PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Ecología de *Anastrepha fraterculus* Wiedemann (Diptera: Tephritidae), y estudios cromosómicos en poblaciones ecuatorianas.

Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Biológicas

Diego Omar Morales Viteri

Quito, 2012

Certifico que la disertación de Licenciatura en Ciencias Biológicas del candidato Diego Omar Morales Viteri ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

M. Sc. Álvaro Barragán

Director de la Disertación

Quito, 20 de Noviembre del 2012

A mi esposa Paulina

A mis hijos Esteban y Benji,

Por su amor, paciencia y sacrificio.

AGRADECIMIENTOS

Mi infinito agradecimiento al Dr. Patricio Ponce y a la Dra. Varsovia Cevallos, pues sin sus consejos, su amistad y paciencia, no hubiera sido posible la realización de este trabajo. Al M.Sc. Álvaro Barragán por su acertada dirección de esta tesis.

A los Proyectos PROMSA 1055, 105 y 106, sin cuyo financiamiento no se hubiera podido ejecutar este estudio. A todas los dueños de las fincas y cultivos, que me permitieron trabajar en ellas. Al Capitán de la F.A.E. Alex Padilla y su familia, por las facilidades prestadas en las visitas realizadas a la provincia del Guayas. Al Dr. Cheslavo Korytkowski, y al Dr Allen Norrbon, por sus sugerencias para la realización de este trabajo y por sus conocimientos impartidos en la Universidad de Panamá. Al Profesor Daniel Frías, por el envío del valioso material bibliográfico.

A mi madre, quien ha sido mi apoyo cuando me sentí derrotado y ha estado conmigo en los momentos de triunfo, y por su infinito amor. A David, Juan Pablo y Cristina mis hermanos queridos, quienes siempre me empujan hacia las cosas buenas que me presenta la vida.

A mi querida esposa Paulina quien con su sutileza, amor y comprensión, me ha impulsado para que no me quede en el camino. A mis hijos Esteban Enrique y Álvaro Benjamín, quienes más han sentido el sacrificio de este trabajo, al no poder disfrutar con ellos de todo el tiempo que se merecen.

A mi ñaña Tere por su inmenso amor y comprensión.

A todos aquellos que de una u otra forma estuvieron vinculados con el Laboratorio de Entomología Básica y Aplicada de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, en especial al Lic. Juan Calles, por su amistad y consejos a lo largo del trabajo. A Kathy Orbe, Daniela Chevasco y Mónica Páez por su colaboración en las preparaciones cromosómicas. A todos los becarios y tesistas de los proyectos Promsa. A Luis Pinos,

compañero de viaje, gracias por su eficaz trabajo en el invernadero y por su ayuda en la elaboración de los mapas.

Un agradecimiento especial para mi gran amigo Paolo Piedrahita, por su asistencia en el trabajo de campo y por sus valiosísimos consejos en la realización de los análisis estadísticos.

Y por supuesto, a todos aquellos, quienes de una u otra manera aportaron con su grano de arena, y por ello forman parte de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS V

TABLA DE CONTENIDOS VII

LISTA DE FIGURAS X

LISTA DE TABLAS XII

LISTA DE ANEXOS XIII

1. RESUMEN 1

2. ABSTRACT 2

3. INTRODUCCIÓN 3

3.1. La Familia Tephritidae 3

3.2. El Género *Anastrepha* 3

3.3. Importancia Económica de *Anastrepha* 4

3.4. El Complejo *fraterculus* 4

3.5. Aspectos Ecológicos y Dinámica Poblacional 7

4. MATERIALES Y MÉTODOS 9

4.1. Área de Estudio 9

4.1.1. Zona 1 9

4.1.2. Zona 2 10

4.1.3. Zona 3 10

4.1.4. Zona 4 10

4.2. Recolección de frutos y crianza de moscas 11

4.3. Identificación Taxonómica 11

4.4. Preparaciones cromosómicas 12

4.5. Análisis de los datos 14
4.5.1. Calidad Hospedera 14
4.5.2. Porcentaje de Infestación 14
4.6. Análisis Estadístico 14
4.7. Datos climáticos 15
5. RESULTADOS 16
5.1 Calidad hospedera, preferencia por especie y porcentaje de infestación de *Anastrepha fraterculus* en localidades de la provincia de Pichincha o Zona 1 16
5.2. Calidad hospedera, preferencia por especie y porcentaje de infestación de *Anastrepha fraterculus* en localidades de la provincia de Tungurahua o Zona 2 18
5.3. Calidad hospedera, preferencia por especie y porcentaje de infestación de *Anastrepha fraterculus* en localidades de la Costa Ecuatoriana o Zona 3 20
5.4. Calidad hospedera, preferencia por especie y porcentaje de infestación de *Anastrepha fraterculus* en localidades de Azuay y Loja o Zona 4 21
5.5. Preferencias por hospedero de *Anastrepha fraterculus* en las 4 zonas de estudio 23
5.6. Análisis de Componentes Principales (PCA) 24
5.7. Análisis Cromosómicos 24
6. DISCUSIÓN 27
6.1. Análisis Cromosómicos 35
7. LITERATURA CITADA 39

8. FIGURAS 52

9. TABLAS 74

10. ANEXOS 89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. *Anastrepha fraterculus* 53

Figura 2. Mapa de localidades de colección 54

Figura 3. Total de individuos obtenidos de cajas de cría en las 4 zonas de estudio 55

Figura 4. Total de moscas obtenidas de cajas de cría por sexo 55

Figura 5. Peso de fruta recolectada en los tres años de estudio en las 4 zonas 56

Figura 6. Número de individuos de *A. fraterculus* obtenidos en cajas de cría en los tres años de estudio en las 4 zonas 57

Figura 7. Calidad del hospedero durante los tres años de estudio en las 4 zonas 58

Figura 8. Índice de infestación en los tres años de estudio en las 4 zonas 59

Figura 9. Disposición de las zonas de estudio en los componentes 1 y 2 en el AÑO 1 60

Figura 10. Disposición de las zonas de estudio en los componentes 1 y 2, en el AÑO 2 61

Figura 11. Disposición de las zonas de estudio en los componentes 1 y 2, en el AÑO 3 62

Figura 12. Comparación de tamaño relativo entre poblaciones de Guayllabamba y Patate *vs.* Azuay y Loja 63

Figura 13. Cariotipos haploides de *A. fraterculus* macho de Guayllabamba y Patate 64

Figura 14. Cariotipos haploides de *A. fraterculus* macho de Azuay y Loja 65

Figura 15. Bandeo C de poblaciones de Guayllabamba y Loja 66

Figura 16. Variación de moscas nacidas en cajas de cría *vs.* número de frutos recolectados en los tres años de estudio en la Zona 1 67

Figura 17. Variación de moscas nacidas en cajas de cría *vs.* número de frutos recolectados en los tres años de estudio en la Zona 2 68

Figura 18. Variación de moscas nacidas en cajas de cría *vs.* número de frutos recolectados en los tres años de estudio en la Zona 3 69

Figura 19. Variación de moscas nacidas en cajas de cría *vs.* número de frutos recolectados en los tres años de estudio en la Zona 4 70

Figura 20. Disponibilidad de *Psidium guajaba* durante los tres años de estudio en las 4 zonas de estudio 71

Figura 21. Disponibilidad de *Annona cherimola* durante los tres años de estudio en las zonas donde estuvo presente 72

Figura 22. Disponibilidad de *Prunus persica* durante los tres años de estudio en las zonas donde estuvo presente 73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de frutas recolectadas y moscas nacidas, en las 4 zonas de estudio durante los 3 años 75

Tabla 2. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 1 año 1 83

Tabla 3. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 1 año 2 83

Tabla 4. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 1 año 3 84

Tabla 5. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 2 año 1 85

Tabla 6. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 2 año 2 85

Tabla 7. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 2 año 3 86

Tabla 8. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 3 año 1 86

Tabla 9. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 3 año 2 86

Tabla 10. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 3 año 3 87

Tabla 11. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 4 año 1 87

Tabla 12. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 4 año 2 88

Tabla 13. Proporción de sexos por hospedero en la Zona 4 año 3 88

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Puntos de colección en la Zona 1 90

ANEXO 2. Puntos de colección en la Zona 2 91

ANEXO 3. Puntos de colección en la Zona 3 92

ANEXO 4. Puntos de colección en la Zona 4 93

1. RESUMEN

Se recolectaron 1 820 Kg. de frutos de distintos cultivos frutales, para determinar los hospederos de *Anastrepha fraterculus* en varias localidades, en diferentes provincias de la sierra y la costa ecuatoriana, para lo cual se las agrupó en cuatro zonas. Las localidades de la Zona Centro Norte corresponden a la provincia de Pichincha, las de la Zona Centro Sur a la provincia del Tungurahua, las de la Zona Costera corresponden a las provincias de Esmeraldas, Guayas, Manabí y el Oro, y las localidades de la Zona Sur, pertenecen a las provincias de Loja y Azuay.

La colección de la fruta se la realizó entre mayo del 2000 y abril del 2003, por lo que el estudio se dividió en tres años. En este periodo se realizó el análisis de la calidad hospedera, el índice de infestación y la disponibilidad de la fruta en las cuatro zonas. También se realizó el Análisis de Componentes Principales (PCA) entre las cuatro zonas en cada año, el cual indica la relación entre zonas y plantas hospederas. Adicionalmente se hizo el estudio cromosómico de individuos de *Anastrepha fraterculus* obtenidos de chirimoya y durazno, en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja.

2. ABSTRACT

A total of 1 820 kg of distinct fruits were collected to determine the host plants of *Anastrepha fraterculus* in 108 locations in eight provinces in the highlands and coast that were grouped in four different zones. The locations of the north central zone corresponded to the province of Pichincha. The south central zone corresponded to the province of Tungurahua. The costal regions corresponded to the provinces of Esmeraldas, Guayas, Manabí and El Oro, and the locations of the south zone corresponded to the provinces of Loja and Azuay.

The fruit was collected between May of 2000 and April of 2003 divided in three years of study. Host quality, index infestation and the availability of the fruits in the four zones were analyzed for these periods. The analysis of the main components, between the last four zones was performed in each year, which indicates the relationship between zones and the different host plants. Additionally the study of individual chromosomes was made from individuals obtained from chirimoya and peach in the provinces of Pichincha, Tungurahua, Azuay and Loja.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. LA FAMILIA TEPHRITIDAE

Los tefrítidos, denominados moscas de las frutas, son los mayores causantes de daños en plantas cultivadas, en las diferentes regiones del mundo (Frias, 1992).

La familia consta de 4 000 especies y 500 géneros, constituyéndose en una de las familias más grandes del orden Diptera (White y Harris, 1992). Los ciclos vitales de estas especies se desarrollan en plantas de diferentes familias de angiospermas. Las hembras ovipositan en los frutos, semillas o tallos, provocando que las larvas causen daños de consideración en los cultivos (Fletcher, 1989).

Para el Ecuador, Lobos (1999) reportó 25 especies del género *Anastrepha*.

3.2. EL GÉNERO *Anastrepha*

El género *Anastrepha* (Schiner) es el más grande y de mayor importancia económica de los tefrítidos en las Américas. El género incluye a especies plaga como *A. ludens*, la mosca mexicana, *A. suspensa* la mosca del caribe y *A. fraterculus* la mosca sudamericana (Aluja y Norrbon, 2000). Las especies de *Anastrepha* tienen como límites máximos de distribución al norte Estados Unidos, y al sur se la encuentra en la zona norte de Argentina; está ausente en Chile. Acorde a esta distribución y sus fuertes preferencias por las regiones tropicales y subtropicales, el género presenta un patrón de dispersión neotropical típico, por lo que su mayor diversidad se presenta en Sudamérica (Hernández-Ortíz y Aluja, 1993). Hasta la fecha se han descrito 190 especies dentro del género, y hay muchas más por describir (Korytkowski, 2003).

3.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE *Anastrepha*

Los daños provocados por moscas de la fruta en Latinoamérica se calculan en un 25%. Esta cifra puede variar dependiendo de la especie y de los hospederos, sin embargo, en áreas tropicales se puede llegar al 80% de infestación de hospederos a finales de la época de cosecha (Enkerlin *et al*., 1989).

El Ecuador es un país con un alto potencial de producción y exportación de fruta fresca y vegetales, sin embargo, no existen estudios que evalúen los impactos económicos de las moscas de las frutas.

Tigrero (2009) reporta 32 hospederos vegetales en el país, incluidas las islas Galápagos.

3.4. EL COMPLEJO *fraterculus*

Los complejos de especies consisten en formas íntimamente relacionadas, estas no se pueden separar utilizando los métodos tradicionales de clasificación de especies (Aluja y Norrbon, 2000).

Se han reportado complejos de especies en varios grupos de tefrítidos, por ejemplo: *Bactrocera dorsalis* (McPheron, 2000), *Blepharonura* spp. (Condon y Steck, 1997), *Rhagoletis pomonella* (Bush, 1966; en McPheron, 2000), *Euaresta* spp. (Berlocher, 1884b; en McPheron 2000), *Aciurina* spp. (Dodson y George, 1986; en McPheron, 2000) y *Anastrepha pallidipennis* (Norrbon, 1997).

La taxonomía de *Anastrepha* está basada en los estudios morfológicos, como patrones alares y caracteres de la genitalia de la hembra. Muchas de las especies conocidas son morfológicamente similares (crípticas), y esto representa un problema común para la identificación (Steck, 1999).

Anastrepha fraterculus (figura 1) comprende un complejo de poblaciones con una alta variabilidad, la misma que puede ser interpretada en algunos casos como intraespecífica (Solferini y Morgante, 1987; Nascimento, 2000; Selivon *et al*., 2001), o interespecífica (Steck, 1991; Steck y Shepard, 1993; Bush, 1962 en Morgante *et al*., 1980). Sin embargo, también hay reportes que no derivan en conclusiones taxonómicas (Alberti *et al*., 1999; Morgante *et al*., 1980; Selivon, 1996; Alberti *et al*., 2001; Vera *et al*., 2001).

Los estudios citogenéticos utilizados para la identificación de especies dentro del complejo son relativamente nuevos. Morgante *et al*. (1980), estudiaron el patrón de variación genética en Brasil, y reportan la presencia de cuatro grupos basándose en las diferencias genéticas. Los trabajos en citogenética realizados por Bush (1962; en Morgante *et al*., 1980), entre poblaciones mexicanas y brasileñas también muestran la presencia de especies crípticas.

En el Brasil se estableció la presencia de cuatro diferentes cariotipos para el complejo *fraterculus* (Solferini y Morgante, 1987).

También se han realizado estudios con izoenzimas entre poblaciones del noreste de Brasil, la región costera de Venezuela, Costa Rica y México, que muestran poblaciones de *Anastrepha fraterculus* muy similares; mientras que las poblaciones del sur de Brasil, los Andes venezolanos y del Perú son genéticamente distintas del primer grupo (Steck, 1991). Esta variabilidad se hizo evidente entre las poblaciones de Venezuela y Brasil, cuando se analizó el ADN mitocondrial.

Debido a esta alta variabilidad genética del complejo, se presentan variaciones morfológicas, lo que representa uno de los más difíciles problemas para la clasificación taxonómica. Es por esto que se hace necesario un estudio multidisciplinario para asignar el status taxonómico de *Anastrepha fraterculus*, en el Ecuador.

En las poblaciones de Brasil se determinó la presencia de dos grupos claramente diferenciables, al realizar análisis de isoenzimas, morfométricos y cromosómicos (Selivon, 1996). Nascimento (2000), incluso afirma que estos grupos representarían diferentes "unidades evolutivas", al observar dimorfismo sexual en el tamaño de las alas del grupo 2, que no estuvo presente en el grupo 1. También se han observado diferencias embriológicas entre estos dos grupos (Selivon y Perondini, 1997), así como diferencias en tamaño de huevos (Selivon *et al*., 1997).

Así mismo, se han realizado análisis en las poblaciones brasileñas, utilizando ADN altamente repetitivo de un fragmento de 4,2 kb del grupo 2, estableciendo que este fragmento también está presente en el grupo 1 pero con menor número de copias (Suesdek y Selivon, 2001).

Estudios posteriores demostraron diferencias en el patrón de coloración de mesonoto, alas, cromosomas y tamaño de huevos.

Alberti *et al*. (2001), encontraron similaridad genética entre poblaciones del sur de Brasil y Argentina, sugiriendo que no existe la suficiente similaridad para ser consideradas una sola especie biológica.

En el Ecuador el estudio de Chevasco (2003), basado en análisis aplicados a la morfometría de la genitalia de machos y hembras, en cinco poblaciones, revelaron la presencia de al menos dos grupos distintos dentro del complejo.

La correcta identificación de las especies dentro de este complejo, es un paso previo para la aplicación de un adecuado plan de manejo y control de esta especie, y es una herramienta vital para la aplicación de control biológico.

3.5. ASPECTOS ECOLÓGICOS Y DINÁMICA POBLACIONAL

Anastrepha fraterculus fue descrita en el género *Dacus* por Wiedemann (1830), basado en especímenes de Brasil. La importancia económica de esta especie radica en la gran variedad de plantas que utiliza como hospederos y en su amplia distribución.

El ciclo típico de desarrollo de esta mosca comienza cuando la hembra adulta inserta huevos en la superficie de sus hospederos. Las larvas mudan dos veces mientras se alimentan y crecen dentro de la fruta. Cuando se completa el tercer estadio, la larva se endurece para formar un pupario, siendo este un estadio inactivo. La pupación usualmente toma lugar en el suelo. Después de algunos días o semanas emerge el adulto, se dan los encuentros sexuales y se presenta un nuevo ciclo (Christenson y Foote, 1960).

Las hembras de esta especie muestran una actividad intensa de oviposición en diferentes frutos hospederos, que pueden medir desde 15 milímetros de diámetro, sin embargo, en este estado el fruto no sirve como huésped, y por lo tanto se produce el 99% de mortalidad en huevos o larvas del primer estadio (Sugayama *et al*. 1997).

Se ha observado que el uso de insecticidas ayuda a mantener bajas las poblaciones de *A. fraterculus*, afectando su desarrollo en la fruta, sin embargo los insecticidas no previenen la oviposición de las hembras en el fruto ni el desarrollo de los estadios tempranos, por lo que no se puede evitar la formación de galerías en los mismos (Kovaleski, 2000).

La dinámica poblacional es el resultado de las interacciones entre las condiciones ambientales, las características de su historia natural y del movimiento de las poblaciones (Huffaker *et al*., 1984; en Celodonio-Hurtado *et al*., 1995). Existen varios factores que contribuyen a la fluctuación poblacional, siendo los climáticos los más importantes en la dinámica de las poblaciones de tefrítidos. La humedad relativa es un factor determinante

en la abundancia de algunas especies (Bateman, 1972). El agua y la temperatura, también son factores determinantes en la regulación del tamaño de las poblaciones, así demasiada o muy poca agua provoca la muerte de adultos e inmaduros. La temperatura, en cambio, afectará las tasas de desarrollo, mortalidad y fecundidad de las moscas (Aluja, 1994).

La mayor parte de estudios de dinámica poblacional se han realizado utilizando trampas McPhail o modificaciones de esta con atrayentes alimenticios, y se relacionaron las fluctuaciones poblacionales con factores ambientales como temperatura, humedad relativa y precipitación.

Por estos antecedentes se hace necesario determinar la dinámica poblacional de *Anastrepha fraterculus* en el Ecuador, así como también, definir si las poblaciones ecuatorianas de esta mosca constituyen una especie homogénea o heterogénea.

Así mismo, es necesario establecer si las poblaciones estudiadas constituyen una especie única o, como en otras regiones del continente, conforman un complejo de especies.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

Para la elaboración de este trabajo se recolectaron frutos de árbol y de suelo en 108 localidades en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Esmeraldas, Guayas, Manabí, El Oro, Loja y Azuay. Estas localidades se agruparon en 4 zonas (Figura 2) tomando en cuenta la altura, el tipo de zona biogeográfica y que existan barreras naturales que se esperaría impidan la fluctuación poblacional de *Anastrepha fraterculus* en las poblaciones naturales.

Las colectas fueron realizadas en su mayoría en fincas dedicadas a la producción frutícola. Sin embargo, en muchos de los sitios visitados, la agricultura se encuentra restringida a terrenos con poca extensión. Muchas de las fincas son de producción mixta, ya que comparten el terreno con cultivos vegetales.

Las localidades visitadas se describen a continuación.

4.1.1. ZONA 1

En esta zona se encuentran las localidades de la provincia de Pichincha, ubicada en el centro norte del país: Alchipichí, Tumbaco, Guayllabamba, Mitad del Mundo, La Florencia, Achilobuela, Alobuela, Perucho, Las Palmas, Puma Sacha, San Juan de Puerto Quito, La Célica. La fruta se recolectó en las localidades ubicadas desde los 1 280 a los 2 649 msnm. Todas presentan temperatura promedio anual entre 18°C y 23°C y precipitación entre 5.3 y 113 milímetros.

4.1.2. ZONA 2

En esta zona, entre los 2 245 y 2548 msnm, se encuentran las localidades ubicadas en el valle de Patate, provincia de Tungurahua, en el centro del país. Se trata de un valle templado interandino localizado en la zona de vida de Matorral Seco Montano (Sierra, 1999).

Presentan un promedio de temperatura anual entre 18°C y 22°C y un promedio de precipitación superior a los 360 mm pero inferior a los 600 milímetros.

4.1.3. ZONA 3

En esta zona se agruparon a las localidades ubicadas en las provincias de la costa ecuatoriana: Esmeraldas, Guayas, Manabí y el Oro, en un gradiente altitudinal desde los 0 a los 800 msnm. Corresponden a las regiones Subhúmedo Tropical, Seco Sub-Tropical, Húmedo Tropical, respectivamente. Todas presentan una fluctuación de temperatura anual entre 23°C y 26 °C, y precipitación entre 1 500 y 3 000 milímetros.

4.1.4. ZONA 4

En esta zona se encuentran las localidades de dos provincias ubicadas al sur del país, estas son Loja y Azuay. Los sitios de colecta de fruta se encuentran desde los 1 347 a los 2 759 msnm. Las localidades corresponden a la Región Muy Seco Sub-Tropical y Región Seco Temperado. La primera se caracteriza por una temperatura media anual que varía entre 18°C y 22°C. Con un promedio de precipitación anual entre 200 y 500 milímetros. El número de meses ecológicamente secos varía entre 8 y 10.

La Región Seco Temperado presenta una media de temperatura anual de 12°C a 18°C y, una precipitación superior a los 200 mm pero inferior a los 500 milímetros. El número de meses ecológicamente secos varía entre 3, 4 y 5.

4.2. RECOLECCIÓN DE FRUTOS Y CRIANZA DE MOSCAS

Para la obtención de los especímenes de *Anastrepha fraterculus*, se colectaron hospederos frutales, encontrado tanto en el árbol como en el suelo. Este trabajo se lo realizó desde mayo del 2000 hasta abril del 2003 de forma continua y se lo dividió en tres periodos de 12 meses cada uno.

Los frutos recolectados en el campo fueron llevados al invernadero de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, donde se pesaron con una balanza mecánica Welch, se registró el número de frutos, y se colocaron en contenedores plásticos con tapas de tela fina para evitar el ingreso de moscas drosófilas. En la base de los contenedores se colocó 3 cm de tierra esterilizada para la pupación de las larvas. Estas cajas de cría se mantuvieron por un periodo de dos meses hasta que emergieron las moscas, ya que pasado este periodo no se observaron más eclosiones.

El invernadero se mantuvo con un promedio de 45% de humedad relativa, registrando una variación entre 29.3% y 61.8%, y una temperatura promedio de 18.5°C, que fluctuó entre 11.8 ºC y 25.2 ºC.

Los individuos nacidos se extrajeron diariamente con un aspirador manual; se separaron y contaron los especímenes machos y hembras de *Anastrepha fraterculus*.

4.3. IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

La identificación de las moscas se realizó utilizando las claves de Stone (1942), Steykal (1977), White y Elson Harris (1992) y Korytkowski (2003). En los machos se tomó en cuenta la pigmentación del subscutellum y mediotergito, y en las hembras se utilizó el largo del séptimo segmento abdominal y del ápice del aculeus. Para distinguir estas características se utilizó un estereomicroscopio Zeiss modelo Stemi 1000.

Algunos de los especímenes fueron identificados por el Dr. Cheslavo Korytkowski, profesor de la Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá.

Las moscas se encuentran preservadas en alcohol al 70% en frascos plásticos y de vidrio, y un pequeño porcentaje se mantiene montado en alfileres entomológicos depositados en el museo QCAZ de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

4.4. PREPARACIONES CROMOSÓMICAS

Los individuos adultos de *Anastrepha fraterculus* fueron obtenidos de fruta recolectada en 4 provincias de la sierra ecuatoriana: Guayllabamba (78º20'5"N; 00º03'18"E, Provincia de Pichincha), Patate (78º32'46"N; 01º19'40"E, Provincia de Tungurahua), varias localidades de las estribaciones sur orientales de las provincias de Azuay (78°46'30"N; 02º53'15"E) y Loja (79°23'05"N; 04º09'48"E) (Figura 2).

Los especímenes estudiados de las diferentes localidades provinieron de diferentes hospederos (Tabla 1). En Guayllabamba y Patate se recolectó la fruta en casi todos los meses del año calendario, excepto en febrero, junio y julio del 2001 y 2002. En las localidades de Azuay y Loja la fruta se recolectó durante los meses de enero, marzo, junio y agosto del 2001 y 2002.

Para las preparaciones cromosómicas se disectaron individuos colectados después de aproximadamente 12 horas de emerger de pupa, pero se esperó el desarrollo completo de sus alas, lo que incluyó la completa pigmentación de las mismas para evitar errores en la clasificación taxonómica. La técnica que se utilizó fue la siguiente:

a) Se disectaron los individuos hembras y machos de *A. fraterculus*, y se aislaron sus gónadas en solución salina (0.7M NaCl).
b) Este tejido se trasladó a placas excavadas y fue disgregado en 300 microlitros de una solución 2:1 de ácido acético y agua destilada.

c) Esta preparación se trasladó a placas portaobjetos haciendo gotear con pipetas pasteur y fueron secadas en una plancheta caliente.
d) Se esperó 5 segundos y se añadió una gota de solución fijadora (3:1 metanol – ácido acético), que se mantuvo en refrigeración a – 10°C.
e) Se esperó a que se seque la placa y se rotuló.
f) Finalmente se almacenaron para la tinción con Bandeo C.

Para el bandeo C se utilizó la técnica descrita por Canovai *et al* (1994), como se describe a continuación.

a) Se sumergieron las placas en una solución 0.2N HCl, a temperatura ambiente durante 10 minutos.
b) Se lavaron las placas en agua destilada y se trasladaron a una solución saturada de hidróxido de Bario a 50°C por 2 minutos.
c) Se hicieron cuatro lavados en agua destilada y un quinto lavado en agua ácida (agua destilada con unas gotas de ácido acético).
d) Se transfirieron las placas a solución salina 2x (0.3M NaCl; 0.03M trisodio fosfato), a 60°C por 30 minutos.
e) Se lavaron las placas con abundante agua destilada.
f) Para la tinción se utilizó buffer Giemsa al 5%, pH 7, por 46 minutos.

Se obtuvo las mejores metafases y se fotografiaron en un microscopio Axioskop Zeiss, con lente de inmersión de 100x y de 63x con lente optobar de 1.6x.

Para la identificación y clasificación de los cromosomas se utilizó la nomenclatura de Levan *et al*. (1964).

Se realizaron preparaciones cromosómicas de 400 individuos, en total, de todas las localidades y se contabilizaron 514 metafases, de las cuales se escogieron 10 cariotipos.

4.5. ANÁLISIS DE LOS DATOS

4.5.1. CALIDAD HOSPEDERA

Se denomina calidad hospedera a la capacidad de un hospedero para el desarrollo de una especie, la misma que se reflejará en la cantidad de moscas que se pueden obtener de un kilogramo de fruta. Para calcular el índice de moscas por kilo de fruta se divide el total de moscas nacidas de un hospedero para el peso total en kilogramos del mismo.

4.5.2. PORCENTAJE DE INFESTACIÓN

El porcentaje de infestación se lo calculó multiplicando el número de frutos, de los cuales nació al menos una mosca, por 100 y dividido para el número total de frutos colectados en una zona y un periodo, el resultado se expresa en porcentaje, considerando el total de fruta recolectada.

4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Primero se realizaron gráficos de los datos donde se pudo observar que éstos no se ajustaban a la normal, razón por la cual fue necesario realizar análisis multivariados.

Se efectuó Análisis de Componentes Principales (PCA), lo que nos permitió observar el grado de importancia en términos de contribución de las variables a la variancia total. La interpretación de este análisis es mayormente gráfico.

Para estos análisis se realizaron matrices en las que constaron: las Zonas vs. Hospederos en el primero, segundo y tercer año.

Para el análisis de las matrices se obtuvo el valor de R, que es un índice geométrico que nos permite observar la relación de la diversidad de frutos de las cuatro zonas en estudio, con la variación del número de nacimientos. Este valor se obtuvo al multiplicar el

número de hospederos recolectados en una región, por el número de moscas nacidas en la misma región.

4.7 DATOS CLIMÁTICOS

No se pudo contar con datos de temperatura y precipitación para los sitios estudiados, debido a que el Instituto Nacional de Metereología e Hidrología (INAMHI), no contaba con estaciones cercanas a nuestros puntos de recolección, o éstas se encontraban fuera de funcionamento. Solo pudimos contar con datos de la estación “La Victoria” en Guayllabamba.

5. RESULTADOS

Durante los tres años de trabajo se recolectaron 1 820 kilogramos de fruta, la misma que fue mantenida en 2 893 cajas de cría, de las cuales se obtuvo un total de 41 587 moscas; 20 767 individuos machos y 20 820 hembras (Fig. 3 y Fig. 4).

La fruta correspondió a 31 089 frutos de 22 especies: *Eugenia stipitata* (Myrtaceae) arazá; *Annona cherimola* Miller (Anonaceae), chirimoya; *Annona glabra* L. (Annonaceae) chirimoya de la zona costera; *Spondias rubra* (purpurea) (Anacardiaceae), ciruelo; *Prunus domestica* L. (Rosaceae), claudia; *Prunus persica* (Stokes et Zuccarini) (Rosaceae), durazno; *Punica granatum* L. (Rosaceae), granada, *Phyllantus acidus* (L.) Skeels (Euphorbiaceae) grosella china; *Inga* sp. (Fabaceae), guaba; *Annona muricata* L. (Annonaceae), guanábana; *Psidium guajava* L. (Myrtaceae), guayaba; *Citrus* sp. (Rutaceae), limón; *Citrus reticulata* (Rutaceae), mandarina; *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), mango; *Malus domestica* Borkh, manzana; *Rubrus glaucus* (Rosaceae), mora; *Citrus paradisi* (Rutaceae), naranja; *Eriobotrya japónica* (Thunb.) Lind. (Rosaceae), níspero; *Syzygium malaccesense* (L.) Merr. & L. M. Perry (Myrtaceae), pera; *Eugenia jambos* L. (Myrtaceae), pomarrosa; *Juglans neotropica* Diles (Juglandaceae), tocte y *Citrus grandis* Hassk (Rutaceae), toronja. Todos los frutos recolectados corresponden a especies introducidas a excepción de la chirimoya, la guayaba y el tocte, que son especies nativas.

5.1. CALIDAD HOSPEDERA, PREFERENCIA POR ESPECIE Y PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE *Anastrepha fraterculus* EN LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA O ZONA 1

Durante los 3 años de estudio se registraron un total de 21 913 moscas nacidas. Siendo 10 967 nacimientos de individuos machos y 10 946 de hembras.

Se recolectaron 15 diferentes tipos de frutos, durante los tres años, siendo la chirimoya y la guayaba, los de mayor peso de recolección (Figura 5). Sin embargo, solamente se registraron como hospederos de *A. fraterculus*, a 11 especies de frutas, estas son: claudia, chirimoya, granada, guaba, guayaba, mandarina, mora, naranja, níspero, tocte y toronja, siendo la chirimoya y la guayaba, los hospederos en los que se registró el mayor número de nacimientos de moscas (Figura 6).

El valor más alto de calidad hospedera (Número de moscas nacidas / Kg. de fruta recolectada), se registró en la claudia (216.5), esto a pesar de no ser el fruto que más se recolectó durante el segundo año. La chirimoya, presentó el segundo mejor valor de calidad hospedera (88.3), igualmente durante el segundo periodo. La guaba se presentó con el tercer mejor valor durante el primer periodo (73.1). Le siguió la guayaba (65.9) en el segundo periodo, la mora (60) durante el tercer año, el níspero (52) en el segundo año, tocte (23.9) en el primer año, la granada (21.7) en el segundo año, la toronja (6.3) en el primer año, la mandarina (1.4) en el año 2, y la naranja (1.1) en el año 3 (Figura 7).

El porcentaje de infestación más alto fue para la guayaba en los tres años de recolección de fruta, con el 37.1%, 39.8%, y 35.2% en el año1, 2 y 3 respectivamente. El níspero registró el 37.8% en el tercer año. La chirimoya también mostró valores altos durante los tres años, así, 21.8% en el primer año, 15.2% en el segundo año, y 13% en el tercer año.

La guaba es el siguiente hospedero en cuanto a porcentaje de infestación, con 14.7%, 13%, y 1.9% en cada uno de los años de este trabajo. El tocte registró 8.7% en el primer año, la naranja 6.1% en este mismo periodo, la toronja 3.1% en el segundo año, la mora 1.6% en el tercer año, la mandarina 0.8% en el segundo año, la claudia 0.4% y la granada 0.1% los dos hospederos en el segundo año (Fig. 9).

La proporción de sexos, machos : hembras, de *Anastrepha fraterculus* fue de 1:1 en todos los hospederos a excepción del tocte, en el que se registró una proporción de 1:1,3, durante el primer año (tabla 2).

En el segundo periodo, solamente la guayaba y la chirimoya mostraron una proporción de 1:1, mientras se observó una relación de 1:0.8 en la claudia; 1:0.6 en la naranja y la granada; 1:0.5 en la toronja; 1.3:1 en el níspero, y; 1.2:1 en la guaba (tabla 3).

En el tercer periodo, la chirimoya registró nuevamente una proporción de 1:1. La guayaba, guaba, mora y níspero presentaron una relación de 1:0.9. El tocte 2:1; la naranja 1.83:1, y; la mandarina 1.33:1 (tabla 4).

5.2. CALIDAD HOSPEDERA, PREFERENCIA POR ESPECIE Y PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE *Anastrepha fraterculus* EN LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA O ZONA 2

En estas localidades se registraron 7 438 nacimientos de moscas, de las cuales 3 609 corresponden a individuos machos, mientras que 3 829 corresponden a hembras, de un total de 163.1 kg de fruta recolectada, pertenecientes a frutos de chirimoya, claudia, durazno, guaba, guayaba, limón, mandarina, naranja, níspero, tocte, y toronja.

De estos 11 diferentes tipos de frutos, la chirimoya y la guayaba presentaron los mayores pesos de recolección (Figura 5). Se registraron como hospederos de *A. fraterculus*: chirimoya, claudia, durazno, guaba, limón, mandarina, níspero, tocte y toronja. La chirimoya y la guayaba fueron los hospederos en los que mayor número de nacimientos se registraron, mientras que la claudia, limón, mandarina y toronja, apenas registraron 1 mosca nacida (Figura 6).

El valor más alto de calidad hospedera, se registró en el tocte, con un valor de 446.2 moscas nacidas / Kg. de fruta recolectada, durante el primer año. El durazno, presentó el

segundo mejor valor de calidad hospedera (89.9), igualmente durante el primer periodo. La guayaba, se presentó con el tercer mejor valor durante el tercer periodo (81.8). Le siguió el níspero (61.7) en el segundo año, la chirimoya con 60.6, en el segundo periodo, y 54.5 en el primer periodo. La guaba (16.4) durante el segundo año, la toronja (2.3) en el segundo año, la mandarina (1.3) en el primer año, la claudia (0.9) en el año 3, y el limón (0.3) en el año 3 (Figura 7).

El porcentaje de infestación más alto fue para la guayaba en los tres años de recolección de fruta, con el 37.9%, 63.5%, y 81.8% en el año1, 2 y 3 respectivamente. El durazno registró el 27.8%, 4.7% y 29.8%. La chirimoya también mostró valores altos durante los tres años, así, 27.4% en el primer año, 13.3% en el segundo año, y 13% en el tercer año.

El tocte es el siguiente hospedero en cuanto a porcentaje de infestación, con 3.5% en el segundo periodo y 0.2% en el primero. La mandarina registró 2.9% de índice de infestación en el primer año, la guaba 2.4% en el segundo año, el níspero 1.5% en el segundo periodo, la claudia 0.9% en el tercer año, el limón y la toronja registraron el 0.3% en el tercero y segundo periodo respectivamente (Figura 8).

La chirimoya, durazno y guayaba, presentaron una proporción de sexos, machos hembras, de 1:1. El tocte 1:0.8, y la mandarina una proporción 1:0, como se observa en la tabla 5, durante el primer año.

Durante el segundo periodo, el durazno y la guayaba, presentaron una proporción de sexos, machos : hembras de 1:1, la chirimoya 1:0.88, el tocte 1:0.66 y guaba 1:0.22. El níspero 4:1, y la toronja 0:1 (Tabla 6).

En el tercer año de trabajo, la chirimoya presentó una proporción de sexos, machos : hembras de 1:1. En el limón solo se registró un nacimiento de un macho y ninguna

hembra, mientras que en la claudia solo se registró una hembra y ningún macho. La proporción de sexos en el durazno fue de 1:0.8 y en la guayaba fue de 1:0.9. (Tabla 7).

5.3. CALIDAD HOSPEDERA, PREFERENCIA POR ESPECIE Y PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE *Anastrepha fraterculus* EN LOCALIDADES DE LA COSTA ECUATORIANA O ZONA 3

De un total de 593.80 kilogramos de fruta colectada en esta zona, correspondientes a 15 diferentes especies de frutas, se registraron 2 167 nacimientos, que corresponden a 1 106 individuos machos y 1 061 hembras.

En estas localidades se registraron 8 especies hospederas de *A. fraterculus*: arazá (*Eugenia stipitata*); ciruelo (*Spondias rubra*); guaba; guayaba; mango; pera (*Syzygium malaccesense*); pomarrosa (*Eugenia jambos*); y toronja; siendo el mango, la toronja y la guayaba, los que presentaron mayores pesos de recolección (Figura 5). La guayaba y el mango fueron los hospederos en los que mayor número de nacimientos se registraron (Figura 6).

En cuanto al valor de la calidad hospedera (moscas nacidas / Kg. de fruta recolectada), el valor más alto se registró en la guaba (754), durante el primer año. La pomarrosa presentó el segundo mejor valor de calidad hospedera (34.3) durante el tercer año. La guayaba se presentó con el tercer mejor valor durante el tercer periodo (14.9). Le siguió el mango (7.6), igualmente en el tercer año. El arazá registró 7.2 en el tercer periodo. El ciruelo 6.6, en el segundo año y 3.7 en el tercer año, y finalmente, la toronja registró un valor de 0.2 en el tercer año (Figura 7).

La guayaba registró los valores de porcentaje de infestación más altos en esta zona, así: 40% en el primer año, 36.7% en el segundo, y 3.1% en el tercero. El mango también presentó valores altos: 29.5% el primer periodo, 28.8% en el segundo, y 7.6% en el tercer

periodo. En la pomarrosa se registró el 34.3%, durante el tercer periodo. En el arazá se registró el 7.2% de índice de infestación, en el tercer año. En el ciruelo, se observó 6.8% en el segundo año, y 0.7% en el tercero. La pera 3.7% en el tercer año, la guaba 1% el primer periodo y 0.1% el tercero, y la toronja 0.2% en el tercer año (Figura 8).

La proporción de sexos de *Anastrepha fraterculus*, machos : hembras, de los nacimientos registrados en las localidades de esta zona, fue de 1:0.78 en la guaba, 1:0.7 en la guayaba y 1:0.5 en el mango, durante el primer periodo (Tabla 8).

Durante el segundo periodo, la proporción de sexos (machos : hembras) en esta zona se observó de la siguiente manera: 1:1 para el mango, 1:0.75 para la guayaba y 1.12:1 para el ciruelo (Tabla 9).

Finalmente, durante el tercer año de este trabajo, se observó una relación 1:1, de la proporción machos : hembras, en el arazá y la guayaba. En la toronja se encontró una relación 1.7:1, en la pera 1.6:1, en el ciruelo 1.3:1, en el mango 1.1:1, y en la guaba 2:1. (Tabla 10).

5.4. CALIDAD HOSPEDERA, PREFERENCIA POR ESPECIE Y PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE *Anastrepha fraterculus* EN LOCALIDADES DE LAS PROVINCIAS DE AZUAY Y LOJA O ZONA 4

En esta zona se recolectaron 389.90 kilogramos de fruta, correspondientes a 17 tipos de frutas, con un total de moscas obtenidas de 10 069, que correspondieron a 5 085 machos y 4 984 hembras.

En estas localidades ubicadas al sur del país, la chirimoya, guayaba y tocte, fueron los frutos que mayor peso de recolección registraron (Figura 5). Doce de estos frutos se identificaron como hospederos de *A. Fraterculus,* así: la chirimoya, ciruelo, claudia,

durazno, guaba, guayaba, mango, manzana, níspero, pomarrosa, tocte y toronja. Siendo los hospederos de la chirimoya y la guayaba, los frutos que mayor número de nacimientos presentaron (Figura 6).

El valor más alto de moscas nacidas por kilogramo de fruta recolectada (calidad hospedera), se registró en el durazno con una media de 62, siendo el segundo año en el que muestra el mayor valor de calidad hospedera. Le sigue la guaba con un valor de 56, el níspero con 51.9, mostrando el valor más alto en el primer año. El ciruelo registró un valor de 45.9 moscas por kilo de fruta, siendo el segundo año el periodo con el valor más alto. La guayaba registró una media de calidad hospedera de 42.1, encontrándose en el tercer año, el valor más alto. La pomarrosa registró en el segundo periodo su valor más alto y presentó una media de calidad hospedera de 38.4. En la manzana se encontró un valor de 24.6, en la chirimoya 22.7, en el tocte 10.8, en el mango 9.1, en la claudia 4.1, y en la toronja 3.2 (Figura 7).

La guayaba presentó los valores más altos de índice de infestación durante los tres años del muestreo: 6.1%, 36.7%, y 58.5%, respectivamente. Igualmente, en el níspero se apreciaron altos porcentajes de índice de infestación: 16.1%, 20.4%, y 34.8% en el año 1, 2 y 3, respectivamente. El tercer valor más alto le correspondió al durazno con: 30.2%, 6.2%, y 25.1% en cada uno de los años de trabajo. La chirimoya se encuentra en el cuarto lugar de índice de infestación con: 7.4%, 11.2% y 17.2 %. El tocte registró 10.8% solamente en el tercer periodo. La pomarrosa presenta una media de 7.9%, la manzana 7.3%, la claudia 4.1%, la toronja 1.4%, el ciruelo 1.3%, el mango 1.1%, y la guaba el 1% (Figura 8).

Durante el primer periodo, la chirimoya, durazno y guayaba, presentaron una proporción de sexos, machos : hembras, de 1:1. El tocte 1:0.8, y la mandarina una proporción 1:0, como se observa en la tabla 11.

La proporción de sexos de *Anastrepha fraterculus* (machos : hembras), en el segundo año, nos mostró una relación 1:1 en la chirimoya, ciruelo y guayaba. El durazno, la guaba, manzana, níspero y pomarrosa, 1:0.9, y el mango 1:0.77. (Tabla 12).

La proporción de sexos, machos : hembras, en el tercer periodo, en las localidades de las provincias del sur del país, fue de 1:1 para la chirimoya y el ciruelo, de 1:3 para la claudia, 1:0.9 para el durazno, 1:0.8 para el mango y la pomarrosa, 1.1:1 en la guayaba y el tocte, y de 1.3:1 en el níspero. (Tabla 13).

5.5 PREFERENCIAS POR HOSPEDERO DE *Anastrepha fraterculus* EN LAS 4 ZONAS DE ESTUDIO

Durante el periodo comprendido entre mayo de 2000 y abril de 2001, se observó que la chirimoya, guayaba, durazno y níspero son los hospederos favoritos de esta especie, en la Zona 1, Zona 2 y Zona 4. En la Zona 3, durante este año, se reporta al mango y la guayaba como el hospedero favorito.

En el segundo año (mayo 2001- abril 2002), la guayaba es el hospedero favorito en las cuatro zonas estudiadas, mientras que, en la Zona 2 lo son también la chirimoya, guaba y níspero. En la Zona 1 son hospederos favoritos la chirimoya y tocte. En la Zona 3, el mango y el ciruelo son los hospederos favoritos, mientras el níspero, chirimoya, durazno, manzana y pomarrosa lo son en la Zona 4.

Hospederos secundarios son el níspero en la Zona 2, la guaba y el mango en la Zona 3; y el ciruelo y la guaba en la Zona 4.

En el periodo de mayo 2002 – abril 2003, la guayaba es nuevamente el hospedero favorito de las moscas en las cuatro zonas. En la Zona 1 también lo son la chirimoya y el níspero; en la Zona 2, chirimoya, claudia y durazno; en la Zona 3, el ciruelo, arazá, guaba, mango, pomarrosa y toronja. En la Zona 4, el durazno, chirimoya, ciruelo y tocte.

Como hospederos secundarios tenemos a la guaba, mora y naranja en la Zona 1, el limón en la 2 y frutos como el níspero y pomarrosa en la Zona 4. Hospederos terciarios son: mandarina y tocte en la Zona 1; y en la Zona 4 la claudia y el mango.

5.6. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (PCA)

Los resultados de este análisis señalan, para los tres periodos del estudio, una clara diferencia entre las cuatro zonas en las que se dividió este trabajo.

En el primer periodo, el análisis nos muestra que la cantidad de moscas nacidas de mango, níspero y pomarrosa, se encuentran mejor asociadas a la zona Sur, mientras que, la toronja guaba y chirimoya, con la zona Centro Norte (Figura 9).

En el segundo periodo observamos que la chirimoya, guayaba, toronja y níspero, se enucentran mejor asociadas con la zona Centro Norte, mientras que, el durazno, guaba y ciruelo, se asocian a la región Sur. El mango a la zona Costera y el tocte a la zona Centro Sur (Figura 10).

Durante el tercer periodo se pudo percibir un pequeño acercamiento entre la zona Centro Sur y la zona Sur. El níspero, chirimoya y guayaba están más relacionados con la zona Centro Norte. Mango, pomarrosa y ciruelo, con la zona Costera. Tocte, limón, claudia y durazno a las zonas Sur y Centro Sur (Figura 11).

5.7. ANÁLISIS CROMOSÓMICOS

Se realizaron 56 cariotipos de los individuos provenientes de la población de Guayllabamba y Patate, los que mostraron una clara similitud (Figura 13). El número cromosómico de las 239 metafases estudiadas, para estas dos poblaciones en hembras y machos fue constante 2n=12 / n=6.

El cariotipo característico presentó 5 pares autosómicos submetacéntricos. El macho es heterogamético (XY) y la hembra homogamética (XX).

Los cromosomas sexuales de las hembras mostraron dos constricciones en los brazos cortos, dificultando establecer la posición del centrómero, y consecuentemente su morfología, entre submetacéntrico y subtelocéntrico. En los machos el cromosoma Y presentó la morfología metacéntrica.

El tamaño relativo de los cromosomas de estas dos poblaciones no presentó variaciones significativas (Figura 12). Los cromosomas X fueron los que presentaron mayor tamaño relativo, mientras que, el cromosoma Y fue notable por ser el más pequeño, y en ciertas metafases se lo observó como un punto heteropicnótico.

Los resultados obtenidos del bandeo C se pueden observar en la figura 15. El cromosoma 1 mostró 2 bandas heterocromáticas en el brazo largo y una en el brazo corto; el cromosoma 2 presentó dos tenues bandas heterocromáticas en el brazo largo, una banda más conspicua próxima a la región centromérica; los cromosomas 3, 4 y 5 mostraron pequeños gránulos heteropicnóticos a lo largo de los dos brazos; y el cromosoma Y dos bandas en las regiones de los telómeros y una banda central.

Los cariotipos de las poblaciones de Loja y Azuay fueron muy homogéneos entre sí (Figura 14). El número cromosómico de las 275 metafases contadas para estas dos poblaciones fue constante 2n=12 en hembras y n=7 en machos.

Todas las metafases se obtuvieron de gónadas y las observadas en hembras fueron diploides y presentaron los típicos 5 pares de autosomas y el par sexual XX. En los machos todas las metafases observadas fueron haploides y presentaron 7 cromosomas de los cuales se identificó claramente el cromosoma Y.

Los cariotipos de las localidades de Loja y Azuay además de presentar diferencias en el número cromosómico de los machos con los machos de Guayllabamba y Patate; también presentaron diferencias en la morfología del par 1 y del cromosoma Y. El par 1 para estas poblaciones es subtelocéntrico, mientras que, el resto de autosomas presentaron una morfología submetacéntrica. El cromosoma Y es claramente submetacéntrico.

En la figura 12 se puede observar que, el tamaño relativo de los cromosomas entre los individuos provenientes de Azuay y Loja no varía de manera significativa. Al comparar el tamaño relativo con los cromosomas de Guayllabamba y Patate, se observa que éstos últimos son ligeramente más grandes que los de Loja y Azuay.

La figura 15 muestra los resultados obtenidos del bandeo C. Estos cromosomas presentaron varios gránulos heteropicnóticos intercalados con zonas eucromáticas a lo largo de los cromosomas. Distinguiéndose ligeramente en todos los cromosomas, dos bandas ubicadas una en cada región próxima a los telómeros, incluso en el cromosoma Y. Aparte de estos gránulos descritos no se observaron bandas más conspicuas.

6. DISCUSIÓN

Existen varios factores que influyen en la dinámica poblacional de las moscas de la fruta entre los que se debe mencionar los factores abióticos, la disponibilidad de sitios para la oviposición, así como la disponibilidad del alimento y el manejo que se realice en las zonas de cultivo. Todos estos datos serán la base para la implementación de un adecuado plan de manejo de estas moscas.

La única manera en la que se puede determinar con exactitud los hospederos de las moscas de las frutas, es a través de la recolección de frutos en el campo y su posterior mantenimiento en el laboratorio. Para este trabajo se recolectaron los frutos que estuvieron disponibles, los mismos que fueron recolectados directamente del árbol, algunos en estado inmaduro por la posible infestación de huevos. Sin embargo, se puso énfasis en la recolección de frutos maduros o los que se encontraron en el suelo, ya que en estos fue posible encontrar individuos de segundo y tercer estadio larvario.

Molineros *et al*. (1992), citan 25 especies de plantas como hospederos frutales de *Anastrepha fraterculus* en el Ecuador, sin embargo, en este estudio se encontraron apenas 22 hospederos en las zonas de recolección. Cabe destacar que como resultado de este trabajo, la guanábana (*Anonna muricata*) se identificó como nuevo hospedero de *Anastrepha fraterculus*.

Es importante resaltar que en el higo (*Ficus carica*), en el zapote (*Matisia cordata*), y en la cereza china (*Dovialis abyssinica*), no se registraron nacimientos de *A. frtaerculus* durante los tres años de recolección de fruta.

La guayaba fue la única fruta presente en las 4 zonas de estudio. En las localidades de la costa ecuatoriana o Zona 3, no se encontró *Annona cherimola*, sino *Annona glabra*.

El estatus de preferencia (favorito, secundario y terciario), es la contribución de la calidad hospedera de un fruto, lo cual incrementa las poblaciones de *A. fraterculus* durante

las épocas de mayor disponibilidad de frutos, esto se reflejaría en el aumento de la cantidad de individuos, durante y después de la temporada de cosecha.

La disponibilidad de los hospederos es importante para el mantenimiento de las poblaciones. La disponibilidad de la guayaba aumenta cuando decrece la de los otros hospederos. También se observa la presencia de dos picos a lo largo del año en la disponibilidad de guayaba, lo cual influiría en las poblaciones de moscas, al ser este uno de los hospederos favoritos. La presencia de la chirimoya, la guaba y la naranja, ayudarían a mantener constante la población en los meses en los que decrece la disponibilidad de la guayaba, en la Zona 1, durante el primer periodo.

Durante el 2º y 3º periodo se pudo identificar un patrón respecto a la guayaba, y es que frutas como la chirimoya, la guaba y la naranja, son más abundantes a medida que decrece la producción de guayaba.

En la figura 16 se puede observar la variación de los nacimientos de *A. Fraterculus* en la Zona 1, durante el primer periodo en los hospederos con mayor cantidad de frutos recolectados (chirimoya, guaba, guayaba y tocte). Se señala también, que en el mes de abril se recolectaron gran cantidad de frutos de los cuatro hospederos, por ende fue el mes con mayor cantidad de moscas nacidas. Sin embargo, en la misma zona, durante el segundo periodo (Figura 16) no se observa este patrón. En este caso, la chirimoya contribuyó con 1 380 moscas de las 1 410 que se registraron durante el mes de agosto, por lo que se puede concluir que la chirimoya fue el hospedero que contribuyó con más moscas a la población.

Durante el tercer año (Figura 16), en la misma zona, se pudo observar que el mes de abril fue el que más nacimientos registró, 4 557 moscas, de las cuales el 88% correspondieron a la chirimoya, mientras la guayaba contribuyó apenas con el 2%. Otro pico alto de nacimientos de moscas se detectó en el mes de enero, en este mes se

recolectaron 2 935 frutos de níspero, 758 guayabas y 120 chirimoyas, de los cuales el mayor aporte de moscas a la población fue de la guayaba con el 61%, seguido de la chirimoya con el 27% y el níspero apenas con el 1.18%.

Durante el primer año se pudo observar tanto en la Zona 1 como en la Zona 2, que la chirimoya fue el hospedero de mayor contribución a la población, registrando el 56.7% de los nacimientos. El durazno es, en la Zona 1, el segundo aportante de moscas con el 25,69% seguido por la guayaba con el 17, 61%. Es importante anotar que también fue el mes de abril el que más nacimientos registró (Figura 17).

En el segundo año, la chirimoya es nuevamente el hospedero que más nacimientos reporta. Así, en el mes de agosto que registra el pico más alto, la chirimoya aportó con el 97% del total de moscas nacidas en dicho mes (Figura 17). El pico del mes de mayo no es un pico alto, a pesar de que se presentan 5 de los hospederos con el mayor número de fruta colectada, esto puede deberse a que en este mes no se encontraron chirimoyas maduras, ni en el suelo.

En el tercer periodo, la guayaba se presentó como el mayor aportante de moscas con el 83.6%, seguido por la chirimoya con el 12.6%, y el durazno con el 3.8%. Estos resultados tienen sentido dado que el 71% de los frutos recolectados en esta zona fueron de guayaba. (Figura 17).

En la Zona 3, la guaba y la guayaba son los hospederos que más nacimientos reportan durante el primer periodo, y los meses de octubre y marzo los que más nacimientos de moscas registraron (Figura 18). En el segundo año son la guayaba, el mango y el ciruelo, los hospederos que aportan a la población de moscas, siendo los meses de junio y enero los que más nacimientos de moscas registraron, tal como se observa en la figura 18.

Durante el tercer año, fue el mango el hospedero que registró mas nacimientos de moscas (51.31%), seguido de la guayaba (22.43%). Otros hospederos importantes fueron la pomarrosa y el arazá, que presentaron el 12% y el 10% respectivamente. Es importante anotar que en los meses de marzo y abril, fue el mango el responsable del incremento de la población de *A. fraterculus* en esta zona. El arazá incrementó los nacimientos en septiembre, mientras que en octubre fue la pomarrosa (Figura 18).

Debido a que el proyecto inició en abril del 2000, la zona 4 no registra datos altos de recolección durante el primer periodo, sin embargo, cabe anotar que en esta etapa del estudio, el durazno fue el hospedero que registró la mayoría de nacimientos, seguido de la chirimoya y la guayaba.

En el segundo año los hospederos que más aportaron a la población de moscas fueron: la guayaba con el 40.14% del total de moscas nacidas en esta zona, la chirimoya con el 21% y el durazno con el 14.7%. La manzana, el níspero y la pomarrosa registraron el 6% cada uno, y ésta sería la razón del pico de fluctuación del mes de diciembre (Figura 19), ya que las moscas de esta zona utilizarían dichos hospederos como una alternativa a la escases de guayaba y chirimoya.

Durante el tercer año en la Zona 4, se observaron tres picos altos en la fluctuación de los nacimientos de *A. fraterculus* en los meses de junio, julio y septiembre; en los cuales la guayaba es el hospedero que aportó con más moscas, seguido de la chirimoya. Otro pico importante que se aprecia en la figura 19, es el del mes de febrero, donde el níspero y el durazno son los hospederos que más nacimientos de moscas registran. En este mes no estuvo disponible la chirimoya, y tampoco fue posible encontrar frutos maduros de la guayaba, ni en el suelo.

De acuerdo a estos resultados, las moscas estarían utilizando el durazno y el níspero como hospederos alternativos, cuando no se encuentran disponibles los frutos de chirimoya y guayaba.

La guayaba, que fue el hospedero que estuvo presente en los tres años y en las cuatro zonas del estudio, registró un valor promedio de moscas por Kg. de fruta de: 46.88 en la Zona 1; 53.5 en la Zona 2; 54.92 en la Zona 3 y 42.13 en la Zona 4. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Calles (2002), en el que obtuvo un valor de calidad hospedera de 47.1 en Patate, lugar que se encuentra dentro de la Zona 2. Sin embargo, difieren de los 98.7 que él registró en Guayllabamba, ubicada dentro de la Zona 1. Katyar *et al*. (2000) determinaron un valor de calidad hospedera en la guayaba de 110.6, en Venezuela. Este valor tampoco concuerda con el promedio de las cuatro zonas en los tres años que fue de 49.36. A pesar de esto, en las localidades de la costa en el tercer periodo, el valor de calidad hospedera de la guayaba fue de 113.15.

Los valores de calidad hospedera e índice de infestación fueron calculados en base a los totales de cada zona en cada año, y se consideró incluso los frutos en los que al menos nació una mosca.

La calidad hospedera es la capacidad de una planta para alojar una determinada especie de mosca. Es por esto que se ha determinado la existencia de especies polífagas, oligófagas y monófagas (Fletcher, 1989). De la presencia de *A. fraterculus* en 22 hospederos en este estudio, se determina que esta es una especie polífaga. White y Elson-Harris (1992) reportaron a *A. striata* y *A. distincta*, como huéspedes de chirimoya, toronja y durazno y que *Ceratitis capitata*, comparte algunos de los hospederos de *A. fraterculus*, como la guayaba, chirimoya y durazno. Calles (2002), también reporta la presencia de *A. ornata* en guayaba, *A. distincta* en guaba. En el trabajo de Zumárraga (2004), se reporta la

presencia de *A. obliqua* en arazá, *A. ditincta* en guaba y tocte, y *C. capitata* en níspero, junto a *A. fraterculus.*

Con estos resultados se hubiese esperado valores parecidos de calidad hospedera e índice de infestación (número de frutos / moscas nacidas), resultados que en este caso no se presentaron, ya que la mayor parte del tiempo fueron más altos los valores de la calidad hospedera. Esto se debe a que los hospederos no son exclusivos de *A. fraterculus*, además, el incremento en la densidad de larvas en un fruto resulta en la reducción del tamaño del cuerpo, lo que provocaría un retraso en el desarrollo o incrementaría la mortalidad (Peters y Barbosa, 1977; en Fitt, 1989). Esto significa que mientras más larvas en un fruto, mayor la mortalidad, y si a esto añadimos tamaños pequeños de fruto, como el níspero, la pomarrosa o la mora, tendremos un menor índice de infestación. Tampoco se debe descartar una inadecuada manipulación en el transporte de los frutos hacia el laboratorio, como cambios en la temperatura y la humedad.

Es necesario tener cuidado con los valores altos observados en el primer periodo, en el tocte (Zona 1), guaba (Zona 2 y 3), y níspero (Zona 4), así como en el segundo periodo con la claudia (Zona 1), níspero (Zona 2) y ciruelo (Zona 4), y en el tercer año con la mora (Zona 1), debido a que las muestras recolectadas fueron bajas.

Como ya se mencionó anteriormente, la guayaba es uno de los hospederos con la mayor contribución en la fluctuación de nacimientos de *A. fraterculus*, y este es el único que se encontró presente en las cuatro zonas de este estudio. La figura 20 muestra la variación de la disponibilidad de la fruta en las cuatro zonas, en los tres diferentes años. Así se puede notar que, la guayaba no es abundante en las cuatro zonas en el mismo mes. En el mes de febrero del primer año, se puede observar que mientras la fruta mencionada abunda en la Zona 1, no está disponible en las otras zonas. En el mes de marzo se encuentra abundantemente en la costa (Zona 3), mientras declina su disponibilidad en las

Zonas 2 y 3. Igual situación se presenta en el segundo y tercer año, manteniéndose los patrones de abundancia de frutos en los meses de diciembre hasta abril.

La chirimoya, que estuvo ausente en las localidades de la costa, es otro de los hospederos que contribuyen a las poblaciones de moscas. En este caso, también se pudo observar la variación de la disponibilidad de frutos en las tres zonas en las que estuvo presente. Así, mientras fue abundante en la Zona 2, en los meses de abril y mayo, estuvo ausente en la zona 4 y no fue muy abundante en la zona de la costa (Figura 21). Como se dijo anteriormente, esto puede deberse a una falta de muestreo en las localidades del sur del país.

En el segundo año, los resultados indican que en los meses de diciembre y febrero, este hospedero estuvo ausente en las zonas 1 y 2; y se encontró muy abundante en las localidades del sur del país (Figura 21). En el tercer periodo, como se observa en la misma figura, se repite el mismo patrón, siendo muy evidente en los meses de junio y abril.

El durazno es un hospedero que solamente estuvo presente en las localidades de la provincia de Tungurahua (Zona 2) y en las Loja y Azuay (Zona 4); es también uno de los frutos que más cantidad de moscas aportó a la población. En este caso se identificó un patrón muy similar al de la guayaba y la chirimoya, durante los tres años de este trabajo, tal como se observa en la figura 22.

La disponibilidad de la fruta sería el factor determinante de la densidad poblacional de las moscas de la fruta, la misma que atraería a los individuos que permanecen en diferentes niveles de densidad en los alredores de los cultivos. La fruta madura actuaría como una señal de fuentes de alimento y abundantes sitios de ovoposición (Celedonio – Hurtado *et al*. 1995).

Una ventaja de las larvas de *A. fraterculus* es la de poder desplazarse dentro de la fruta mediante el intercambio comercial, con lo cual, podría establecerse en nuevos

hábitats que pueden estar muy lejos de su lugar de origen, sin embargo, esto dependería de la disponibilidad de alimento y sitios de ovoposición.

Existen además otros factores que pueden influir en el establecimiento de nuevas poblaciones, como factores temporales y en especial los ciclos de fructificación, que pueden mermar la habilidad de las moscas para colonizar nuevas áreas. Otro factor importante es la competencia intraespecífica que puede evitar la dispersión de las moscas.

Como ya se explicó anteriormente, para la elaboración de las matrices de los análisis de componentes principales, se incluyó el valor de R, que es un índice geométrico que nos permite apreciar la relación de la diversidad de frutos recolectados en las cuatro zonas de estudio, comparado con el número de moscas nacidas en estos frutos. Como lo indica Grant (1999), cabría esperar que a mayor número de hospederos, exista un mayor número de nacimientos de *A. fraterculus*.

Durante los tres años de este estudio se pudo concluir que, existen diferencias entre las cuatro zonas donde se recolectaron los frutos. También se identificaron, durante el primer año, índices de correlación altos entre la chirimoya y el tocte; chirimoya y toronja; chirimoya y guaba; chirimoya y guayaba; guayaba y níspero; guayaba y pomarrosa.

En el segundo periodo, los índices de correlación de la chirimoya aumentaron en todos los hospederos, al igual que en el tercer periodo. Esto pudo deberse al aumento de la cantidad de fruta recolectada en estos dos años.

También se debe anotar que durante el tercer año, se presentó un acercamiento entre las localidades de la provincia de Tungurahua (Zona 2) y las del sur (Zona 4), esto pudo deberse a variaciones en la pluviosidad y/o temperatura, factores climáticos que no se tomaron en cuenta para este trabajo debido a la falta de estaciones meteorológicas, pero que indudablemente, afectan las variaciones poblacionales de las moscas.

6.1. ANÁLISIS CROMOSÓMICOS

El cariotipo es una herramienta fundamental para caracterizar especies. Dentro de la familia se ha observado una gran variación en relación a la posición del centrómero, tamaño y número cromosómico, así como a los mecanismos de determinación sexual (Solferini & Morgante 1987).

Como en la mayoría de los dípteros, la familia también se caracteriza en el número diploide 2n=12, sin embargo, se han observado variaciones respecto a este factor en las especies con un mecanismo de determinación sexual XX:XO o XIXIX2X2:XlX2Y, como en *Anastrepha serpentina* (Solferini & Morgante 1990).

La forma mas frecuente de determinación sexual es la de machos heterogaméticos. El sistema XY es el más observado en muchas de las especies estudiadas (Solferini & Morgante 1987).

Estudios sobre variación genética de *A. fraterculus*, indican que este grupo puede involucrar poblaciones con un alto grado de variación genética (Stone 1942, Baker *et al*. 1944, Morgante *et al*. 1980, Steck 1991, Steck y Sheppard 1993).

Steck (1991), observó diferencias profundas entre un grupo de poblaciones compuesto por tierras bajas de Venezuela, Costa Rica y México, de otro grupo compuesto por poblaciones de los Andes venezolanos, Perú y San Pablo de Brasil.

Debido a que esta mosca es originaria de Sudamérica, con posterior expansión al resto del continente (Hernandez-Ortíz 1992), los estudios genéticos son un gran aporte para la comprensión de la historia evolutiva de esta especie.

Las características biogeográficas de nuestro país proveen una diversidad de ambientes que pueden ser colonizados por *A. fraterculus.*

Las poblaciones muestreadas en esta tesis, son representativas de una gran diversidad de ambientes y características biogeográficas, que involucraron localidades desde el sur al norte del país.

En los resultados de este trabajo, los cariotipos de las poblaciones ecuatorianas de *A. fraterculus,* mostraron diferencias claras para la identificación de dos grupos: grupo 1 Guayllabamba y Patate y grupo 2: Azuay y Loja

La presencia de un número cromosómico haploide n=6 en machos de Guayllabamba y Patate, y n=7 en los machos de Azuay y Loja se observó en el 100% de los individuos estudiados. Por lo que se descarta la posibilidad de que el cromosoma extra del grupo 2 sea un supernumerario.

Otra posible explicación, es que los machos de Azuay y Loja presenten una determinación sexual similar al caso de *A. serpentina* con machos XXY. Para determinar si se trata de un cromosoma sexual, y/o definir el número diploide en machos, se debería estudiar el proceso de la meiosis.

Estos resultados, apoyarían los encontrados por Chevasco (2003), en los que se explica la presencia de al menos tres poblaciones diferentes de *A. fraterculus* en el Ecuador, basándose en análisis morfométricos.

Los complejos de especies crípticas se originan cuando se da la evolución de características biológicas, ecológicas o comportamentales (McPheron, 2000), como resultado puede presentarse un pequeño o ningún cambio a nivel morfológico.

En los análisis de poblaciones simpátricas (análisis intrapoblacional), se encontraron diferencias morfométricas altamente significativas, para individuos machos de Azuay (Chevasco, 2003)

En el mismo trabajo se encontró que el largo del ovopositor, contribuyó para la diferenciación de grupos en Azuay, sin embargo, en Pichincha no fue importante en la discriminación.

La especiación simpátrica ocurre cuando una especie se divide en dos, sin que ocurra separación en el rango geográfico de la especie ancestral (Ridley, 1996). Este tipo de especiación puede ocurrir si los caracteres biológicos impiden el flujo génico entre las poblaciones en ausencia de aislamiento geográfico (Ping Lin y Wood, 2002).

De acuerdo al modelo general de Seger (en Ridley, 1996) la especiación simpátrica se ve favorecida cuando una población contiene dos genotipos, y el cruzamiento entre estos dos genotipos produce híbridos no viables, a lo que la selección favorecerá a los individuos que se aparean con aquellos que tienen su mismo genotipo, lo que sería lo opuesto al azar.

En el trabajo de Bush (1975), se considera que los insectos fitófagos y parásitos son buenos candidatos para la divergencia simpátrica, debido a sus hábitos de alimentación especializados.

Una de las razones para que exista especiación se debe al cambio de hospederos, este cambio se daría ya que los insectos pueden desarrollar nuevos mecanismos de detoxificación para alimentarse de cierto tipo de plantas. El cambio de hospederos también puede ocurrir debido a ciertas características físicas que presente un fruto, lo que haría más fácil o difícil la ovoposición para la hembra.

Según Bush (1992; en McPheron 2000), Malavasi y Morgante (1983), podría suceder que este complejo esté en proceso de especiación, ya que la adaptación a nuevas plantas hospederas y el polimorfismo asociado con esta adaptación, serían los pasos iniciales de la especiación.

Para que se de especiación simpátrica deberían registrarse diferencias ecológicas y de hábitat en el mismo sitio (Ping Lin y Wood, 2002), esto no se observó en este estudio ya que los individuos de Pichincha y Tungurahua, comparten el mismo hábitat y forman un solo grupo (grupo 1), esto se debería a que entre las poblaciones existe un flujo genético amplio como para mantener las mismas características. Lo mismo sucedería con el grupo 2 (Azuay y Loja). Otro agravante para que las poblaciones no se mantengan aisladas, sería el comercio con fruta infestada.

Según Mayr, (1968), el aislamiento geográfico sería un factor intrínseco y reversible, ya que por sí solo no conduce a la formación de especies. También sugiere, que las diferencias morfológicas no se pueden considerar como un criterio decisivo para la diferenciación de especies (Mayr y Ashlock, 1991).

Para determinar el status taxonómico exacto de este complejo, habría que realizar estudios de ecología, tomando en cuenta la ovoposición y la hibridación, así como determinar el flujo génico entre las poblaciones.

La correcta identificación del status taxonómico de *Anastrepha fraterculus* será un requisito fundamental para implementar el control adecuado de esta plaga. Espero que los resultados de este trabajo puedan contribuir a este objetivo.

7. LITERATURA CITADA

Abrahamson, W., Eubanks, M., Blair, C., Whipple, A. 2001. Gall flies, inquilines and goldenrods: a model for host race formation and sympatric speciation. American Zoologist 41: 928-938.

Alberti, A., Calcagno, G., Saidman, B.O., Vilardi, J.C.1999. Analysis of the genetic structure of a natural population of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). Annals of Entomological Society of America 92 (5): 731-736

Alberti, A., Rodriguero, M., Petit-Marty, N., Saidman, B., Vilardi, J. 1999a. Genetic variation in Argentinean natural populations of *Anastrepha fraterculus*. Abstracts of the 3rd Meeting of the Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere. Guatemala.

Alberti, A., Calcagno, G., Saidman, B.O., Vilardi, J.C. 1999b. Analysis of the genetic structure of a natural population of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). Armáis of the Entomological Society of America 92 (5): 731-736.

Alberti, A., Gómez Cendra, P., Vilardi, J.C. 2001. High genetic similarity among populations from Argentina and south Brazil of the South American fruit fly *Anasrepha fraterculus* Wied. Abstracts of the 4th Meeting of the Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere. Argentina.

Aluja, M. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha* . Annu. Rev. Entomol. 39: 155-173.

Aluja, M. & A. Norrbom (eds.). 2000. Fruit Flies (Diptera: Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior. Boca Raton, Fl, USA. CRC Press. 968 p.

Araujo, E., Nascimento, F.M., Zucchi, R. 1998. Utilizáo da análise discriminante em estudos taxonomicos de moscas-das-frutas do género *Anastrepha schiner*, 1868 (Diptera: Tephritidae). Scientia Agrícola 55 (1): 105-110.

Baker, A.C., Stone, W.E., Plummer, C.C., MacPhail, H. 1944. A review of studies on the Mexican fruti fly and related Mexican species. United States Department Agric. Miscellaneous Publ. 531: 1-155.

Basso, A., Manso, F. 2001. What does karyotipic variation within and between *Anastrepha fraterculus* populations really mean? Abstracts of the 4th Meeting of the Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere. Argentina.

Bateman, M.A. 1972. The ecology of fruit flies. Annu. Rev. Entomol. 17:493-518.

Berlocher, S.H., Feder, J.L. 2002. Sympatric speciation in phytophagous insects: moving beyond controversy? Annual Review of Entomology 47: 773-815.

Bush, G.L. 1969. Sympatric host race formation and speciation in frugivorous flies of the genus *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae). Evolution 23: 237-251.

Bush, G.L. 1975. Modes of animal speciation. Ann. Rev. Ecol. Syst. 6: 339-364.

Calles, J.A. 2002. Fluctuación poblacional de *Anastrepha spp*. y *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) en los valles de Patate y Guayllabamba, y notas sobre sus parasitoides. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

Canato, C.M., Zucoloto, F.S. 1993. Diet selection by *Ceratitis capitata* larvae: influence of the rearing diet and genetic factors. Journal of Insect Physiology 39: 981-985.

Canovai, R., Caterini, B., Contadini, L. and Galleni, L. (1994). Karyology of the medfly *Ceratitis capitata* (Wied.) mitotic complement: ASG bands. Caryology 47: 241-247.

Cañadas, L.1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG. Editores Asociados Cí. Ltda. Quito-Ecuador.

Celedonio-Hurtado, H.; Aluja, M. and Liedo, P. 1995. Adult population fluctuation of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchard hábitats of Chiapas, México. Environ. Entomol. 24(4):861-869.

Condon, M. A., Steck, G.J. 1997. Evolution of host use in fruit flies on the genus *Blephroaneura* (Diptera: Tephritidae): Cryptic species on sexually dimorphic host plants. Biological Journal of the Linnean Society 60: 443– 466.

Cherry, L.M., Case, S.M., Wilson, A.C. 1978. Frog perspective on the morphometric difference between humans and chimpanzees. Science 200: 209-211.

Chevasco, V. 2003. Análisis morfométrico de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) de cinco poblaciones del Ecuador. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

Christenson, L.D., Foote, R.H. 1960. Biology of fruit flies. Annual review of Entomology 5:171-192.

Daly, H.V. 1985. Insect morphometrics. Annual Review of Entomology 30: 415-38.

Dobzhansky, T., Ayala, F.J., Stebbins, G.L., Valentine, J.W. 1980. Evolución. Ediciones Omega, Barcelona, España.

Drés, M., Mallet, J. 2002. Host races in plant-feeding insects and their importance in sympatric speciation. Philosophical Transactions: Biological Sciences 357: 471^-92.

Dujardin, J.P., Forgues, G., Torrez, M., Martinez, E., Cordoba, C., Gianella, A. 1998.

Morphometrics of domestic *Panstrongylus rufotuberculatus* in Bolivia. Annals of Tropical Medicine and Parasitology 92 (2): 219-228.

Falk, T.M., Teugels, G.G., Abban, E. K., Villwock, W., Renwrantz, L. 2000. Morphometric and allozyme variation in the black-chinned tilapia *Sarotherodon melanotheron* (Perciformes: Cichlidae), with a revisión of the subspecies complex. Journal of Natural History 34 (9): 1849-1863.

Fletcher, B S. 1989. Life history strategies of tephritid fruit flies. In: Robinson, A. S. and Hooper, G. (eds), Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control, Vol. 3B, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp. 195–208.

Frias, L. D., 1992. Genética, ecología y evolución de las especies chilenas del género *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae). Acta Entomológica Chilena 17:211-223.

Greene, C.T. 1934. A revisión of the genus Anastrepha based on a study of the wings and on the length of the ovipositor sheath (Diptera: Trypetidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington 36: 127-179.

Hales, D., Wilson, A.C.C., Spence, J.M., Blackman, R.L. 2000 Confirmation that *Myzus antirrhinii* (Macchiati) (Hemiptera: Aphididae) occurs in Australia, using morphometrics, microsatellite typing and analysis of novel karyotypes by fluorescence in situ hybridisation. Australian Journal of Entomology 39 (3): 123-129.

Hernández-Ortiz, V. 1992. El género *Anastrepha Schiner* en México (Diptera: Tephritidae). Taxonomía, distribución y sus plantas huéspedes. Instituto de Ecología Publ. 33. Xalapa, Veracruz, Mexico. 162 pp.

Henández-Ortiz, V., Gómez-Anaya, J., Sánchez, A., McPheron, B., Aluja, M. 1999. Morphological variability in natural populations of *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) from México and South America. Abstracts of the 3rd Meeting of the Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere. Guatemala.

Henández-Ortiz, Y., Morales, P. 2001. Morphological studies of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in populations belonging to Venezuelan highlands. Abstracts of the 4th Meeting of the Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere. Argentina.

Hewison, A. J. M. 1997. Evidence for a genetic component of female fecundity in British Roe Deer from studies of cranial morphometrics. Functional Ecology 11 (4): 508-517.

Hostettler, N.C., Hall, D.W., Scheffrahn, R.H. 1995. Intracolony morphometric variation and labral shape in Florida Reticulitermes (Isoptera: Rhinotermitidae) soldiers: significance for identification. Florida Entomologist 78 (1): 119-129.

Huffaker, C. B., A. A. Berryman, and J. E. Laing. 1984. Natural control of insect populations, pp. 359-398 In C. B. Huffaker and R. L. Rabb [eds.], Ecological Entomology. Wiley, New York.

Iwahashi, O. 1999a. Distinguishing between two sympatric species, *Bactrocera occipitalis* and *B. philippinensis* (Diptera: Tephritidae), based on aedeagal length. Annals of the Entomological Society of America 92 (2): 182-187.

Iwahashi, O. 1999b. Distinguishing between the two sympatric species *Bactrocera carambolae* and *B. papayae* (Díptera: Tephritidae) based on aedeagal length. Annals of the Entomological Society of America 92 (5): 639-643.

Iwahashi, O. 2000. Speciation of *Bactrocera dorsalis* complex based on aedeagal length. En: Area-Wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests (K.H. Tan, ed) pp. 591-594. Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang.

Katiyar, K. P., J. Camacho, and R. Molina. 2000. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) infesting fruits of the genus *Psidium* (Myrtaceae) and their altitudinal distribution in western Venezuela. Fla. Entomol. 83:480–486.

Kimani-Njogu, S.W., Overholt, W.A., Woolley, J., Walker, A. 1997. Biosystematics of the *Cotesia flavipes* species complex (Hymenoptera: Braconidae): morphometrics of selected allopatric populations. Bulletin of Entomological Research 87 (1): 61-66.

Korytkowski, C. A. 2003. 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. pp: 20, 29-34.

Kovaleski A, Sugayama RL, Uramoto K, Malavasi A (2000) Rio Grande do Sul, p.285-290. In Malavasi A, Zucchi RA (eds) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos, 324p.

Levan, A., Fredga, K. and Sandberg, A.A. (1964). Nomenclature for centromeric position on Chromosomes. Hereditas 52: 201-2 20.

Larrea, B. 2000. Aislamiento reproductivo y comparación morfométrica de dos especies gemelas, *Drosophila novemaristata* y *Drosophila guayllabambae*, del subgrupo hydei,

grupo repleta (Diptera: Drosophilidae). Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

Lobos, C. 1999. Registros bibliográficos de las principales especies de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) en los países sudamericanos, IICA Centro Regional Andino. Perú.

Malavasi, A., Morgante, J.S. 1983. Population genetics of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in different hosts: genetic differentiation and heterozygosity. Genetica 60: 207-211.

Malavasi, A., Morgante, J.S., Prokopy, R.J. 1983. Distribution and activities of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) flies on host and nonhost trees. Annals of the Entomological Society of America 76: 286-292.

Mayr, E. 1968. Especies Animales y Evolución. Ediciones Ariel, S.A. España – Ediciones de la Universidad de Chile.

Mayr, E., Ashlock, P.D. 1991. Principles of Systematic Zoology. McGraw-Hil, Inc. Estados unidos de America.

McPheron, B. 2000. Population genetics and cryptic species. En: Area-Wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests (K.H. Tan ed) pp. 483-490. Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang.

Morgante, J.S., Malavasi, A., Bush, G.L. 1980. Biochemical systematics and evolutionary relationships of Neotropical *Anastrepha*. Annals of the Entomology Society of America 73: 622-630.

Molineros, J., Tigrero, J., y Sandoval, D. 1992. Diagnóstico de la situación actual del problema de las moscas de la fruta en el Ecuador. Quito, Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. Dirección de Investigaciones. pp: 34,39, 41.

Narváez, Z., Cermeli, M. s.f. Distribución y morfometría del áfido verde del ajonjolí, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) entre plantas hospederas y localidades en Venezuela. Boletín de Entomología Venezolana N.S 8 (2): 133-145.

Nascimento, F.M. 2000. Análises morfométricas em duas espécies do complexo *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) e inferéncias genéticas a partir do cruzamento interespecífico. Dissertafao (Mestrado). Instituto de Biociéncias. Universidade de Sao Paulo. Brasil.

Norrbom, A.L., Foote, R.H. 1985. The taxonomy and zoogeography of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). En: Fruit Flies. Their Biology, Natural Enemies and Control. Volumen 3A (A. Robinson y G. Hooper, eds) pp. 15-26. Elsevier Science Publishers. Holanda.

Norrbom, A.L. 1993. Two new species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) with atypical wing pattems. Proceedings of the Entomological Society of Washington 95 (1): 52-58.

Norrbom, A.L. 1997. Revisión of the *Anastrepha benjamini* group and the *A. pallidipennis* complex (Diptera: Tephritidae). InsectaMundi 11 (2): 141-157.

Norrbom, A.L. 1998. A revisión of the *Anastrepha daciformis* species group (Diptera: Tephritidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington 100 (1): 160-192.

Nielsen, D. I., Ebert, P.R., Hunt, G.J., Guzmán-Novoa, E., Kinnee, S.A., Page Jr, R.E. 1999. Identification of Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) incorporating

morphometrics and an impro ved polymerase chain reaction mitotyping procedure. Annals of the Entomological Society of America 92 (2): 167-174.

Peters, T.M. & Barbosa, P. (1977) Influence of population density on size, fecundity, and developmental rate of insects in culture. Annual Review of Entomology, 22, 431–450.

Phillips, C.B., Baird, D.B., Goldson, S.L. 1997. South American origins of *Microctonus hyperodae* Loan (Hymenoptera: Braconidae) established in New Zealand as defined by morphometric analysis. Biocontrol Science and Technology 7 (2): 247-258.

Ping Lin, C., Wood, T.K. 2002. Molecular phylogeny of the North American *Enchenopa binotata* (Homoptera: Membracidae) species complex. Annals of the Entomological Society of America 95 (2): 162-171.

Pungerl, N.B 1986. Morphometric and electrophoretic study of Aphidius species (Hymenoptera: Asphidiidae) reared from a variety of aphid hosts. Systematic Entomology 11:327-354.

Ridley, M. 1996. Evolution. Segunda edición. Blackwell Science, Cambridge. Estados Unidos de América.

Rodriguero, M.S., Vilardi, J.C., Vera, M.T., Cayol, J.P., Rial, E. 2002. Morphometric traits and sexual selection in Medfly (Diptera: Tephritidae) under field cage conditions. Florida Entomologist 85 (1): 143-149.

Rohlf, F.J., Marcus, L.F. 1993. A revolution in morphometrics. Tree 8 (4): 129-132.

Rubio-Palis, Y. 1998. Caracterización morfométrica de poblaciones del vector de malaria *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi* Root (Diptera: Culicidae) en Venezuela. Boletín de Entomología Venezolana N.S 13 (2): 141-172.

Sanbom, A.F., Phillips, P.K. 2000. Re-evaluation of the *Diceroprocta delicata* (Homoptera: Cicadidae) species complex. Annals of the Entomological Society of America 94 (2): 159-165.

Salvador, D.2004. Moscas de la fruta (díptera: Tephritidae), sus parasitoides (Hymenoptera) y plantas hospederas en Guayas, Ecuador. Tesis de Licenciatura, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Selivon, D. 1996. Estudo sobre a difereciação populacional em *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Díptera: Tephritidae). Tese Doutorado. Depto. De Biologia. Universidade de São Paulo, SP Brasil.

Selivon, D., Perondini, A.L.P. 1997. Extrusion of yolk masses by hibrid embryos of two cryptic species of *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Brazilian Journal of Genetics 20 (2): 253-255.

Selivon, D., Morgante, J.S., Perondini, A.L.P. 1997. Egg size, yolk mass extrusión and hatching behavior in two cryptic species of *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Brazilian Journal of Genetics 20 (4): 1-10.

Selivon, D., Perondini, A.L.P., Vretos, C., Fontes, L. 2001. Characterization of cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* complex. Abstracts of the 4th Meething of the Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere. Argentina.

Sites, R.W., Willig, M.R. 2000. Morphometric variation among populations of *Ambrysus mormon* Montandon (Heteroptera: Naucoridae). Proceedings of the Entomological Society of Washington 102 (3): 533-541.

Slaney, D.P., Blair, D. 1999. Molecules and morphology are concordant in discriminating among populations of cave cockroaches in the genus *Paratemnopteryx* Saussure

(Blattodea: Blattellidae). Annals of the Entomological Society of America 93 (3): 398-404.

Steck, G.J. 1991. Biochemical systematics and population genetic structure of *Anastrepha fraterculus* and related species (Diptera: Tephritidae). Annals of the Entomological Society of America 84 (1): 10-28.

Steck, G.J., Shepard, W.S. 1993. Mitocondrial DNA variation in *Anastepha fraterculus*. En: Fruit Flies: Biology and Management (M. Aluja y P. Liedo, eds) pp. 9-14. Springer-Verlag Nueva york, Inc. Estados Unidos de America.

Steck, G.J. 1999. Taxonomic status of *Anastrepha fraterculus*. International Atomic Energy Agency. The South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus* (Wied); advances in artficial rearing, taxonomic status and biological studies. IAEA-Tecdoc-1046, Viena, Austria.

Solferini, V.N., Morgante, J.S. 1987. Karyotype study of eight species of

Anastrepha (Diptera: Tephritidae). Caryologia 40: 229-241.

Solferini, V.N., Morgante, J.S. 1990. X1X1X2X2 : X1X2Y mechanism of sex determination in *Anastrepha bistrigata* and *A. serpentina*. Rev. Bras. Genet. 13: 201-208.

Steykal, G.C. 1977. Pictorial key to species of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Entomological Society of Washington, Washington, 35pp.

Stone, A. 1942. The fruit flies of the genus *Anastrepha*.United States Departament of Agriculture. Misc. Publ. 439: 1-112

Suesdek, L., Selivon, D. 2001. Characterization of cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) complex through analysis of highly repetitive DNA.

Abstracts of the 4th Meeting of the Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere. Argentina.

Sugayama, R.L., E.S. Branco, A. Malavasi, A. Kovaleski, and I. Nora. 1997. Oviposition behavior of *Anastrepha fraterculus* in apple and diel pattern of activities in an apple orchard in Brazil. Entomol. Exp. Appl. 83: 239–245.

Tigrero, J. O. 2009. Lista anotada de hospederos de moscas de la fruta presentes en Ecuador. Boletín Técnico 8. Serie Zoológica 4-5: 107-116

Velásquez de Ríos, M., Colmenares, O. 1999. Análisis morfométrico de dos especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) utilizando la metodología de componentes principales. Boletín de Entomología Venezolana N.S 14 (2): 191-200.

Vera, M.T., Petit Marty, N., Calcagno, G., Cladera, J.L., Segura, D.F., Allinghi, A., Rodriguero, M., Gómez Cendra, P., Viscarret, M.M., Stolar, E., Bartolucci, A., Antico, V., Goldweic, N., Fermani, P., Pignataro, G., Sellaro, R., Sciurano, R., Alberti, A., Vilardi, J.C. 2001. Sexual behavior and mating compatibility of four populations of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) from Argentina. Abstracts of the 4th Meeting of the Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere. Argentina.

Visauta Vinacua, B. 1998. Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Vol II. Estadística Multivariante. McGraw-Hill Interamericana. España.

White, I., Elson Harris, M. 1992. Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics. CAB International. Reino Unido.

Williams, N.M., Goodell, K.1999. Association of mandible shape and nesting material in *Osmia* Panzer (Hymenoptera: Megachilidae): a morphometric analysis. Annals of the Entomological Society of America 93 (2): 318-325

Wood, T.K., Guttman, S.I. 1981. The role of host plants in the speciation of treehoppers: an example from the *Enchenopa binotata* complex. En: Insect Life History Pattems: Habitat and Geographic Variation (R.F Denno y H. Dingle, eds) pp. 39-54. Springer-Verlag. Nueva York. Estados Unidos de América.

Woolley, J., Browning, H. 1987. Morphometric analysis of uniparental Aphytis reared from chaff scale, *Parlatoria pergandii* Comstock on Texas citrus (Hymenoptera: Aphelinidae: Homoptera: Diaspididae). Proceedings of the Entomological Society of Washington 89 (1): 77-94.

Yerushalmi, Y., Tauber, E., Penner, M.P. 2001. Phase polymorphism in *Locusta migratoria* the relative effects of geographic strains and albinism on morphometrics. Physiological Entomology 26 (2): 95-105.

Zumárraga, H. 2004. Distribución de parasitoides (Hymenoptera) de moscas de la fruta *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) a lo largo de un gradiente altitudinal entre Pichincha y Esmeraldas Ecuador. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

8. FIGURAS

A)



B)



Figura 1. *Anastrepha fraterculus*: A) macho y B) hembra. La barra equivale a 2 mm

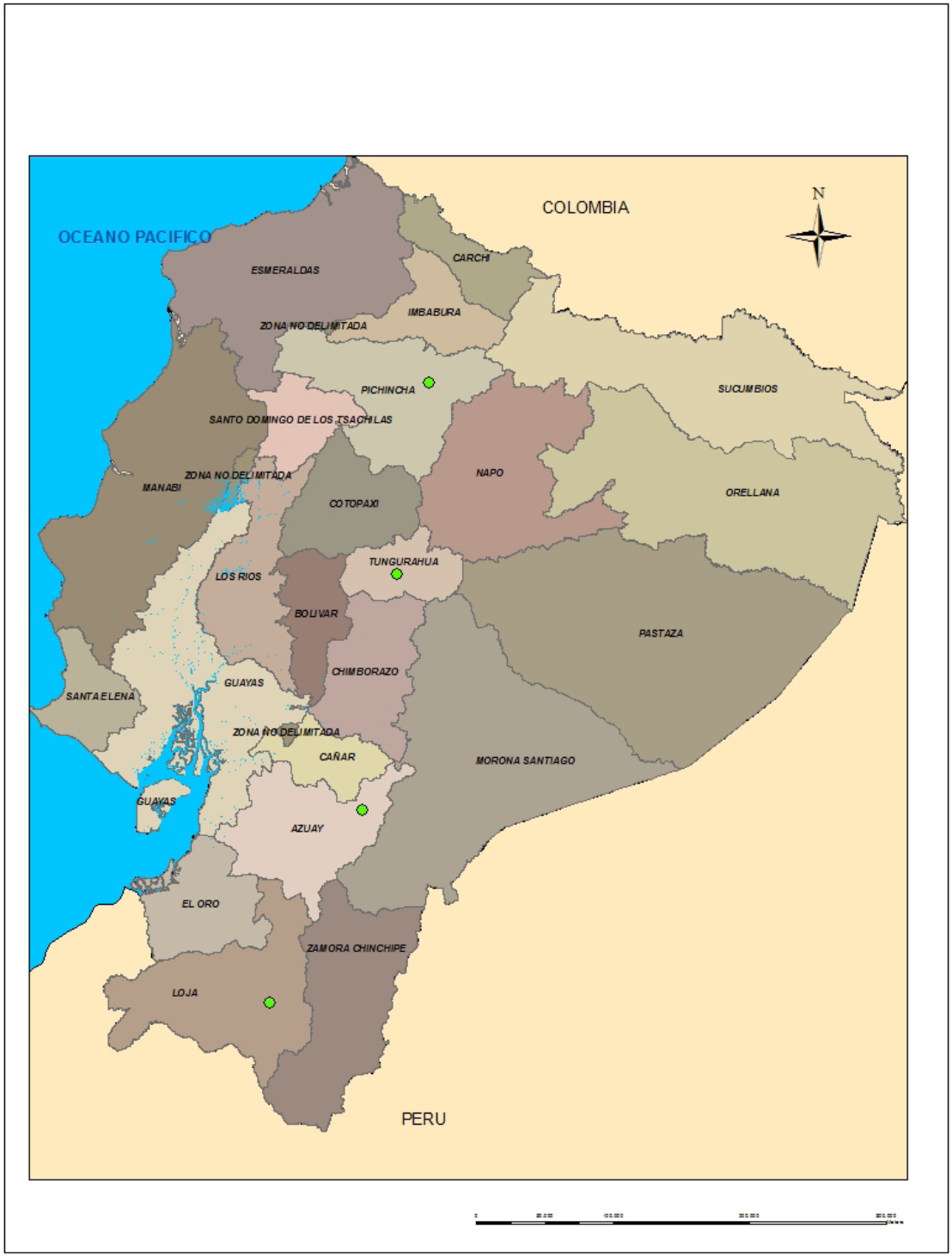


Figura 2. Mapa de lugar de colecciones de individuos para preparaciones cromosómicas.

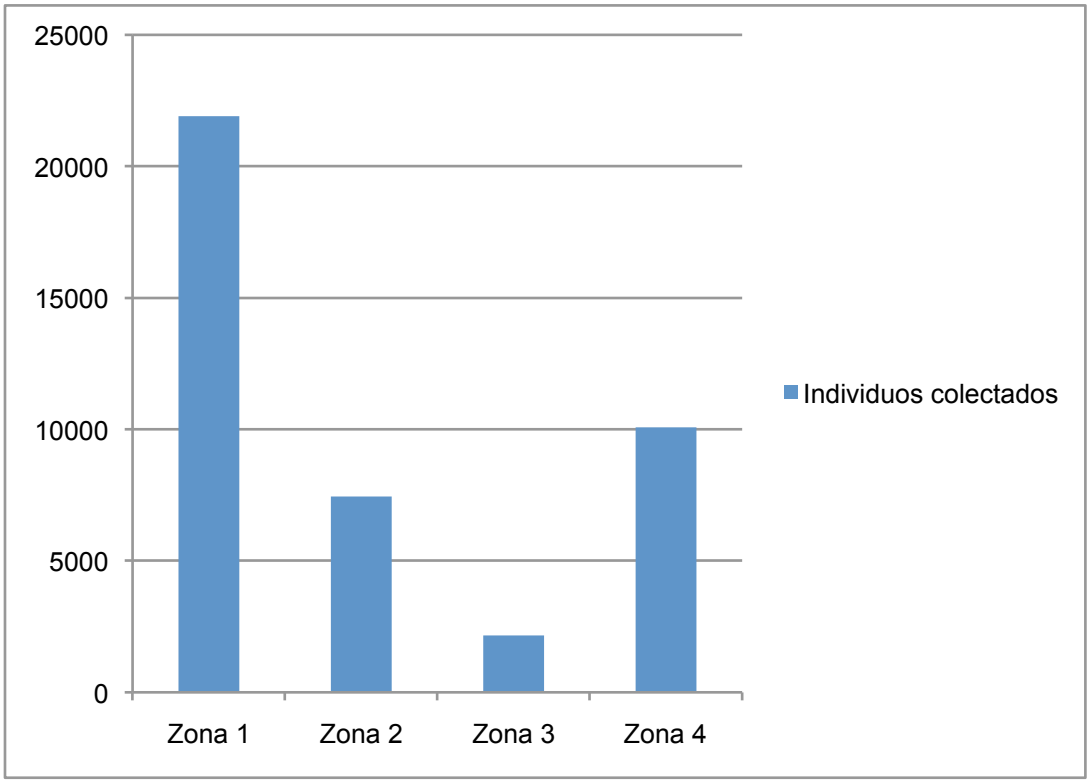


Figura 3.- Total de individuos obtenidos de cajas de cría en las 4 zonas de estudio.

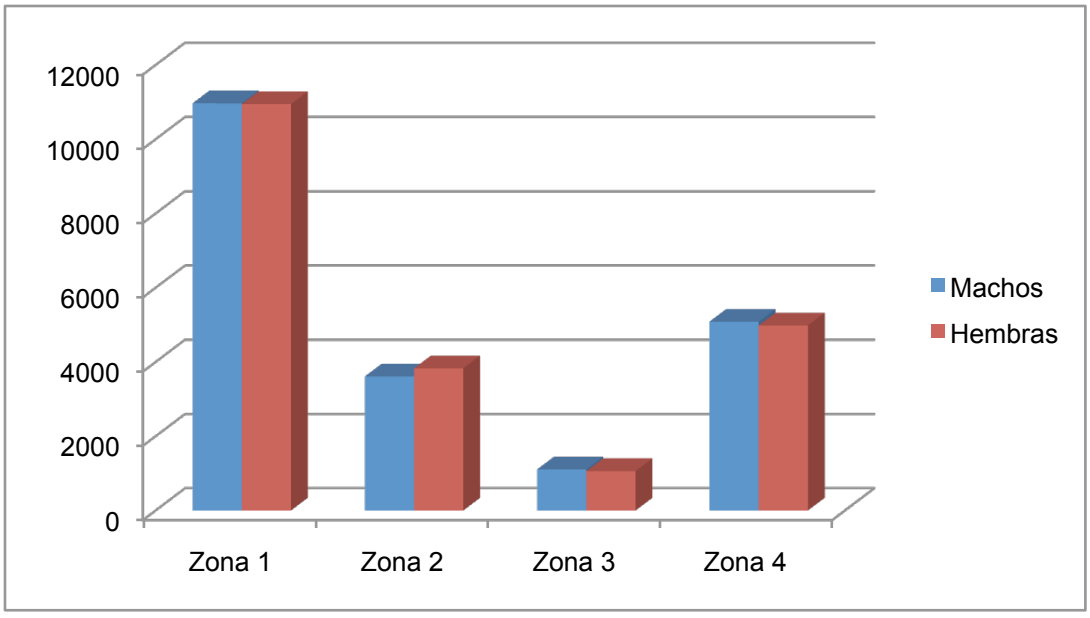
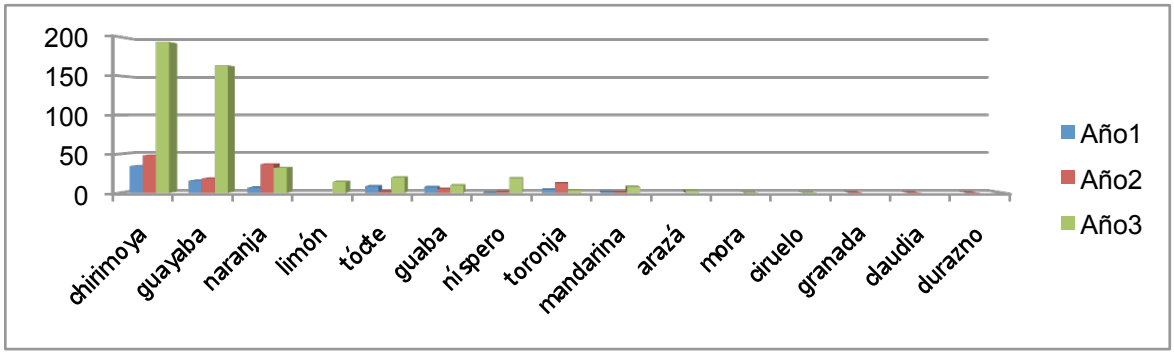
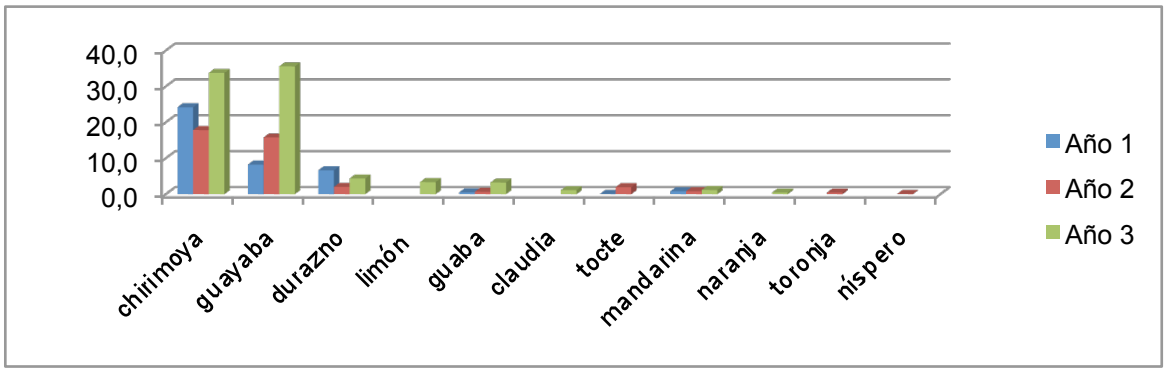


Figura 4.- Total de moscas obtenidas de cajas de cría por sexo.

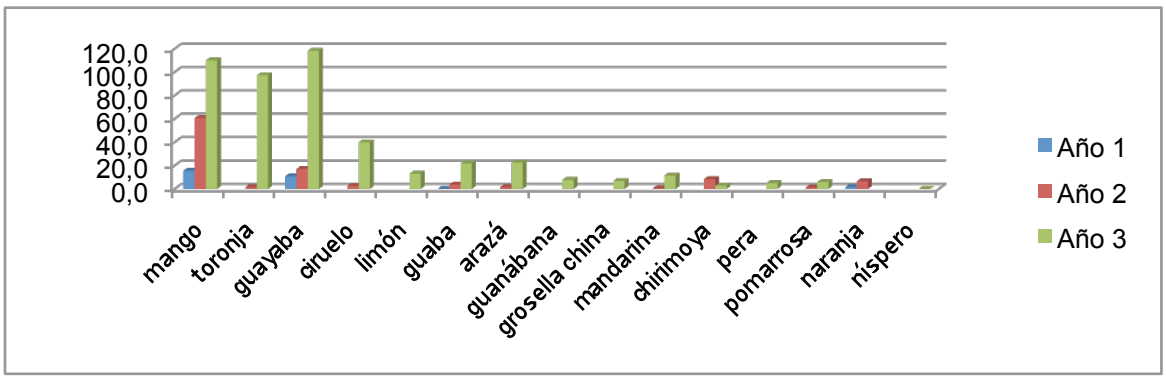
A.-



B.-



C.-



D.-

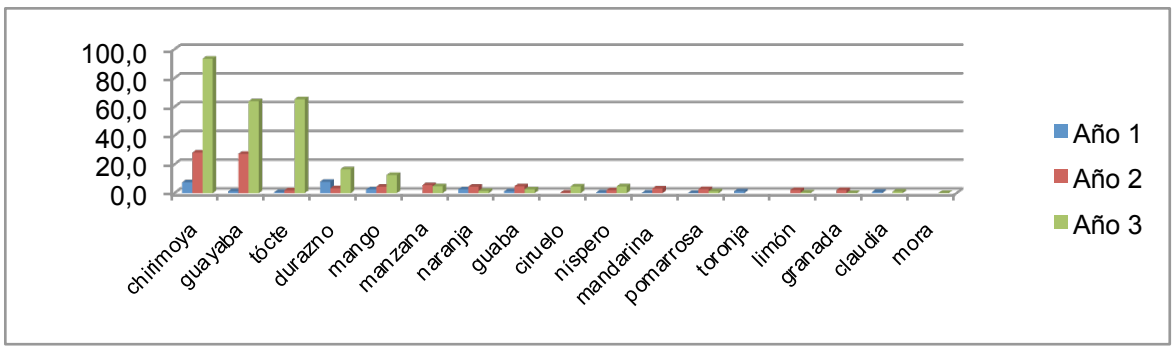
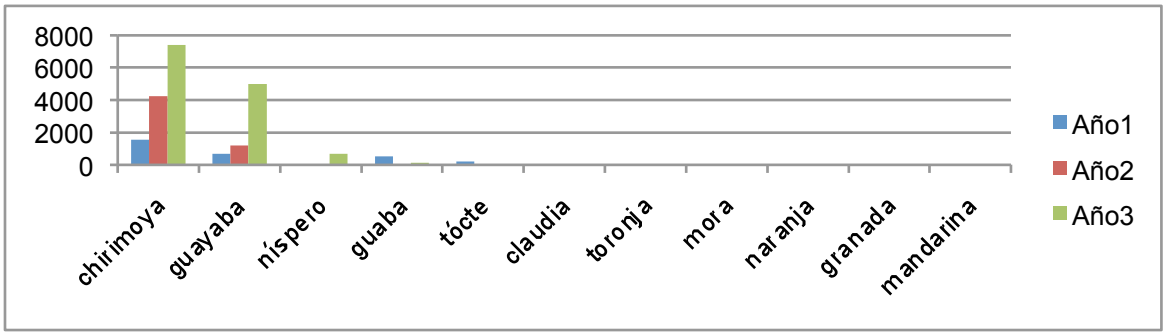
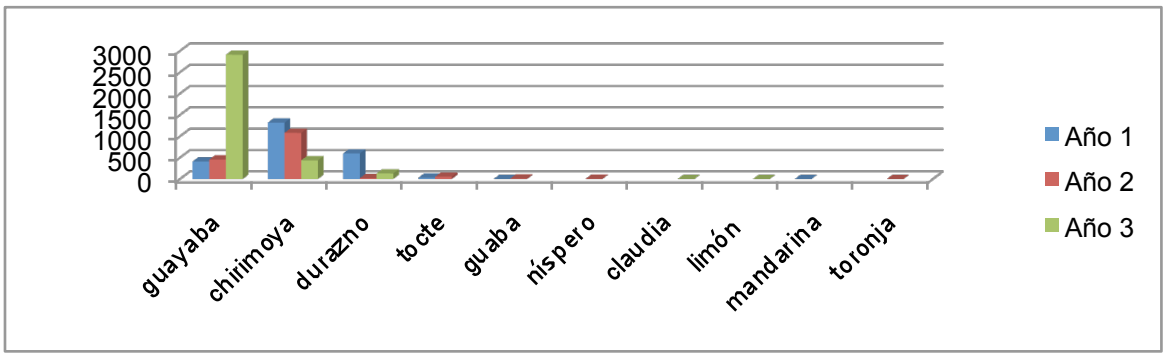


Figura 5.- Peso de fruta recolectada en los tres años de estudio en la Zona 1 (A), Zona 2 (B), Zona 3 (C) y Zona 4 (D).

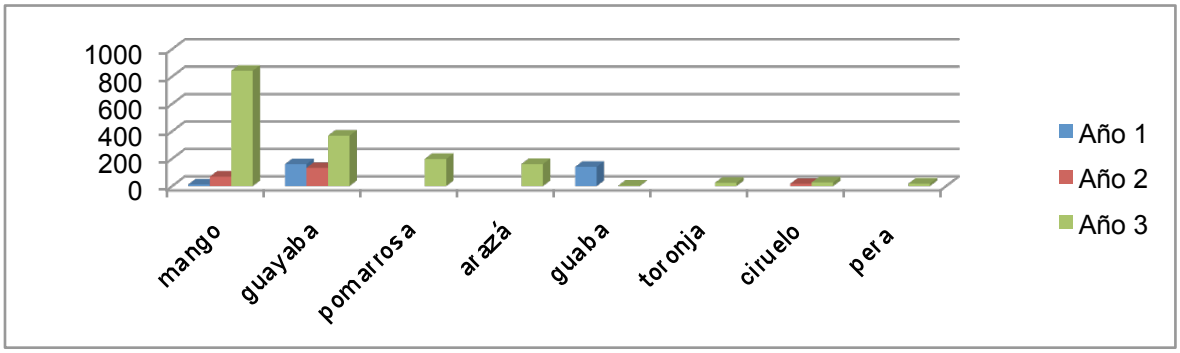
A.-



B.-



C.-



D.-

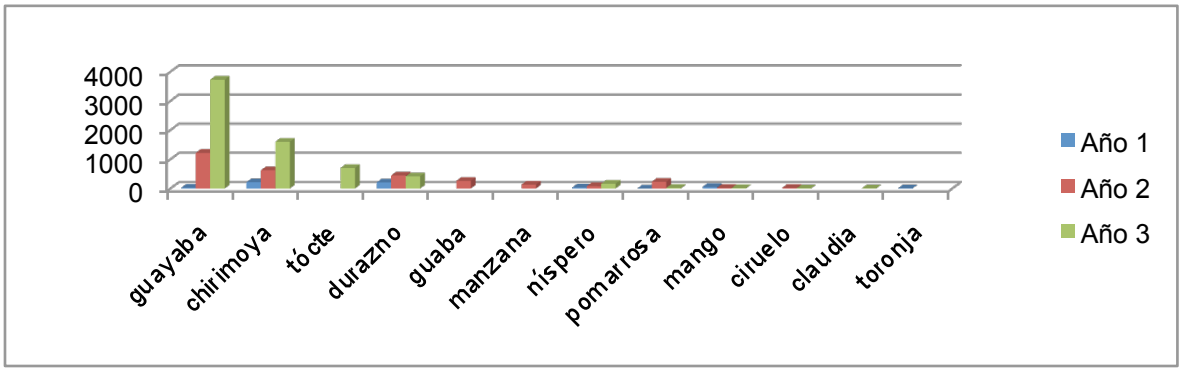
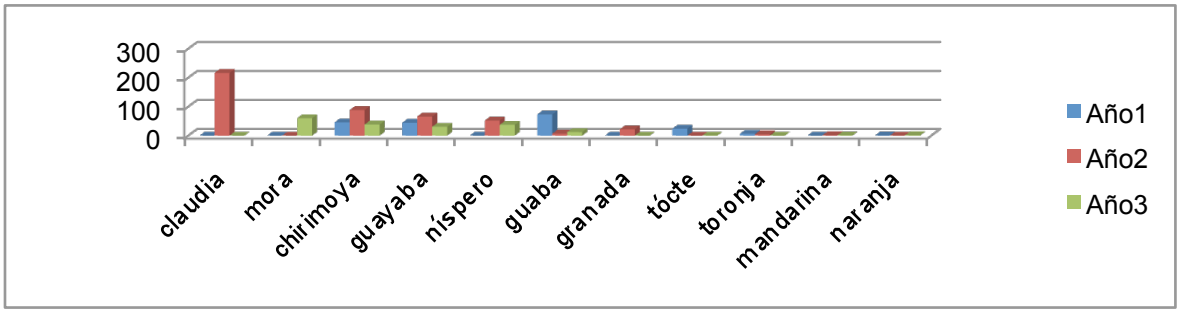
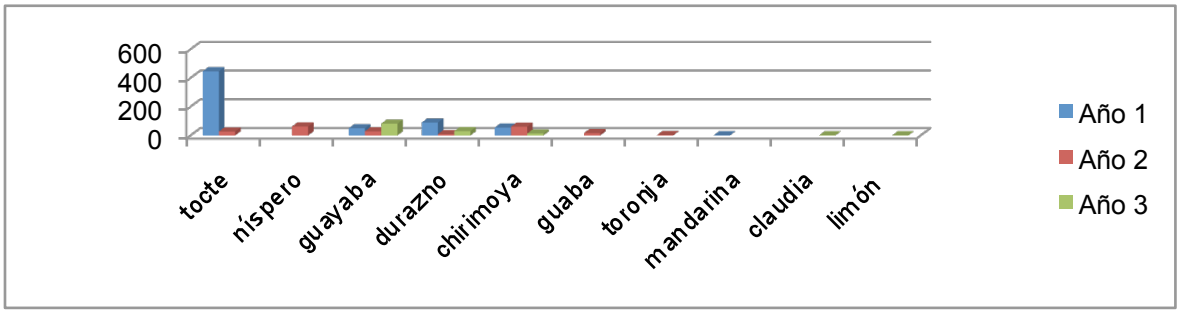


Figura 6.- Número de individuos de *A. fraterculus* obtenidos en cajas de cría en los tres años de estudio en la Zona1 (A), Zona 2 (B), Zona 3 (C) y Zona 4 (D).

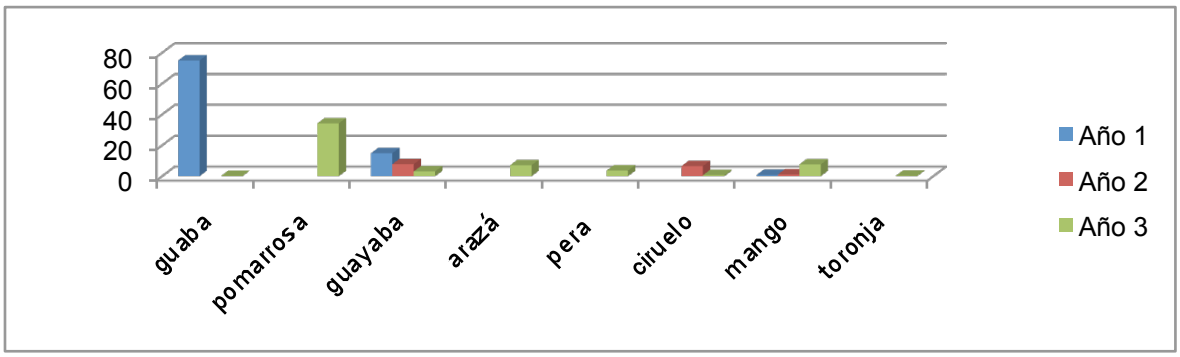
A.-



B.-



C.-



D.-

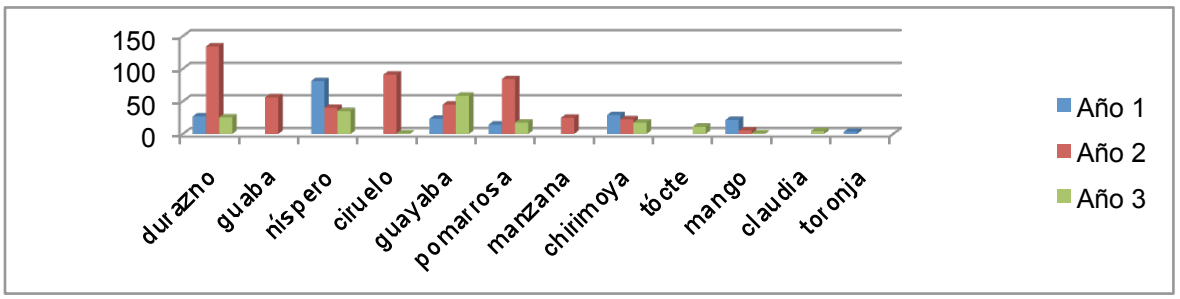
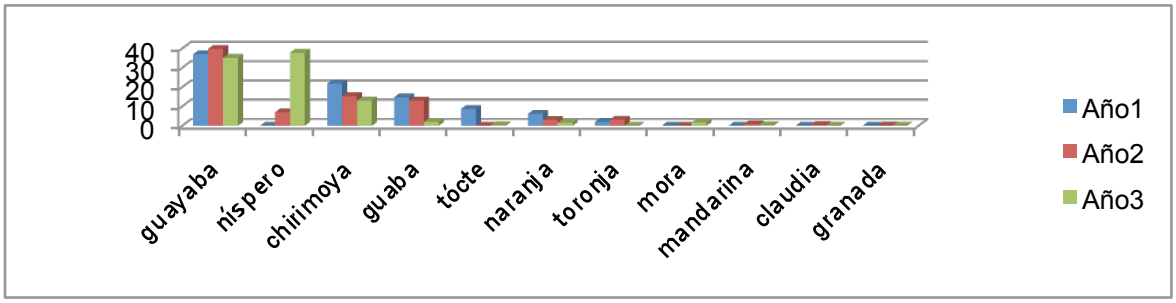
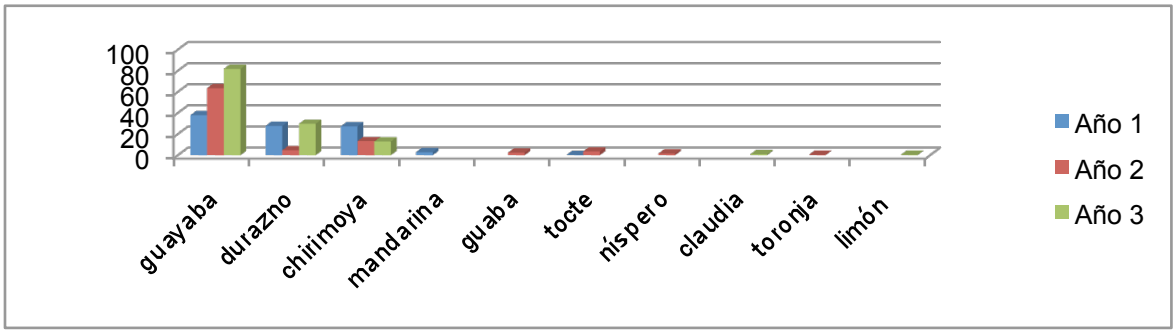


Figura 7.- Calidad del hospedero (moscas/Kg de fruta) durante los tres años de estudio en la Zona 1 (A), Zona 2 (B), Zona3 (C) y Zona 4 (D).

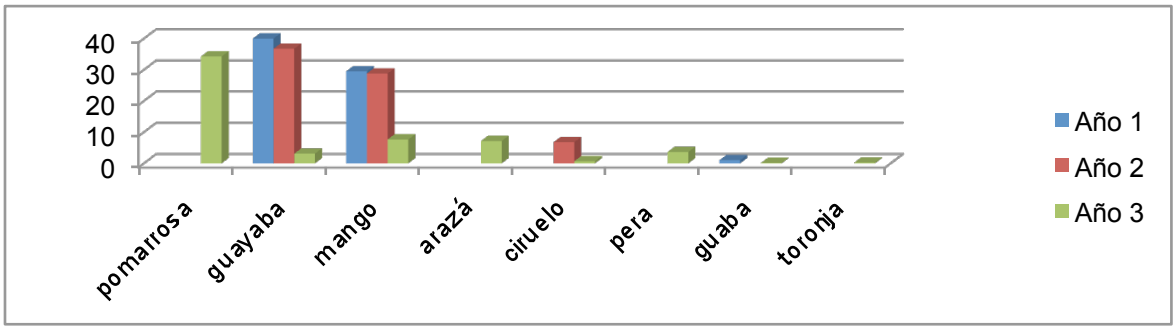
A.-



B.-



C.-



D.-

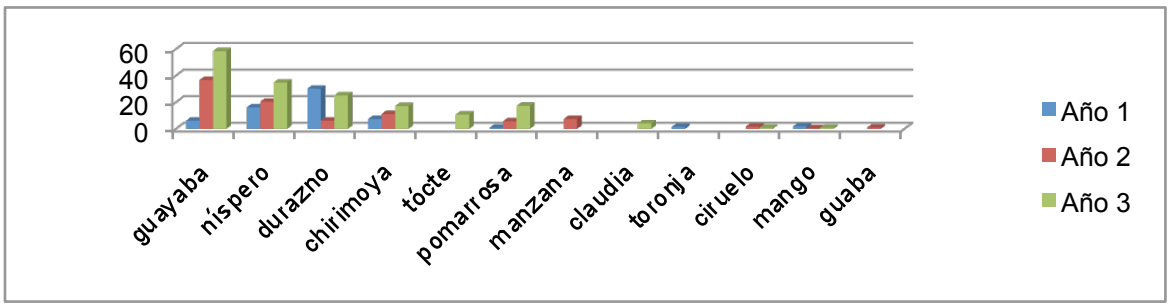


Figura 8.- Índice de infestación (%) en los tres años de estudio en la Zona 1 (A), Zona 2 (B), Zona 3 (C), Zona 4 (D).

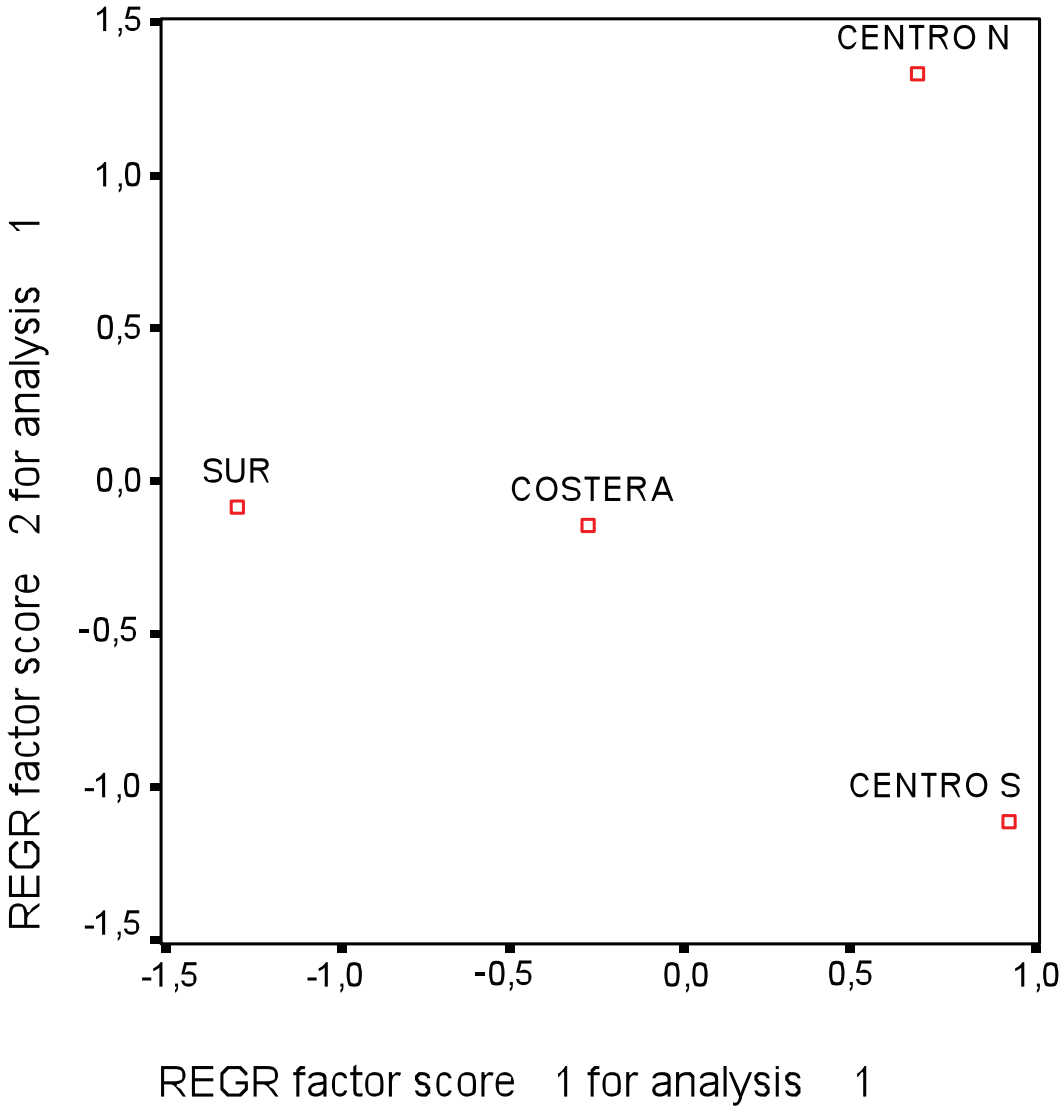


Figura 9. Disposición de las zonas de estudio en los componentes 1 y 2, en el AÑO 1.

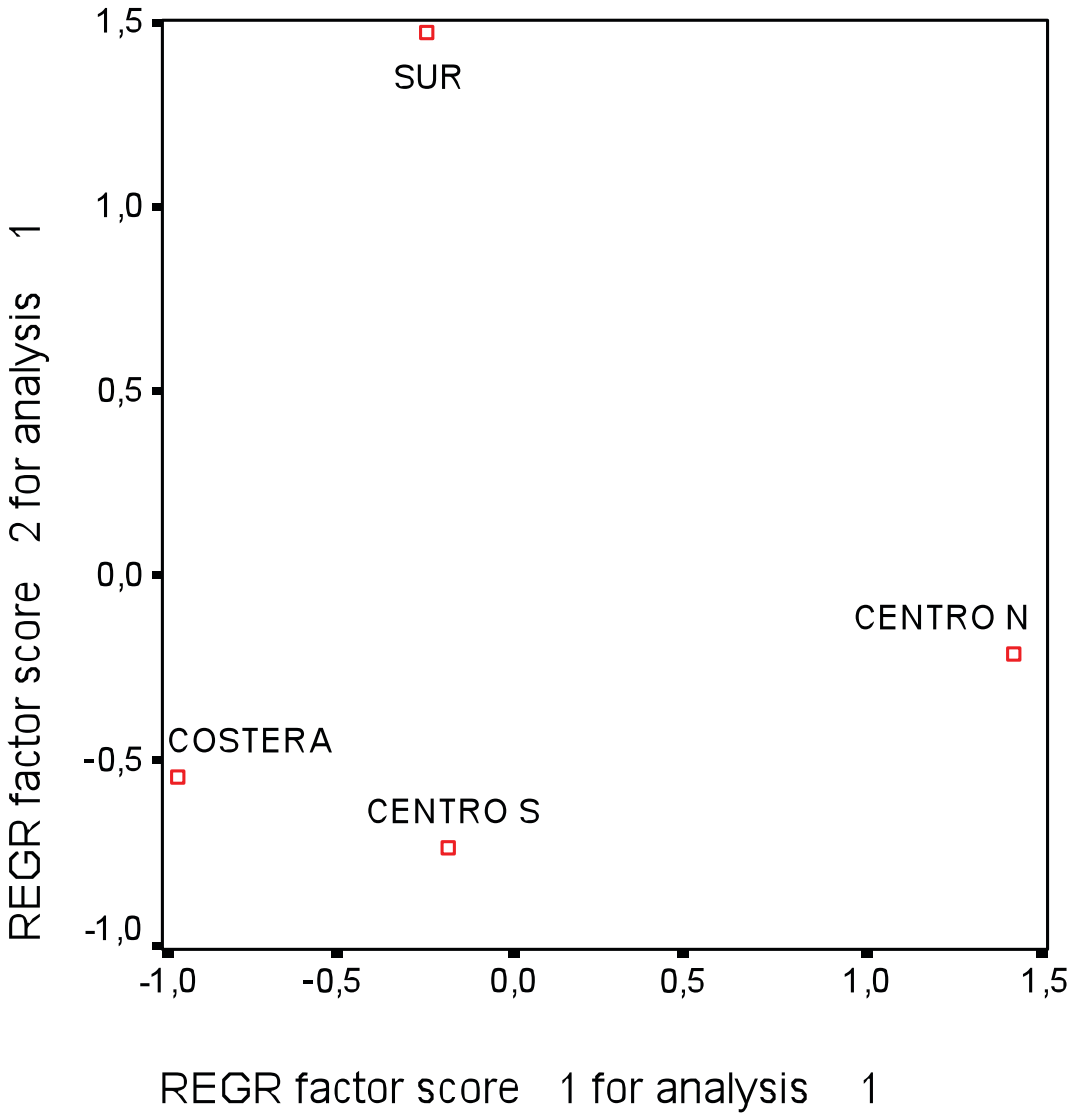


Figura 10. Disposición de las zonas de estudio en los componentes 1 y 2, en el AÑO 2.

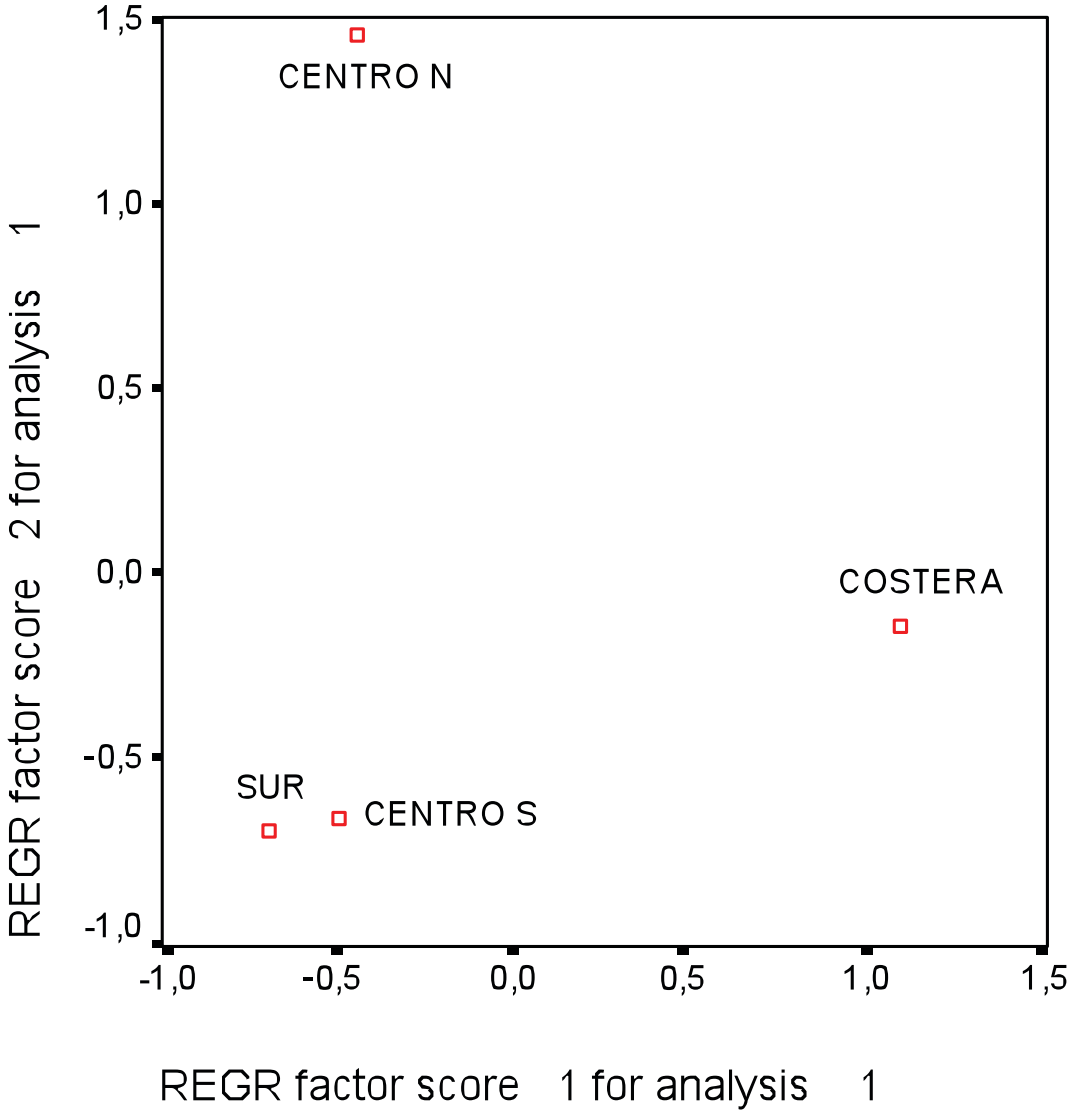


Figura 11. Disposición de las zonas de estudio en los componentes 1 y 2, en el AÑO 3.

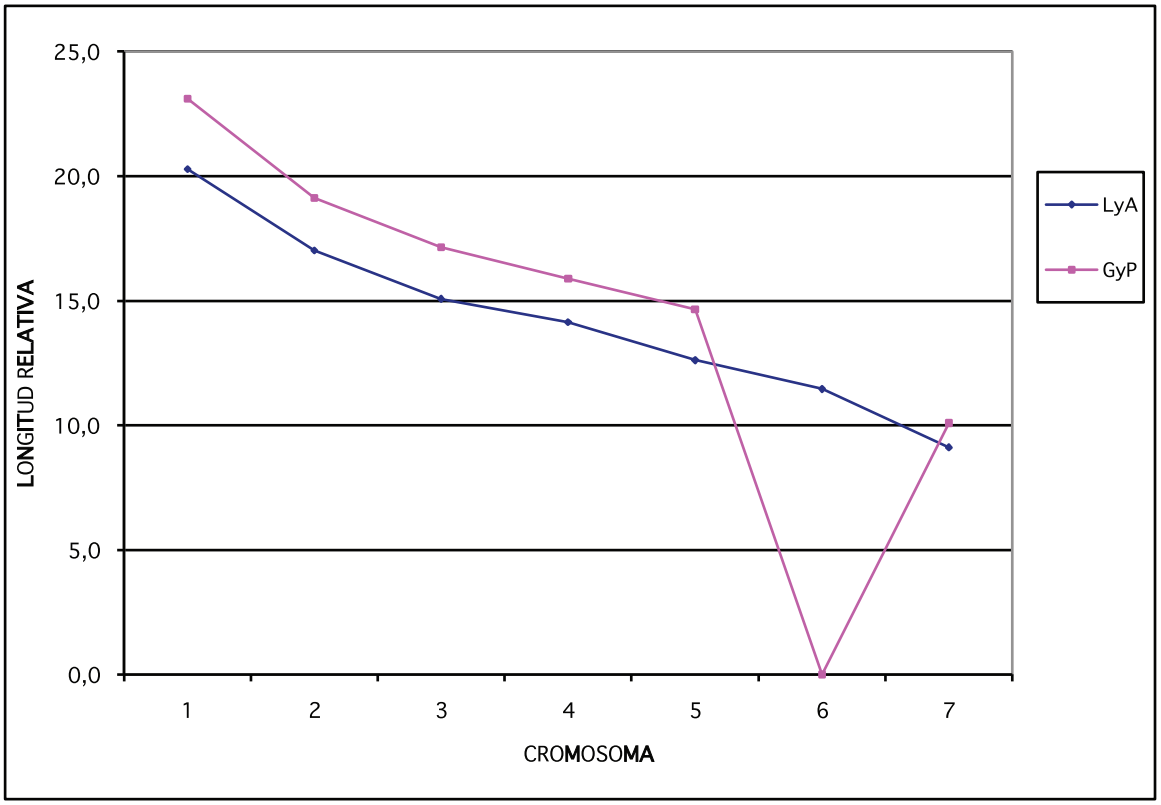


Figura 12. Comparación de tamaño relativo entre las poblaciones de Guayllabamba y Patate *vs.* las de Azuay y Loja.

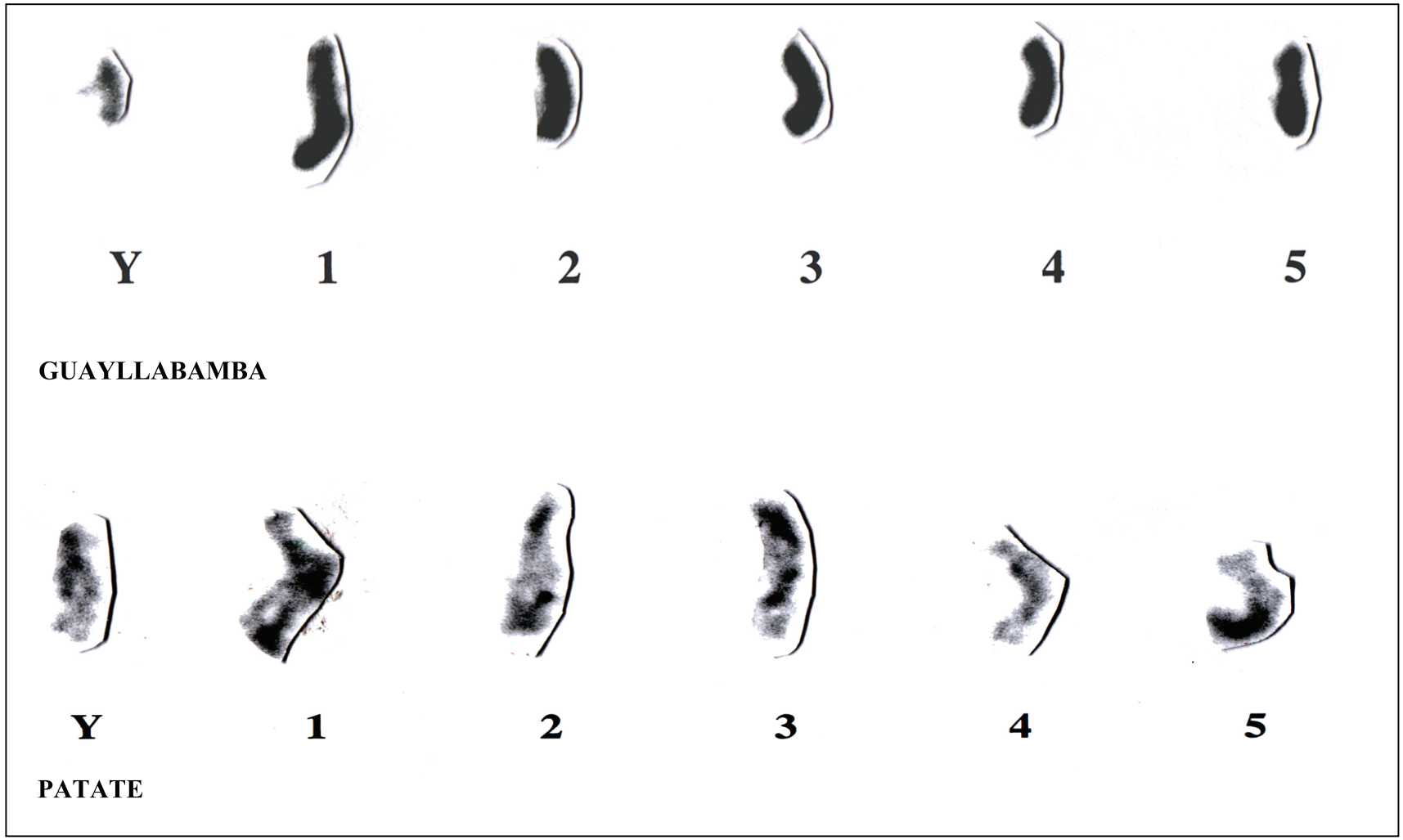


Figura 13. Cariotipos haploides de individuos machos de *A. fraterculus* de Guayllabamba y Patate.

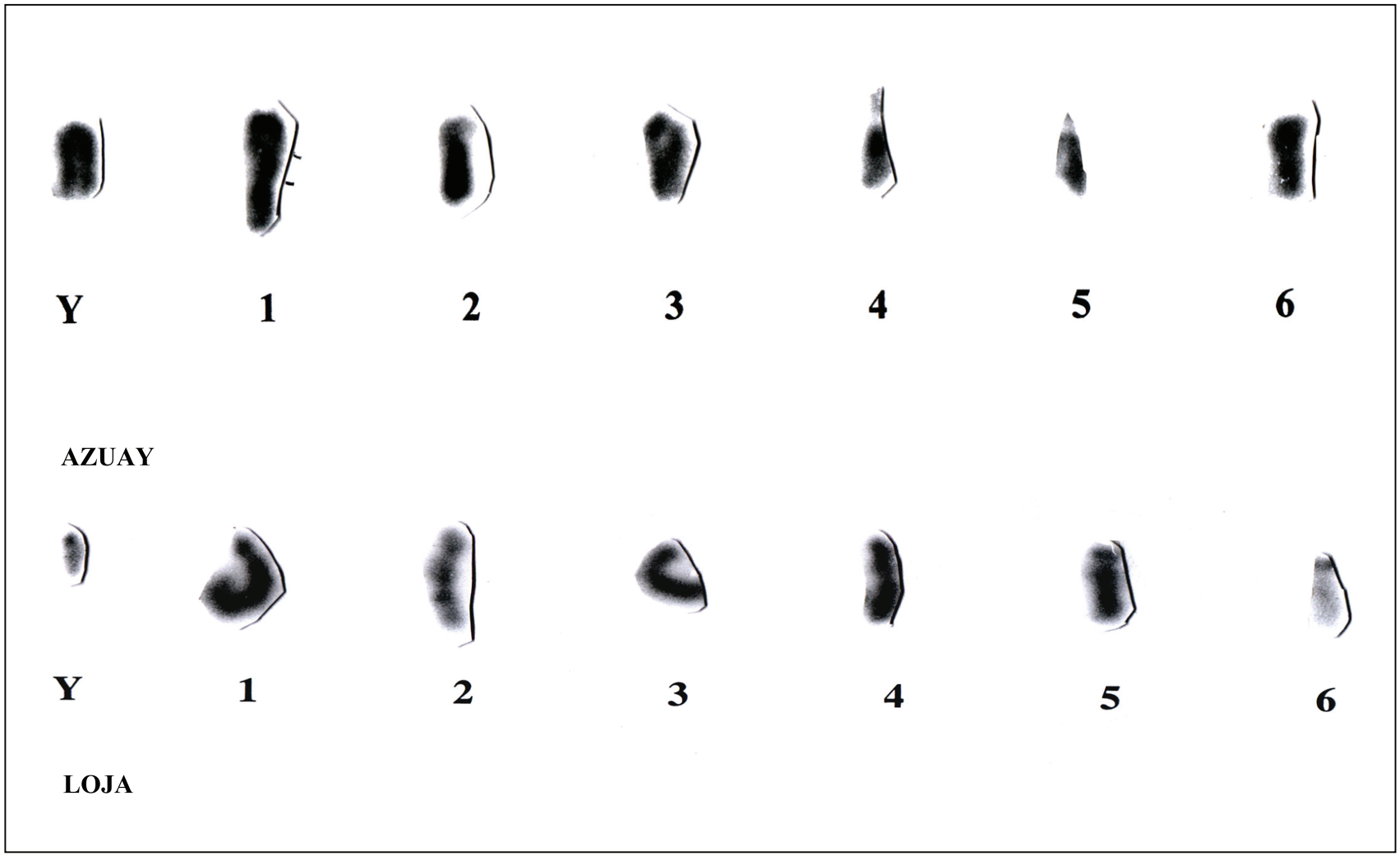
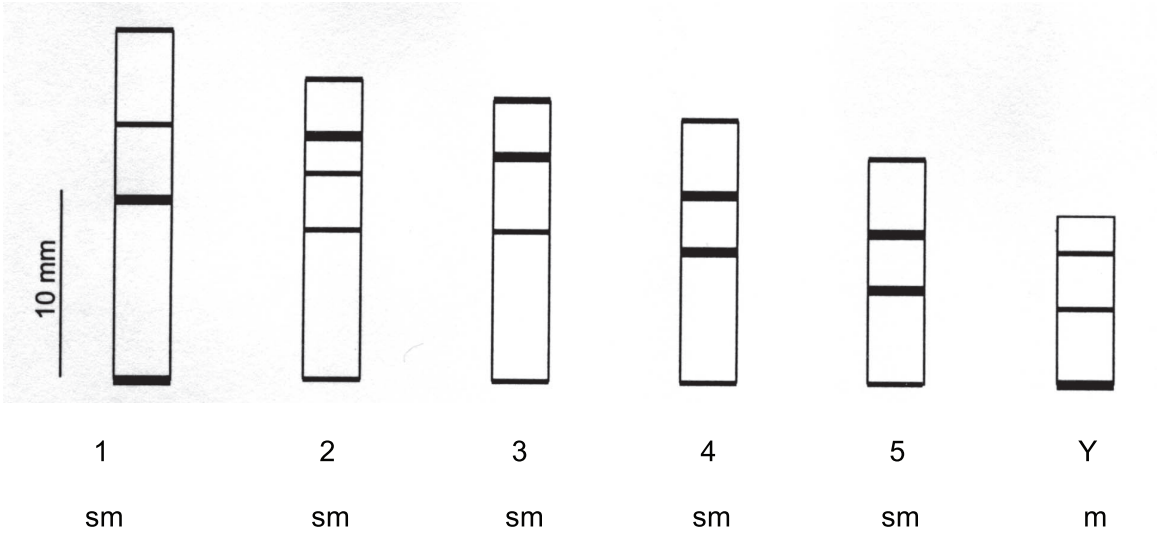
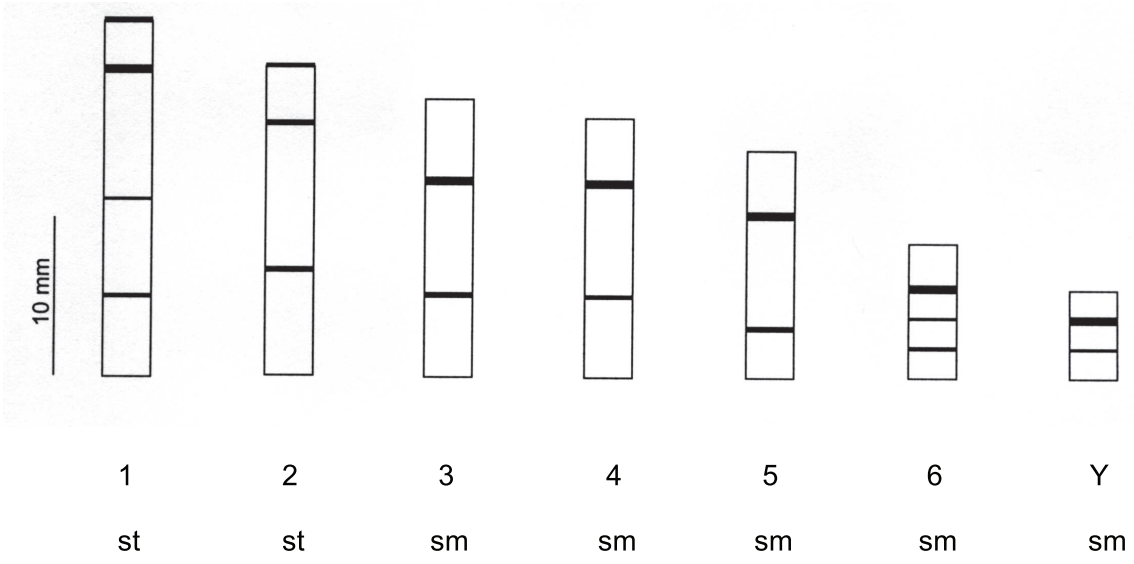


Figura 14. Cariotipos haploides de individuos machos de *A. fraterculus* de Azuay y Loja.



GUAYLLABAMBA

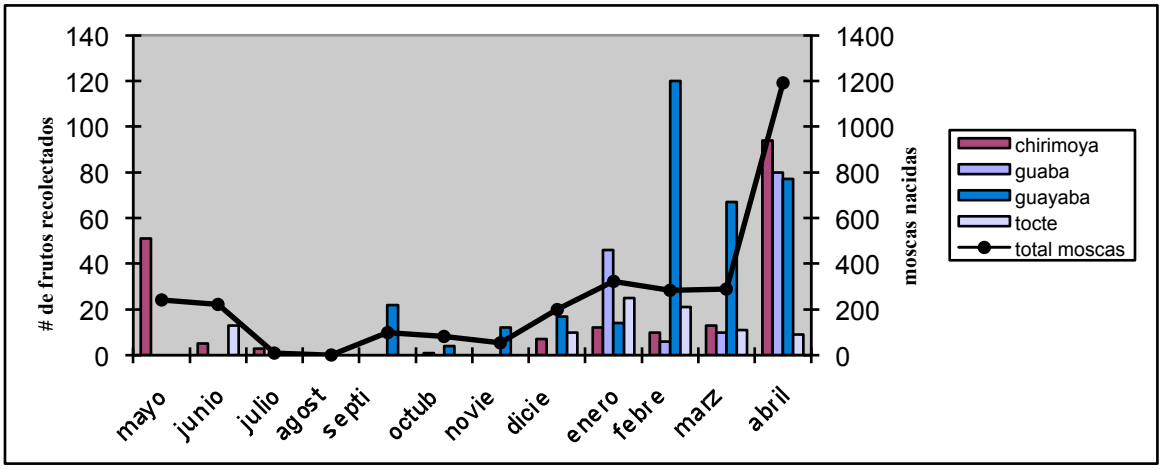


LOJA

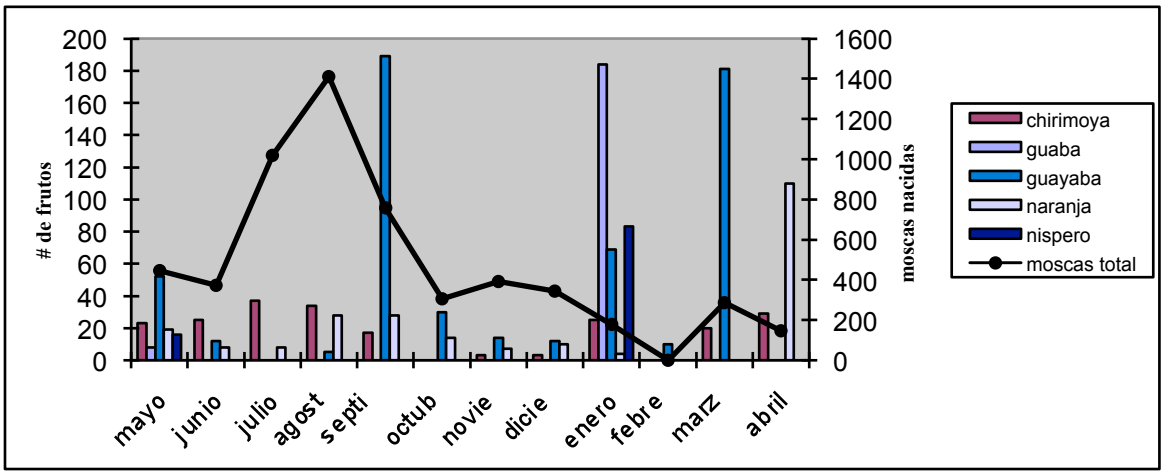
Figura 15. Bandeo C de Guayllabamba y Loja con su respectiva morfología.

(m = metacéntrico; sm = submetacéntrico; st = subtelocéntrico)

A.-



B.-



C.-

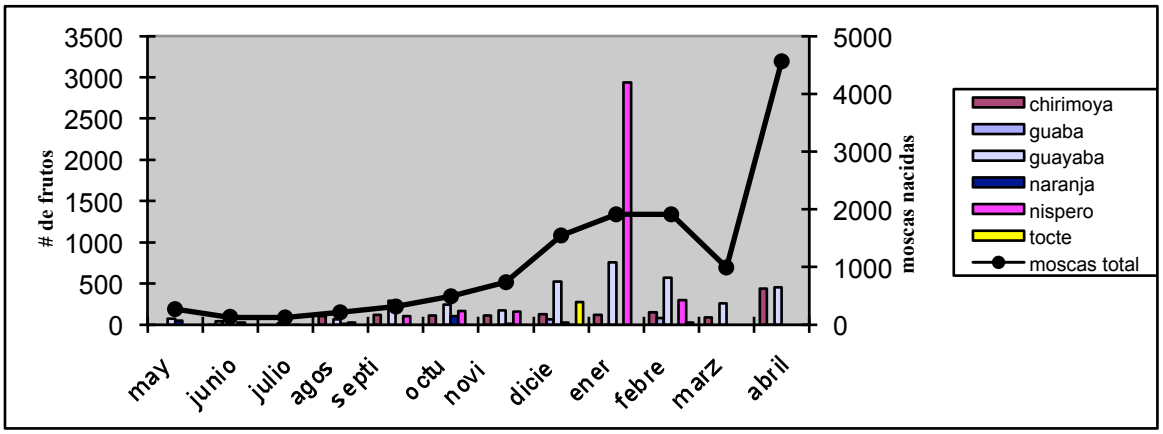
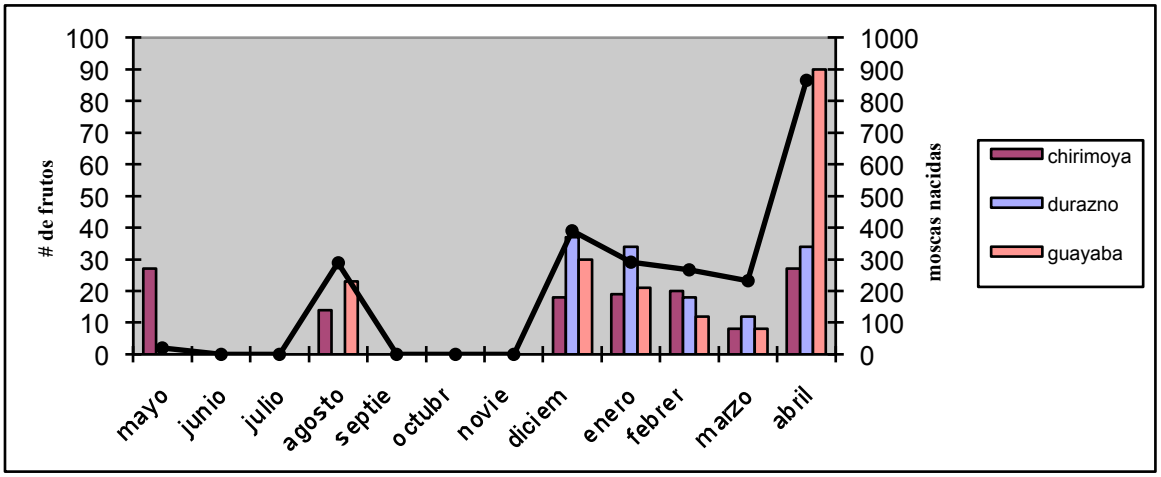
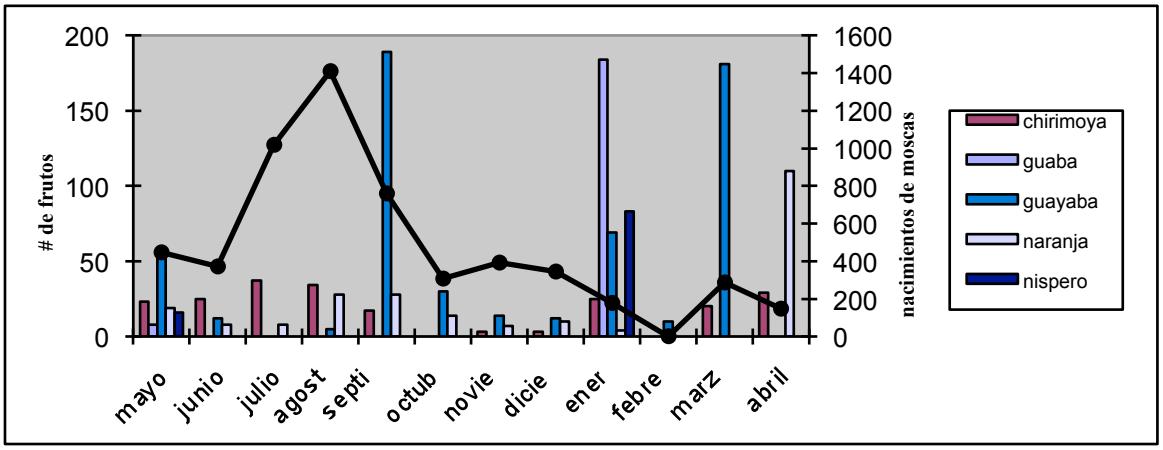


Figura 16. Variación de moscas nacidas en cajas de cría vs. número de frutos recolectados en el primer año (A), segundo año (B) y tercer año (C), en la Zona 1.

A.-



B.-



C.-

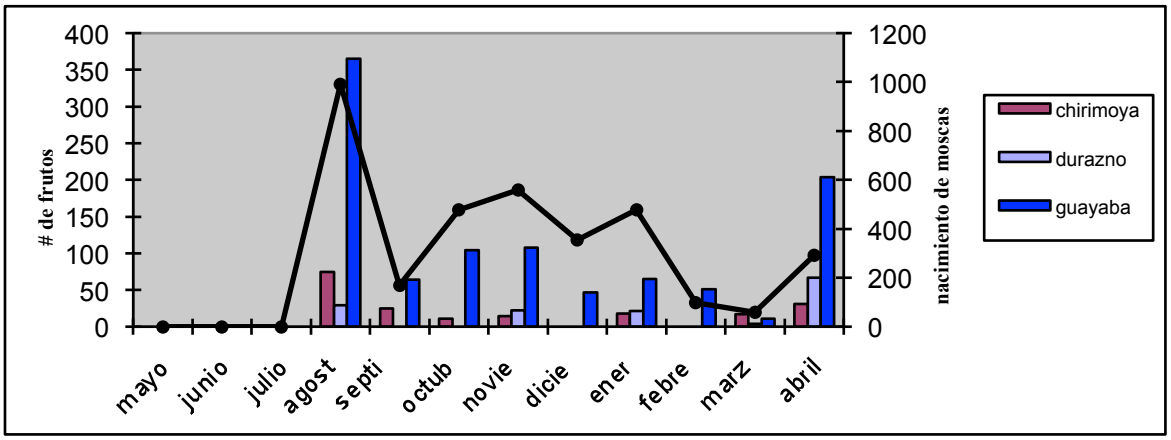
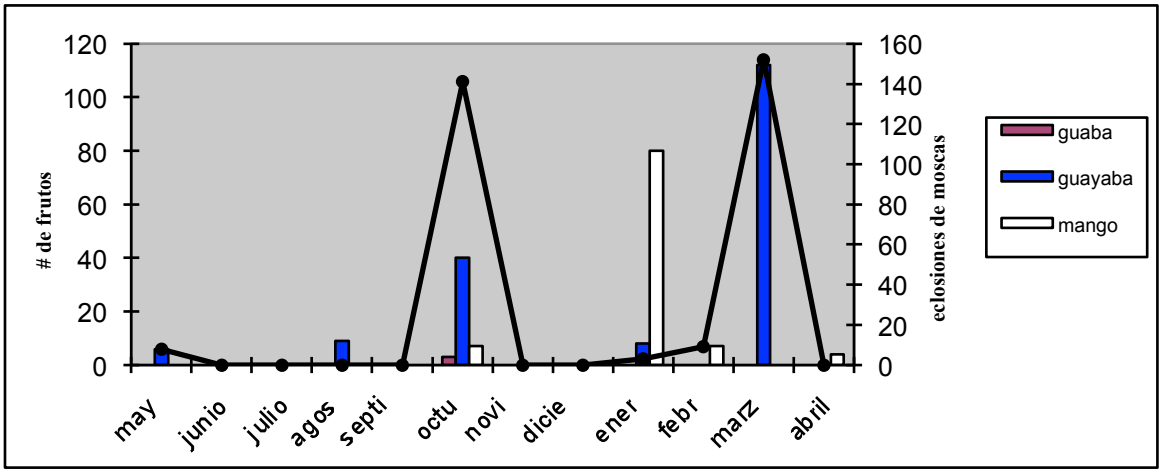
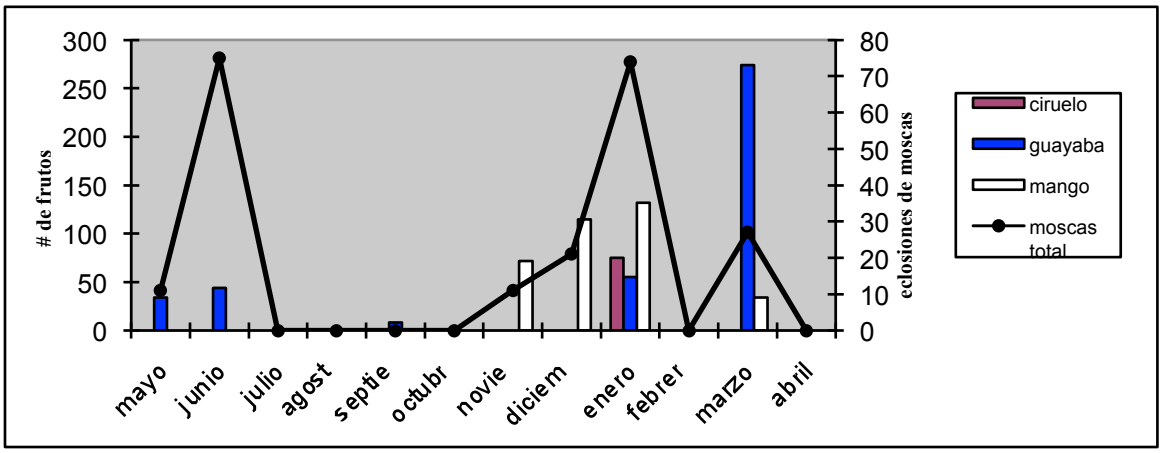


Figura 17. Variación de moscas nacidas en cajas de cría vs. número de frutos recolectados en el primer año (A), segundo año (B) y tercer año (C), en la Zona 2.

A.-



B.-



C.-

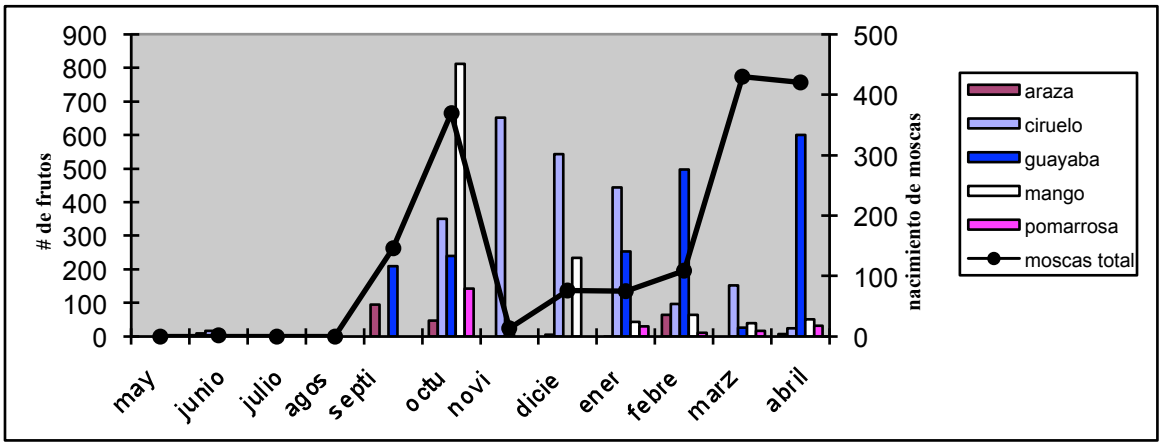
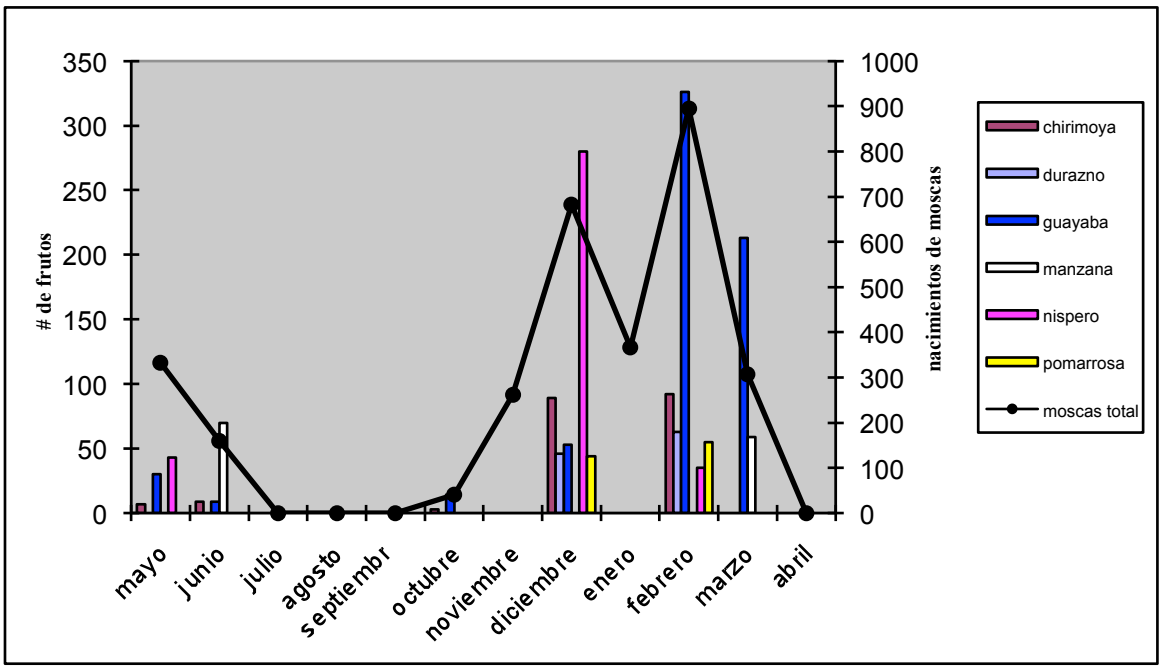


Figura 18. Variación de moscas nacidas en cajas de cría vs. número de frutos recolectados en el primer año (A), segundo año (B) y tercer año (C), en la Zona 3.

A.-



B.-

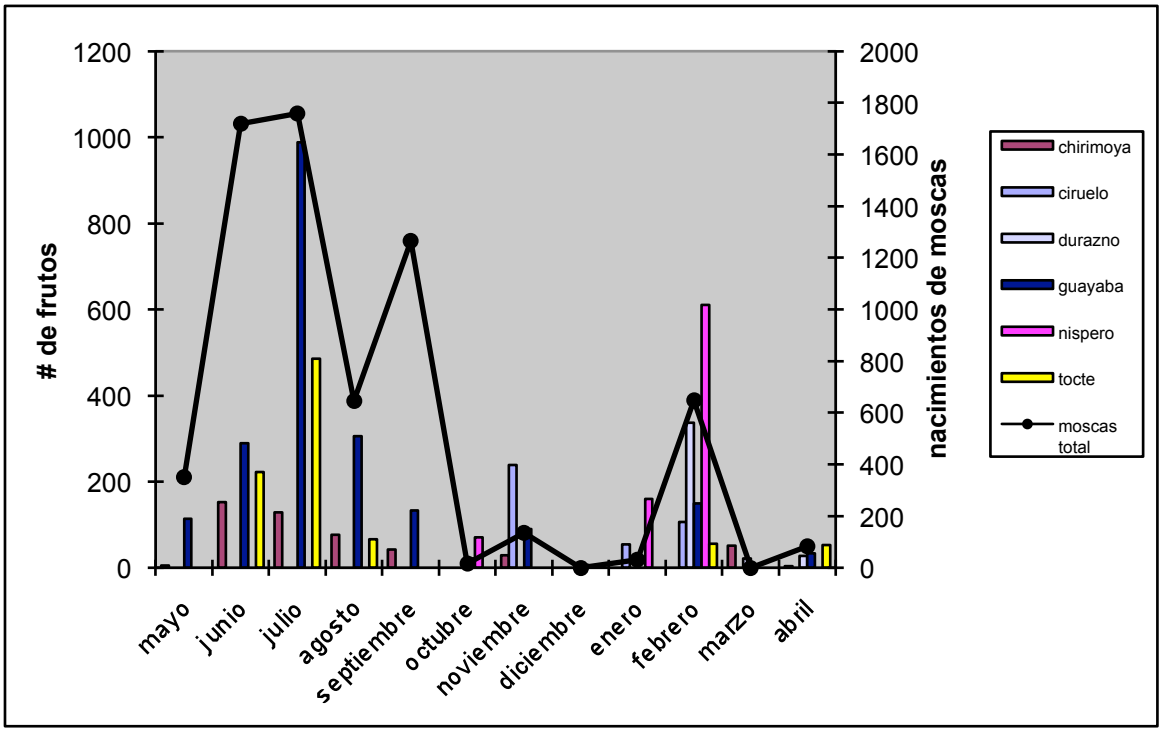
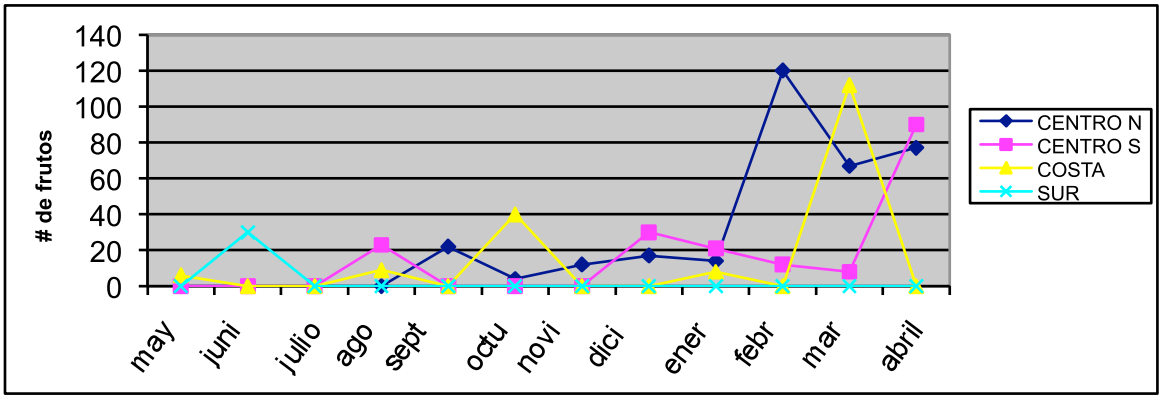
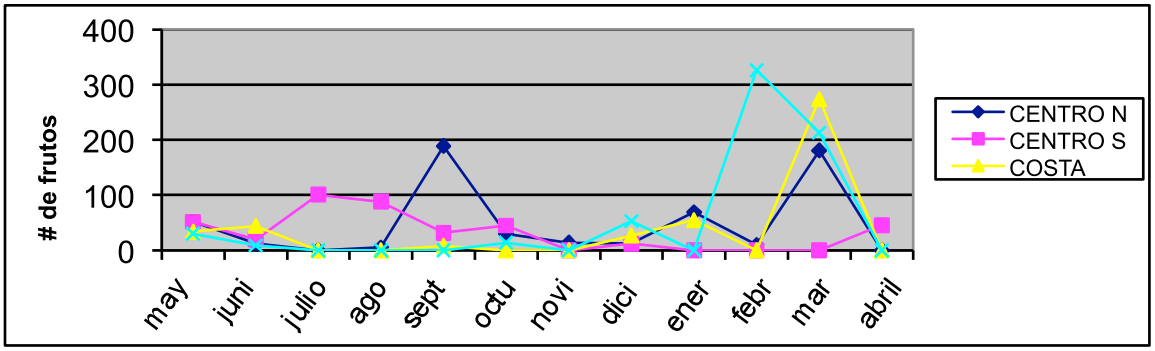


Figura 19. Variación de moscas nacidas en cajas de cría vs. número de frutos recolectados en el segundo año (A), y tercer año (B), en la Zona 4.

A.-



B.-



C.-

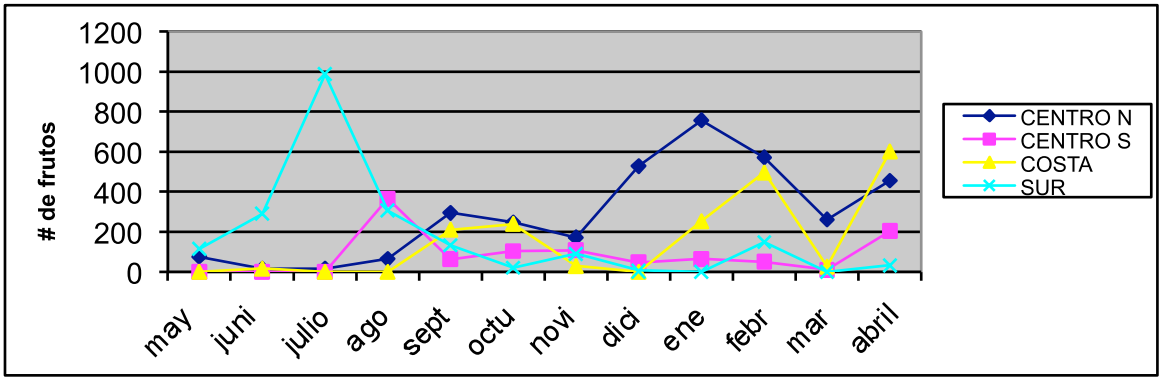
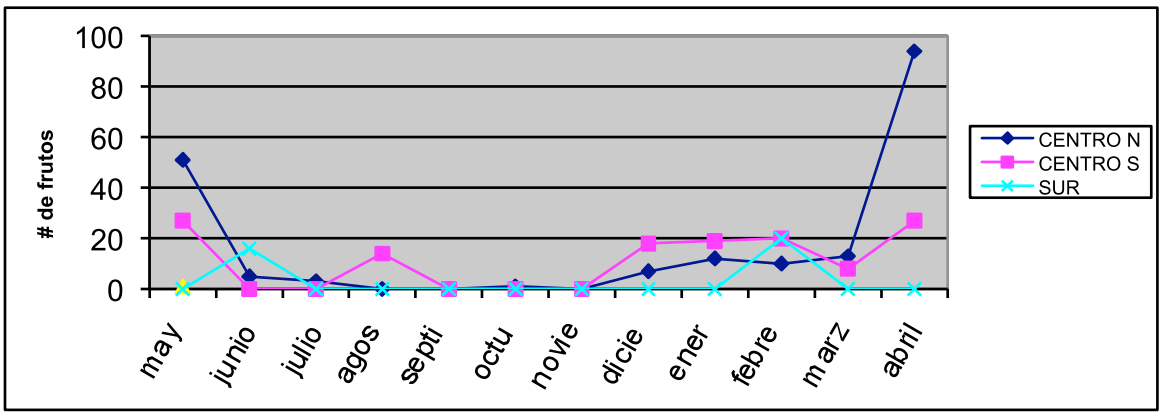
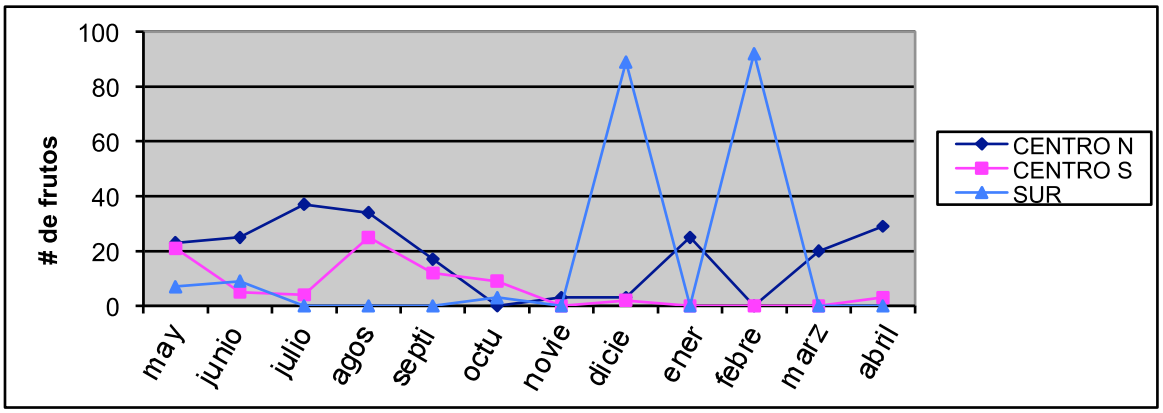


Figura 20. Disponibilidad de la guayaba durante el primer (A), segundo (B) y tercer periodo (C), en las cuatro zonas en las que estuvo presente.

A.-



B.-



C.-

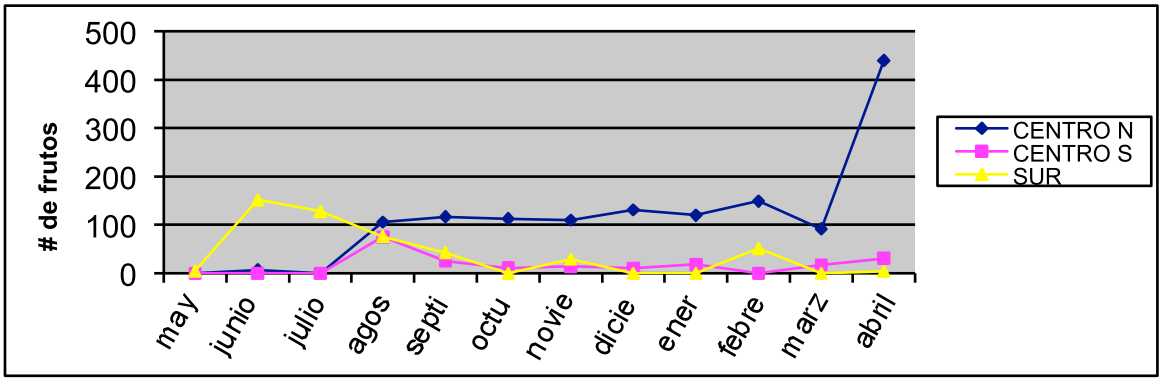
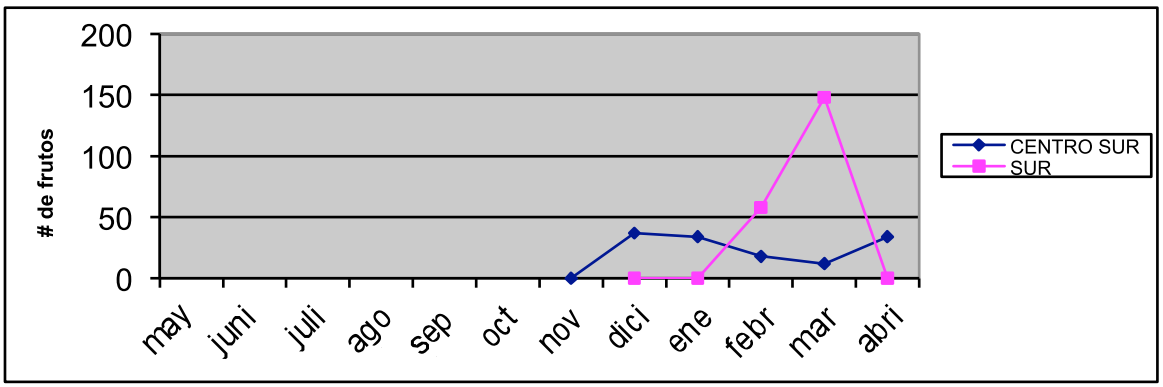
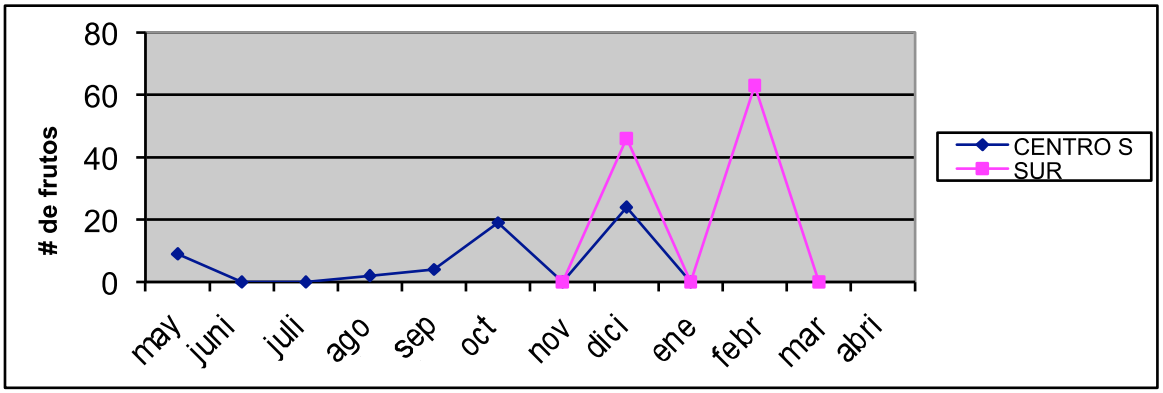


Figura 21. Disponibilidad de chirimoya durante el primero (A), segundo (B) y tercer (C) año, en las tres zonas en las que estuvo presente.

A.-



B.-



C.-

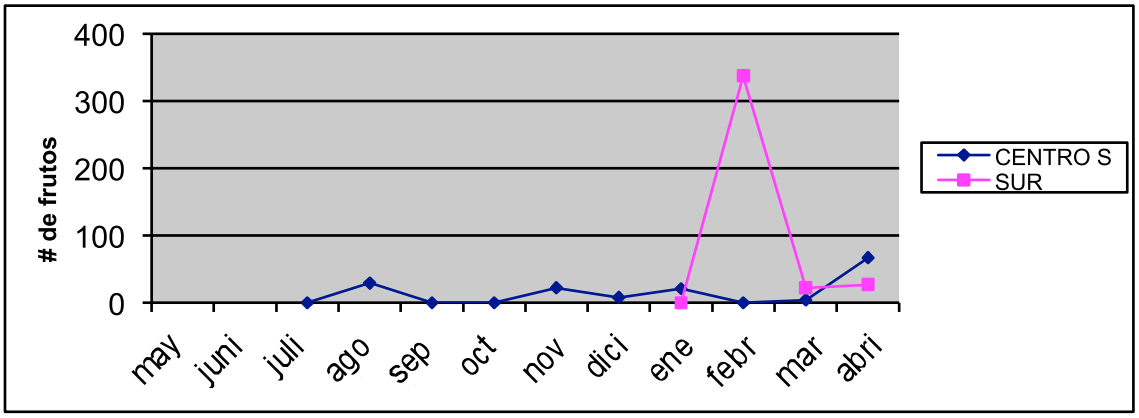


Figura 22. Disponibilidad de durazno durante el primer (A), segundo (B) y tercer periodo (C), en las dos zonas donde estuvo presente.

9. TABLAS

Tabla 1. Resumen de frutas recolectadas y moscas nacidas en las 4 zonas de estudio durante los 3 años.

AÑO	ZONA	HOSPEDERO	PESO (gramos)	# de frutos	Machos	Hembras	TOTAL MOSCAS
1	Zona 1	chirimoya	35010,91	196,00	781	787	1568
1	Zona 1	guaba	7080,2	142	266	252	518
1	Zona 1	guayaba	15503,7	337	331	356	687
1	Zona 1	mandarina	981,5	39	0	0	0
1	Zona 1	naranja	6531	71	2	2	4
1	Zona 1	níspero	65	6	0	0	0
1	Zona 1	tocte	6455,2	89	111	85	196
1	Zona 1	toronja	4547	18	12	13	25
1	Zona 2	chirimoya	24201	133	657	663	1320
1	Zona 2	durazno	6644,9	135	301	297	598
1	Zona 2	guaba	493	14	0	0	0
1	Zona 2	guayaba	8230,57	184	205	205	410
1	Zona 2	mandarina	798	19	1	0	1
1	Zona 2	tocte	64,95	1	13	16	29

1	Zona 3	guaba	187	3	69	73	142
1	Zona 3	guayaba	9818	160	63	89	152
1	Zona 3	mango	15490	118	4	8	12
1	Zona 3	naranja	1646	14	0	0	0
1	Zona 4	chirimoya	7397	36	93	120	213
1	Zona 4	claudia	793	50	0	0	0
1	Zona 4	durazno	7804	206	114	95	209
1	Zona 4	guaba	1197	4	0	0	0
1	Zona 4	guayaba	1173	30	13	4	17
1	Zona 4	mandarina	311	6	0	0	0
1	Zona 4	mango	2526	33	37	32	69
1	Zona 4	naranja	2527	27	0	0	0
1	Zona 4	níspero	417	79	17	17	34
1	Zona 4	pomarosa	71	4	1	0	1
1	Zona 4	tocte	534	8	0	0	0
1	Zona 4	toronja	1244	7	3	1	4
2	Zona 1	chirimoya	48200,5	216	2132	2124	4256

2	Zona 1	claudia	194,1	6	19	23	42
2	Zona 1	durazno	80	3	0	0	0
2	Zona 1	granada	233	1	2	3	5
2	Zona 1	guaba	4715	192	17	14	31
2	Zona 1	guayaba	18273,8	574	621	590	1211
2	Zona 1	mandarina	733	16	1	0	1
2	Zona 1	naranja	36719,9	236	2	3	5
2	Zona 1	níspero	1212,5	99	35	28	63
2	Zona 1	tocte	1766,5	27	0	0	0
2	Zona 1	toronja	12251,3	47	18	37	55
2	Zona 2	chirimoya	17851,2	81	507	574	1081
2	Zona 2	durazno	2030,6	58	9	9	18
2	Zona 2	guaba	686	14	2	9	11
2	Zona 2	guayaba	15791,8	396	235	221	456
2	Zona 2	mandarina	815	19	0	0	0
2	Zona 2	níspero	81	9	4	1	5
2	Zona 2	tocte	1077	13	11	16	27

2	Zona 2	toronja	433	2	0	1	1
2	Zona 3	arazá	1600	20	0	0	0
2	Zona 3	chirimoya	8299	116	0	0	0
2	Zona 3	ciruelo	2578,9	75	9	8	17
2	Zona 3	guaba	3668,1	38	0	0	0
2	Zona 3	guayaba	17044	442	57	76	133
2	Zona 3	mandarina	615	14	0	0	0
2	Zona 3	mango	60612,3	353	35	34	69
2	Zona 3	naranja	6431	25	0	0	0
2	Zona 3	pomarosa	1274,5	21	0	0	0
2	Zona 3	toronja	1623	4	0	0	0
2	Zona 4	chirimoya	28094	200	315	310	625
2	Zona 4	ciruelo	224,5	30	10	10	20
2	Zona 4	durazno	3333,9	109	205	242	447
2	Zona 4	granada	2080	16	0	0	0
2	Zona 4	guaba	4661,9	64	123	138	261
2	Zona 4	guayaba	24189,3	576	569	547	1116

2	Zona 4	limón	2104	18	0	0	0
2	Zona 4	mandarina	3126,5	75	0	0	0
2	Zona 4	mango	4452	30	10	13	23
2	Zona 4	manzana	2992	70	33	37	70
2	Zona 4	naranja	454,1	44	0	0	0
2	Zona 4	níspero	1957,5	358	37	41	78
2	Zona 4	pomarosa	2764	99	111	121	232
2	Zona 4	tocte	1860,3	68	0	0	0
3	Zona 1	arazá	2384	16	0	0	0
3	Zona 1	chirimoya	193537,07	1385	3783	3614	7397
3	Zona 1	ciruelo	250	40	0	0	0
3	Zona 1	guaba	11924	211	56	59	115
3	Zona 1	guayaba	163410	3464	2404	2574	4978
3	Zona 1	limón	13957	181	0	0	0
3	Zona 1	mandarina	6365,8	121	4	3	7
3	Zona 1	mora	351,82	161	10	11	21
3	Zona 1	naranja	31995,19	220	22	12	34

3	Zona 1	níspero	18567,9	3729	336	355	691
3	Zona 1	tocte	19557,6	312	2	1	3
3	Zona 1	toronja	3137	10	0	0	0
3	Zona 2	chirimoya	35144,6	201	217	221	438
3	Zona 2	claudia	1113	54	0	1	1
3	Zona 2	durazno	4028	145	58	72	130
3	Zona 2	guaba	2903	154	0	0	0
3	Zona 2	guayaba	35585,8	1019	1388	1523	2911
3	Zona 2	limón	3361	22	1	0	1
3	Zona 2	mandarina	1160	26	0	0	0
3	Zona 2	naranja	454	3	0	0	0
3	Zona 3	arazá	22500,9	251	79	82	161
3	Zona 3	chirimoya	2797	28	0	0	0
3	Zona 3	ciruelo	39787,9	2279	15	12	27
3	Zona 3	grosella china	6745	117	0	0	0
3	Zona 3	guaba	21725	111	2	1	3
3	Zona 3	guanábana	7761	9	1	0	1

3	Zona 3	guayaba	118214,1	1875	186	182	368
3	Zona 3	limón	13018	92	0	0	0
3	Zona 3	mandarina	11412	74	0	0	0
3	Zona 3	mango	111357	1253	447	395	842
3	Zona 3	naranja	16513	110	0	0	0
3	Zona 3	níspero	71	7	0	0	0
3	Zona 3	pera china	4917	74	11	7	18
3	Zona 3	pomarosa	5779	243	113	85	198
3	Zona 3	toronja	97170	263	15	9	24
3	Zona 4	chirimoya	93393	488	792	811	1603
3	Zona 4	ciruelo	4533	400	2	2	4
3	Zona 4	claudia	978	43	1	3	4
3	Zona 4	durazno	16524	386	196	219	415
3	Zona 4	granada	55	3	0	0	0
3	Zona 4	guaba	2596	161	0	0	0
3	Zona 4	guayaba	63468,5	2131	1924	1805	3729
3	Zona 4	limón	340	8	0	0	0

3	Zona 4	mango	12510,2	146	5	6	11
3	Zona 4	manzana	4742	152	0	0	0
3	Zona 4	mora	54	54	0	0	0
3	Zona 4	naranja	1511	25	0	0	0
3	Zona 4	níspero	4623	840	90	81	171
3	Zona 4	pomarosa	1155	66	9	11	20
3	Zona 4	tocte	65254	883	375	328	703
		TOTAL	1819618,31	31089	20767	20830	41597
		PESO (Kg)	1819,61831				

Tabla 2. Proporción de sexos por hospedero Zona 1 año 1

HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
chirimoya	1568	787	781	%=1:1	
guaba	518	252	266	%=1:1	
guayaba	687	356	331	%=1:1	
naranja	4	2	2	%=1:1	
tocte	196	85	111	%=1:1,3	Machos
toronja	25	13	12	%=1:1	

Tabla 3. Proporción de sexos por hospedero Zona 1 año 2

HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
claudia	42	23	19	%=1:0,83	Hembras
chirimoya	4256	2124	2132	%=1:1	
granada	5	3	2	%=1:0,66	Hembras
guaba	31	14	17	%=1:1,21	Machos
guayaba	1204	588	616	%=1:1,05	Machos
naranja	5	3	2	%=1:0,66	Hembras
níspero	63	28	35	%=1:1,25	Machos
toronja	55	37	18	%=1:0,48	Hembras

Tabla 4. Proporción de sexos por hospedero Zona 1 año 3

HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
chirimoya	7397	3614	3783	%=1:1	
guaba	115	59	56	%=1:0,9	Hembras
guayaba	4978	2574	2404	%=1:0,9	Hembras
mandarina	7	3,00	4,00	%=1:1,33	Machos
mora	21	11	10	%=1:0,9	Hembras
naranja	34	12	22	%=1:1,83	Machos
níspero	691	355	336	%=1:0,9	Hembras
tocte	3	1	2	%=1:2	Machos

Tabla 5. Proporción de sexos por hospedero Zona 2 año 1

HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
chirimoya	1320	663	657	%=1:1	
durazno	598	297	301	%=1:1	
guayaba	410	205	205	%=1:1	
tocte	29	16	13	%=1:0,81	Hembras

Tabla 6. Proporción de sexos por hospedero Zona 2 año 2

HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
chirimoya	1081	574	507	%=1:0,88	Hembras
durazno	18	9	9	%=1:1	
guaba	11	9	2	%=1:0,22	Hembras
guayaba	456	221	235	%=1:1	
níspero	5	1	4	%=1:4	Machos
tocte	53	32	21	%=1:0,66	Hembras
toronja	1	1	0	%=1:0	Hembras

Tabla 7. Proporción de sexos por hospedero Zona 2 año 3

HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
chirimoya	438	221	217	%=1:0,98	Hembras
claudia	1	1	0	%=1:0	Hembras
durazno	130	72	58	%=1:0,81	Machos
guayaba	2911	1523	1388	%=1:0,91	Hembras
limón	1	0	1	%=0:1	Machos

Tabla 8. Proporción de sexos por hospedero Zona 3 año 1

HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
guaba		79	62	%=1:0,78	Hembras
guayaba		94	66	%=1:0,70	Hembras
mango		8	4	%=1:0,5	Hembras

Tabla 9. Proporción de sexos por hospedero Zona 3 año 2

HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
ciruelo	17	8	9	%=1:1,13	Machos
guayaba	133	76	57	%=1:0,75	Hembras
mango	69	34	35	%=1:1	

Tabla 10. Proporción de sexos por hospedero Zona 3 año 3

HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
arazá	161	82	79	%=1:0,96	Hembras
ciruelo	27	12	15	%=1:1,25	Machos
guaba	3	1	2	%=1:2	Machos
guayaba	368	182	186	%=1:1	
mango	842	395	447	%=1:1,13	Machos
pera china	18	7	11	%=1:1,57	Machos
pomarrosa	198	85	113	%=1:1,33	Machos
toronja	24	9	15	%=1:1,66	Machos

Tabla 11. Proporción de sexos por hospedero Zona 4 año 1

HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
chirimoya	213	120	93	%=1:0,78	Hembras
guayaba	27	14	13	%=1:0,93	Hembras
durazno	209	95	114	%=1:1,20	Machos
mango	54	24	30	%=1:1,25	Machos
níspero	34	17	17	%=1:1	
pomarrosa	1	0	1	%=0:1	Machos
toronja	4	1	3	%=1:3	Machos

Tabla 12. Proporción de sexos por hospedero Zona 4 año 2

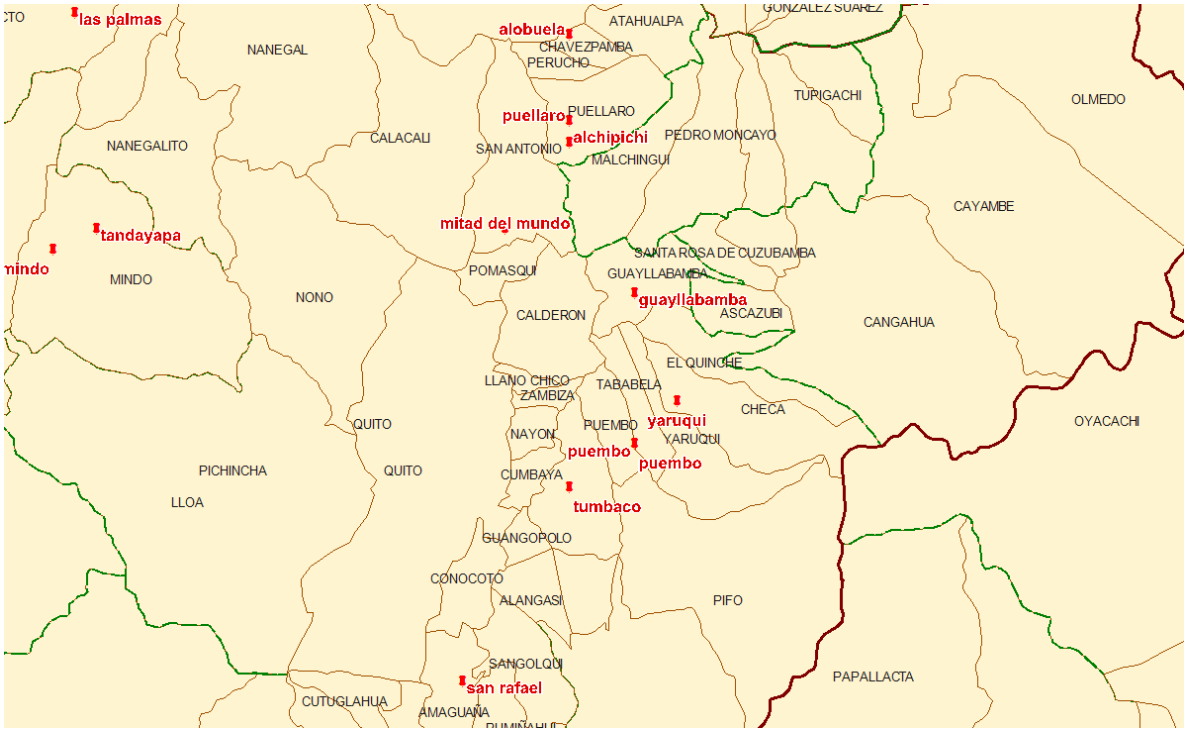
HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
chirimoya	625	310	315	%=1:1	
ciruelo	20	10	10	%=1:1	
durazno	447	242	205	%=1:0,84	Hembras
guaba	261	138	123	%=1:0,89	Hembras
guayaba	1222	597	625	%=1:1	
mango	23	13	10	%=1:0,77	Hembras
manzana	136	73	63	%=1:0,86	Hembras
níspero	78	41	37	%=1:0,9	Hembras
pomarrosa	232	121	111	%=1:0,92	Hembras

Tabla 13. Proporción de sexos por hospedero Zona 4 año 3

HOSPEDERO	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	PROPORCIÓN SEXUAL	SEXO DOMINANTE
chirimoya	1603	811	792	%=1:0,98	Hembras
ciruelo	4	2	2	%=1:1	
claudia	4	3	1	%=1:0,33	Hembras
durazno	415	219	196	%=1:0,89	Hembras
guayaba	3729	1805	1924	%=1:1	
mango	11	6	5	%=1:0,83	Hembras
níspero	161	71	90	%=1:1,27	Machos
pomarrosa	20	11	9	%=1:0,82	Hembras
tocte	703	328	375	%=1:1,14	Machos

10. ANEXOS

Anexo 1. Puntos de colección en la Zona 1



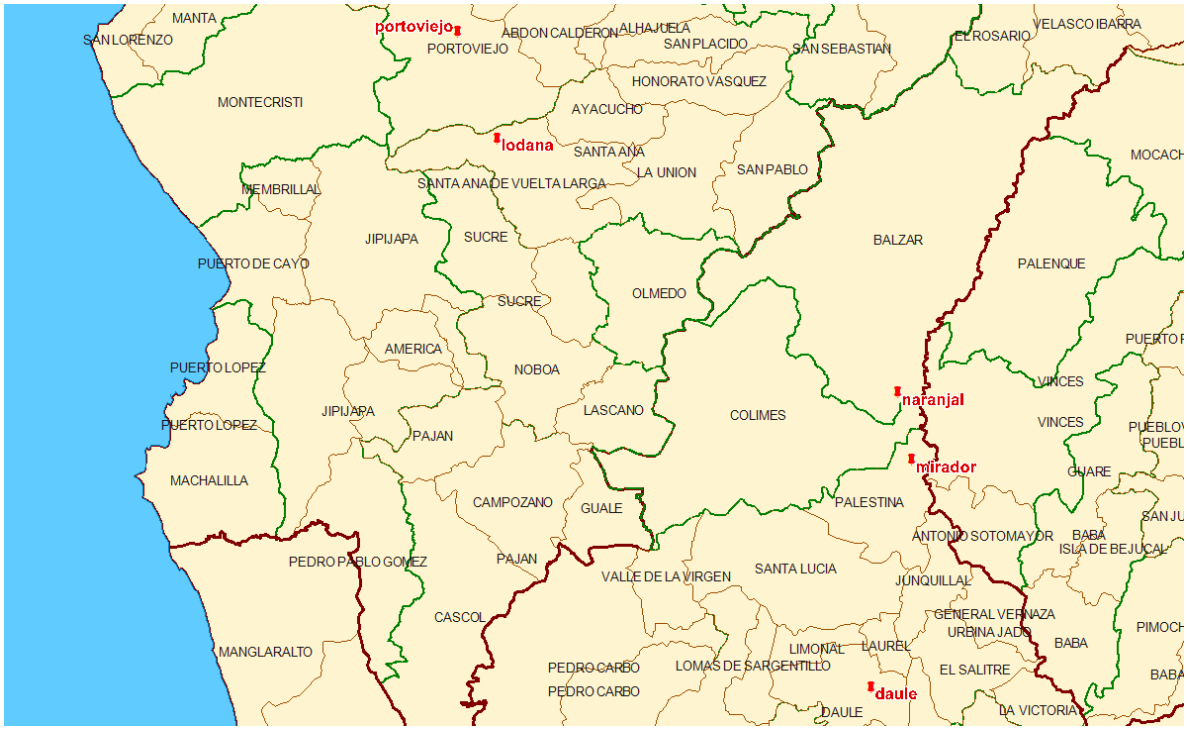
Anexo 2. Puntos de colección en Zona 2



Anexo 3. Puntos de colección en Zona 3



Anexo 3. Continuación



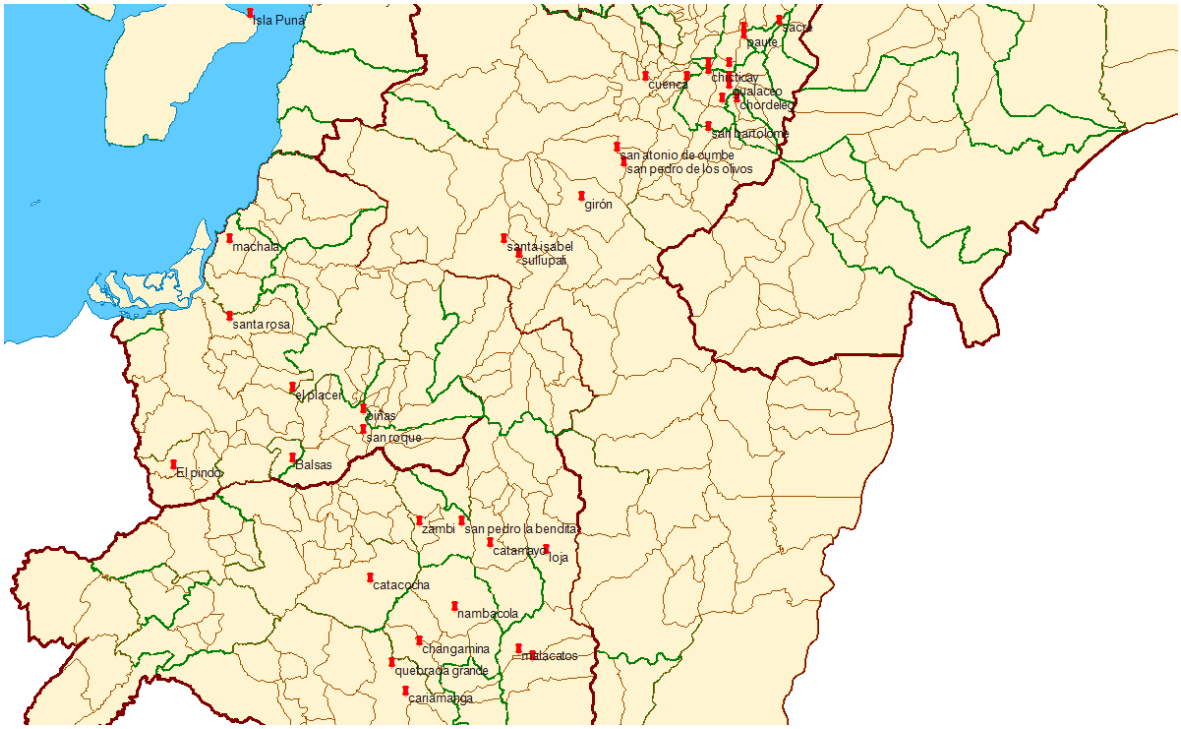
Anexo 3. Continuación



Anexo 3. Continuación



Anexo 4. Puntos de colección en Zona 4



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Diego Omar Morales Viteri, C.I. 1706685623 autor del trabajo de graduación titulado: "**Ecología de *Anastrepha fraterculus* Wiedemann (Diptera: Tephritidae), y estudios cromosómicos en poblaciones ecuatorianas**", previa a la obtención del grado académico de **LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en la Facultad de **Ciencias Exactas y Naturales:**

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 20 de Noviembre de 2012

Sr. Diego Morales Viteri

C.I. 1706685623