frutos y el riesgo de su introducción a ese país. A la vez, esta plaga es considerada de importancia económica para Panamá y de importancia cuarentenaria para la Región Centroamericana.

Por un año continuo se dio seguimiento a 112 frutos de *F cordifolia* distribuidos en cinco Sitios de muestreo en la zona del Tiraó debido a que *Fevillea cordifolia* es trepadora, sus características de crecimiento es influenciada por la planta soporte por tanto fue necesario seleccionar los 5 Sitios lo más homogéneamente posible entre sí. Los frutos para cada Sitio fueron identificados y marcados con una cinta y su código este procedimiento fue efectuado en dos periodos durante todo el estudio (debido a que el inicio del estudio correspondió a una mayoría de frutos al final del periodo de fructificación de las plantas por lo que fue necesario completar otro nuevo periodo de observación y evaluación a partir del periodo de floración hasta la caída natural de frutos maduros) en el 1^{ra} etapa se seleccionaron 57 frutos iniciándose el 08/01/2013 y concluyó con la caída del último fruto el 20/07/2013 el 2^{da} etapa comprendió un total de 55 frutos iniciando el 03/08/2013 y concluyó el 08/01/2014

Las plantas se caracterizaban y se realizó un registro simultáneo de floración fructificación maduración y senescencia, los frutos fueron marcados en el campo por medio de una cinta plástica en el cual se anotó un número correlativo para cada Sitio y cada fruto el código asignado fue p e B 5 1 B indica el objetivo de la fenología de la planta (los frutos A eran sustraídos y conducidos al laboratorio) el número 5 identifica el Sitio de estudio (de los cinco Sitios) y el número 1 corresponde al primer fruto de dicho Sitio (este número dependió de la cantidad total de frutos disponibles en cada Sitio)

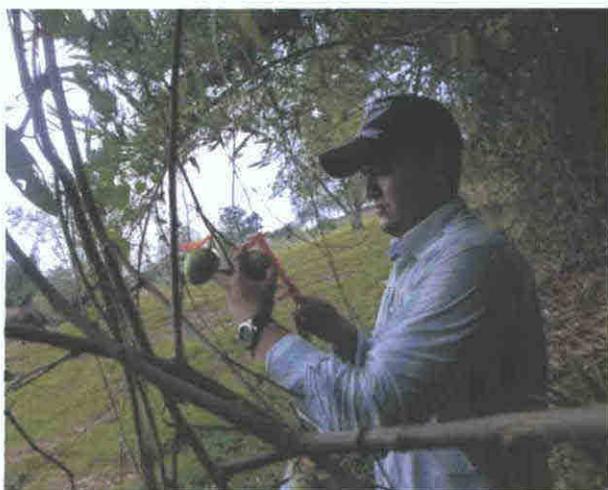


Figura 10. Vernier para medición de frutos de *F. cordifolia* en campo



Figura 11. Contador manual para recuento de flores

Para determinar el estado fenológico de cada fruto identificado y el inicio de su estado de maduración, se realizaban mediciones a cada frutos en longitud (de la base del pedúnculo hasta el ápice) y ancho, en centímetros, por medio de un vernier (Fig. 10), estos valores fueron obtenidos cada 15 días, hasta que el fruto caía al suelo en forma natural; en este momento, fueron colectados y procesados en el laboratorio en búsqueda de larvas de *A. grandis*.

De igual manera, para este objetivo se realizó un recuento de las flores formadas en cada uno de los Sitios, marcando las inflorescencia colgantes (dependiendo de la cantidad y disponibilidad de inflorescencias para este objetivo), por medio de una cinta plástica y un número correlativo (de la misma forma que lo establecido para los frutos), contabilizando el número de flores así como el número de botones florales por medio de un contador manual (Fig. 11), para determinar los períodos de floración de *F. cordifolia* en campo.

3 6 Determinar la preferencia de *Anastrepha grandis* por *Fevillea cordifolia* en relación a su hospedero comun *Cucurbita máxima*

Temiendo este conocimiento sobre *Cucurbita* como hospedero de *A grandis* se estableció y/o categorizo el grado de preferencia que tiene *Anastrepha grandis* sobre *Fevillea cordifolia* en relacion a otros hospederos conocidos como *Cucurbita maxima* (Zapallo) en sus distintas variedades conocidas o presentes en la zona el Tiraio Darien Ofreciendo al insecto de manera natural *Cucurbita maxima* sembrado lo más cercano posible a varias plantas soporte con *F cordifolia* seleccionando el Sitio 3 donde en el 2009 ocurrió la primera captura de *A grandis* a la vez es el Sitio donde se observa la mayor cantidad de frutos de *F cordifolia* al inicio de este estudio

Con el objetivo de poder determinar y tratar de explicar la preferencia alimenticia y el comportamiento que pueda tener bajo esta condición dicha siembra se hizo de manera escalonada durante 9 meses donde *Anastrepha grandis* encontrándose paralelamente tanto frutos de *F cordifolia* como frutos de *C maxima* (Fig 12) igualmente medir sus diferentes estados de madurez, en base al grado Brix ya explicados en el subtítulo 3 4 de metodología

Debido a que los Sitios de investigación se encuentran dentro de una finca ganadera, al momento de la siembra del Zapallo en el Sitio 3 fue necesario cercar dicho Sitio con alambre de puas para evitar la entrada de bovinos y caprinos a este lugar (Fig 13) todo esto con la colaboración del personal técnico de vigilancia de moscas de la fruta de regional del MIDA en Meteti



Figura 12. Siembra de zapallo.



Figura 13. Sitio "3" cercado por siembra de Zapallo, los más cercano a frutos de *F. cordifolia*.

Una vez detectada la presencia de *A. grandis* en Panamá, el MIDA ha desarrollado una revisión exhaustiva de frutos de Cucurbitáceas, mediante un rastreo y verificación de los mismos en busca de larvas de *A. grandis*, dichas actividades complementarias al establecimiento de puestos para el control de movilización de frutas, con el objetivo, de prevenir el posible traslado de frutas infestadas a áreas libres de *A. grandis*.

3.7 Determinar el efecto de la humedad del suelo sobre la fenología de la planta de *F. cordifolia*, así como la profundidad de empupamiento y supervivencia de *Anastrepha grandis* bajo condiciones de campo.

Con la finalidad de explicar las variaciones fenológicas de las plantas de *F. cordifolia* silvestre, la cual depende de la precipitación pluvial, en relación con la humedad del suelo, asociado esta planta con riachuelos o flujos de agua discontinuo.

Se midió la humedad del suelo durante el año de estudio, realizando solamente una toma de muestra en uno de los cinco Sitios de investigación a una frecuencia de 15 días, esto debido a la cercanía entre cada uno de los Sitios, siendo la mayor distancia de 100 mts. Entre los Sitios 5 y 4. La muestra de suelo se tomaba lo más cerca posible a los frutos encontrados en el suelo, por medio de una pala de jardín, se escarbaba a una profundidad de 10 cm y a partir de este agujero se obtuvo una muestra de suelo la cual se depositó en un vaso plástico de 950 ml, con la finalidad de poder comparar muestras homogéneas (Fig. 14).



Figura 14. Metodología de campo para toma de muestra de suelo y su posterior medición de humedad

Dicha muestra se depositó en una bolsa plástica con cierre hermético (ziploc) y se trasladó al Programa Centroamericano de Maestría en Entomología (PCMENT) para ser pesado en húmedo primeramente, luego secado en un horno esterilizador (marca Memmert a 65°C) por un periodo de 48 horas (Fig. 15) y posteriormente pesado en seco, por lo tanto, la diferencia obtenida entre ambos, corresponde al porcentaje de agua presente en cada muestra.



Figura 15. Secado de Suelo en horno a 65 °C.

Para conocer la profundidad de empupamiento y supervivencia, se obtuvieron un total de 66 larvas de *Anastrepha grandis* en el tercer estadio, solamente en los Sitios “1”, “2” y “3”, dentro de frutos de su hospedero silvestre en Panamá Guate brujo (*Fevillea cordifolia*), cortando longitudinalmente cada fruto (partiéndolo en dos partes) por medio de una navaja, al momento de ser encontrados los frutos infestados con larvas el mismo era colocado perpendicularmente en el suelo con respecto al punto original de donde fue desprendido de la planta (Figura 16).

El fruto expuesto en el suelo las larvas del mismo se desplazaban en busca de un lugar apropiado para el empupamiento. Una vez que cada larva entraba en contacto con el suelo por medio de una cinta métrica o un vernier (pie de rey) se midió la longitud máxima recorrida por la larva (sobre la superficie del suelo) en línea recta indistintamente del recorrido sinuoso que generalmente marcaban las larvas debido a que la intención es poder determinar la distancia máxima que puede recorrer la larva a partir del fruto en busca de un lugar apropiada para el empupamiento.

Una vez la larva ubicó el lugar adecuado para iniciar el empupamiento (Figura 17) se procedió a marcar dicho espacio mediante una cinta plástica de color verde para posteriormente desenterrar cada lugar marcado con una pincel y una pala de jardín graduado para determinar la profundidad alcanzada por cada larva (Figura 18).

Se observó que al encontrarse la larva expuesta en busca de un lugar de empupamiento algunas de estas no lograron tal objetivo debido a la presencia de hormigas que las depredaron por lo tanto se contabilizó el número de larvas atacadas por hormigas y el tiempo transcurrido de localización por dichas hormigas además se recolectaron especímenes de estos depredadores en viales con alcohol al 70% y trasladadas posteriormente al PCMENT para su identificación.



Figura 16. Distribución de larvas de *A. grandis* en búsqueda de un lugar de empupamiento



Figura 17. Inicio de penetración al suelo de *A. grandis*



Figura 18. Medición de profundidad de empupamiento de *A. grandis*

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados Generales

El presente estudio se realizó durante el periodo de un año, comprendido entre el 8 de enero del 2013 hasta 8 de enero del 2014 en cinco Sitios de estudio, obteniéndose un total de 1,384 larvas de *Anastrepha grandis* dentro de los frutos de *Fevillea cordifolia* que se encontraban sujetas a la misma planta o en el suelo al desprenderse en forma natural.

La población de *Anastrepha grandis*, fue obtenida de 321 frutos de *F. cordifolia*, 95 de los cuales fueron infestados, entre los cuales 17 frutos estaban libres de larvas pero mostraban el efecto de alimentación como sintomatología característica de la actividad larval de *A. grandis*, tales frutos fueron contabilizados como infestados sin presencia de larvas u otras formas inmaduras como pupas.

Del total de la población obtenida de *A. grandis* durante la ejecución del presente trabajo, 1,268 larvas (91.62 %) se encontraban vivas al momento del muestreo, 89 larvas muertas (6.43 %) principalmente en frutos colectados del suelo, los cuales estaban abiertos y las larvas se encontraban expuestas, muriendo por deshidratación debida a la insolación, en estos casos las larvas se desplazaban erráticamente dentro del fruto abierto, consecuentemente no lograron empupar fuera del fruto, en tanto que otras larvas se

encontraron muertas, lo cual igualmente sucedió con las que fueron encontradas vivas pero sin salir del fruto para empapar. Es importante señalar que también se encontraron pupas dentro de los frutos en forma ocasional, en todo el estudio 27 pupas (1.95 %) fueron colectadas dentro de los frutos, esta condición no es común para especies del género *Anastrepha*.

De los 321 frutos evaluados, el Sitio “5” presenta la mayor cantidad de frutos totales (Fig. 19) con 102 (31.78%) seguido del Sitio “2” con 91 (28.35%) y el Sitio “4” con apenas 16 (4.98%) frutos. Dentro de estos frutos totales la mayor proporción de frutos infestados presenta el Sitio “4” con 56.25 % (9 frutos infestados), alta proporción presenta el Sitio “3” con 31.25% (20 frutos infestados) y una baja cantidad para el Sitio “1” con 20.83 % (Cuadro 2).

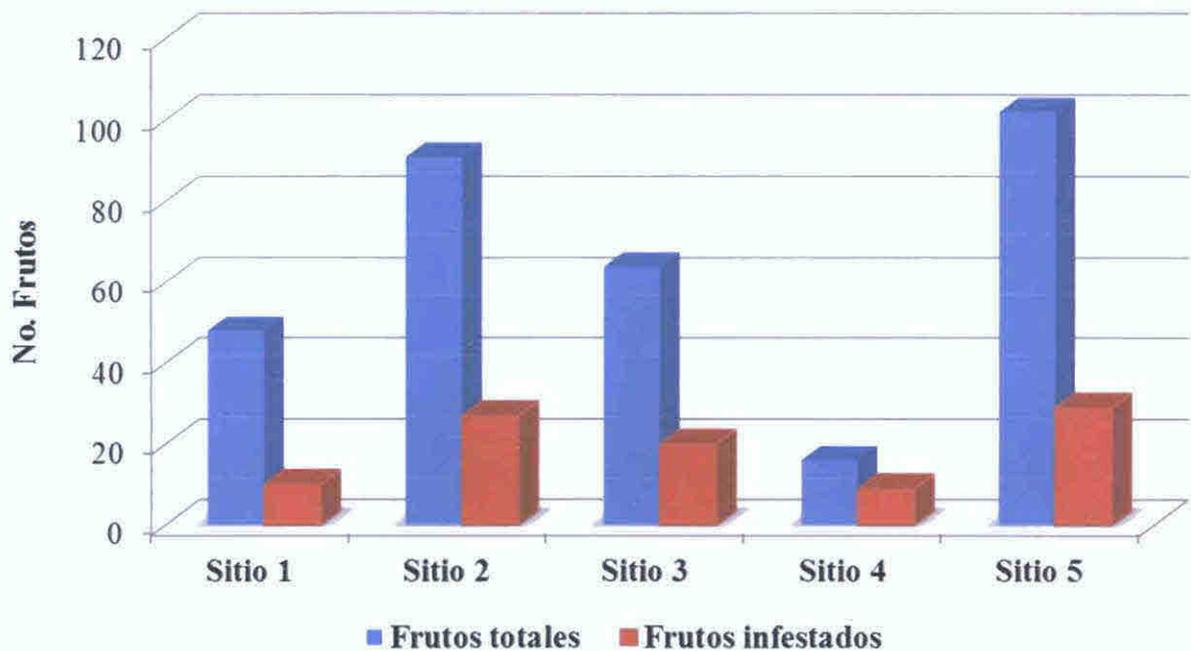


Figura 19. Distribución de frutos de *F. cordifolia*, en la comunidad de El Tirao durante el 2013

Esta alta proporción de infestación de frutos en el Sitio 4 se debe a que la competencia de recurso (frutos) aumenta haciendo que los pocos frutos presentes tengan mayor probabilidad de ser infestados por la población de hembras de *A grandis* que se encuentran volando en busca de un sustrato para ovipositar. La elevada proporción de infestación de frutos disponibles no se refleja en la intensidad de infestación, pues en este Sitio solamente alcanzó una media de 14.63 ± 14.43 larvas/fruto infestado (Cuadro 2) en tanto que en el Sitio 3 la intensidad de infestación fue de 22.31 ± 14.98 larvas/fruto infestado posiblemente debido a la calidad de frutos disponibles con características físicas y químicas particulares (tamaño, peso y grados Brix).

Cuadro 2 Infestación de frutos de *F. cordifolia* en 5 Sitios de la comunidad de El Tirao

	Frutos totales	Población de frutos	Frutos infestados	Proporción de frutos infestados	Fruto infestado con larva	<i>A grandis</i>	Intensidad de infestación
Sitio "1"	48	14.95%	10	20.83%	10	156	15.60
Sitio "2"	91	28.35%	27	29.67%	26	442	17.00
Sitio "3"	64	19.94%	20	31.25%	16	357	22.31
Sitio "4"	16	4.98%	9	56.25%	8	117	14.63
Sitio "5"	102	31.78%	29	28.43%	18	312	17.33
TOTAL	321	100.00%	95			1,384	17.74

El efecto más marcado de infestación fue durante el incremento de la producción de frutos ofertando mayor cantidad de recurso para las hembras de *A grandis* excepto

en agosto y septiembre, cuando la disponibilidad de frutos fue baja (Fig. 20) y los frutos presentaban características poco atractivas para la infestación (frutos muy pequeños e inmaduros). En este período, la población de *A. grandis* estaba en estado pupal y la planta se encontraba en floración; consecuentemente la ausencia de frutos con características adecuadas para oviposición (tamaño, peso, grados Brix), correspondió a dos “picos” poblacionales de la mosca, entre abril y junio, el segundo entre octubre a diciembre, situación que permite asumir sincronía hospedero-huésped.

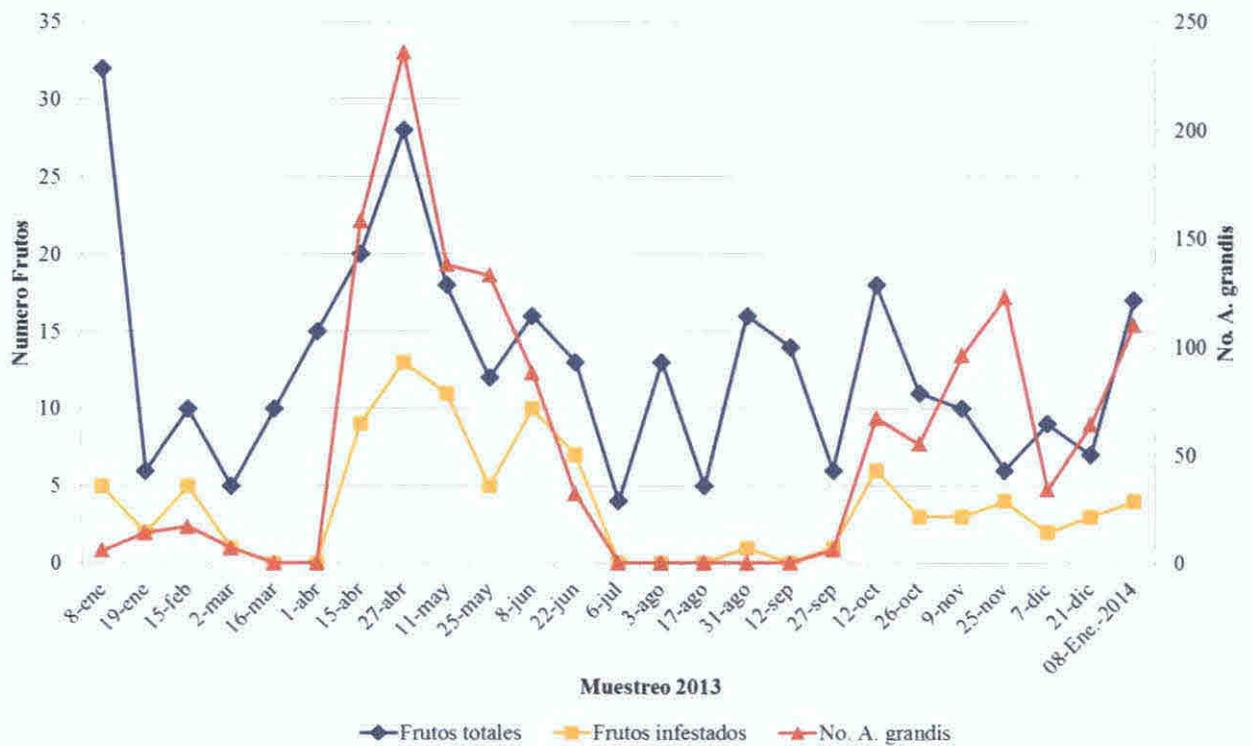


Figura 20. Fluctuación poblacional de larvas de *Anastrepha grandis* en base a la disponibilidad de frutos de *F. cordifolia*.

4.2 Empupamiento de *Anastrepha grandis* dentro del fruto de *F. cordifolia*

La condición normal es que las larvas de *Anastrepha* empupen en el suelo, en este estudio, 1.95 % (27 pupas) de la población analizada de *Anastrepha grandis* correspondió a pupas encontradas dentro del fruto de *F. cordifolia* (Fig. 21). Este condición ha sido reportada en otras especies de *Anastrepha* como es el caso de Soto-Manitiu *et al.* (1997) donde se menciona que una población minoritaria de *Anastrepha obliqua* empupaba dentro de frutos de Anacardiaceae. Alvarado (2013), reporta pupas de *Anastrepha striata* dentro de frutos de *Psidium guajava* (Guayaba). Ambos autores, concuerdan que dicha situación permite a las moscas evitar riesgos que conlleve a la disecación y exposición a enemigos naturales, cuando la larva sale del fruto y se moviliza en busca de un Sitio para empupar.



Figura 21. Pupas de *A. grandis* encontradas dentro de fruto de *F. cordifolia*.

Sobre este particular, los resultados obtenidos en el presente trabajo, permiten asumir que el empupamiento óptimo para las larvas de las moscas del género *Anastrepha*,

corresponde a la condición normal de la larva que alcanza el tercer estadio y puede caer junto con el fruto infestado emerger del mismo y ubicar un espacio en el suelo como mecanismo o estrategia común y apropiada para evitar la depredación mediante una rápida penetración en el sustrato considerando que dicha estrategia es la más importante para la supervivencia Aspectos relacionados para que tal estrategia sea efectiva son tipo (estructura) y porcentaje de humedad del suelo tiempo de exposición en la búsqueda del sustrato para empupar así como otros factores

En contraste es probable que esta condición anormal de empupamiento dentro del fruto se deba a poblaciones residuales que emergen asincrónicamente con la mayor provisión de recurso (frutos) apropiados para la oviposición o cuando existe elevadas poblaciones e infestaciones de frutos que obligan a las hembras de *Anastrepha* a ovipositar en frutos ya ocupados por poblaciones precedentes En otros casos puede deberse a la ausencia de frutos adecuados para la oviposición consecuentemente las hembras están obligadas a ovipositar en frutos que no alcanzaron aun la madurez requerida, por tanto el ciclo larval se completa antes de la caída natural del fruto estando por tanto la larva obligada a empupar dentro del su recurso alimenticio

Al no abrir el fruto al caer esto se torna en una desventaja, ya que al empupar dentro del fruto el adulto neonato no posee estructuras necesarias para raer o perforar internamente el fruto y consecuentemente muere Dicho planteamiento concuerda con Mc Phail y Bliss (1933) quienes indican que cuando los frutos caen al suelo la mayoría de larvas de *Anastrepha* completan su alimentación e ingresan al mismo para empupar sin embargo en la estación seca se forman pupas dentro del fruto debido a que estos frutos

son comparativamente pequeños y tienden a deshidratarse rápidamente, así el medio se torna desfavorable, derivando en adultos que no logran emerger.

Es necesario resaltar que solamente las larvas poseen apéndices bucales que les permiten perforar el fruto y no necesariamente existe una sincronía entre la emergencia de la larva y la caída del fruto de *F.cordifolia*, de este modo algunas larvas emergen del fruto en el árbol y caen al suelo (Fig. 22); no necesariamente esta condición puede ser una desventaja, sin embargo algunas veces los frutos infestados se encuentran en el dosel de la “planta soporte”, a alturas de más de 15 mts.



Figura 22. Emergencia de larvas de *A. grandis* de frutos de *F. cordifolia* en busca de un lugar para empupamiento

4.3 Caracteres de identificación de *Anastrepha grandis* en el tercer estadio

En este trabajo se efectúa un análisis de las características larvales de *A grandis* criadas de *Fevillea cordifolia* basados principalmente en Steck y Wharton en 1988 para ello se colectaron muestras de *A grandis* en el tercer estadio larval y observados en laboratorio

El tercer estadio larval de *Anastrepha grandis* muestra una longitud de 15.0 mm 1.2 mm de ancho en sexto segmento abdominal (siendo el de mayor ancho del cuerpo) cuerpo alargado cilíndrico y ahusado en su región anterior con tres segmentos torácicos y ocho segmentos abdominales diferenciados segmento caudal truncado y cónico (Fig 20) En todos los segmentos la región dorsal y ventral presentan espinulas en filas longitudinales discontinuas de longitud variable las cuales pueden ser espinulas cónicas y puntiagudas simétricas a excepción de algunas espinulas gruesas en la región anterior del cuerpo (región fusiforme) en el cual se observan algunas espinulas ligeramente curvadas

Existe un patrón dorsal de espinulas torácicas T1 con 6-8 filas de espinulas muy finas T2 y T3 con 5 7 y 4 6 filas cada una de las cuales con la mayoría espinulas finas En la región abdominal las espinulas son finas y reclinadas A1 con 2 5 filas A2 y A3 cada uno con 1 3 filas A4 hasta A8 sin espinulas dorsales Espiráculo anterior con 2 ó más (pequeños) lóbulos irregulares con alrededor de 36-37 tubulos ordenados en una sola fila lateral y 2 3 filas centrales con respecto al par de lobulos longitud en la linea media de 0.29 mm (Fig 23)

La longitud total desde el ápice de la mandíbula hasta el “cuerno” ventral de la cauda, es de 1.60 mm. Diente del gancho mandibular liso y ápice romo, 0.32 mm de longitud. Esclerito epifaringeal visible sólo dorsalmente, con lóbulo medial dirigido a la región anterior. Ambos lados de la cavidad pre-oral con 14 pliegues orales sin placas accesorias (Fig. 24). Segmento caudal con un par de lóbulos, los lóbulos anales divididos, sobresaliendo prominentemente en su porción ventral y en cada uno de ellos 3 proyecciones a manera de tubérculos (Fig. 25) con arreglos de sensilla alrededor del par de lóbulos.

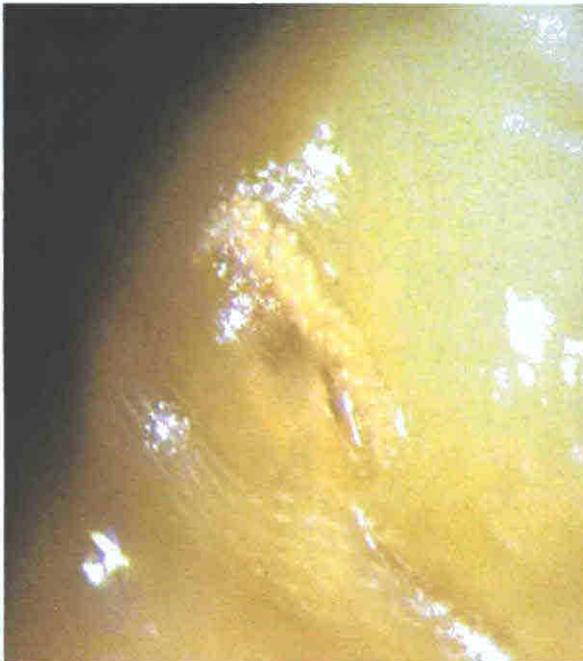


Figura 23. Espiráculo Pro-torácico

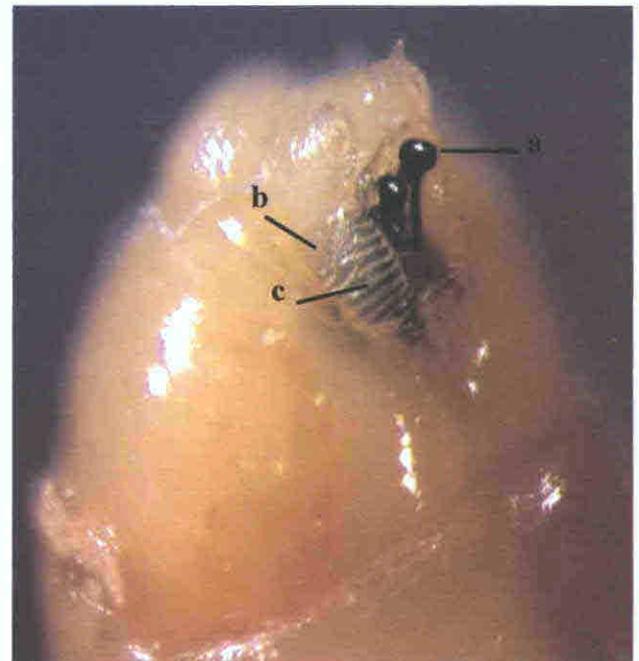


Figura 24. Cavidad Pre-oral de *A. grandis*: **a**: Gancho mandibular romo; **b**: borde lateral de pliegues orales sin placas accesorias; **c**: Pliegues orales

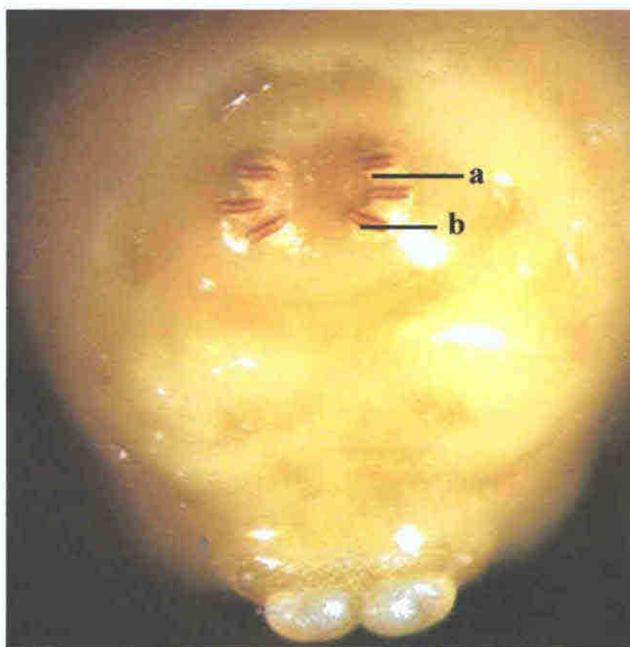


Figura 25. Cauda de *A. grandis*:
a: Lóbulos anales bífidos;
b: Tubérculos lobulares.

4.4 *Anastrepha grandis* alimentándose de semilla

En el presente trabajo, se observó a larvas de *Anastrepha grandis* alimentándose del tegumento de la semilla de *Fevillea cordifolia* (Fig. 26), esto ocurre a medida que la competencia de recurso aumenta. El promedio de intensidad de infestación por larvas de *Anastrepha grandis* fue de 17.74 ± 14.78 larvas/fruto infestado, variando entre un rango de 1 a 51 larvas/fruto, pero esta condición se presentó principalmente cuando la intensidad de infestación superó una densidad de 20 larvas/fruto, el daño a la semilla afecta solamente al tegumento.

De acuerdo a lo observado en el presente trabajo, la semilla puede ser afectada por *A. grandis* si el fruto no ha completado la madurez y la semilla es aún de consistencia suave, lo cual corresponde a frutos del tipo 4 al 6 (Fig. 50).

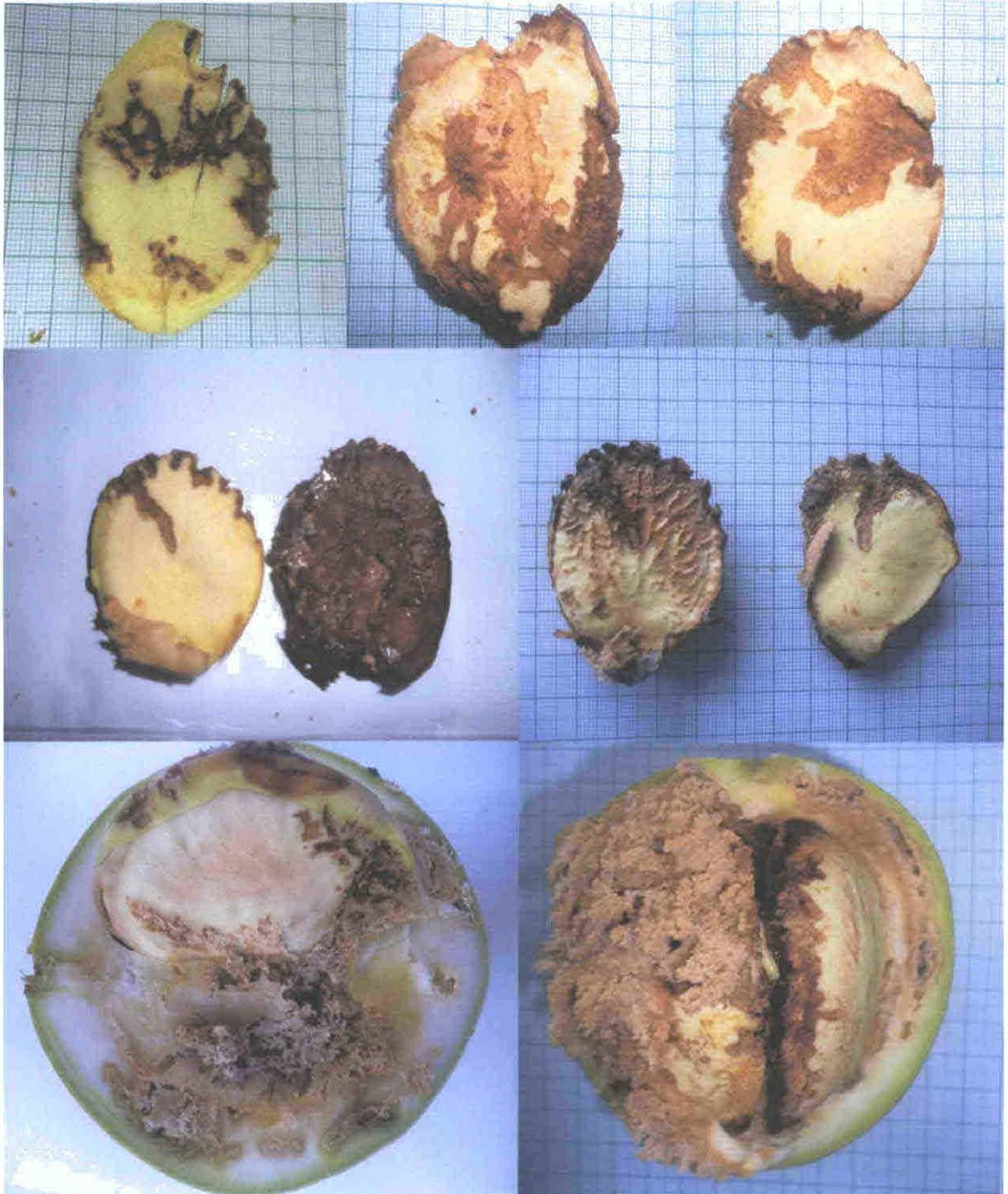


Figura 26. Sintomatología de alimentación de *A. grandis* sobre semillas de *F. cordifolia*

4.5 Identificar las características físicas del fruto de *Fevillea cordifolia* en relación con las infestaciones por *Anastrepha grandis*

Las fluctuaciones poblacionales de larvas de *A. grandis* en frutos de *F. cordifolia* se analizó mediante la colecta manual de frutos tanto en planta o en suelo los cuales permitieron determinar la presencia o ausencia de larvas de *Anastrepha grandis* o con evidencia de daños así mismo verificar las condiciones requeridas para ser infestados (características del fruto) para ello fue necesario establecer la relación entre recurso de alimento ofertado y tamaño del fruto en base a longitud anchura de los frutos (tamaño) y el peso de cada componente del fruto Cascara (Exocarpo) pulpa (Mesocarpo) y semilla (Endocarpo) para caracterizar físicamente al fruto

Para este objetivo en total se colectaron 209 frutos de los cuales 61 se encontraban infestados (29.19 %) por larvas de *Anastrepha grandis*. En estos frutos se encontró 937 especímenes de dicha mosca, 856 larvas vivas (91.36 %) 71 muertas (7.58 %) y 10 pupas (1.07 %) dentro de frutos de *F. cordifolia*. De acuerdo con estos valores se puede determinar que la mortalidad observada para larvas de esta especie en frutos de *F. cordifolia* es cercana al 10 % (8.64 %). De los 61 frutos infestados en diez solo había evidencia del daño causado debido a que las larvas ya habían abandonado el fruto una vez que cayó al suelo y abrió o la larva perforó el fruto aun adherido a la planta y cayó al suelo para empupar. De este modo se obtuvo una intensidad de infestación de 18.37 larvas/fruto infestado.

La presencia de frutos de *F. cordifolia* en campo se observó en todos los meses del año 2013. El promedio del tamaño de los frutos fue de 7.33 ± 1.62 cm en longitud y

6.85 ± 1.68 cm en ancho, en tanto que el peso promedio fue de 187.88 ± 92.30 gr. y cada una de las componentes que lo forman, que fueron 41.71 ± 29.06 gr (22.20 %) de cáscara, 46.77 ± 49.42 gr (24.89 %) de semilla y 99.40 ± 57.82 gr (52.90 %) de pulpa. Los frutos de *F. cordifolia* presentaron un promedio 6.21 ± 2.15 % de sacarosa presente en la pulpa (basada en grados Brix). La pulpa del fruto de *F. cordifolia* dañada por efecto de alimentación de *A. grandis* forma corredores, orificios y en algunas ocasiones aserrín (Fig. 27) tanto en pulpa en proceso de maduración como en pupa en senescencia.



Figura 27. Efecto de alimentación de larvas de *A. grandis* sobre pulpa de *Fevillea cordifolia*.

4.5.1 Porcentaje de infestación de *Fevillea cordifolia* por *Anastrepha grandis*.

A. Variación de la infestación por Sitio.

Los niveles poblacionales coinciden con los porcentajes de infestación en cada Sitio de muestreo, así, a mayor disponibilidad de frutos de *F. cordifolia*, el porcentaje de infestación por *Anastrepha grandis* se incrementa.

Durante el período de muestreo de campo, en los cinco Sitios de muestreo se colectaron 209 frutos de *Fevillea cordifolia*, en los Sitios “2” y “5” se obtuvo la mayor cantidad de frutos totales, con 63 (30.14%) y 62 (29.67 %) frutos colectados respectivamente (Fig. 28), en el Sitio “4” se obtuvieron solamente 6 frutos (2.87 %) del total de frutos.

La infestación por *Anastrepha grandis* fue similar a la abundancia de frutos, de este modo los Sitios “2” y “5” con 21 (34.43%) y 15 (24.59%) frutos infestados (Fig. 29), del Sitio “4” se obtuvieron tan solo 5 (8.20 %) frutos del total de frutos infestados por *A. grandis*.

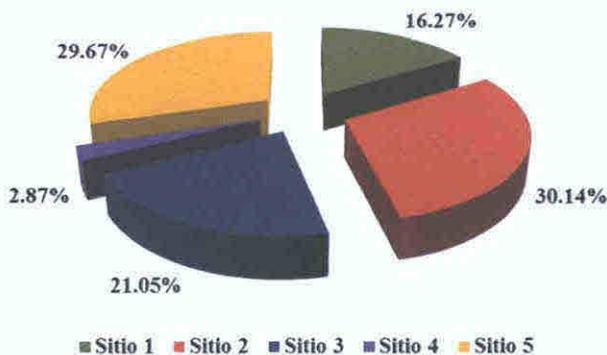


Figura 28. Porcentaje de frutos de *F. cordifolia* colectados, para cada uno de los Sitios de estudio.

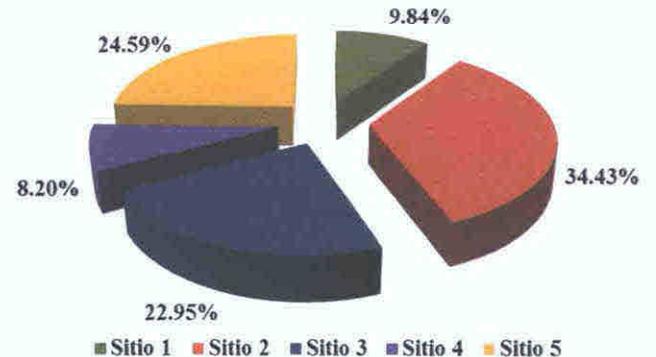


Figura 29. Porcentaje de frutos infestados por *A. grandis*, para cada uno de los Sitios de estudio.

El bajo porcentaje de infestación de frutos en la planta del Sitio 4 se debe a la baja cantidad de frutos ofertados en relación a los Sitios 2 y 5 por tanto hubo mayor probabilidad de ser infestados

B Variación de la infestación por Sitio a través del tiempo de estudio

Así mismo la mayor infestación se da, cuando la producción de frutos tiende a aumentar de mayo a junio principalmente (Fig 30) y *A grandis* es más eficiente a mayor recurso disponible y disminuye en agosto a septiembre (periodo de floración) cuando la disponibilidad de frutos es mínima consecuentemente la infestación se reduce sustancialmente esto se puede atribuir a que las poblaciones de *A grandis* se encuentran en estado pupal en el suelo todo esto se debe probablemente a procesos co-evolutivos de sincronía entre ambas especies

Esto concuerda con lo reportado por Hernández (1996) y Esquivel (2000) demostrando que infestaciones de moscas de la fruta que se alimenta de pulpa (*A serpentina*) inician el periodo de infestación de frutos de *Pouteria buenaventurensis* cuando la disponibilidad de estos frutos es alta y se hace intensa a medida que se reduce el recurso

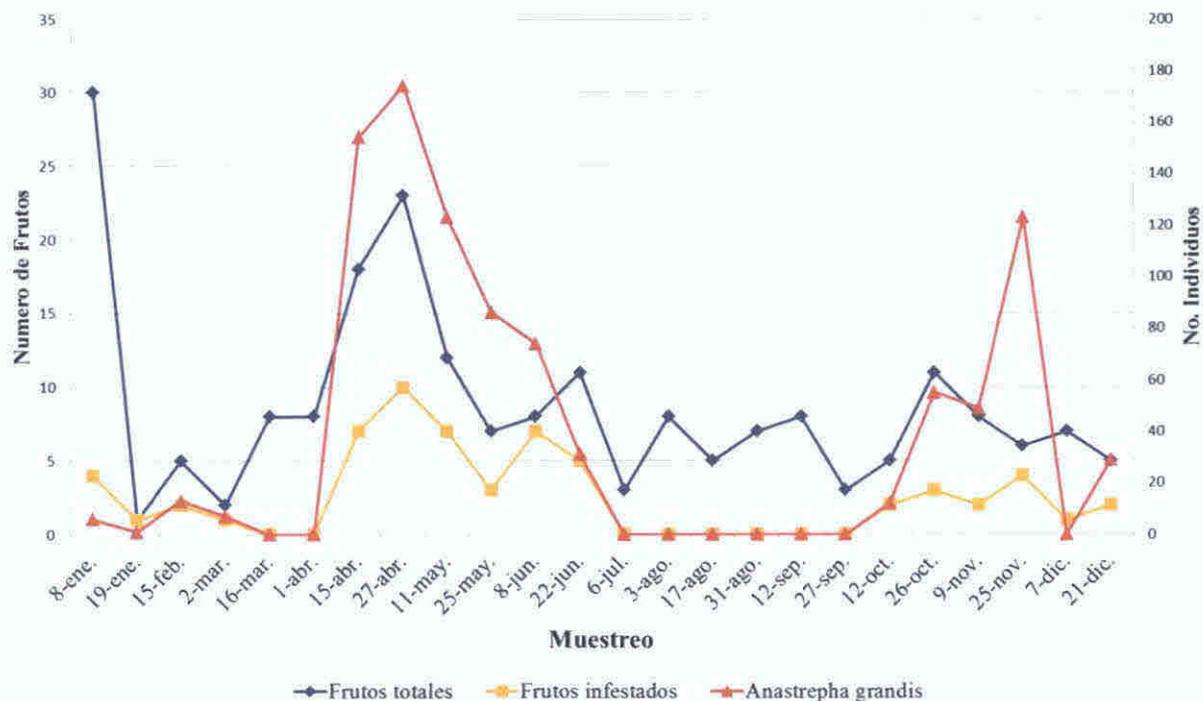


Figura 30. Efecto de la disponibilidad de frutos de *F. cordifolia* sobre niveles poblacionales de *Anastrepha grandis* (Valores totales de todos los Sitios)

4.5.2 Intensidad de Infestación de frutos de *F. cordifolia* por *Anastrepha grandis*

La intensidad de infestación de *F. cordifolia* por *A. grandis* fue de 18.37 ± 14.55 por fruto infestado, para todo el período de estudio. De acuerdo a esta metodología y los resultados obtenidos en función de ella, se puede decir que la infestación de frutos por *A. grandis* se encuentra estrechamente relacionada con la disponibilidad de recurso que la planta hospedera ofrece, la infestación de estos frutos es elevada en base a su disponibilidad y se hace intensa a medida que se reduce el recurso.

Por consiguiente la intensidad de infestación por *A. grandis* se encuentra muy relacionada con la disponibilidad de recurso ofrecido por la planta hospedera, dentro de los cinco Sitios de investigación muestreados, la intensidad de infestación fue muy similar entre ellos, sobresaliendo estrechamente el Sitio “3” con solo 22.55 ± 14.09 larvas por fruto infestado, en tanto que los Sitios “1” y “2” con valores de 16.83 ± 13.09 y 16.43 ± 14.20 larvas/fruto (Fig. 31). Para Sitio “4” con solamente 6 frutos totales, 4 fueron infestados con presencia de larvas, en tanto que en el Sitios “5” se colectaron 62 frutos totales, de estos 9 frutos estaban infestados con presencia de larvas.

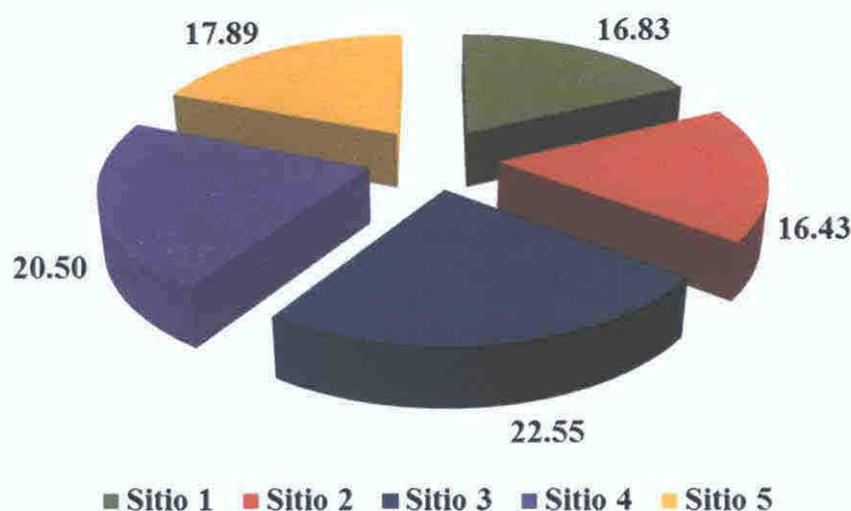


Figura 31. Intensidad de infestación (*A. grandis*/fruto infestado) dentro de los cinco Sitios de estudio

Aluja (2008) establece que en ocasiones cuando la disponibilidad de frutos es limitada y las poblaciones presentes en una zona son muy elevadas, se encuentra mayor intensidad de infestación, esto es correspondiente con los resultados obtenidos en el presente trabajo donde se observa que el periodo de infestación de frutos por *A. grandis* forma dos “picos” durante el año 2013, el primero entre el 15 de abril y finales de junio,

encontrándose la máxima intensidad de infestación de $30\ 80 \pm 11\ 39$ larvas/fruto infestado luego la disponibilidad de frutos baja notablemente debido a que las plantas iniciaban el periodo de floración en julio alcanzando etapa de floración plena entre agosto y septiembre cuando no se obtuvieron larvas de *A grandis* posteriormente terminada la floración se inicia la fructificación de *F cordifolia* manifestándose gradualmente un segundo pico de infestación alcanzando un valor máximo de $30\ 75 \pm 18\ 30$ larvas/fruto infestado muy similar al primer pico de infestación esta situación se prolongó hasta diciembre del 2013 (Fig 32)

De la población de *A grandis* bajo esta metodología, se obtuvieron 856 larvas vivas (91 36 %) 10 pupas (1 07 %) y 71 muertas (7 58 %) dentro de frutos de *F cordifolia* Estas larvas muertas se obtuvieron de 4 frutos infestados colectados siendo el primer fruto colectado el 25 mayo (28 Larvas muertas) 22 junio con 2 frutos (14 larvas) y el 21 diciembre (29 larvas) Esto posiblemente se deba a una competencia intensa por el recurso siendo el muestreo del 25 mayo y 21 diciembre donde la intensidad de infestación era elevada (Fig 28) mientras que en el muestreo del 22 de junio la población de *A grandis* era residual y la disponibilidad de frutos era escasa ya que la planta se preparaba a entrar al periodo de floración haciendo con esto que la oviposición de hembras de *A grandis* sobre estos frutos de *F cordifolia* lo realizara sobre fruto no aptos (inmaduros tamaño y peso inadecuados) por tanto al no encontrar las condiciones adecuados de alimentación así como la caída del fruto en asincronía con el tercer estadio de larva, lista para buscar el sustrato de empupamiento la larva moria

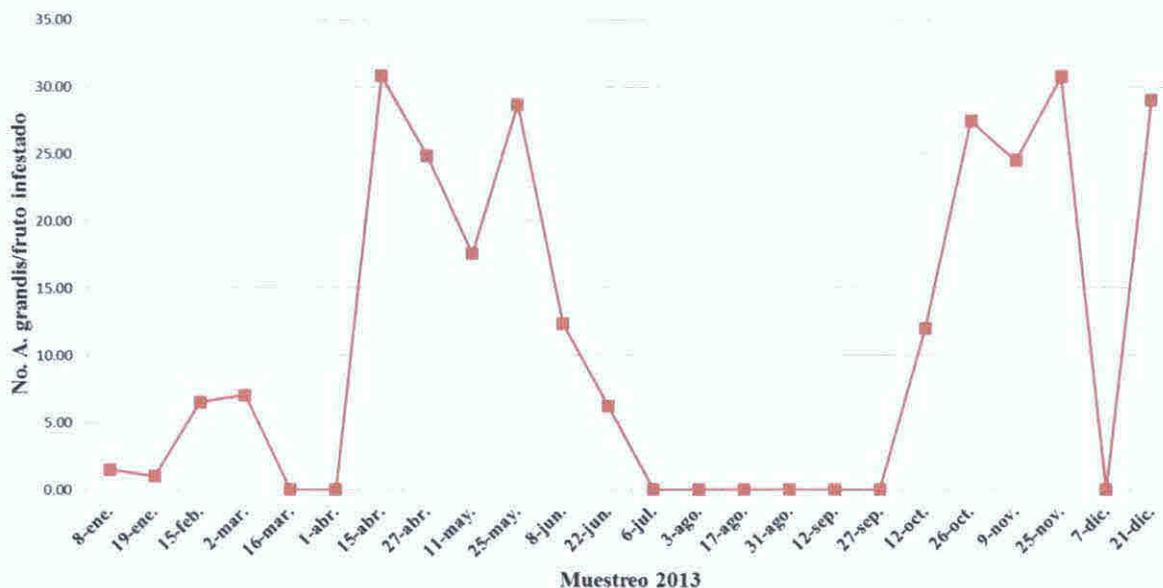


Figura 32. Fluctuación de intensidad de infestación de *Anastrepha grandis* sobre *F. cordifolia*

4.5.3 Efecto del Tamaño de Fruto (Longitud y Ancho) sobre las poblaciones larvales de *Anastrepha grandis*.

El tamaño de frutos de *Fevillea cordifolia* se estableció mediante la longitud, ancho y peso total, adicionalmente se caracterizaron en base a las proporciones de semilla, cáscara y pulpa.

En base a las características de longitud y ancho, los frutos variaron con respecto a cada uno de los Sitios, de este modo, en el Sitio “1” los frutos fueron de mayor longitud con respecto al resto, con un promedio de 8.17 ± 0.58 cm; los del Sitio “2” alcanzaron un promedio de 8.05 ± 0.71 cm, los frutos más pequeños fueron los del Sitio “5” con un promedio de 6.11 ± 1.77 cm

En relación al ancho de los frutos se observó la misma tendencia, sin embargo en este caso los frutos más anchos fueron los del Sitio 2 con un promedio de 7.82 ± 0.72 cm los del Sitio 1 alcanzaron un promedio de 7.61 ± 0.63 cm en el Sitio 5 los frutos tan solo alcanzaron un promedio de 5.54 ± 1.82 cm

En base a las características del tamaño de los frutos infestados más pequeños de todos los colectados y medidos la longitud mínima fue de 3.90 cm (solo un fruto) y un ancho de 3.6 cm (el mismo fruto) con un peso de 22.79 gr por lo tanto en base a estas características es el fruto el más pequeño que se encontró infestado con larvas de *A grandis* durante la ejecución del presente trabajo

En base a ambas dimensiones se realizó una tabla de clasificación de preferencia de infestación de frutos por *A grandis* en las cuales se encontró que la mayor preferencia se encuentra en el rango de 7.65 cm a 8.9 cm de longitud y 6.9 cm a 8.05 cm de ancho conformando el 31.75% de los frutos infestados (16 frutos) denominados frutos grandes También los frutos con rango comprendido entre 7.0 cm a 8.6 cm de longitud y 6.4 cm a 7.8 cm de ancho correspondieron a 14 frutos (27.45 % de frutos infestados) caracterizados como frutos medianos

En base a estos criterios se puede concluir que la preferencia de oviposición de frutos por *Anastrepha grandis* se encuentra entre los rangos de 7.0 a 8.9 cm en longitud y 6.4 a 8.05 cm en ancho que corresponde al 59.20% del total de frutos infestados para un total de 582 larvas de *A grandis* que corresponden al 62.11% de la población total y una intensidad de 19.40 ± 14.97 larvas/fruto infestado

Es importante señalar que en el rango de 7.0 a 8.6 cm (longitud) y 6.4 a 7.8 cm (ancho) se colectaron 14 frutos infestados con la mayor cantidad de larvas (338 larvas) que representan el 36.07% de toda la población colectada y la mayor tasa de intensidad de infestación con 24.14 larvas/ fruto infestado. Estos frutos fueron categorizados como medianos (Cuadro 3).

En base a este estudio (longitud y ancho de los mismos) frutos con promedios de longitud mayores a 7.5 cm e iguales o mayores a 7 cm de ancho registran elevada intensidad de infestación por *A. grandis* (Fig. 33). Sin embargo, es probable que adultos de frutos con elevadas intensidades de infestación deriven en adultos de menor tamaño que los desarrollados en frutos con menor grado de infestación debido a la disponibilidad de recurso alimenticio.

Cuadro 3 Preferencia de infestación de tamaño del fruto de *F. cordifolia* por *A. grandis*

Tamaño fruto	Longitud cm	Ancho cm	Peso (gr)	Frutos infestados con larva	/ Infestación de frutos	No <i>A. grandis</i>	/ Población <i>A. grandis</i>	Intensidad Infestación
Muy pequeño	3.9 a 6.5	3.6 a 5.0	22.79-48.67	2	3.92 /	37	3.95 /	18.50
Pequeño	6.4 a 7.7	5.2 a 7.1	58.57-98.92	6	11.76 /	61	6.51 /	10.17
Mediano	7.0 a 8.6	6.4 a 7.8	103.65-147.87	14	27.45 /	338	36.07 /	24.14
Grande	7.65 a 8.9	6.9 a 8.05	153.19-199.54	16	31.75 /	244	26.04 /	15.25
Muy Grande	8.1 a 9.55	7.4 a 8.8	201.60-342.27	13	25.49 /	257	27.43 /	19.77
TOTAL				51	100	937	100	

Aunque el tamaño del fruto sea grande pero la proporción de pulpa es menor, se producirá una competencia entre las larvas por ese recurso. Consecuentemente adultos de moscas de menor tamaño o no muy bien desarrollados, resultados que coinciden con lo especulado por Korytkowski (comunicación personal) que indica que cuando en el campo la disponibilidad de frutos se encuentra limitada y las poblaciones de moscas de *Anastrepha* elevadas, se dará una mayor intensidad de infestación, encontrándose las mismas mal nutridas, pero si llegan al tercer estadio, en su mayoría darán origen a moscas adultas en condiciones naturales.

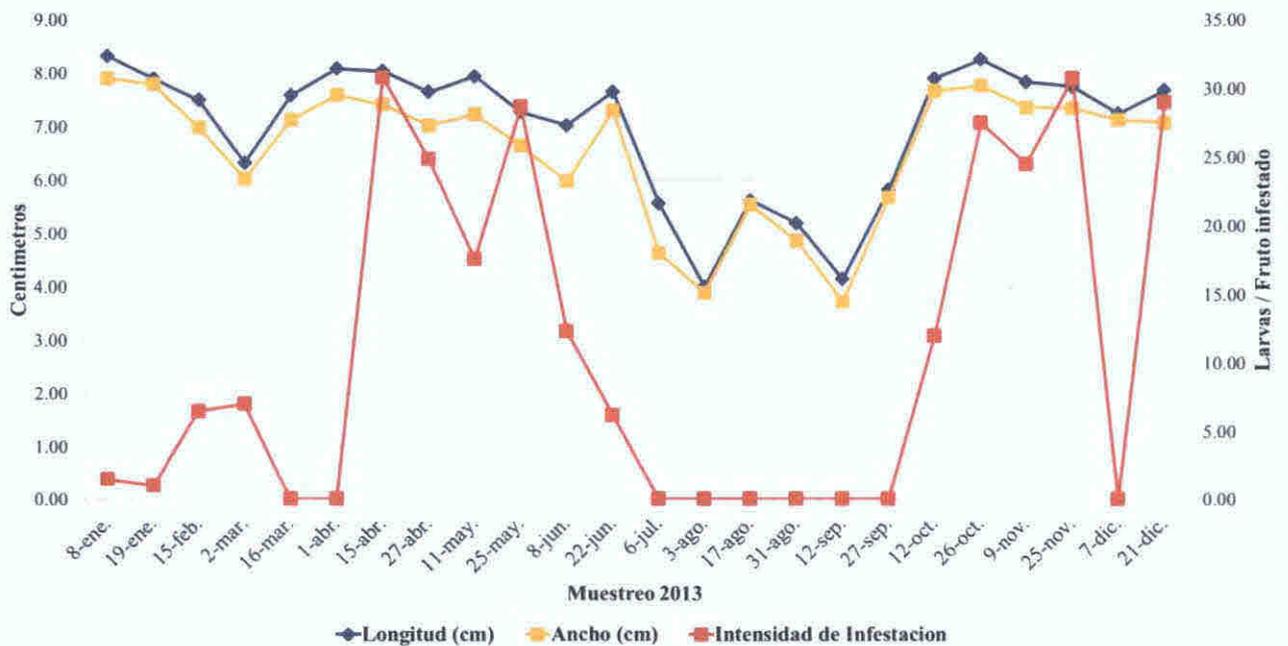


Figura 33. Efecto de del tamaño del fruto en base a longitud y ancho sobre la intensidad de infestación de larvas.

4.5.4 Efecto del Tamaño de Fruto (Peso del y los componentes del fruto) sobre las poblaciones de *Anastrepha grandis*

El fruto entero de *Fevillea cordifolia* pesa en promedio 187.88 ± 92.30 gr., considerando cada uno de los componentes siendo en adelante cáscara (Exocarpo), Pulpa (Mesocarpo) y semilla (Endocarpo); siendo la cáscara con un peso promedio 41.71 ± 29.06 gr, la semilla 46.77 ± 29.42 gr y la pulpa 99.40 ± 57.82 gr., esta última representa el 52.90% del peso del fruto (Fig. 34), consecuentemente en un fruto de *F. cordifolia* más de la mitad del peso corresponde a la pulpa.

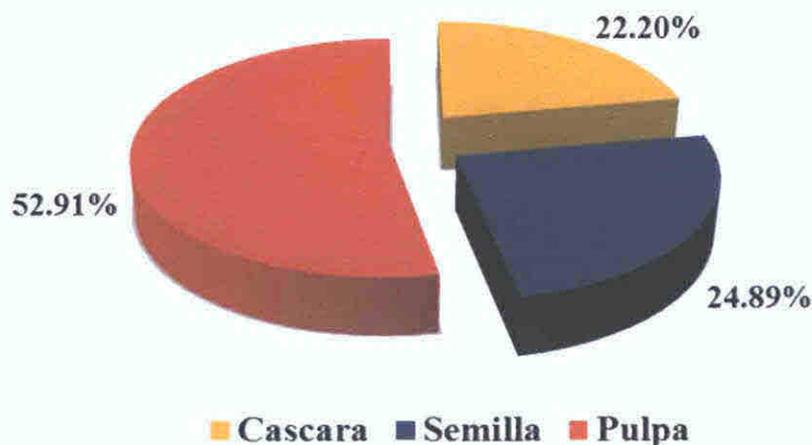


Figura 34. Proporción de los componentes del fruto promedio de *Fevillea cordifolia*.

Las proporciones del peso de cada uno de los “componentes” (Cáscara, semilla y pulpa) fue variable para cada uno de los Sitios de estudio; así, los frutos del Sitio “5” presentaron el menor peso con un promedio de 129.83 ± 101.21 gr. (Fig. 35), de los cuales, 19.55 ± 18.29 gr. (15.04%), corresponden a cáscara, 21.43 ± 29.47 gr. (16.51%) en

semilla y 88.87 ± 70.89 gr. (68.45%) en pulpa. Es importante señalar que la proporción de pulpa Sitio “4” presentó la menor proporción de recurso disponible (pulpa) con apenas 75.89 ± 25.91 gr. en promedio.

En el Sitio “2” presentó los frutos más pesados con un promedio de 236.43 ± 66.85 gr., de los cuales 48.06 ± 26.62 gr (20.33%). corresponden a cáscara, 62.71 ± 17.97 gr. (26.52%) a semilla y 125.66 ± 52.23 gr. (53.15%) a pulpa. En el Sitio “1” presentó el mayor peso de cáscara con respecto al resto con 67.21 ± 27.07 gr. en promedio.

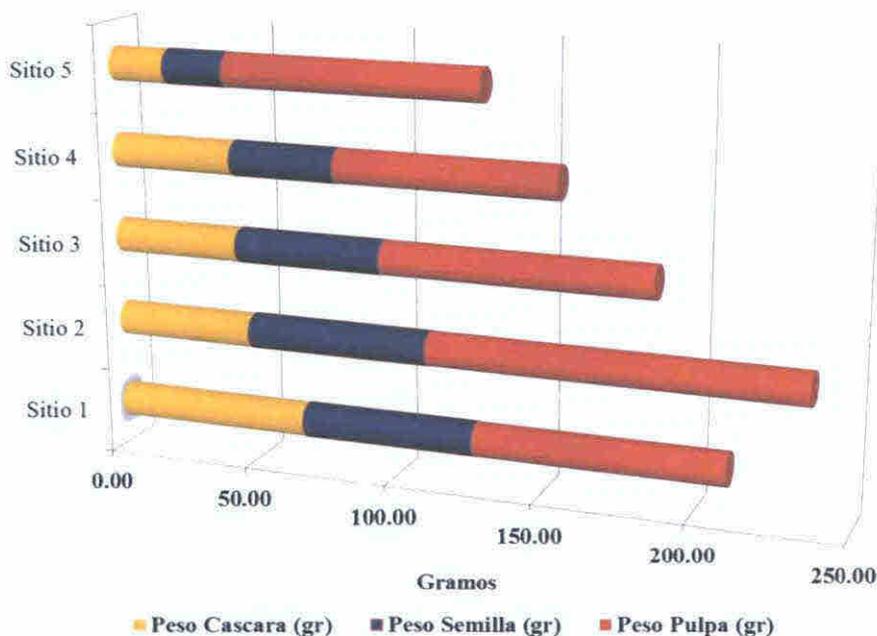


Figura 35. Promedio de peso de los componentes que forman un fruto de *Fevillea cordifolia* dentro de los cinco Sitios de estudio.

En el Sitio “2” los frutos alcanzaron el peso total más alto con respecto al resto, consecuentemente en este Sitio los frutos ofertan la mayor cantidad de recurso disponible (Fig. 29), coincidiendo con la mayor cantidad de frutos infestados (34.43 %). el Sitio “5” (Fig. 31) registro una baja intensidad de infestación con 17.89 ± 17.33 larva/fruto

infestado situaciones relacionadas con requerimientos de cantidad y calidad de frutos de *F. cordifolia* como recurso para las larvas de *A. grandis*

Dentro de los requerimientos mínimos observados entre los frutos infestados con respecto al peso el valor mínimo fue de 22.79 gr otro valor semejante se obtuvo en un fruto con un peso de 30.68 gr ambos frutos se encuentran debajo del promedio es importante señalar que en estos casos se registro la menor cantidad de pulpa disponible por debajo de 28 gr Para mayor información relacionada con este aspecto se brinda una clasificación de preferencia de oviposición con respecto al peso de los frutos infestados (Cuadro 3) donde se aprecia la mayor preferencia de infestación de frutos en relación al peso del fruto entero correspondiente al rango de 153.19 a 199.54 gr (Frutos grandes) en el cual se obtuvo 31.75 % de frutos infestados en el rango de 103.65 a 147.87 gr con 27.45 % lo que indica que entre ambos rangos se encuentra más de la mitad de los frutos infestados (59.20%) Esto sugiere que la preferencia en la selección del sustrato de oviposición por las hembras de *A. grandis* corresponde a frutos con tales características (medianos a grandes) así mismo se ha observado que frutos pequeños en base a su peso (entre 22.79 gr -48.67 gr y 58.57 -98.92 gr) muestran escasa incidencia de infestación en conjunto con 8 frutos infestados (15.68%)

Tomando en consideración el peso del recurso (pulpa) utilizado por las larvas de *A. grandis* (Cuadro 3) se puede observar que la preferencia cambia al rango en función a la proporción de pulpa, comprendido entre 56.62 – 99.59 gr que se registra 24 frutos infestados los cuales representan el 39.34 % del total dentro de este rango de peso de pulpa, se obtuvo el 49.95% de toda la población de larvas de *Anastrepha grandis* en

frutos En base a este parámetro se observa una baja preferencia por frutos con exceso de recurso disponible cuando éste supera los 200 gr (frutos muy grandes) de pulpa por fruto por lo cual parece haber menor atracción por las hembras pues solo se obtuvo un valor de infestación de 3 28 % de frutos infestados y de igual forma conteniendo el 3 09% de la población larval capturada en los 5 Sitios de estudio

Cuadro 4 Preferencia de infestación de *A grandis* con respecto al peso de la pulpa del fruto

Tamaño Pulpa	Rango (gr)	No Frutos infestados	% Infestación de frutos	No <i>A grandis</i>	% Población <i>A grandis</i>
Muy pequeño	20 07 - 49 12	11	18 03%	107	11 42%
Pequeño	56 62 – 99 59	24	39 34%	468	49 95%
Mediano	101 25 - 145 52	12	19 67%	228	24 33%
Grande	150 15 - 196 69	12	19 67%	105	11 21%
Muy Grande	205 34 - 205 52	2	3 28%	29	3 09%
	Total	61	100	937	100

Adicionalmente en el presente trabajo se estimó el efecto del tamaño de los frutos en base al peso de sus componentes Con relación a este estudio se puede observar que cuando existen promedios de mas de 60 gr de pulpa, 45 gr de semilla y 25 gr de cáscara, se puede observar valores elevados de frutos infestados por *A grandis* (Fig 36) dicha característica sucede casi durante todo el año donde la planta se encuentra en estado de fructificación, independientemente de las fluctuaciones poblacionales de la mosca.

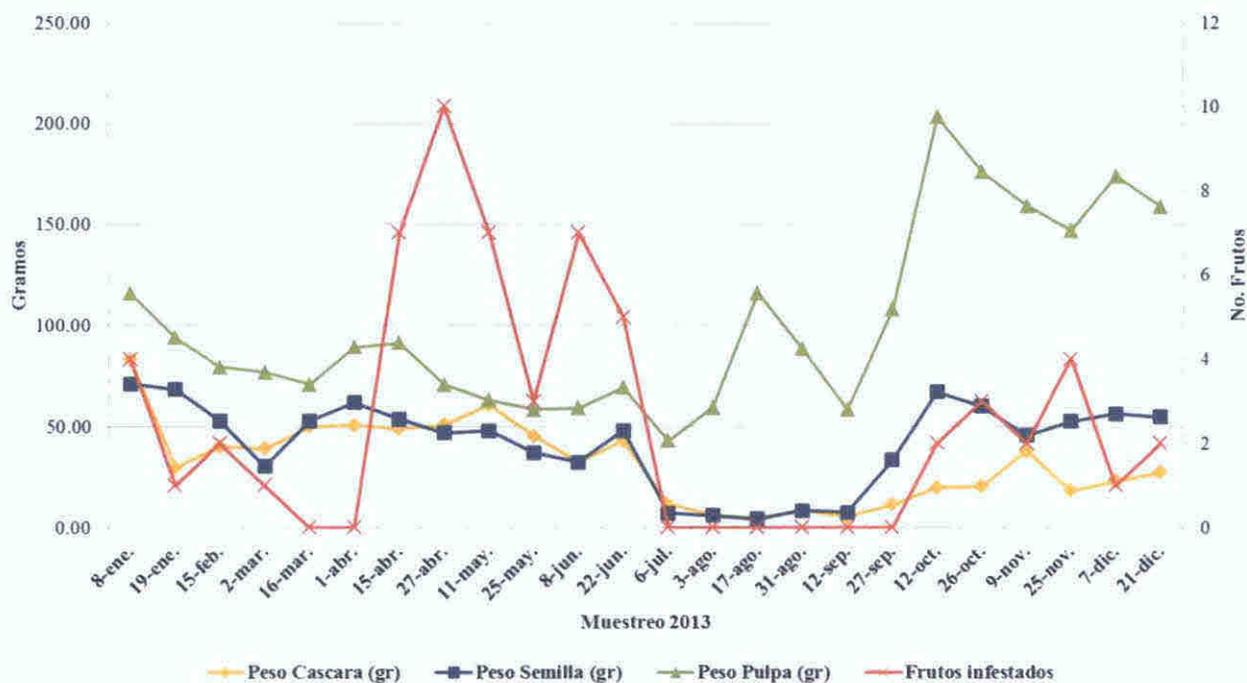


Figura 36. Efecto del tamaño del fruto en base a cada uno de sus componentes (Cáscara, semilla y Pulpa) sobre los frutos infestados por *Anastrepha grandis* dentro de los cinco Sitios de muestreo.

Esquivel (2000) determinó la calidad hospedera de frutos de *Pouteria buenaventurensis* (Sapotaceae) para especies de *Anastrepha serpentina* y *Anastrepha intermedia*, en Cerro Azul, provincia de Panamá de mayo de 1998 a septiembre de 1999, estableciendo en base al peso, que los frutos grandes colectados presentaron la mayor intensidad de infestación (21.34 adultos/fruto) y los frutos pequeños la menor intensidad de infestación (8.84), de igual manera obtuvo una marcada correspondencia con el diámetro, ya que los frutos con mayor intensidad de infestación (23.79 adultos por fruto) fueron los grandes (46.7 – 60 mm) en tanto que los pequeños (24 – 36.99 mm) fueron los que presentaron la menor intensidad de infestación. El presente estudio no corresponde con lo observado por dicho autor, probablemente se deba al comportamiento de ambas

especies esto debido a que la preferencia de *A grandis* es a frutos medianos y no a frutos muy grandes o pequeños esto en parte a que existe una alta tasa de frutos con esta característica y su recurso disponible (pulpa) están casi siempre adecuado para *A grandis* durante todo el año a excepción de los meses de floración de la planta.

Por lo tanto no se observa una competencia intra-específica entre esta población de moscas ya que la gran cantidad de frutos de *F cordifolia* que soporta efectos negativos bióticos y abióticos sin observar un factor limitante que oprima esta planta, la hace muy agresiva y por consiguiente ofrece todas las facilidades a *A grandis* para desarrollarse en al menos 9 meses al año (octubre hasta junio) estrechamente relacionado a lo planteado por Hernández y Pérez (1993) quienes comprobaron que el tamaño de la fruta juega un papel importante en la determinación del número de larvas por la fruta, al menos en algunas especies de *Anastrepha*

4 6 Asociar las poblaciones de *Anastrepha grandis* con la fenología de la planta y fruto de *Fevillea cordifolia*.

4 6 1 Hábitat y características fenológica del desarrollo vegetativo de las plantas observadas en Darién Panamá

Durante el desarrollo del presente trabajo *Fevillea cordifolia* ha sido comunmente encontrada en áreas vírgenes o perturbadas a lo largo de ríos y riachuelos en Darién Sin embargo según referencias de otros autores (Córdova, 2004) la planta se encuentra distribuida en el Neotrópico Bolivia, Brasil Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador

Jamaica, México Nicaragua, Panamá, Peru, Puerto Rico República Dominicana, Trinidad y Venezuela

La fenología fue analizada para las plantas de *F Cordifolia* seleccionadas y marcadas dentro de los 5 hiper-espacios definidos para la investigación en un ciclo de doce meses comprendiendo las temporadas de floración fructificación maduración y senescencia

De acuerdo al seguimiento de la fenología de *F cordifolia* se pudo determinar que todas las plantas analizadas corresponde a un bejuco como trepadora se encuentra enraizada al suelo los tallos son incapaces de mantenerse erectos por si mismos encontrándose apoyados a las ramas de plantas soporte (Fig 35) al igual que otras plantas trepadoras se encuentran en numerosos ecosistemas pero son más abundantes en los bosques tropicales de baja elevación que en ningún otro hábitat (Rodríguez, 2003) *F cordifolia* al igual que otros bejucos están sometidos a fuerzas tensoras por acción del movimiento de las estructuras de soporte (usualmente árboles) Esta planta posee un tallo verde sub-cilíndrico glabro con escasas estructuras de soporte o fibras (Fig 37) que proporcionan flexibilidad para soportar la presión

Los estudios fenológicos desarrollados durante la ejecución del presente trabajo nos permitieron analizar ciertas características del desarrollo de *F cordifolia* en los Sitios donde se ejecutaron tales observaciones nos permitieron determinar que la planta asciende sobre su planta soporte fijándose a ella mediante zarcillos simples o bifurcados encontrándose o desarrollándose a partir de varias estructuras del cuerpo de la planta y muy cerca de las flores hojas y frutos evidentes y presentes en todo el proceso

fenológico de *F. cordifolia*, alcanzando hasta 20 cm de largo, bajo condiciones de la comunidad de El Tirao. Esta planta puede constituir una parte significativa de la biomasa, ya que se extiende sobre el dosel de la “planta soporte” e incluso puede cubrirla en casi su totalidad (Fig. 38).



Figura 37. Tallo de *F. cordifolia*



Figura 38. *F. cordifolia* cubriendo el dosel de su “planta soporte”

Fevillea cordifolia se encuentra estrechamente asociada a fuentes de agua corriente de flujo continuo en los períodos de lluvia, su cauce es errático y provisto de diversas inflexiones así como presencia de rocas, troncos y ramas que crecen en el mismo cauce o bordes. Tales características permiten a las plantas de *Fevillea* localizarse a cierta distancia a lo largo de dichas fuentes de agua, comúnmente esta situación se debe a la asociación de los frutos maduros dispuestos a ser infestados por *A. grandis* que destruyen la pulpa al obtener su alimento, así como el tegumento de la semilla (a altas intensidad de infestación), provocando que el fruto se desprenda de la planta desde cierta altura en forma natural (Fig. 39 A-D), estos frutos, al caer, se abren y las semillas quedan expuestas y son dispersadas por las corrientes de agua, atascándose en los elementos

emergentes del cauce, donde las condiciones son adecuadas para su germinación dando origen a una nueva planta (Fig. 39 E),

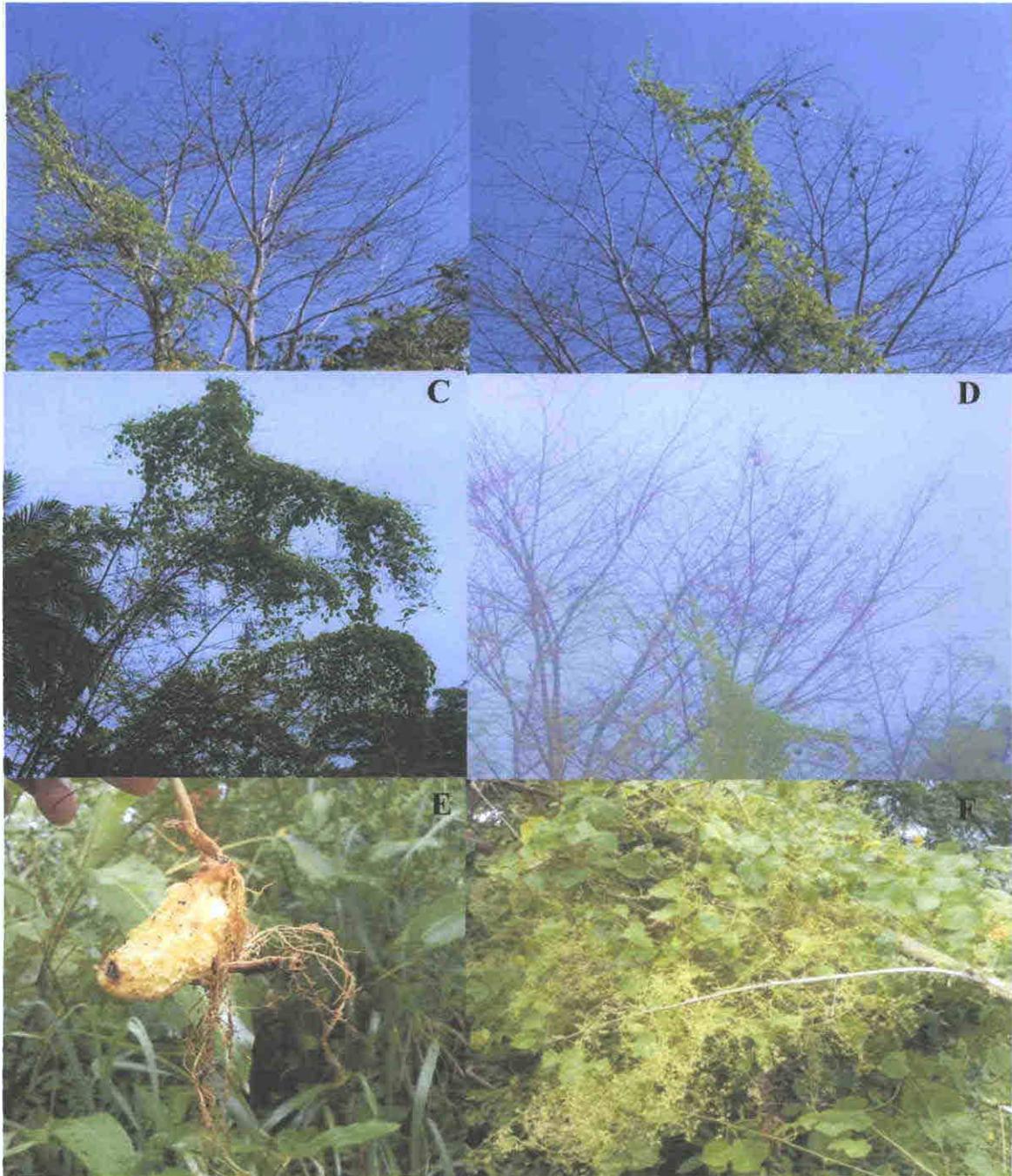


Figura 39. Colonización de *F. cordifolia*: **A, B, C y D:** *F. cordifolia* trepando en “planta soporte” y Frutos en la cima de los mismos; **E:** Inicio de colonización (Semilla germinada); **F:** Inflorescencia en la altura de “planta soporte”.

4.6.2 Etapa de Floración

La floración de *F. cordifolia* en la comunidad de El Tirao para 2013, se dio en el periodo comprendido entre el 20 de julio y el 21 de diciembre. Las flores se encuentran reunidas en grandes inflorescencias, las cuales son estaminadas con longitud que varía entre 10-150 cm, colgantes, encontrándose hasta 261 flores (Fig. 40:A), pocas de las cuales llegan a la antesis simultáneamente, es decir que no todas alcanzan la floración a la vez, pedúnculo variable de 3 – 10 cm; en el estudio fenológico de la planta, se observó que el cuajado de flores a frutos es muy pobre, por lo tanto la estrategia de *Fevillea* es la producción de muchas flores y realizando una floración secuencial, reemplazando rápidamente (en menos de 15 días) las inflorescencias que entran en senescencia (Fig. 40:B), por nuevas inflorescencias paralelamente.

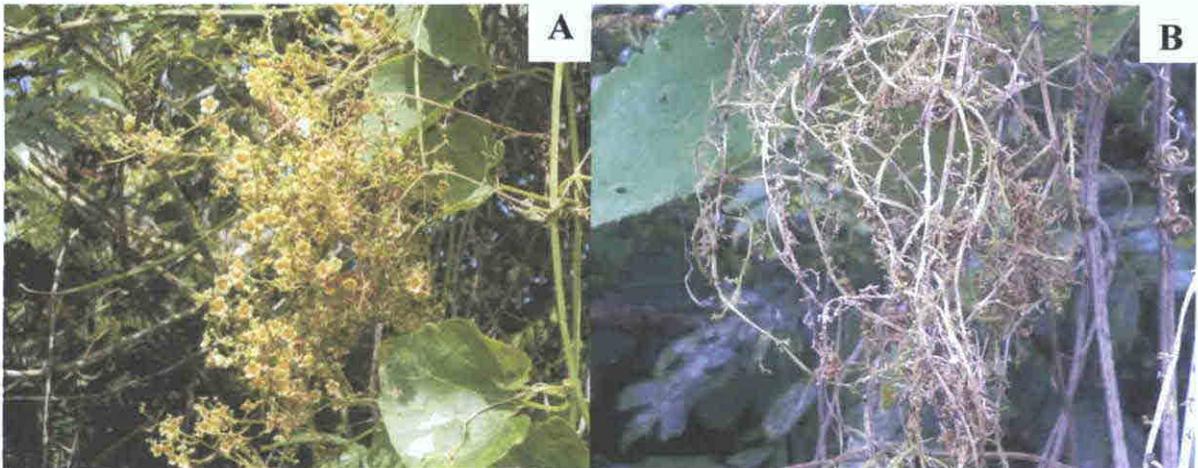


Figura 40. Inflorescencia de *F. cordifolia*; **A:** Flores formadas; **B:** Senescencia de flores.

Contabilizándose 8 338 flores (Cuadro 5) de los cuales el Sitio 1 tuvo la mayor cantidad de flores con 2 945 (35 32 %) en este Sitio la floración se presento hasta el 25 de Noviembre por debajo el Sitio No 2 el cual presento 2 325 flores (27 88%) donde la floración se extendió hasta el 07 de diciembre al igual que el Sitio 3 este ultimo formando dentro de sus inflorescencia 1 348 flores el Sitio 5 presenta características muy distintas a los anteriores donde inicio floración a partir del 12 de septiembre y siendo el Sitio donde se extendio mas con respecto a los demas culminando el 21 de diciembre formando 1 532 flores (18 37 %) por ultimo el Sitio 4 fue el Sitio con menor cantidad de flores con apenas 188 flores que escasamente representa el 2 25 % de la floración presente todo esto repercutiendo directamente en la formación de frutos y este a su vez en la cantidad de fruto disponible y de calidad a ser proveido a *Anastrepha grandis* para efectos de oviposición y posterior alimentación de su progenie (larvas)

Cuadro 5 Producción de Floracion de *F cordifolia* en El Tirao durante el 2013

	No Flores Totales	% Floración	Rango de Flores/inflorescencia
Sitio 1	2 945	35 32	1 209
Sitio 2	2 325	27 88	4 261
Sitio 3	1 348	16 17	1 131
Sitio 4	188	2 25	6 112
Sitio 5	1 532	18 37	2 138
Total	8,338	100 00 %	

El patrón de floración demuestra que durante el periodo de estudio, hubo dos picos en la cantidad de formación de flores de *F. cordifolia* en los 5 Sitios en conjunto (Fig. 41), siendo el muestreo del 17 de agosto donde se reporta la mayor cantidad de flores con 2,793 que representan el 33.5 % es decir más de la tercera parte de la floración se concentra en esta época, en segundo lugar la muestra del 12 de octubre donde se llegaron a contabilizar en todos los Sitios 1,169 (14.02 %), lo que nos indica que la floración verdadera o activa, donde se forman la mayor cantidad de flores y por ende la mayor probabilidad que se formen mayor cantidad de frutos es en esta época.

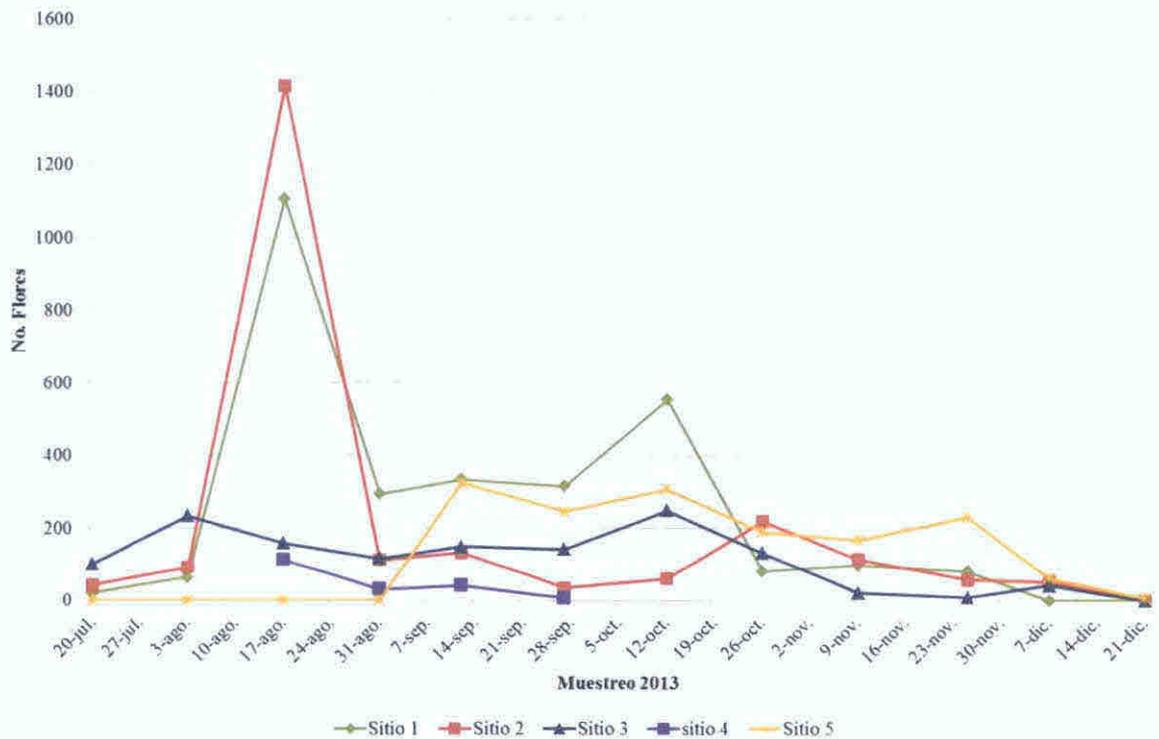


Figura 41. Fluctuación de la floración en los cinco Sitios de estudio, de la comunidad de El Tiraio durante el 2013

Complementariamente podemos decir que si al contabilizar la floración a través del tiempo; en el mes de agosto se encuentra la mayor cantidad de flores formadas dentro de los “5” Sitios de estudio (Fig. 42), en este mes se contabilizaron 3,734 flores (44.78 %), en octubre 1,788 flores (21.44 %) y septiembre con 1,721 flores (20.64%), por lo tanto la floración de *F. cordifolia* en la comunidad de El Tirao, Darién se encuentra entre los meses de agosto hasta septiembre donde en conjunto se encuentra el 86.87 % de las flores formadas.

La máxima floración se dio en el mes de agosto. Estos Sitios experimentan en conjunto un descenso paulatino y bajo en el transcurso de los meses de julio y noviembre hasta Diciembre, donde se observó un menor número de individuos en floración, por consiguiente siendo estos meses los extremos de la floración de *F. cordifolia*.

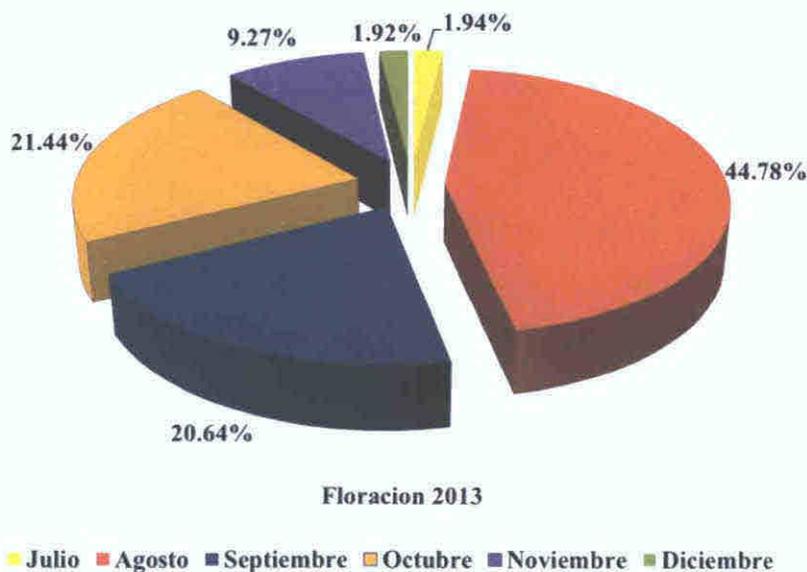


Figura 42. Floración dentro de los cinco Sitios de estudio, en la comunidad de El Tirao durante el 2013

4.6.3 Fenología del fruto

El periodo de crecimiento comprende desde el momento en que el fruto alcanza una longitud aproximada de 0.9 cm hasta el inicio de la madurez fisiológica. Velarde (1996) considera que durante este periodo se observa gran actividad de división celular que origina aumento de volumen y peso hasta el inicio de la maduración. La madurez fisiológica se extiende hasta el periodo de senescencia, en esta etapa se produce una serie de transformaciones bioquímicas que resultan en acumulación de aceite, azúcares y metabolitos secundarios. En el periodo de senescencia se pierden las características adquiridas en la madurez con cambios bioquímicos del fruto y el fruto cae de la planta árbol.

El conocimiento de la fenología del fruto de *F. cordifolia* implica aspectos morfológicos, fisiológicos y en cierta medida genéticos que determinan la estructura del fruto, sus características físicas y químicas que están relacionadas con aspectos bióticos y abióticos del medio. Este conocimiento es fundamental para comprender la forma como *A. grandis* es atraída por los frutos, ya que pequeños cambios en la fenología del fruto a través del tiempo, como las etapas de crecimiento, maduración fisiológica y senescencia, son importantes para el manejo de la especie de mosca en relación con su hospedero natural en Panamá.

A. Primera (1^{ra}) etapa de fenología de fruto

Se dio un seguimiento continuo de la fenología a 112 frutos de *F. cordifolia* en los cinco Sitios, a intervalos de 15 días, para conocer sus períodos de crecimiento, maduración y senescencia. Esta 1^{ra} etapa se basó en la observación de 57 frutos, que se inició el 08/01/2013 y concluyó con la caída del último fruto el 20/07/2013. Los frutos seleccionados, en su mayoría se encontraban en inicio de maduración, debido a que fueron frutos formados a partir de la última floración, que posiblemente ocurrió en agosto del 2012.

Durante la 1^{ra} etapa, el Sitio “5” obtuvo el mayor crecimiento, con una ganancia de tamaño en promedio de 2.88 ± 0.18 cm en longitud y 2.461 ± 0.13 cm de ancho, en relación a los demás Sitios de estudio que se encontraron en un promedio por debajo 0.6 cm en longitud y 0.43 cm en ancho, entre ellos el Sitio “2” fue el que menor longitud conquistó con apenas 0.46 ± 0.06 cm y el Sitio “3” con 0.15 ± 0.04 cm en ancho (Fig. 43).

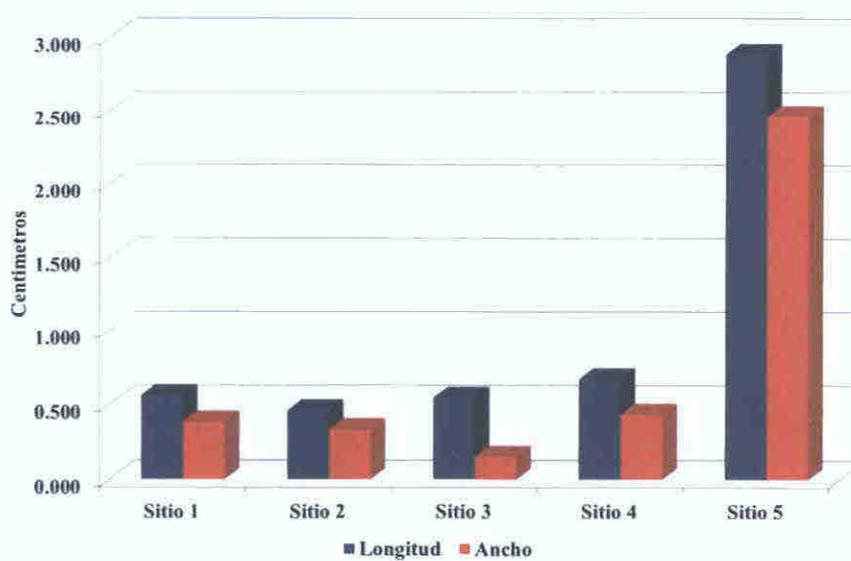


Figura 43. Promedio de ganancia de peso de frutos de *F. cordifolia* en la 1^{ra} etapa de crecimiento

Esta situación particular del Sitio “5” se debe a que la floración y cuajado de los frutos se produjo más tarde que el resto de los Sitios, es así como al momento de la evaluación de este parámetro de los frutos de los Sitios “1”- “4”, en su mayoría habían reducido su tasa de crecimiento para entrar en el período de maduración fisiológica, en tanto que en el Sitio “5”, los frutos en su mayoría se encontraban en etapa de crecimiento.

Esto se ve reflejado en los promedio de tamaño de los frutos al inicio de la 1^{ra} etapa, donde el promedio de longitud (largo) de los Sitios del 1-4 fue de 8.53 ± 0.46 , 7.96 ± 0.48 , 8.19 ± 0.24 y 7.01 ± 0.31 cm respectivamente, similar a lo mostrado al promedio de ancho que fue de 7.87 ± 0.59 , 8.05 ± 0.55 , 7.45 ± 0.31 y 7.31 ± 0.65 cm, mientras que en el Sitio “5” el promedio al inicio del estudio fue de 5.09 ± 1.71 cm en longitud y 4.44 ± 1.42 cm de ancho lo que confirma que los frutos de este Sitio al inicio de 1^{ra} etapa eran más pequeños con respecto al resto, por lo tanto con mayor probabilidad de poder obtener mayor ganancia de tamaño.

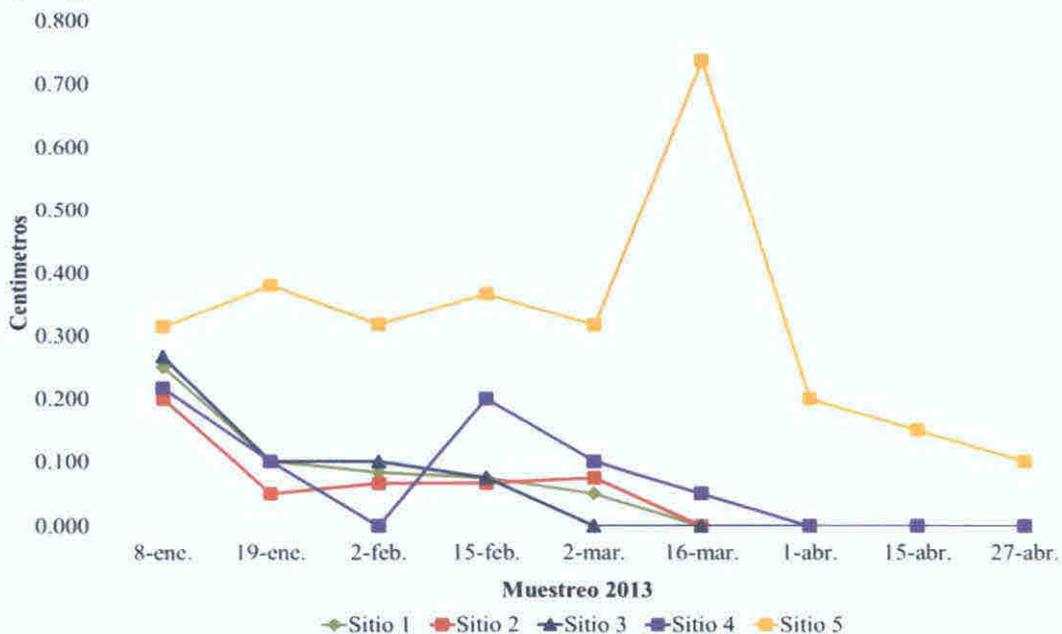


Figura 44. Promedio de crecimiento en la 1^{ra} Etapa de frutos de *F. cordifolia* en base a su longitud.

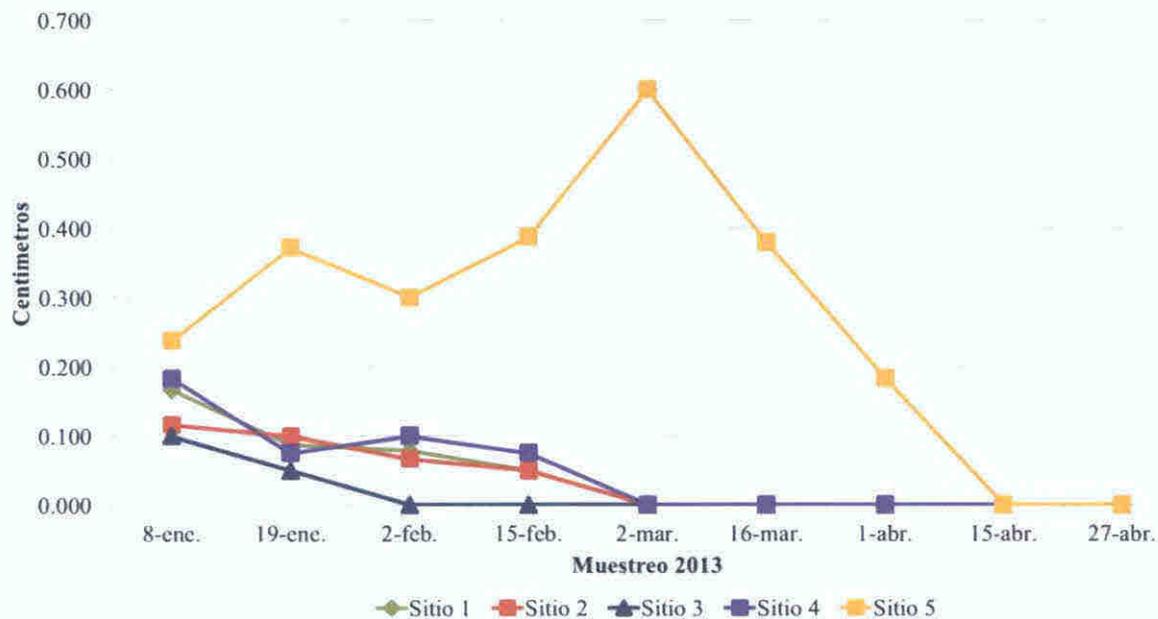


Figura 45. Promedio de crecimiento en la 1^{ra} Etapa de frutos de *F. cordifolia* en base a su ancho.

Esta diferencia marcada se ve reflejada también en el factor tiempo (Fig. 44 y 45), donde el Sitio “5”, se extiende la etapa de crecimiento hasta el 27 de abril del 2013 con una ganancia en promedio en un rango de 0.1 cm a 0.74 cm, alcanzando, mientras que para ancho este rango se mantuvo entre 0.18 a 0.6 cm, mientras que en el resto de los Sitios, la 1^{ra} etapa de crecimiento finalizó entre el 02 y 16 de marzo, a excepción del Sitio “3” donde finalizó el 15 de febrero, es decir antes que el resto, la importancia de estos datos radica en que señalan que una vez finalizada la etapa de crecimiento, entramos automáticamente en la etapa de maduración, donde los frutos de *F. cordifolia* son susceptibles a la oviposición y por consiguiente al desarrollo de larvas dentro de los mismos.

B Segunda (2^{da}) etapa de fenología de fruto

Dentro de la 2^{da} etapa de fenología de frutos de *F cordifolia* se procedió al marcado de 55 frutos en campo el cual se inició el 31 de agosto del 2013 simultáneamente en los 5 Sitios a excepción del Sitio 4 en el cual se inició el 12 de octubre debido a la disponibilidad de frutos debido a una floración tardía, (Fig 41) allí la floración de se extendió hasta finales de septiembre

La finalización de esta 2^{da} etapa, se dio el 08 de enero del 2014 procediéndose a la colecta de los últimos frutos de los Sitios excepto el Sitio 1 cuyo último fruto se desprendió de la planta prematuramente en el muestreo del 31 de agosto

En esta 2^{da} etapa de fenología de fruto al igual que en la 1^{ra} etapa el Sitio 5 es donde se obtuvieron la mayor ganancia de tamaño observado en el muestreo siendo para longitud 7.54 ± 1.20 cm y ancho 7.34 ± 1.20 cm mientras los Sitios '2' al 4 se mantienen dentro de un rango de 6.1 ± 0.88 cm a 6.3 ± 0.73 cm para longitud y con respecto a ancho en 5.3 ± 0.81 cm a 7.2 ± 0.62 cm por lo tanto el Sitio 1 se encuentra como el Sitio con menor ganancia de tamaño con apenas 2.4 ± 0.26 cm en longitud y 2.5 ± 0.21 cm para ancho (Fig 46) esto se debe a que es el único Sitio donde los frutos se cayeron prematuramente (17 agosto) en 15 días desde su inicio de lectura

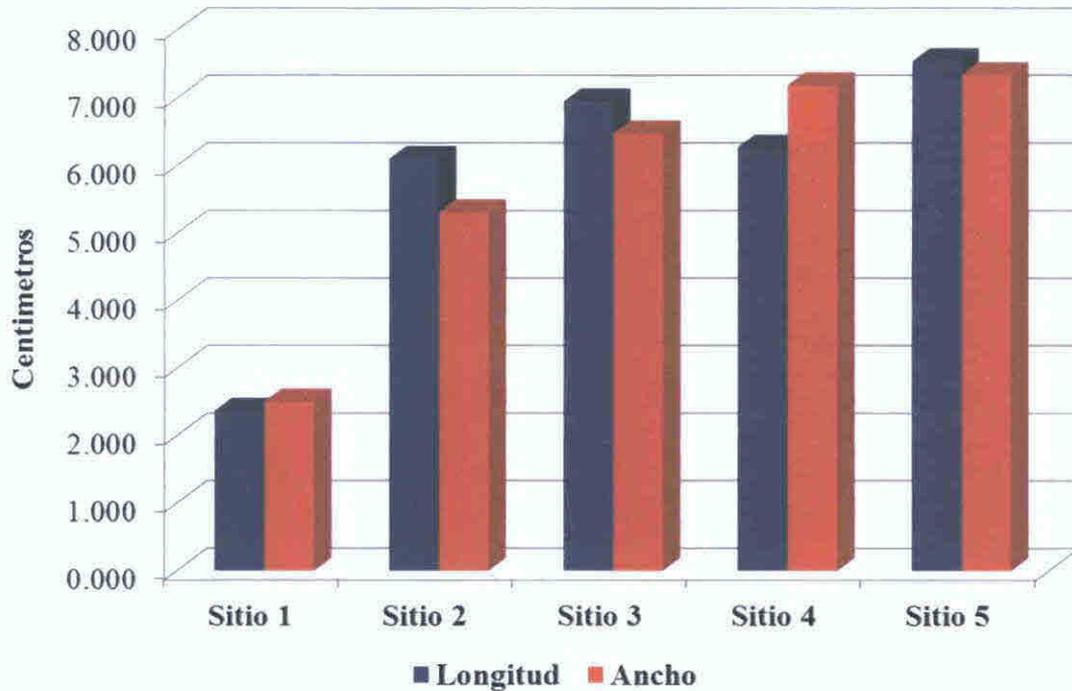


Figura 46. Promedio de ganancia de peso de frutos de *F. cordifolia* en la 2^{da} etapa de crecimiento

En el Sitio “5” la cantidad de frutos observados fue mayor sobre el resto, siendo 20 frutos marcados en campo y el resto fueron 4, 18, 10 y 3 frutos en los Sitios 1-4 respectivamente, el Sitio “5” presenta la mayor proporción de frutos que se mantiene en la planta por más tiempo, es decir en esta 2^{da} etapa de los 20 frutos observados 12 (60%) se mantuvieron hasta la última observación del ensayo (08/01/14), mientras que el resto de los Sitios su proporción fue de 0 %, 5.56 % y 10 % para los Sitios “1”-“3” respectivamente, a excepción del Sitio “4” donde todos sus frutos (100 %) se mantuvieron hasta el último muestreo, pero esto se debe a que la formación del fruto inicio 12 octubre, mientras que el resto de los Sitios iniciaron a partir del 17 agosto.

La diferencia expuesta del Sitio “5” se ve mostrada además en el factor tiempo (Fig. 42 y 43), siendo el Sitio que en un solo muestreo (17 Ago.) sus frutos en promedio desarrollaron 3.25 ± 1.55 cm en longitud y 3.37 ± 1.61 cm en ancho, en este mismo muestreo el resto de los Sitios aumentaron en tamaño al menos un centímetro tanto para longitud como para anchura, a excepción del Sitio “4” donde su máxima ganancia de tamaño se reporta en el muestreo del 25 de Noviembre con un promedio de sus frutos de 2.27 ± 2.4 cm de longitud y 2.37 ± 2.17 cm para ancho, esto se debe a que el inicio de desarrollo de frutos en este Sitio fue el 12 de Oct. mientras que para el resto simultáneamente comenzó el 03 de agosto. Por lo tanto finalizando estas etapas de crecimiento mencionadas, los frutos de *Fevillea* comenzarían la etapa de maduración de frutos, dispuestos a ser ovipositados por *Anastrepha grandis*.

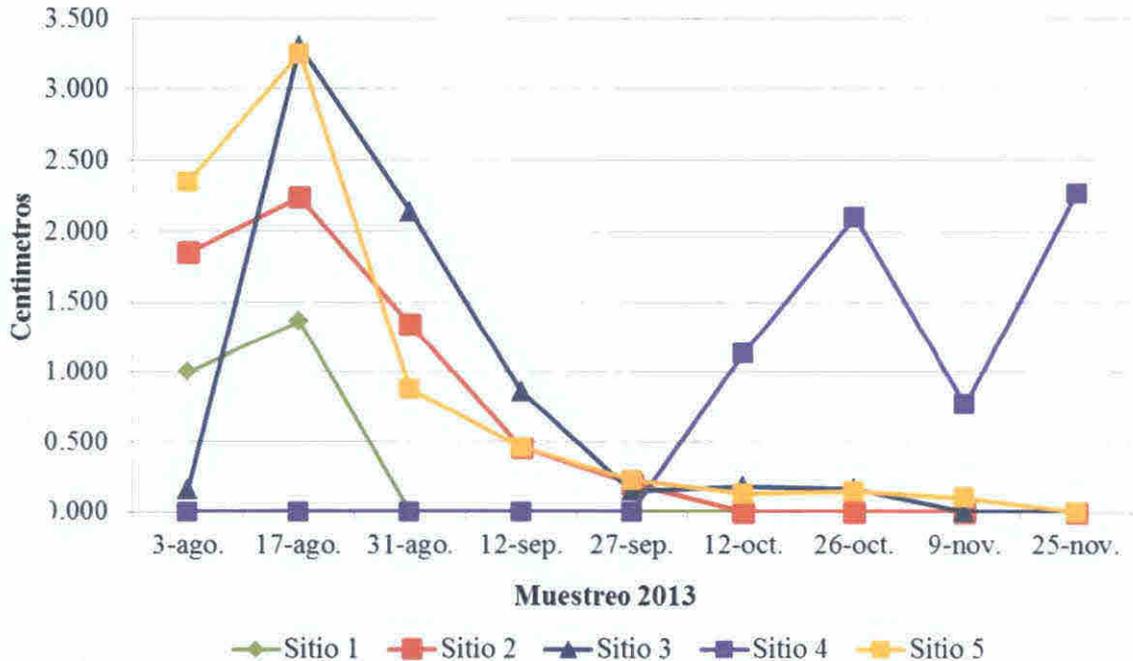


Figura 47. Promedio de crecimiento en la 2^{da} Etapa de frutos de *F. cordifolia* en base a su longitud.

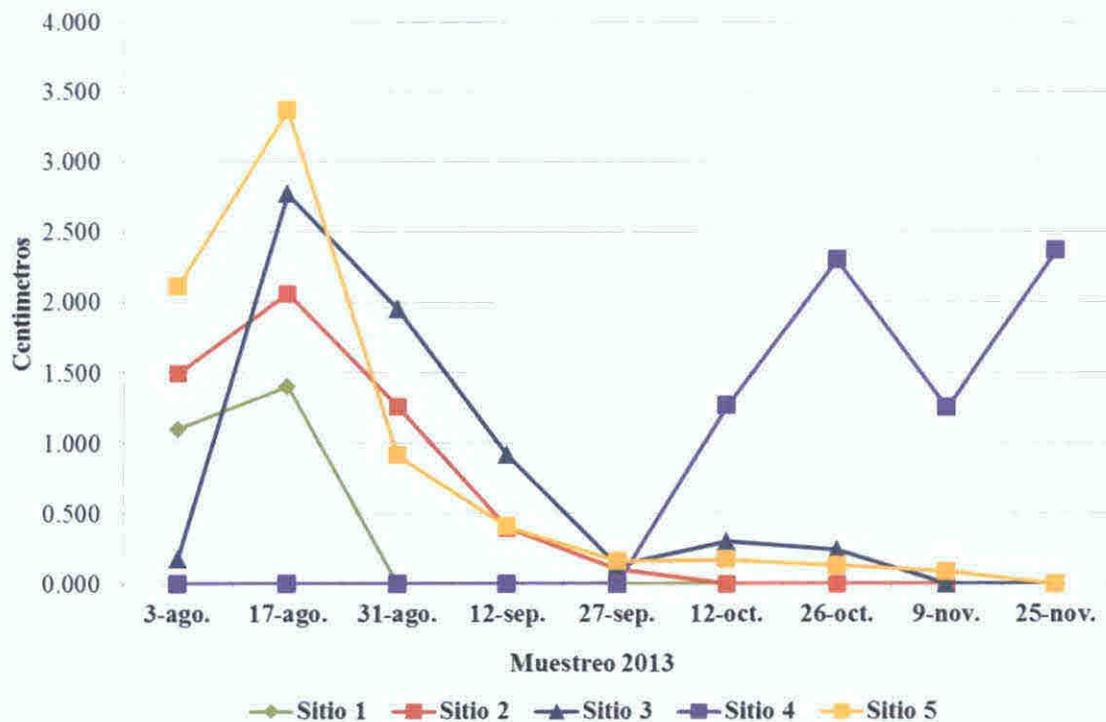


Figura 48. Promedio de crecimiento en la 2^{da} Etapa de frutos de *F. cordifolia* en base a su ancho.

C. Consolidado de la fenología de fruto (1^{ra} y 2^{da} etapa) y Floración

Anastrepha grandis es una especie estrechamente relacionada a los frutos de la planta de *Fevillea cordifolia* de acuerdo al conocimiento generado en este trabajo en el que las larvas se alimenta de la pulpa de dicho fruto, por lo que sus poblaciones están sujetas a emerger cuando exista fruto disponible en la planta, bajo ciertas condiciones ya establecidas (en estado de madurez fisiológica). Por lo tanto, las poblaciones de adultos volando, deberá ser coincidente con el periodo de fructificación, de no ser así, puede volar a otro lugar en busca de frutos de *F. cordifolia* en estado óptimo, sin embargo dentro de los cinco Sitios bajo muestreo las infestaciones así como las poblaciones de *A.*

grandis, aparecieron en el momento preciso que los frutos alcanzaron su madurez fisiológica y una mayor disponibilidad de los mismos.

En base a lo establecido por Celedonio *et al.* (1995) indican que el principal factor en ambientes tropicales perturbados que intervienen sobre la fluctuación poblacional de especies de *Anastrepha* es la fenología y disponibilidad de fruta, por lo tanto en este estudio el periodo de fructificación de *Fevillea cordifolia* para 2013, el crecimiento de los frutos se dio dentro de la 1^{ra} etapa entre enero a abril seguido de la madurez y senescencia de los mismos hasta agosto, inmediatamente en este mes se presente la floración hasta el mes de octubre principalmente, en conjunto con el cuajado de nuevos frutos que se presentan hasta octubre y posteriormente la madurez de estos hasta completar nuevamente otro ciclo (Fig. 49).

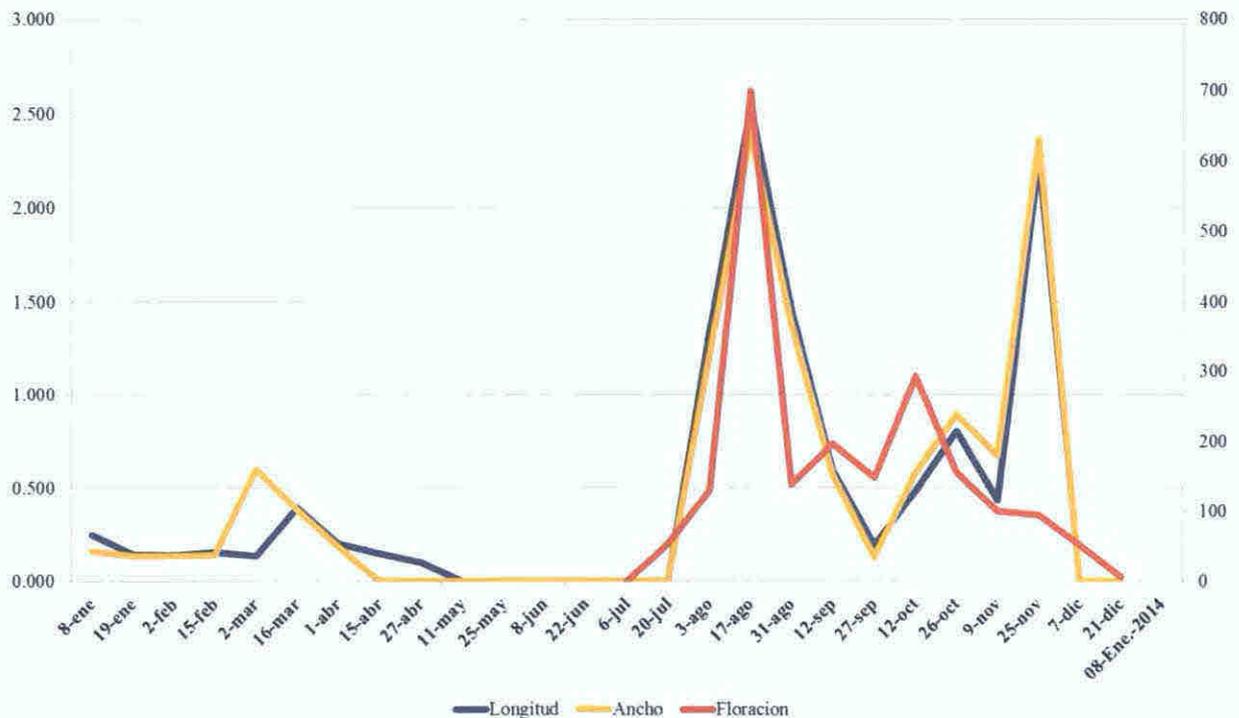


Figura 49. Consolidado del comportamiento de la fenología de *F. cordifolia* en base al crecimiento de los frutos y floración durante 2013.

Consecuentemente de los 112 frutos en observación 34 se encontraron infestados de estos 27 con presencia de larvas en ellos (Cuadro 6) siendo 16 en la 1^{ra} etapa y 11 en la 2^{da} etapa, con una proporción de frutos infestados de 28.07 % y 20.0 % respectivamente para cada etapa, dentro de los cuales se encontraron 430 larvas y 17 pupas a una intensidad de infestación de 10.0 y 26.09 *A grandis* / fruto infestado para la 1^{ra} y 2^{da} etapa respectivamente

Por lo tanto relaciones entre las plantas de *F cordifolia* como hospedero de *A grandis* representan un fenómeno muy complejo. Coincidiendo con lo establecido con Aluja y Mangan (2008) que indican que la elección de la planta hospedera por parte de *Anastrepha* no es el resultado de un comportamiento simple sino más bien representa una interacción muy dinámica de varios componentes siendo para este estudio la respuesta a cambios del estado fisiológico del fruto de *F cordifolia* entre otros

Desde el punto de vista de la dinámica, colonización, textura y dispersión de semilla, es importante tener en cuenta que las producciones de frutos de *F cordifolia* son heterogéneas y hasta impredecibles por la complejidad de factores bióticos y abióticos que pudieran intervenir desde la germinación posterior floración hasta el desarrollo, maduración y senescencia de los frutos

Los factores que inducen a *A grandis* a preferir frutos de *Fevillea cordifolia* sobre otras cucurbitáceas es necesario resaltar que esta planta se encuentra fructificando en todas las épocas del año (verano e invierno) independientemente de la fenología de la planta soporte y alcanza a ascender fijarse impulsado por los Zarcillos a altura arriba de

los 10 o 15 mts en beneficio de *A grandis* ya que el fruto al caer de estas alturas deberá abrir forzosamente por lo tanto la larva expuesta podrá empupar el suelo normalmente

Cuadro 6 Valores de Fenología e infestación consolidada de los 112 frutos de *F cordifolia* en 5 Sitios de la comunidad de El Tirao

Sitio No	Duración Fructificación (No. días)		No. Frutos Presentes		No. frutos infestados		/ frutos infestados		No <i>A grandis</i>		Intensidad de Infestación	
	1ra etapa	2da etapa	1ra etapa	2da etapa	1ra etapa	2da etapa	1ra etapa	2da etapa	1ra etapa	2da etapa	1ra etapa	2da etapa
1	181	29	10	4	4	0	40 00%	0 00%	55	0	13 75	0 00
2	150	158	10	18	4	1	40 00/	5 56/	50	47	12 50	47 00
3	138	158	10	10	2	3	20 00%	30 00%	3	106	1 50	35 33
4	208	88	7	3	4	0	57 14/	0 00%	35	0	8 75	0 00
5	208	158	20	20	2	7	10 00%	35 00%	17	134	8 50	19 14
TOTAL			57	55	16	11	28.07 /	20 00 /	160	287	10 00	26 09

4 7 Determinar la preferencia de *Anastrepha grandis* por *Fevillea cordifolia* en relación a su hospedero comun *Cucurbita máxima*

4 7 1 Categorización de frutos de *F cordifolia* (Tipos de fruto)

Se estableció y categorizó el grado de preferencia de las hembras de *Anastrepha grandis* sobre los frutos de *Fevillea cordifolia* en relación a otros hospederos conocidos como *Cucurbita* spp (Zapallo)

La característica de mayor relevancia para determinar la preferencia de las hembras de *A grandis* por sus hospederos corresponde en determinar su grado de madurez en base a tamaño características físicas y químicas por tanto para *F cordifolia* se desarrolló una escala de clasificación de frutos de esta planta, en función de dichos aspectos (Cuadro 7)

La clasificación propuesta para los frutos de *F cordifolia* se basó a su aspecto fenológico con el objetivo de poder usarlo a nivel de campo por los sistemas de vigilancia de moscas de la fruta de cualquier país donde se encuentren En esta clasificación se asignó un valor por categoría de fruto 1 a 9 de este modo los frutos de categoría 1 4 corresponden a frutos en crecimiento (por tanto poco atractivos para las hembras de *Anastrepha grandis*) por su tamaño podrían no ser aceptados la mosca

Sin embargo es posible que tales frutos sean infestados cuando la densidad de hembras es elevada, la oferta de frutos es exigua y frutos inmaduros con grado Brix elevado en rango de 6.03 a 9.61 como es característico en *F cordifolia* no común para otras cucurbitáceas estos frutos pueden ser reconocidos por su coloración verde rayado (Fig 50 A E) pulpa blanca (Fig 51) y semillas de coloración cremosa (Fig 52)

Cuadro 7 Preferencia de oviposición de *A grandis* con respecto a la longitud del fruto de *F cordifolia*

	Tipo de Fruto	Longitud ± 1 cm	Ancho ± 1 cm	Grados Brix	No Fruto infestado	No <i>A grandis</i>
Etapa Crecimiento	1	2.8	2.6	7.53	0	0
	2	3.7	3.4	9.61	0	0
	3	4.8	4.7	6.03	0	0
	4	6.4	5.5	6.21	1	0
Etapa Maduración	5	7.6	7.1	6.08	9	86
	6	8.6	7.4	5.39	22	477
	7	8.5	7.55	5.33	13	160
	8	8.6	7.8	5.81	7	135
	9	8.9	7.9	6.87	9	79

Jiron y Hedstrom (1991) determinaron que *Anastrepha* se encuentra en altas densidades poblacionales cuando hay abundancia de frutos maduros relacionando la diversidad de especies a la diversidad de plantas hospedantes. En el presente estudio los frutos de tipo 5, 6, 7, 8 y 9 son aquellos que han dejado de crecer y han alcanzado su madurez fisiológica, usualmente son frutos grandes aunque en campo algunos frutos pequeños son maduros como sucede en frutos tipo 5 y 6 que son difíciles de clasificar pues en ellos las semillas permanecen amarillentas (Fig. 53) en tanto que en los frutos 7, 8 y 9 la semilla es marrón claro a marrón oscuro (Fig. 54) así mismo la superficie externa es de coloración verde sin rayas claras coincidiendo con lo planteado por Korytkowski (comunicación personal) quien establecía que *Anastrepha* una vez que se aparee, necesariamente busca un sustrato para depositar los huevos con particularidad sobre los frutos que alcanzan una madurez fisiológica, pero si tal condición no está disponible

puede ovipositar sobre frutos no aptos para tal fin (verdes o sobre maduros), debido a la necesidad fisiológica de ovipositar.

Los diversos aspectos externos de los frutos de *F. cordifolia*, tanto en tamaño como coloración, permiten identificar las categorías de los mismos, así, los frutos pequeños con bandas longitudinales claras (Fig. 50: A-E), corresponden a “frutos verdes”; en tanto que los frutos maduros, son más uniformemente verdes y empiezan a mostrar manchas marrones irregulares cubriendo cada vez más la superficie (Fig. 50: F-I). Es importante señalar que el fruto más frecuentemente infestado es el que se aprecia uniformemente verde a excepción de la porción por debajo de la cicatriz tri-radial en el ápice, tipo 6 (Fig. 50:F), presentando en dicha área una mancha oleosa irregular y de consistencia levemente blanda; por efecto de patógenos las áreas oscuras de frutos infestados se tornan más oscuras (Fig.50:G,H); finalmente el tipo 9 es totalmente marrón oscuro y corrugado en su y pulpa generalmente reseca.

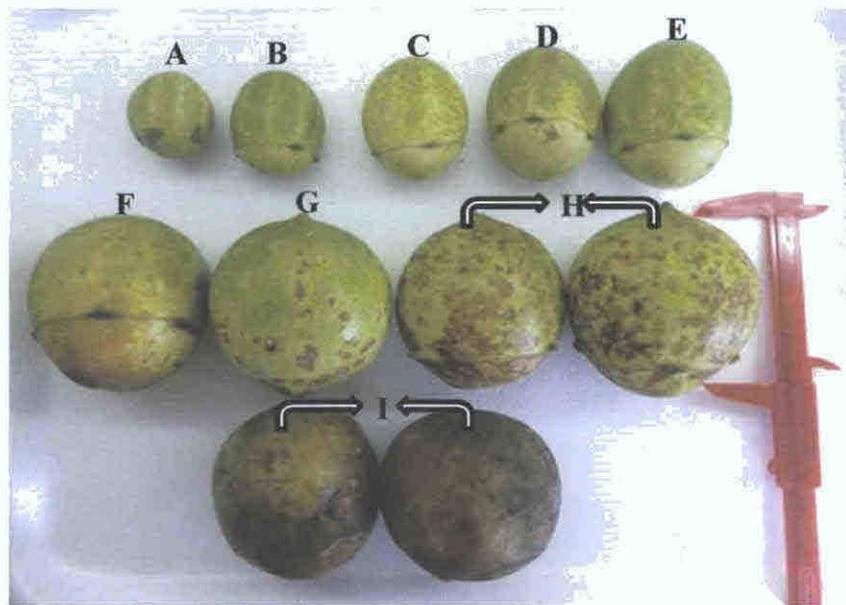


Figura 50. Clasificación de fruto de *Fevillea cordifolia*: A: tipo 1; B: tipo 2; C: tipo 3; D: tipo 4; E: tipo 5; F: tipo 6; G: tipo 7; H: tipo 8; I: tipo 9.



Figura 51. Fruto tipo 3 no infestado

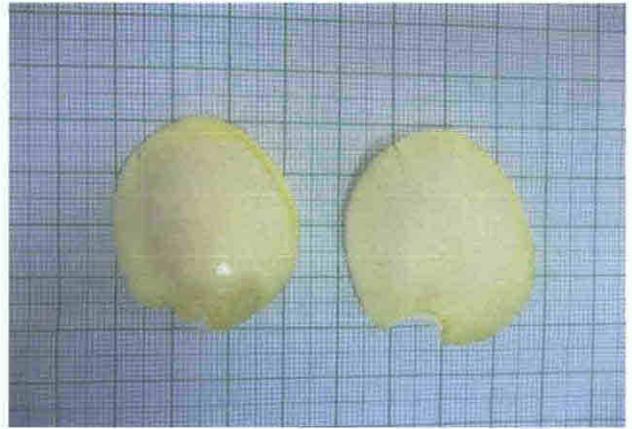


Figura 52. Semilla sana de fruto tipo 4

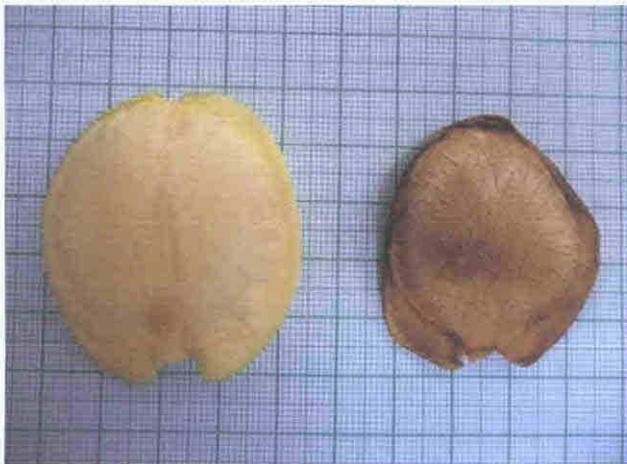


Figura 53. Semilla izq. Fruto tipo 5; der. Fruto tipo 7

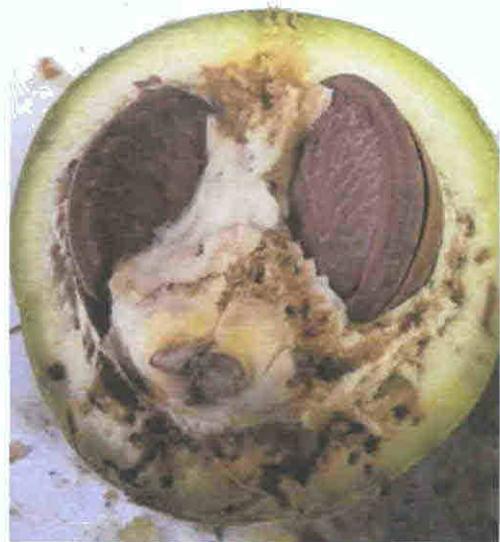


Figura 54. Fruto tipo 8 infestado por *A. grandis*

4 7 2 Sintomatología de frutos de *F cordifolia* infestados con *A grandis*

La presencia de larvas de *A grandis* afectando el fruto de *F cordifolia* (Fig 55) se hace evidente debido a que externamente muestra una porción de coloración marrón en la superficie que en ciertos casos se torna necrótico y de aspecto putrefacto en concordancia con lo indicado por Korytkowski (comunicación personal) quien menciona que tal situación se debe a bacterias que introduce al fruto la hembra durante la oviposición de este modo se inicia la descomposición y caída del fruto en sincronía con el tercer estadio la larva de *Anastrepha* que de este modo cumpla u ciclo larval en el fruto para luego emerger del mismo y buscar un sustrato para empupar en el suelo La evolución de las larvas en el fruto se manifiesta en un proceso de putrefacción expresada externamente en la cascara oscurecida y el contenido interno del fruto se torna acuoso

Las hembras tienden a ovipositar preferentemente en la sección ubicada por debajo de la cicatriz tri radial del ápice del fruto en muchos casos la oviposición puede darse en diversas partes del fruto esto probablemente debido a que la semilla se encuentra mas cercana al pedunculo y en su longitud solo alcanza los dos tercios basales del fruto (Fig 51 y 54) por consiguiente siendo la tercera porción del fruto con mayor cantidad de recurso alimenticio (pulpa)

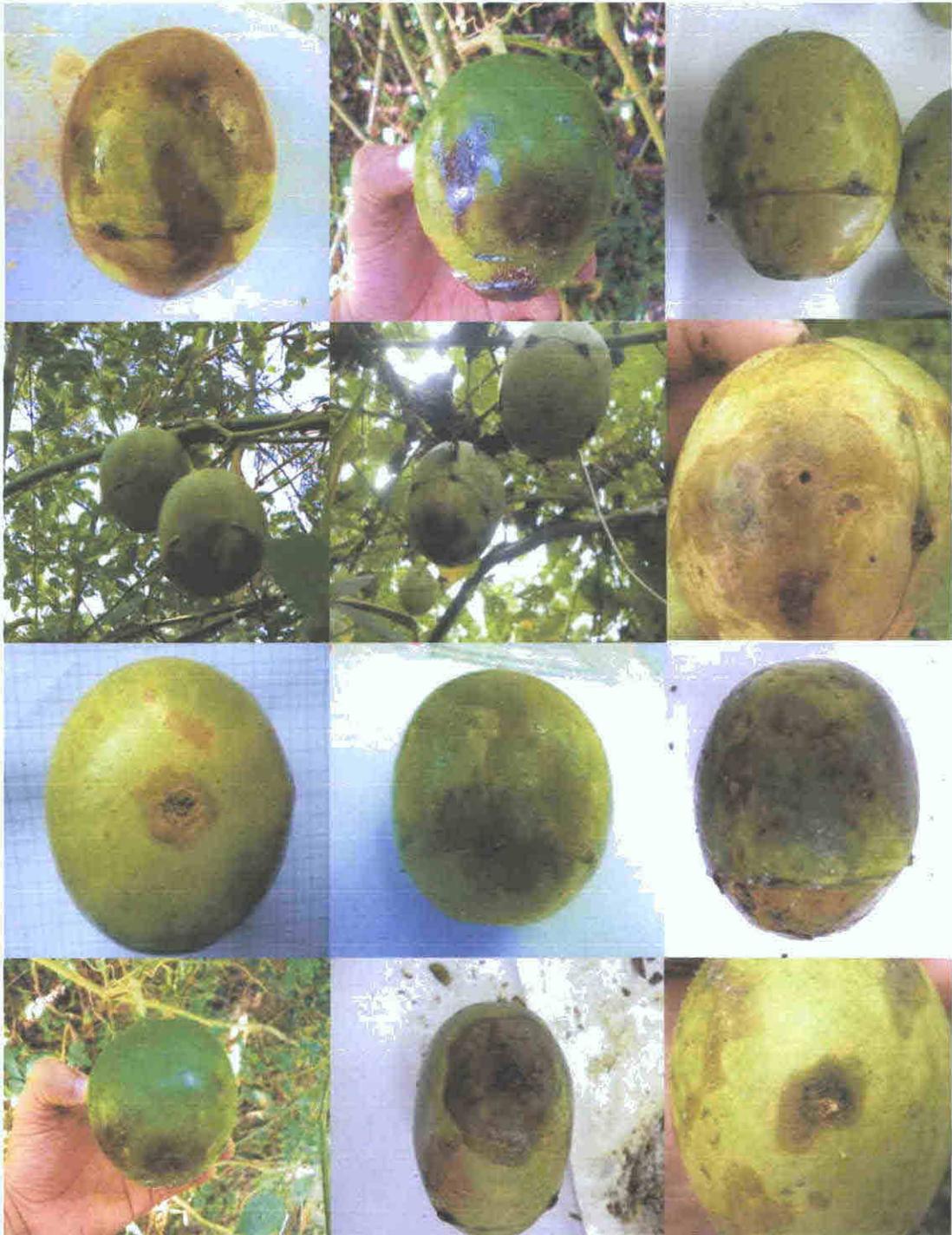


Figura 55. Sintomatología de infestación de *A. grandis* en frutos de *F. cordifolia*

4.7.3 Concentración de Azúcares de Frutos

En base a la clasificación de frutos de *F. cordifolia* (Cuadro 7) se puede decir que los frutos inmaduros presentan mayor cantidad de sacarosa (grados Brix) teniendo una leve baja de este factor cuando el fruto alcanza su madurez fisiológica, sin embargo esta proporción de azúcares sigue siendo considerable en relación a otra cucurbitáceas. Entre los cinco Sitios de estudio se observó que de todos los frutos obtenidos del Sitio 4 presentaron el promedio más alto de grados Brix con 6.66 ± 1.51 (Fig. 56) así como la mayor proporción de frutos infestados ya que de los 16 frutos disponibles 9 resultaron infestados por *A. grandis* lo cual representa la proporción de frutos infestados de 56.25%

Lo inverso ocurrió en el Sitio 1 donde los frutos alcanzaron el grado Brix más bajo (5.21 ± 0.90) así mismo aquí se obtuvo la menor proporción de frutos infestados 10 infestados de 48 disponibles lo que corresponde a 20.83 % de proporción de frutos infestados. Esto indica que en su búsqueda por hospedero las hembras de *A. grandis* prefieren frutos con más alto grado Brix así la progenie obtendrá nutrientes disponibles para desarrollarse y completar su ciclo de vida.

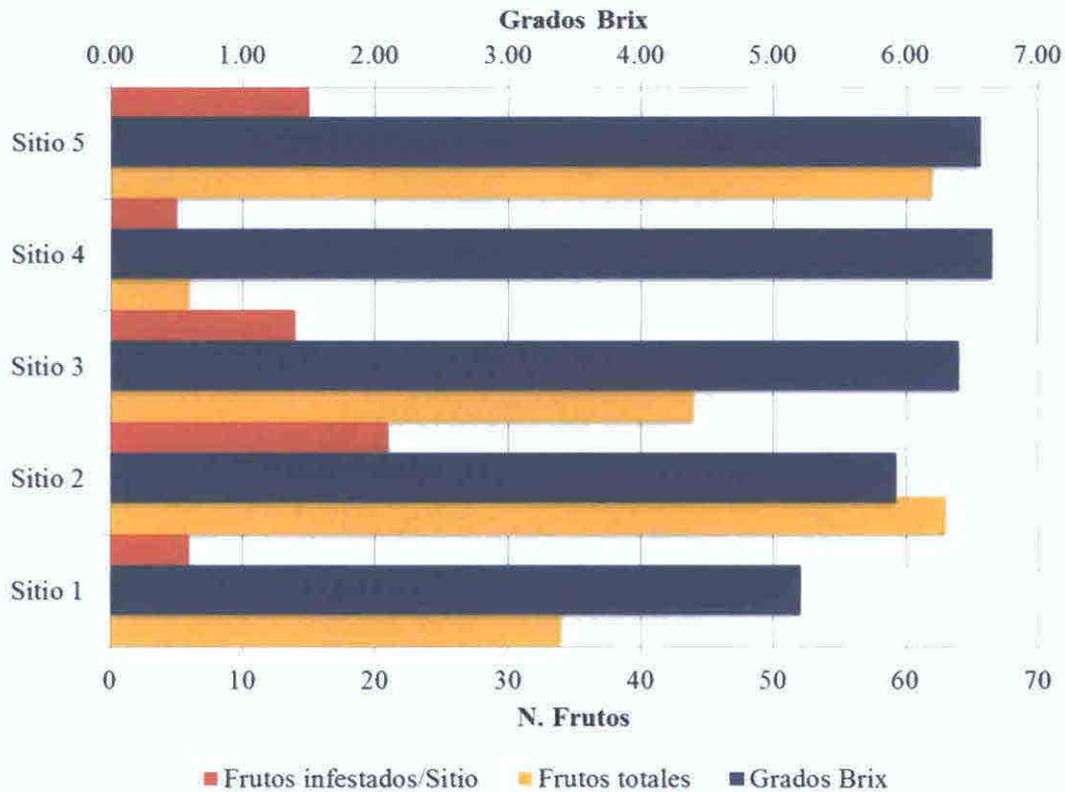


Figura 56. Promedio de grados Brix presentes en la pulpa de *Fevillea cordifolia* dentro de los cinco Sitios de estudio.

Las concentraciones de azúcares medidas en grados Brix a lo largo del estudio, se mantuvo en rangos de 5 a 7, excepto un pico sobresaliente entre agosto y septiembre (Fig. 57), correspondiente a las etapas de floración y presencia de frutos de tipo 1 y 2 (Brix 7 a 9), que se encontraba en formación (Cuadro 7), que es elevado y atractivo como sustrato para *A. grandis*. Sin embargo, no fueron infestados su reducido tamaño no adecuado, otra razón importante se debe a que la población de *A. grandis* se encontraba en estado de pupa durante los meses de floración, esto explica cierto grado de sincronía biológica existente entre *F. cordifolia* y *A. grandis*. Las poblaciones de adultos de esta mosca emergerán del estado pupal cuando en sincronía con los estados fenológicos de la planta y de factores abióticos del lugar de estudio.

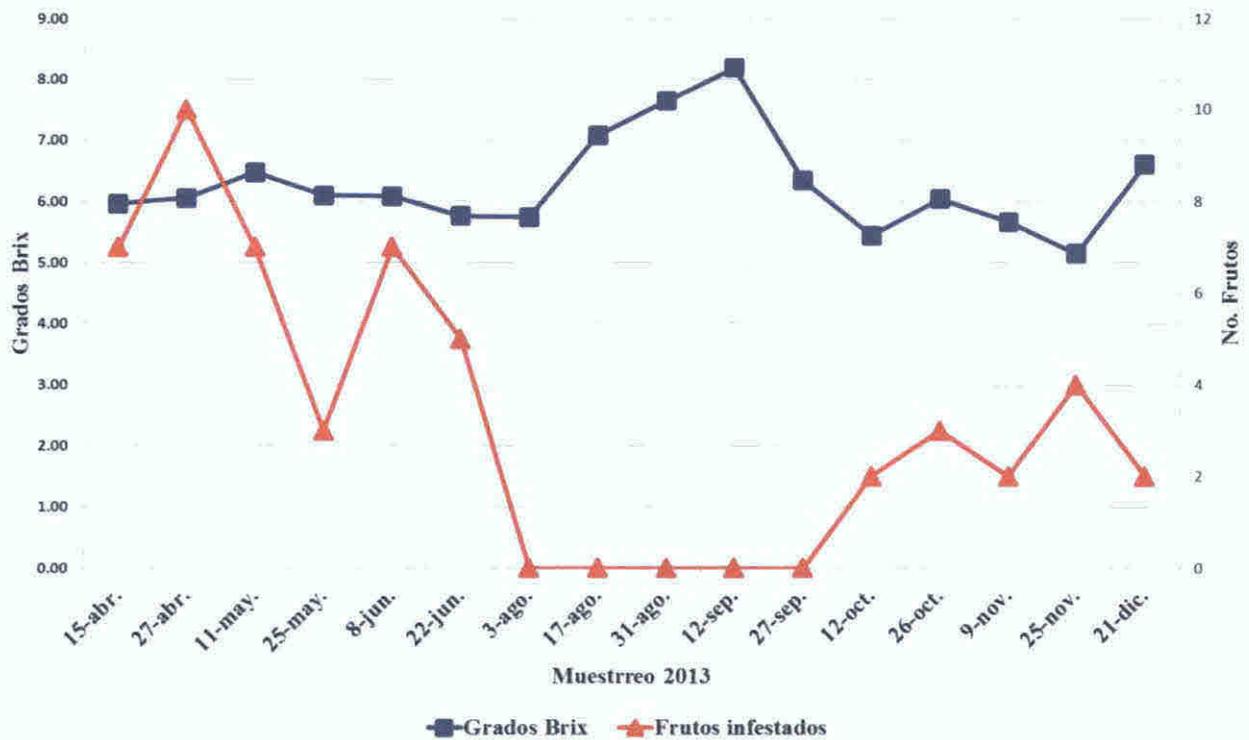


Figura 57. Promedio de grados Brix a través del tiempo vs. Las fluctuaciones de frutos infestados por *A. grandis*.

Para establecer diferencias de susceptibilidad y atractividad de *Fevillea cordifolia* con respecto al zapallo (*Cucurbita máxima*) como hospedero de *Anastrepha grandis*, se realizó una siembra de *C. Máxima*, muy próxima al Sitio “3”, por un período de tiempo correspondientes a la presencia de frutos con madurez fisiológica, susceptibles a ser infestados por *A. grandis*. Esta siembra permaneció durante un período de 8 meses (abril-noviembre), durante ese tiempo, se constató la presencia de 44 frutos de *F. cordifolia* en el Sitio “3”, los cuales mostraron infestaciones de larvas durante dicho período, con valores de 31.82% de frutos infestados, dentro de los cuales se encontraron 255 larvas de *A. grandis*, representando una intensidad de infestación de 25.5 ± 13.34 larvas/fruto.

La población de *A grandis* alcanzó el mayor pico en el mes de abril cuando los azúcares solubles en la pulpa de *F cordifolia* se encontraban en 5.45 ± 1.21 en promedio en tanto que en ese mismo mes los frutos de *C maxima* alcanzaron un valor de 3.52 ± 1.17 en Brix esta situación representa una diferencia de azúcares o grados Brix de 1.94 que puede ser muy elevada para una mosca de *A grandis* la cual realiza una búsqueda de recurso apropiado que para tal caso es brindado por la planta silvestre *F cordifolia* elevándose a un promedio de 9.77 ± 3.35 grados en septiembre en tanto que *C maxima* para este mismo periodo se elevó tan solo a 3.96 ± 0.85 . Sin embargo para este periodo las poblaciones de *A grandis* se encuentran dentro del suelo empupando. Los frutos de *F cordifolia* se encontraban en condiciones no aptas para ser infestadas debido a su pequeño tamaño.

Las diferencias en cuanto a los azúcares disponibles en las pulpas de fruto tanto de *C maxima* como de *F cordifolia* son considerables en el caso del *C maxima* dentro de todos sus frutos observados y colectados no se encontraron larvas ni evidencias de la presencia de *A grandis* dichos frutos presentaron un promedio general de apenas 3.92 ± 0.92 grados Brix valores que variaron entre rangos de 2.88 en mayo y 5.43 en agosto y entre estos frutos el valor más bajo fue de 2.64 y el más alto 5.72 grados Brix muy bajo en comparación con frutos de *F cordifolia* para el Sitio 3 en los cuales se obtuvo un promedio 6.41 ± 2.88 grados para todos los frutos rango promedio más bajo con 3.94 en agosto y más alto con 9.77 en septiembre (Fig. 58) el fruto con menor grado fue 3.49 y el más alto de 15.50 de grados Brix. En base a estos valores de azúcares disponibles en el fruto se puede demostrar que la oferta de *C maxima* no fue aceptada por hembras de

A. grandis, pero los frutos de *F. cordifolia*, fueron infestados normalmente en dichos periodos de exposición simultánea.

Dicho planteamiento es congruente a lo establecido por Aluja y Mangan (2008) quienes sostienen que entre los hospederos naturales (las que se encuentran infestados en condiciones de campo totalmente naturales), no todos son igualmente adecuados para el desarrollo de larvas, algunos son aceptables en condiciones particulares. Una serie de señales, permite a la hembra rechazar la fruta o la aceptarla, depositando un lote de huevos. Por ejemplo, azúcares tales como glucosa y fructosa y la proteína promueven la puesta de huevos.

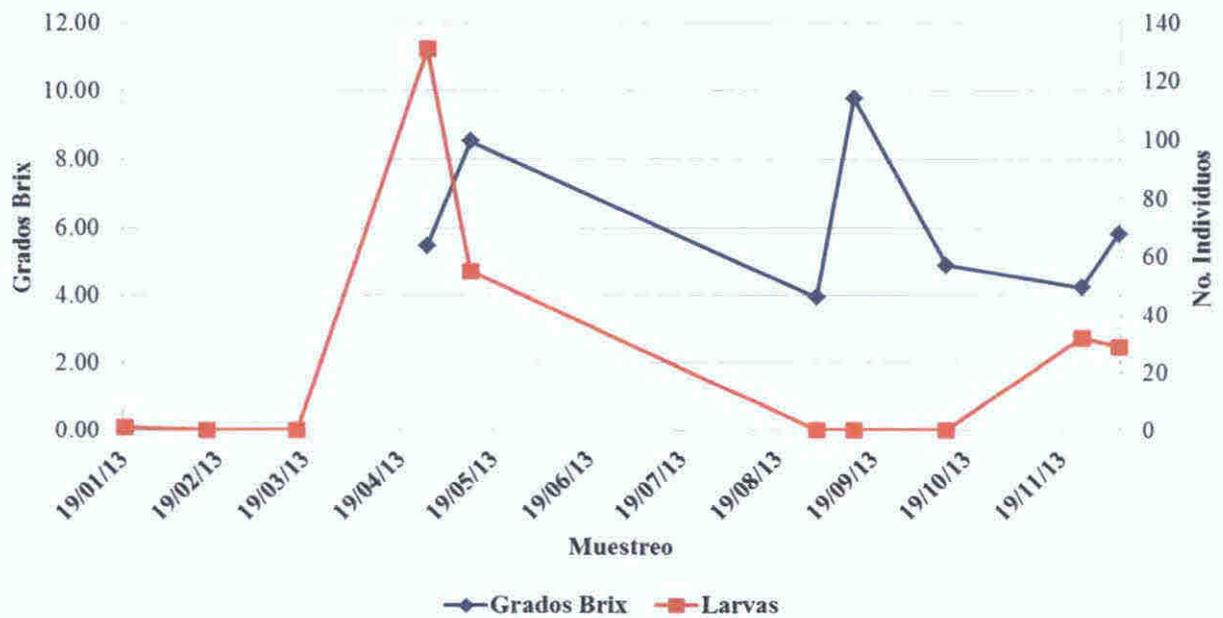


Figura 58. Promedio de grados Brix a través del tiempo de *F. cordifolia* vs. Las fluctuaciones poblaciones *A. grandis* dentro del Sitio "3"

4 7 4 Relación de tamaño entre frutos de *F cordifolia* y *C máxima*

Es necesario resaltar que las diferencias marcadas en los hábitos de crecimiento (planta trepadora vs Rastrera) así como las dimensiones físicas de los frutos ($186\ 88 \pm 81\ 45$ gr en *Fevillea* vs $1\ 327\ 88 \pm 857\ 89$ gr para *Cucurbita*) de ambas especies de plantas pueden ser de importancia para la selección de las hembras *A grandis* por su recurso de oviposición. Condiciones que resultan en diferencias eco fisiológicas entre ambas especies de Cucurbitaceae así como a otras características bioquímicas propias de cada especie.

Otra diferencia entre los frutos de *F cordifolia* y *C maxima* que pueda explicar la susceptibilidad y atractividad sobre *A grandis* es por medio características internas del fruto principalmente cada uno de sus componentes cáscara, semilla y pulpa, la particularidad de *C maxima* que posee mucilago que es sumado a la pulpa y no a la semilla, ya que presenta fibras solubles mucho más similares a la pulpa que al resto de los componentes del fruto.

De acuerdo a las observaciones del presente trabajo en los 8 meses de comparación entre plantas en el Sitio 3 hay un promedio de intensidad de infestación de $23\ 23 \pm 13\ 20$ larvas/fruto infestado de *F cordifolia* con un peso de $186\ 88 \pm 81\ 45$ gr correspondiente a 44 gr de cáscara, 51 18 gr de semilla y 91 7 gr de pulpa, este último representa 49 07 % (Fig 59) de pulpa (recurso disponible) de los frutos para *A grandis* que corresponde aproximadamente a la mitad del peso en tanto que un fruto de *C maxima* tiene un promedio 1 327 88 gr en peso total segregado en 66 04 gr de

cáscara, 52.45 gr en semilla y 1,209.40 gr. en pulpa (pulpa + mucilago), que corresponde al 91.08 % (Fig. 60) del el recurso alimenticio para larvas de *A. grandis* ofertado por *C. máxima*.

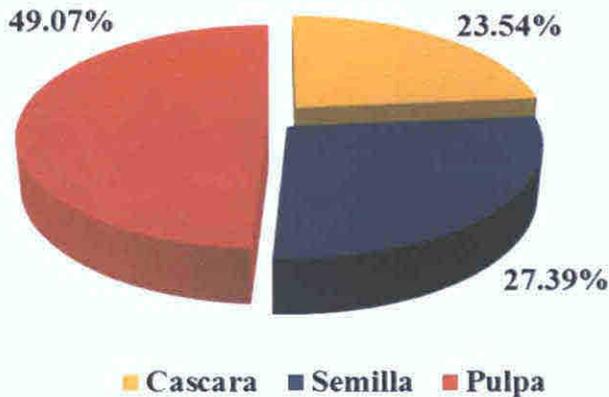


Figura 59. Porcentaje de distribución de los componentes que forman un fruto promedio de *F. cordifolia* en el Sitio “3”

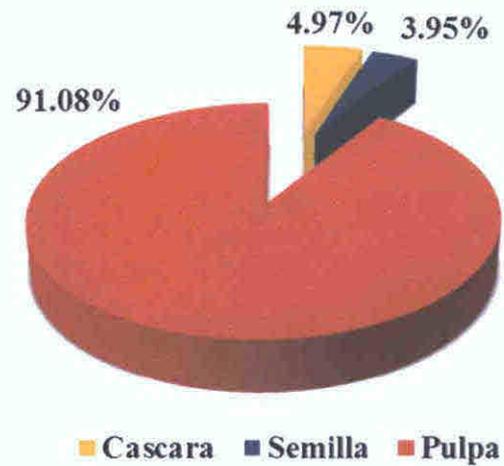


Figura 60. Porcentaje de distribución de los componentes que forman un fruto promedio de *C. maxima* en la comunidad de El Tirao.

Bajo esta premisa de cantidad de fruto disponible *C. maxima* debía presentar elevado índice de frutos infestados, no observados en el presente trabajo. La nula susceptibilidad o atracción de estos frutos, ricos en cantidad pero pobre en azúcares disponibles, parecen ser favorables en *F. cordifolia*, que aunados a la gran cantidad de frutos disponibles por al menos 10 meses al año, posible de ser encontrarlos tanto en habitat perturbados como en los 5 Sitios del estudio, así como en áreas no perturbadas en el Darién.

Otra característica que pudiera estar determinando esta preferencia, puede corresponder a la interacción entre las características del micro hábitat que proporciona la “planta soporte” (sombra de un árbol o de árboles adyacentes) a frutos de *F. cordifolia* y

consecuentemente a moscas de *Anastrepha grandis* con influencia considerable en el ritmo circadiano y patrón de hábitos del mismo. Tal interacción dentro de un micro hábitat ha sido estudiada y evaluada en *A. obliqua* por Aluja y Birke (1993) quienes indican que la presencia de esa mosca, adicionalmente a sus actividades diarias en Mango Manila y *Spondias purpurea* están sometidas a las condiciones que presenta el hábitat de los árboles hospederos.

4.7.5 Rastreo y muestreo de frutos de Cucurbitáceas para la detección de larvas de *Anastrepha grandis*

Con el objetivo de poder establecer una relación entre plantas hospederas de cucurbitáceas e infestaciones de los mismos por *Anastrepha grandis* y conocer la dispersión de esta mosca en Panamá, en los años 2012-2013 en conjunto con el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) a través del programa de moscas de la fruta de la región de Metetí se realizaron recorridos quincenales a comunidades. Visitando casas de habitación (traspatio), restaurantes, mercados de vegetales, fincas y huertos agrícolas, así como en áreas no perturbadas silvestres, riveras de ríos, quebradas, riachuelos y/o escorrentías, donde se encontraron frutos de cucurbitáceas comerciales y silvestres.

Así mismo, en cada uno de estos lugares se entrevistó al propietario o encargado del mismo en búsqueda de información sobre algún reporte de larvas de *Anastrepha* dentro de los frutos, sin obtener algún reporte positivo.

Bajo tales circunstancias se encontraron frutos de *Cucurbita maxima* *Cucumis sativus* *Momordica charantia* *Luffa* spp *Cucurbita moschata* *Cucumis melo* y *citrullus lanatus* (Cuadro 8) en 238 lugares presentes en lugares perturbados y no perturbados antes descritos correspondientes a 50 comunidades de la provincia de Darién (Cuadro 9) Panamá En estos muestreo no se encontró ningun fruto infestado por *Anastrepha grandis* El Programa de Moscas de la Fruta del MIDA ha instalado trampas multilure con torula y ceratrap todos los puntos positivos de captura para *A grandis* los cuales son relacionados a la presencia de *F cordifolia* (Fig 61)

En resumen dentro de la provincia de Darién Panamá hay una preferencia marcada de *Anastrepha grandis* en relación con la presencia de plantas de *Fevillea cordifolia* ya que hasta la fecha no ha sido encontrado otro hospedero para esta especie en la región

Stone (1942) Silva y Malavasi (1993) Caraballo (2001) Tigrero (2009) Castañeda *et al* 2010 Uchoa (2012) Veloso *et al* (2012) entre otros ha reportado otros hospederos conocidos en Suramérica

Esta situacion particular que se da en la zona del presente estudio se debe a las características peculiares de frutos de *F cordifolia* como son su aspecto físico tamaño peso y otras características tales como la concentracion de azucares disponibles en la pulpa de sus frutos probablemente tambien debido a factores bioquímicos de la pulpa (metabolitos secundarios) condiciones vitales para el desarrollo de la progenie de *A grandis* Estos aspectos particulares han contribuido a establecer una estrecha relación planta insecto en adición no se puede descartar que las poblaciones de *A grandis* estudiadas en el presente trabajo correspondan a algun biotipo o raza diferente a las

poblaciones de Suramérica, por lo que se hace necesario otro estudio que pueda confirmar o desvirtuar esta hipótesis

Cuadro 8 Muestreo de frutos de Cucurbitáceas para la detección de larvas de *Anastrepha grandis* en la Provincia de Darién Panamá 2012 2013

Nombre comun	Nombre científico	No Fincas, Huertos y/o Traspatio Muestreadas	No <i>Anastrepha grandis</i>
Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i>	72	0
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	33	0
Balsamina	<i>Momordica charantia</i>	22	0
Estropajo	<i>Luffa spp</i>	12	0
Chila	<i>Cucurbita moschata</i>	5	0
Melón	<i>Cucumis melo</i>	5	0
Sandia	<i>Citrullus lanatus</i>	3	0
Otras comunidades donde no se encontro ninguna Cucurbitácea (lugares no perturbados entre otros)		86	0

Cuadro 9 Comunidades bajo muestreo de frutos de Cucurbitáceas para la detección de larvas de *Anastrepha grandis* en la Provincia de Darién Panamá 2012 2013

Comunidades	
Agua Buena.	Platanilla
Agua Fria # 2	Pueblo Nuevo
Armae	Puerto Indio
Arreti	Puerto Lara
Ballamón	Puerto Quimba
Bijagual	Qda Cañazas
Buena Vista	Qda Muerto Sta Marta
Calle Larga	Quintín
Celorio	Río Bonito
Comunidad	Río De Garachiné
Corotu De Garachine	Río De Jesus
El Arenal	Río Gira
El Campo	Río Iglesias Agua Viva
El Muelle	Río Iglesias
El Tirado	Río Pabo
Embera Puru	Río Venao
Garachine	Sambu
La Cantera	Santa Fe
La Colonia	Santa Fé La Villa
La Lomita.	Tamarindo
La Moneda.	Terrón Ceco
La Villa De Santa Fe	Teteral Arreti
Los Nunos	Valle De Bijagual
Mundito	Vista Alegre
Nuevo Tonosi	Zapallal

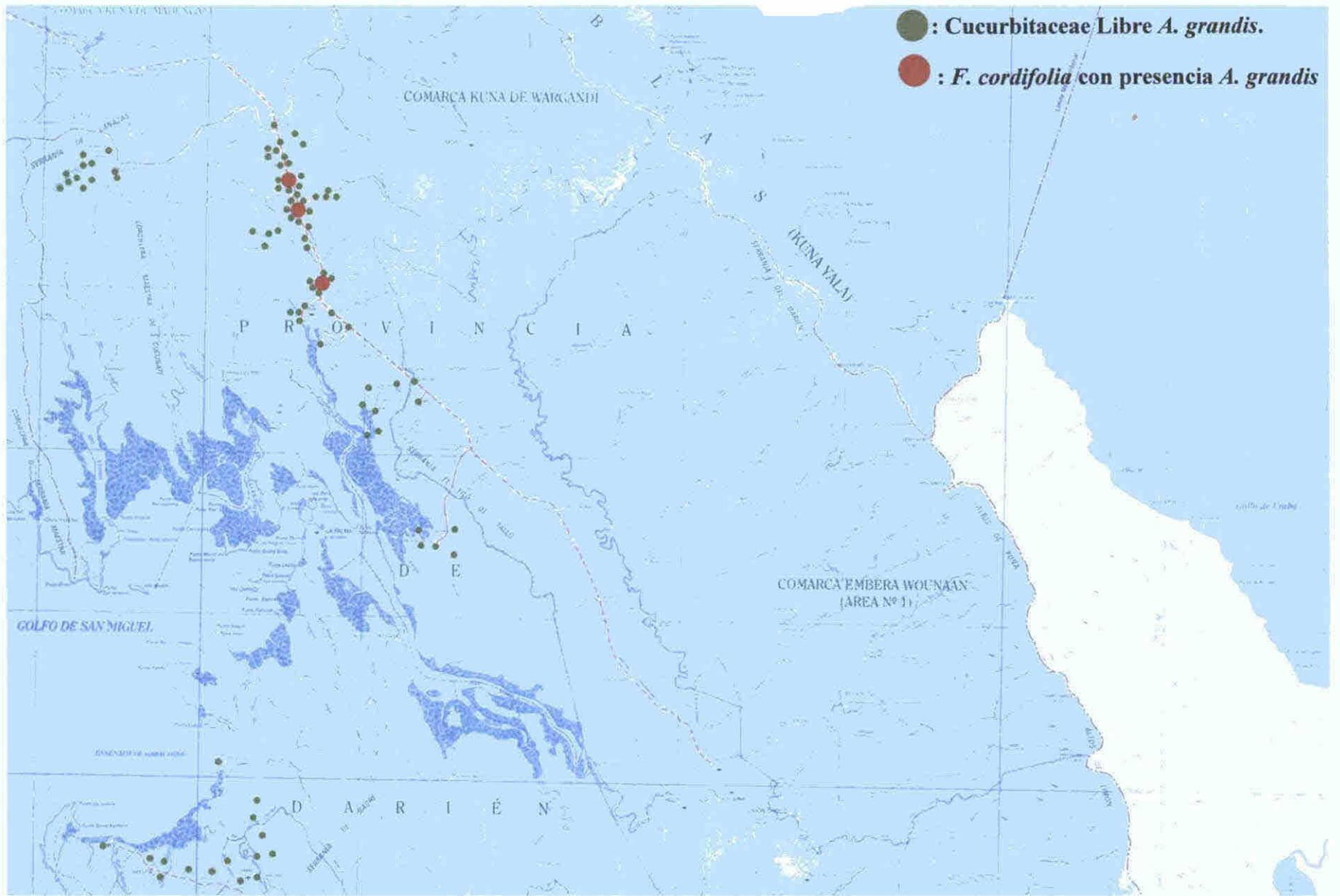


Figura 61. Comunidades muestreadas en búsqueda de frutos de Cucurbitáceas para la detección de larvas de *Anastrepha grandis* dentro de la provincia de Darién 2012-2013.

Esc. 1:250,000

4 8 Determinar el efecto de la Humedad del suelo sobre la Fenología de la Planta de *F cordifolia* así como profundidad de empupamiento y supervivencia de *Anastrepha grandis* bajo condiciones de campo

4 8 1 Humedad del suelo sobre la fenología de la planta de *F cordifolia*

Durante el periodo comprendido de este estudio (2013) la máxima humedad del suelo se dio el 26 de octubre cuando la proporción de agua en el suelo fue de 53.33% en tanto que los valores más bajos fueron de 5.73% el 16 de marzo que corresponde al periodo seco o época de verano. En términos generales los porcentajes de humedad del suelo más bajos se mantuvieron entre febrero y abril por debajo de 20% en tanto que en la época lluviosa, entre septiembre y noviembre los valores de humedad del suelo se mantuvieron por encima de 28%.

Esto concuerda con las dos estaciones del año en el trópico siendo el mes de marzo dentro de verano y octubre en invierno esto debido a que la precipitación es un factor que influye directamente sobre la humedad del suelo esto concuerda con lo señalado por Hernández y Pérez (1993) a medida que el periodo lluvioso transcurre la concentración de humedad en el suelo aumenta hasta cierto nivel ya que una vez que alcanza el punto de saturación por más agua que siga cayendo esta no se acumula en el suelo también es notable que al disminuir las lluvias en época de verano también la humedad del suelo tiende a disminuir proporcionalmente resultados muy similares obtuvo Esquivel (2000) en su estudio realizado en Altos de Pacora al analizar la planta hospedera (*Pouteria buenaventurensis*) en el sentido que los valores de humedad tienden a aumentar en el

suelo en forma avanza al periodo de lluvias y tiende a disminuir drásticamente en la época de verano.

El crecimiento de los frutos de *Fevillea cordifolia* (Fig. 62), se presenta entre enero y la primera quincena de abril, alcanzando mayor intensidad entre julio y septiembre. El proceso de madurez fisiológica de los frutos que observó inmediatamente a la etapa de crecimiento; en tanto que la floración de esta planta alcanza los máximos valores en agosto. El área donde se desarrolló el estudio, experimentó un descenso paulatino en la humedad del suelo en entre Noviembre y Diciembre, en cuyo período se observó el menor número de inflorescencias, consecuentemente la fructificación aparentemente es inducida por un período previo de bajo porcentaje de humedad del suelo, así, en los 5 Sitios de estudio, el crecimiento de los frutos se detuvo, entrando a la etapa de maduración, de septiembre en adelante, previamente a dicha etapa se produjo una baja humedad en el suelo, situación que corresponde a agosto.

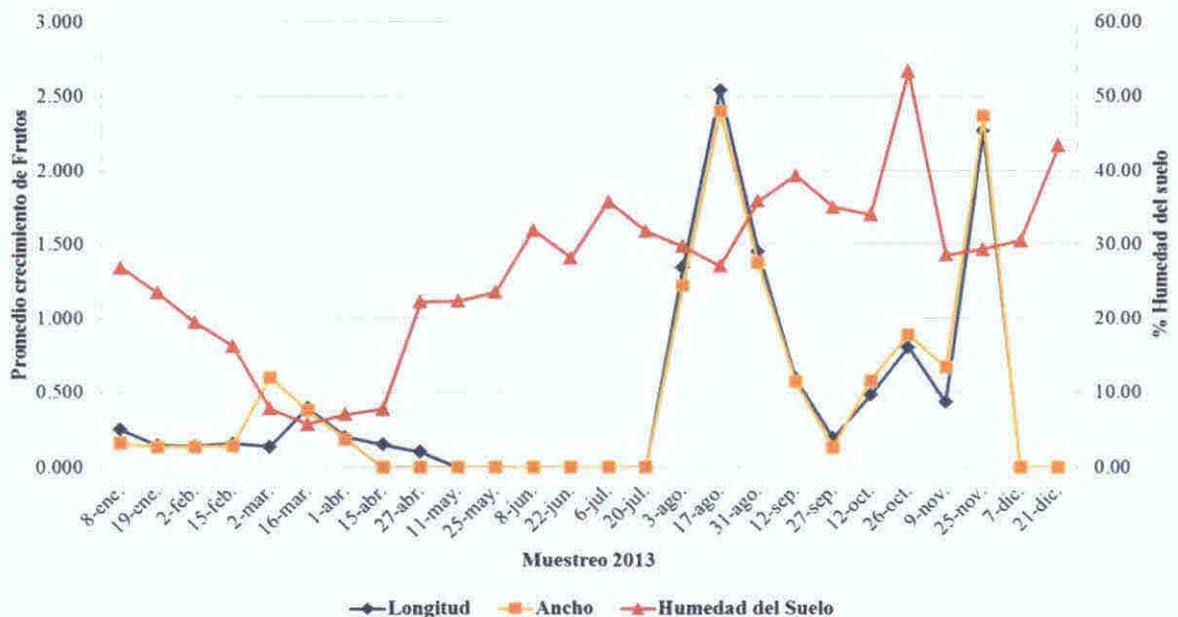


Figura 62. Efecto de la Humedad del Suelo sobre la fenología de frutos de *F. cordifolia*

En los 5 Sitios del ensayo, los frutos de *F. cordifolia* alcanzaron un máximo de tamaño (detuvieron el crecimiento) con una humedad arriba de 20 % entrando simultáneamente en la madurez.

Con respecto a la floración, se observó que en el “pico” poblacional de agosto es cuando se encontró la mayor cantidad de flores (Fig. 63), el cual corresponde a un periodo de baja humedad del (27 % a 35 %), subsiguientemente, con el incremento de la humedad del suelo (39.26%) se produjo una reducción en la producción flores (es necesario resaltar aquí que, la caída de flores puede ser también inducida por el incremento de la precipitación pluvial), en la primera quincena de septiembre cuando ya se encontraban frutos formados y alcanzando su madurez fisiológica, a partir de ese momento se mantiene una reducción paulatina de flores en los Sitios de estudio.

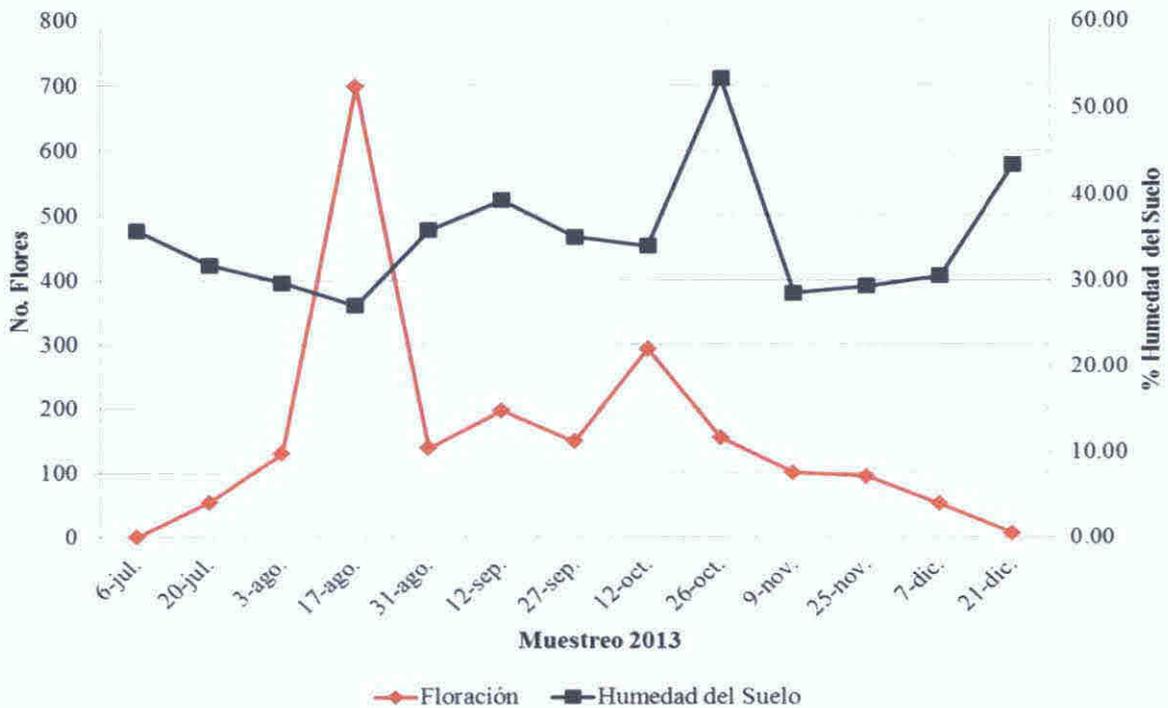


Figura 63. Efecto de la Humedad del Suelo sobre la floración de *F. cordifolia*

Navarro (1996) en un estudio realizado a la eficiencia hospedera del caimito *Chrysophyllum cainito* L para *Anastrepha* en Arraijan Panamá, estableció que el incremento de la humedad del suelo estimula la floración y maduración de los frutos coincidiendo con la emergencia de estas especies de moscas

Debido a que el estado pupal de *Anastrepha grandis* se desarrolla bajo la superficie del suelo a una profundidad de 6 a 8 cm en dicho periodo la mayor población de plantas de *F cordifolia* se encuentra en floración

Es importante asociar este hábito poblacional de *Anastrepha grandis* con la ausencia de recurso alimenticio para la progenie debido que el predominio de la floración es coincidente con un periodo donde la población del insecto se encuentra en estado pupal el que se dió entre julio y septiembre cuando la humedad del suelo fue registrada entre 30 y 35 % Posteriormente en octubre la humedad del suelo se incremento hasta valores de 53 33 % que activó a las pupas e indujo la emergencia de adultos los cuales alcanzaron un alto pico poblacional en los Sitio de estudio que corresponde a porcentaje e intensidad elevadas de infestación de frutos

4 8 2 Profundidad de empupamiento y supervivencia de *Anastrepha grandis* bajo condiciones de campo

Con el objetivo de determinar estas características de las poblaciones de *A grandis* se desarrolló esta investigación en los Sitios 1 2 y 3 donde se logro muestrear 6 frutos de *Fevillea cordifolia* infestados con larvas de *Anastrepha grandis*

contabilizándose así un total de 66 larvas; de ellas, 21 larvas que representa el 31.82 % fue depredado por hormigas del género *Labidus sp.* (Fig. 68 y 69) así mismo 5 larvas (7.58 %) no lograron penetrar en el suelo para empupar y murieron efecto de insolación, en tanto que 40 larvas (60.61 %), lograron penetrar al suelo y encontrar un lugar adecuado para empupar (Figura 64).

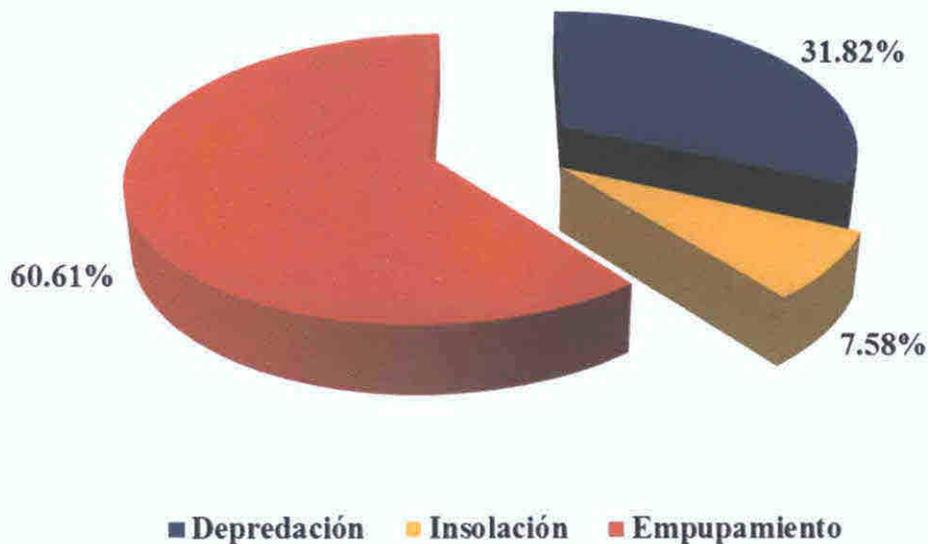


Figura 64. Destino de larvas de *A. grandis* en la comunidad de El Tirao.

En los tres Sitios bajo objeto de estudio, una vez que el fruto de *F. cordifolia* cae al suelo, las larvas de *A. grandis* salen y recorren una distancia de 7 a 23 cm (13.18 cm en promedio), en forma errática, (en un tiempo promedio de 109.68 ± 77.06 segundos), para iniciar su proceso de empupamiento, penetrando en suelo a una profundidad promedio de 7.68 ± 5.96 cm a profundidades entre 2 a 24 cm.

Estas características son comunes para todos los Sitios, de acuerdo con las observaciones de campo, la profundidad de enterramiento de las larvas fue independiente

a la distancia o longitud recorrida. No parece haber ninguna ventaja para larvas que penetran profundamente (24 cm) o se desplacen a una distancia mayor (23 cm) desde el fruto. Es posible que a mayores profundidades los adultos tendrán más dificultades para emerger. Lo que sí puede implicar es en el costo en términos de gasto de energía por desplazamiento tanto horizontal o vertical. De igual manera el tiempo que se mantienen expuestas al ataque de parasitoides y depredadores principalmente.

En el Sitio 1 la población estuvo conformada por 28 larvas. 13 de las cuales lograron penetrar en el suelo en busca de un lugar de empupamiento (46.43 %) a una distancia de 8.22 cm del fruto (13.08 ± 4.05 en promedio) y una profundidad de 3.24 cm (12.15 ± 8.24 en promedio) en un tiempo promedio de 90.85 ± 53.33 segundos dedicada a ambas actividades.

En este Sitio 6 larvas alcanzaron a penetrar a mayor profundidad: 15, 19, 20, 21, 23 y 24 cm (Fig. 65). En este caso la actividad fue desarrollada en tiempos de 20, 40, 130, 120, 100 y 60 segundos respectivamente. Estos valores probablemente corresponden a características del suelo en este Sitio 1, el cual se presentaba grietas debido a precipitaciones continuas y radiación solar alta, que repercute en la humedad del suelo (con valores de 22.22, 22.31 y 23.50 de porcentaje de agua en el suelo). Además en este caso la copa del árbol de la planta soporte (Bambu) de *F. cordifolia* era poco frondoso, lo que permitía el paso directo del sol.

La población de larvas de *A. grandis* del Sitio "1", correspondiente a 5 larvas, que de acuerdo con las observaciones presentaron un desplazamiento errático, recorriendo distancias mayores, 34, 28, 25, 16 y 15 cm, sin lograr penetrar el suelo y bajo efecto directo del sol, perecieron en 20-30 minutos.

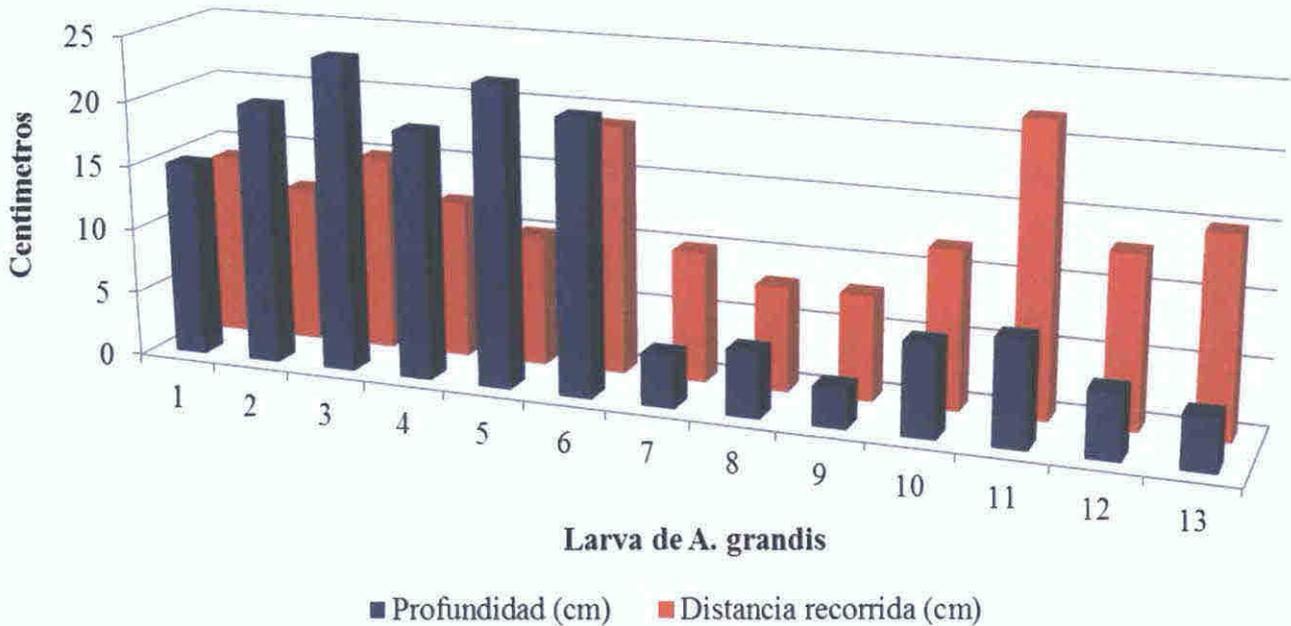


Figura 65. Profundidad de empupamiento de 13 larvas de *A. grandis* y su desplazamiento horizontal en el Sitio "1"

En el Sitio "2" (19 larvas), de estas 12 larvas llegaron a penetrar en el suelo lo que representa el 63.16 %, las mismas presentan un desplazamiento una vez caído el fruto un rango de 8-20 cm con un promedio de 13 ± 3.59 cm de recorrido, así mismo presenta una profundidad dentro de un rango de 2-6 cm (Figura 66) con un promedio de 4.08 ± 1.38 cm, para ambos desplazamientos en conjunto (horizontal y vertical) realizado en un tiempo promedio de 120.5 ± 77.76 segundos, bajo un rango de 20 a 246 segundos.

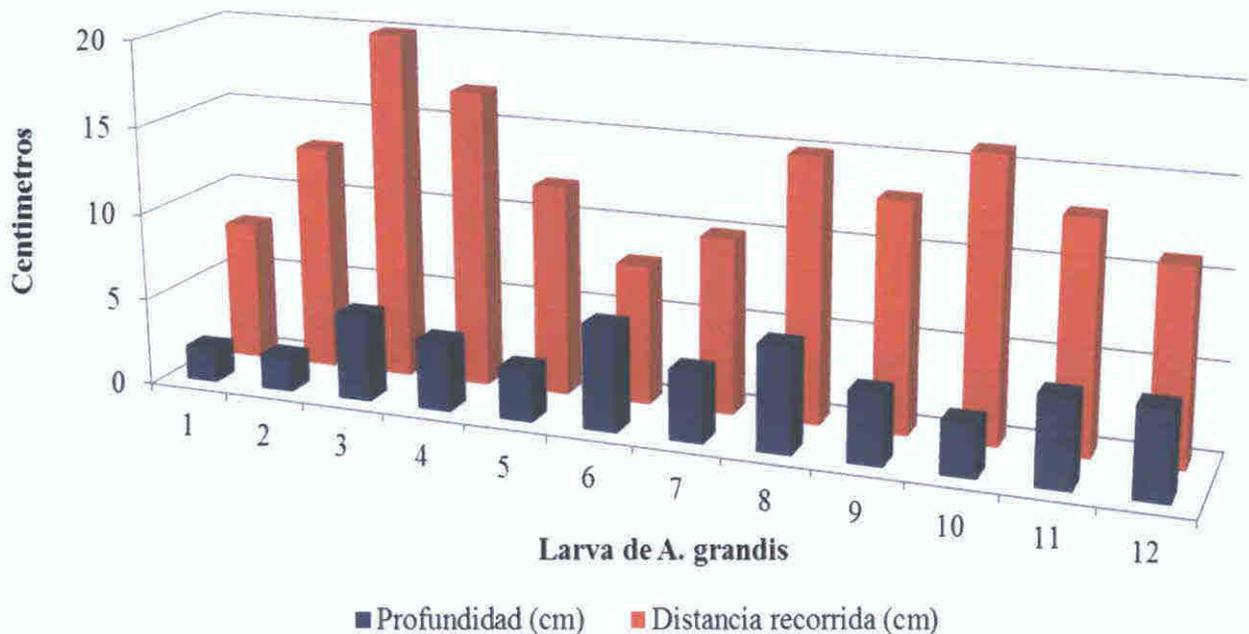


Figura 66. Profundidad de empupamiento de 13 larvas de *A. grandis* y su desplazamiento horizontal en el Sitio “2”

Mientras el Sitio “3” con 19 larvas en total, de las cuales 15 lograron penetrar en el suelo bajo un rango de desplazamiento sobre la superficie de 7 a 23 cm (Figura 67) con un promedio en longitud recorrida de 13.4 ± 4.76 cm, dentro de un rango de 3 hasta 13 cm de profundidad (promedio de 6.67 ± 2.92 cm). Para ambos recorridos (horizontal y vertical) en conjunto bajo un tiempo de 117.33 ± 94.14 segundos, cabe mencionar que en los Sitios “2” y “3” presentaron una humedad del suelo muy similar siendo para el Sitio “2” un 31.92 % y para el Sitio “3” con 28.15 %, observándose la copa de la “planta soporte” frondoso lo que no permitía el paso directo de los rayos del sol en el piso de la floresta para ambos Sitios, sin presentar mortalidad de larvas de *A. grandis* por insolación.

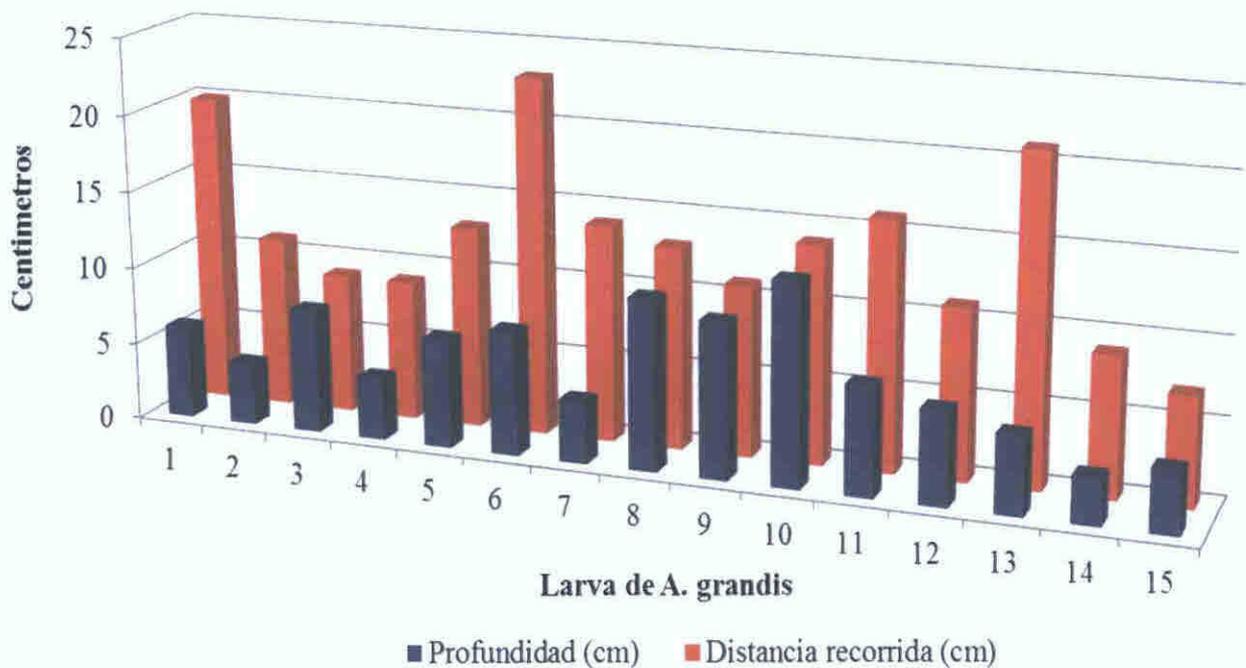


Figura 67. Profundidad de empupamiento de 13 larvas de *A. grandis* y su desplazamiento horizontal en el Sitio “3”

En cuanto al aspecto de depredación se refiere podemos decir que en los tres Sitios bajo objeto de estudio al ofrecer larvas de *Anastrepha grandis* se observó una parte de la población de dichas larvas eran depredadas por hormigas del género *Labidus sp.* (Familia: Formicidae, Subfamilia: Ecitoninae, Tribu: Ecitonini), primeramente reconocidas y atacadas por las obreras (Figura 68) y posteriormente por las soldado (Figura 69), en el Sitio “1” con 10 larvas depredadas que representa el 35.71 % de la población, así mismo en el Sitio “2” con 7 larvas que constituyen el 36.84 % de dicho Sitio y por último el Sitio “3” con 4 larvas que compone el 21.05 % de este Sitio.

Un factor importante para que las larvas de *A. grandis* fueran víctimas de *Labidus sp.* fue el tiempo de exposición sobre la superficie del suelo, para el Sitio “1” la distancia

máxima recorrida fue de 23 cm y mínima de 14 cm desde el fruto caído, esto en un rango de 60 hasta 447 segundos lo que en promedio manifiesta 243.20 ± 94.70 segundos, esto hasta que fueron localizados por individuos obreras de dichas hormigas, de igual manera en el Sitio "2" se desplazaron en un rango de 11-22 cm, dentro de un rango de tiempo entre 136-447 segundos hasta ser reconocidas y atacadas por *Labidus sp.* El Sitio "3" presento un desplazamiento sobre la superficie del suelo en un rango de 11-16 cm con en un tiempo de exposición entre 188-308 segundos hasta ser atacadas por *Labidus sp.*



Figura 68. Inicio de depredación de obreras de *Labidus sp.*



Figura 69. Finalización de depredación de obreras y soldados de *Labidus sp.*

De forma general podemos decir que las larvas interactúan con las hormigas a un mayor tiempo de exposición, por lo tanto un mecanismo para evitar a estos depredadores es la búsqueda rápida y eficiente de un lugar de empupamiento y a una profundidad considerada para disminuir el riesgo de ataque, es decir el período de tiempo de vulnerabilidad de larvas de *A. grandis* en términos de los depredadores terrestres

comienza cuando la fruta golpea el suelo quedando expuestas sobre la superficie la rápida penetración en el suelo puede ser la estrategia óptima y por consiguiente la más importante para la supervivencia, que buscar un óptimo Sitio de pupación esto sin dejar de considerar otros aspectos que se encuentran estrechamente relacionados como el tipo (estructura) de suelo porcentaje de humedad del suelo precisión de búsqueda de empupamiento así como la entrada de luz solar en el piso de la floresta y la vegetación presente en el suelo

V CONCLUSIONES

Dentro de las condiciones y limitaciones del presente trabajo se concluye que

- 1 El presente trabajo confirma que el unico hospedero de *A grandis* en el area de Darién Panamá y colaterales corresponde a *Fevillea cordifolia*
- 2 Frutos de *Cucurbita maxima* expuestos a las mismas condiciones naturales de *F cordifolia* no fueron infestados por *A grandis* Otras cucurbitaceas cultivadas y silvestres no fueron reportadas como hospederas de la especie
- 3 La fructificación de *Fevillea cordifolia* se da durante todo el año presentando dos picos de fructificación con frutos maduros correspondientes abril a junio (el primero) y octubre a enero de 2014 (el segundo)
- 4 Del total de 321 frutos de *F cordifolia* colectados y revisados de ellos el 29.59 % fueron infestados por *Anastrepha grandis* con una intensidad de infestación de 17.74 ± 14.78 larvas/fruto
- 5 La planta *Fevillea cordifolia* se encuentra distribuida en Darién tanto en áreas perturbadas como no perturbadas y se encuentran asociadas a fuentes de agua corriente

- 6 La preferencia para la oviposición por hembras de *Anastrepha grandis* corresponde a frutos de *F cordifolia* del rango 7 cm a 9.55 cm en longitud ancho de 6.488 cm y 103.6534227 gr de peso entero. Las larvas de *Anastrepha* consumen la pulpa aunque a infestaciones de más de 20 larvas/fruto pueden alimentarse del tegumento de la semilla.
- 7 Del total de frutos de *Fevillea cordifolia* revisados se encontraron 27 pupas y 89 larvas muertas lo cual representó un 8.38% de mortalidad natural.
- 8 El único enemigo natural encontrado fueron hormigas del género *Labidus* que representó 31.82 % de mortalidad en tanto que 7.58 % murieron por efecto de la insolación.

VI RECOMENDACIONES

- 1 Dado que *Fevillea cordifolia* es un hospedero natural de *A grandis* y que se encuentra distribuida en el Neotrópico probablemente asociada a fuentes de agua corriente es necesario que otros países de Centroamérica realicen monitoreos de detección de *Anastrepha grandis* en estas plantas
- 2 Dada la especial atracción que los frutos de *F cordifolia* sobre las hembras de *A grandis* se hace necesario completar los estudios bioquímicos de la planta en búsqueda de elementos que intervienen en esta asociación biológica, principalmente en lo que concierne a los metabolitos secundarios
- 3 Establecer un convenio carta de entendimiento o algún otro documento legal con autoridades del IDIAP para obtener la mayor colaboración posible en la obtención de registro de factores climatológicos de la estación meteorológica presente en el corregimiento de Santa Fe con el objetivo de obtener más datos representativos y explicar otras hipótesis en posteriores investigaciones
- 4 Utilizar la categorización de 'tipo de fruto' de *F cordifolia* como herramienta para el monitoreo de larvas de *A grandis*

- 5 Gestionar la obtencion de recursos para continuar el presente estudio especialmente a lo relacionado a enemigos naturales hospederos alternos y otros aspectos no analizados en el presente trabajo Medio de transporte que permita a los estudiantes en colecta de datos de campo facilitar el traslado y poder desarrollar un trabajo de investigación de la mejor manera

VII BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALUJA M y BIRKE A 1993 Habitat use by *Anastrepha obliqua* flies (Diptera Tephritidae) in a mixed mango (*Mangifera indica*) and tropical plum (*Spondias purpurea*) orchard *Annu Entomol Soc Am* 86 799 812
- ALUJA M 1994 Bionomics and management of *Anastrepha* *Annual Review Entomology* 39 155 178
- ALUJA M y R MANGAN 2008 Fruit fly (Diptera Tephritidae) host status determination critical conceptual methodological and regulatory considerations *Annu Rev Entomol* 53 473 502
- ALUJA M RULL J SIVINSKI J NORRBOM A WHARTON R A MACIAS ORDÓÑEZ R DIAZ FLEISCHER, F y M LÓPEZ 2003 Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rainforest biosphere reserve of Montes Azules Chiapas Mexico *Environ Entomol* 32 1377 1385
- ALVARADO L A 2013 Parasitoides asociados a especies del género *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) y características de empupamiento en Panamá. Tesis Maestría en Entomología Universidad de Panamá, Panama 112 págs
- CARABALLO J 2001 Diagnosis y clave pictórica para las especies del género *Anastrepha* Schiner 1868 (Diptera Tephritidae) de importancia económica en Venezuela Entomotropica antes / formerly *Boletín de Entomología Venezolana* Vol 16(3) 157 164
- CASTANEDA M DEL R OSORIO F A CANAL N A Y GALEANO P E 2010 Especies distribución y hospederos del género *Anastrepha* Schiner en el departamento del Tolima, Colombia *Agronomía Colombiana* 28(2) 265 271
- CELEDONIO H H ALUJA M y LIEDO P 1995 Adult population fluctuations of *Anastrepha* Species (Diptera Tephritidae) in tropical orchard habitats of Chiapas México *Environ Entomol* 24 (4) 861 868

- CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA DE PANAMA 2013 Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) Comercio exterior Disponible en http://www.contraloria.gob.pa/inec/Avance/Avance.aspx?ID_CATEGORIA=4&ID_CIFRAS=18&ID_IDIOMA=1 [Fecha revision 27 diciembre 2013]
- CÓRDOVA L T 2004 Plantas útiles de las fincas cacaoteras de indígenas bribri y cabécar de Talamanca, Costa Rica. Tesis Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Turrialba, Costa Rica. 94 págs
- CORNEJO A R 2004 Morfología y hábitos de *Anastrepha distincta* Greene 1934 (Diptera Tephritidae) asociada a dos especies de Inga Mill en Cerro Azul altos de Pacora, Panamá Tesis de Maestría en Entomología. Universidad de Panamá, Panamá. 58 págs
- DAVIDSE G SOUSA S M KNAPP S y CHIANG F Eds 2009 Flora Mesoamericana, Cucurbitaceae a Polemoniaceae Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Biología Missouri Botanical Garden Vol 4 The Natural History Museum (London) 855 pags 21 22
- ESKAFI F M y M M KOLBE 1990 Predation on larval and pupal *Ceratitidis capitata* (Diptera Tephritidae) by the ant *Solenopsis geminata* (Hymenoptera Formicidae) and other predators in Guatemala *Environ Entomol* 19 148 153
- ESQUIVEL A E 2010 Sincronía biológica, relación interespecífica y análisis de calidad hospedera de *Pouteria buenaventurensis* (Sapotacea) con *Anastrepha serpentine* y *Anastrepha intermedia* n sp En altos de Pacora (1998 1999) Tesis Maestría en Entomología Universidad de Panamá, Panamá 96 págs
- HERNANDEZ O V y PEREZ A R 1993 The Natural Host Plants of *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) in a Tropical Rain Forest of Mexico *Florida Entomologist* 76 (3) 447-459
- HERNANDEZ S C 1996 Sincronía biológica entre cuatro especies de *Anastrepha* y sus hospederos Altos de Pacora Panamá 1995 1996 Tesis Maestría en Entomología Universidad de Panamá, Panamá 67 págs
- HODGSON P J J SIVINSKI G QUINTERO y M ALUJA 1998 Depth of pupation and survival of fruit (*Anastrepha* spp Tephritidae) pupae in a range of agricultural habitats *Environ Entomol* 27 1310 1314
- JIRÓN L F y HEDSTRÓM Y 1991 Population fluctuations of economic important species of *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) related to mango fruiting phenology in Costa Rica *Fla Entomol* 74(1) 98 15

- KORYTKOWSKI C A 2009 *Manual de identificación de moscas de la fruta* Ciudad de Panamá Universidad de Panamá, Vice Rectoría de Investigación y Postgrado – Programa de Maestría en Entomología 37 (No publicado)
- MCPHAIL M y BLISS C I 1933 Observations on the Mexican fruit fly and some related species in Cuernavaca, México In 1928 and 1929 Washington D C United States Department of Agriculture Cir No 255 24
- MONTOYA P y CANCINO J 2004 Control biológico por aumento en moscas de la fruta (Diptera Tephritidae) *Folia Entomologica Mexicana* 43 (3) 257 270
- NAPPO Sistema de Alerta Fitosanitaria de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas 2009 Disponible en <http://www.pestalert.org/espanol/viewNewsAlert.cfm?naid=76> [Fecha revisión 23 diciembre 2013]
- NAVARRO J A 1996 Eficiencia hospedera del caimito *Chrysophyllum cainito* L para *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) en Burunga, Arraijan Panama Tesis de Maestría en Entomología Universidad de Panamá, Panama. 58 págs
- NORRBOM A L 2000 *Anastrepha grandis* (Macquart) *The Diptera site* Systematic Entomology Laboratory ARS USDA Department of Entomology NMNH SI Disponible en <http://www.sel.barc.usda.gov/diptera/tephriti/Anastrep/grandis.htm> [Fecha revisión 06 enero 2014]
- NORRBOM A L y KORYTKOWSKI C A 2007 A new species new synonymy and taxonomic notes in the *Anastrephaschausi* group (Diptera Tephritidae) *Zootaxa* 1497 47 55
- NORRBOM A L y KIM C K 1988 A list of reported host plants of the species of *Anastrepha* (DIP Tephritidae) USDA Aphis PPQ 81 52
- NORRBOM A L CARROLL L E THOMPSON F C WHITE I M y FREIDBERG A (1999a) Systematic database of names In Thompson F C (Ed) Fruit Fly Expert Identification System and Systematic Information Database *Myia* (1998) 9 65–251
- NORRBOM A L ZUCCHI R A y HERNANDEZ ORTIZ V (1999b) Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae Toxotrypanini) based on morphology p 299–342 In Aluja, M & Norrbom A L (Eds) Fruit flies (Tephritidae) Phylogeny and evolution of behavior CRC Press Boca Raton (16) 944

- PEMBERTON C E y H F WILLARD 1918B A contribution to the biology of fruit fly parasites of Hawaii *J Agr Res* 15(8) 419-465
- RODRIGUEZ P A 2003 Bejucos y plantas trepadoras de Puerto Rico e Islas Virgenes Smithsonian Institution United States National Herbarium 497 216 217
- SILVA J G y MALAVASI A 1993 The Status of Honeydew Melon as a Host of *Anastrepha grandis* (Diptera Tephritidae) *The Florida Entomologist* Vol 76 No 3 516 519
- SMITHSONIAN TROPICAL RESEARCH INSTITUTE (STRI) 2014 Disponible en <http://biogeodb.stri.si.edu/herbarium/species/16627/?fam=Cucurbitaceae&page=2> [Fecha revision 08 enero 2014]
- SOTO MANITIU J CHAVERRI L G y JIRON L F 1997 Notas sobre la biología y ecología de *Anastrepha obliqua* (Diptera Tephritidae) plaga de plantas Anacardiáceas en América tropical I Formas inmaduras *Agronomia Mesoamericana* 8(2) 116 120
- STECK G J y R A WHARTON 1988 Description of immature stages of *Anastrepha interrupta* *A limae* and *A grandis* (Diptera Tephritidae) Entomological Society of America, *Ann. Entomol Soc Am* 81 994 1003
- STONE A 1942 The fruit flies of the genus *Anastrepha* United States Department of Agriculture Miscellaneous Publication No 439 22 23
- TIGRERO S J O 2009 Lista Anotada de hospederas de moscas de la fruta presentes en Ecuador *Boletín Técnico 8 Serie Zoológica* 4-5 107-116
- UCHOA M A 2012 Fruit Flies (Diptera Tephritoidea) Biology Host Plants Natural Enemies and the Implications to Their Natural Control Integrated Pest Management and Pest Control Current and Future Tactics Chapter 12 271 300
- VELARDE A 1996 Morfología y fisiología del árbol frutal Tratado de arboricultura frutal Madrid España *Mundiprensa* vol 1 326 p
- VELOSO V R S PEREIRA A F RABELO L R S CAIXETA C V D & FERREIRA G A 2012 Moscas-das frutas (Diptera, Tephritidae) no Estado de Goias ocorrência e distribuição *Pesquisa Agropecuaria Tropical* 42(3) 357 367