

**BIOLOGIA DE *Utetes* (Braconastrepha) *anastrephae* (Viereck)
(Hymenoptera: Braconidae) Y RELACION CON EL HOSPEDERO *Anastrepha*
fraterculus (Diptera: Tephritidae)**

ADRIANA MARCELA AMOROCHO SUAREZ

**BUCARAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
2008**

**BIOLOGIA DE *Utetes (Bracanstrepha) anastrephae* (Viereck) (Hymenoptera:
Braconidae) Y RELACION CON EL HOSPEDERO *Anastrepha fraterculus*
(Diptera: Tephritidae)**

ADRIANA MARCELA AMOROCHO SUAREZ

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Bióloga**

**DIRECTOR
ORLANDO INSUSTY BURBANO
I. A., Investigador Prof. Asociado
Corpoica – E. E. Cimpa, Barbosa - Santander**

**CODIRECTOR
IVAN GUERRERO CLAVIJO
Biólogo, M.Sc Microbiología Industrial
Profesor UIS**

**BUCARAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
2008**

A Dios, por darme la vida y la
sabiduría necesaria para enfrentarla,
A mi madre, por su amor incondicional
Y sus sacrificios para alcanzar mi felicidad
A mi familia, porque siempre
han buscado lo mejor para mí.
A mis amigos, por la alegría de contar con ellos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos muy especiales a la Doctora Ligia Núñez, por su colaboración constante ante las dificultades e inquietudes, y por brindarme su valiosa amistad y sabiduría.

A los investigadores Jorge Cancino, Nelson Canal, Henry Walforth especialistas en el tema, por corregir, aconsejar y compartir sus grandes conocimientos de la manera más cordial y desinteresada.

Al apoyo del Ingeniero Orlando Insuasty y el Biólogo Rafael Monroy, Director y asesor del proyecto respectivamente por su motivación para llevarlo a cabo.

A Jorge Bautista por su incansable labor y ayuda en los muestreos de campo.

A Olga Ariza, por su amistad, y por ese espíritu altruista que cada día se convirtió en motivación para hacer una mejor labor.

A mis más queridos amigos del ICA, Marquitos y Jorge... quienes siempre transformaron lo difícil, en experiencias divertidas y llena de sabiduría.

En general, a quienes con su carisma, hicieron de éste proyecto un reto enriquecedor como enseñanza de vida.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCION.....	12
1. MARCO TEORICO.....	14
1.1 Generalidades sobre los cultivos de guayaba (<i>P. guajava</i> L.) y café (<i>C. arabica</i>).....	14
1.2. MOSCAS DE LA FRUTA.....	15
1.3. CONTROL BIOLÓGICO DE MOSCAS DE LA FRUTA.....	18
1.4. PARASITOIDES.....	22
1.5 CARACTERÍSTICAS DE <i>U. anastrephae</i>	23
2. METODOLOGIA.....	25
2.1 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PARASITACION DE <i>U.</i> <i>anastrephae</i> EN LARVAS DE <i>A. fraterculus</i> EN CONDICIONES NATURALES Y DE LABORATORIO.....	26
2.1.1 Obtención y manejo de parasitoides procedentes de muestreos de campo.....	26
2.2 DETERMINACION DE PARAMETROS QUE FAVORECEN LA CRIAR DE <i>U. anastrephae</i>	29
2.2.1. Búsqueda del mejor tipo de cultivo como reservorio natural de éste parasitoide perteneciente a la región en estudio.....	29
2.2.2 Descripción de las condiciones de manejo de fruta en maduración, obtención de larvas (L3) y medios de pupación en laboratorio.....	29
2.2.3 Determinación de las condiciones para el mantenimiento de los parasitoides adultos, obtenidos de las frutas procesadas.....	31
2.2.4 Determinación de las condiciones de exposición de <i>U.</i> <i>anastrephae</i> a larvas de <i>A. fraterculus</i>	32

2.3 DESCRIPCION DEL COMPORTAMIENTO DE <i>U. anastrephae</i> EN CONDICIONES DE LABORATORIO.....	34
2.3.1 Comportamiento de los especimenes emergidos de muestras de campo y de exposiciones en laboratorio, bajo diferentes condiciones.....	34
2.3.2 Comportamiento de cópula y oviposición de <i>U. anastrephae</i> según el número de machos y hembras expuestas.....	35
2.3.3 Comprobación de arrenotokia de <i>U. anastrephae</i>	35
3. RESULTADOS Y DISCUSION.....	36
3.1 NIVELES DE PARASITACION DE <i>U. anastrephae</i> EN LARVAS DE <i>A. fraterculus</i> EN CONDICIONES NATURALES Y DE LABORATORIO.....	36
3.1.1 Determinación del índice total de parasitoidismo (TIP).....	36
3.1.2 Periodo de permanencia de <i>U. anastrephae</i> en larvas de <i>A. fraterculus</i>	43
3.2. PARAMETROS QUE FAVORECEN LA CRIA DE <i>U. anastrephae</i>	45
3.2.1 Mejor tipo de cultivo, como reservorio natural de <i>U. anastrephae</i> en la región de estudio.....	45
3.2.2 Descripción de las condiciones de manejo de fruta en maduración, obtención de larvas (L3) y medios de pupación en laboratorio.....	49
3.2.3. Determinación de las condiciones para el mantenimiento de los parasitoides obtenidos de las muestras procesadas.....	53
3.2.4 Determinación de las condiciones de exposición de <i>U. anastrephae</i> a larvas de <i>A. fraterculus</i>	56
3.3 DESCRIPCION DEL COMPORTAMIENTO DE <i>U. anastrephae</i> EN CONDICIONES DE LABORATORIO.....	59
3.3.1 Comportamiento de los especimenes emergidos de muestras de campo y de exposiciones en laboratorio, bajo diferentes condiciones.....	59

3.3.1.1 Humedad.....	59
3.3.1.2 Vigor y tamaño.....	60
3.3.1.3 Tipo de dieta utilizada para exposición.....	60
3.3.1.4 Días de exposición.....	61
3.3.1.5 Número de larvas expuestas.....	61
3.3.2. Comportamiento de cópula y oviposición de <i>U. anastrephae</i> según el número de machos y hembras expuestas.....	61
3.3.3. Comprobación de arrenotokia de <i>U. anastrephae</i>	62
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFIA.....	66

LISTA DE TABLAS

No.		Pág.
1	Resumen exposiciones de <i>Utetes anastrephae</i> a larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i> en condiciones de laboratorio	43
2	Resultados del análisis de varianza realizado a los valores obtenidos para promedios de permanencia del parasitoide <i>Utetes anastrephae</i> sobre el hospedero <i>Anastrepha fraterculus</i>	44
3	Valor índice de infestación (L_3 / Kg fruta recolectada) para cada una de las plantas hospedantes de <i>Anastrepha fraterculus</i>	47
4	Datos generales referentes a muestreos por planta hospedante en los municipios en estudio.....	48
5	Análisis de varianza realizado a los valores obtenidos para promedios de permanencia del parasitoide <i>Utetes anastrephae</i> sobre el hospedero <i>Anastrepha fraterculus</i>	58
6	Dietas utilizadas durante las exposiciones de <i>Utetes anastrephae</i> a larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i> realizadas en condiciones de laboratorio	59

LISTA DE FIGURAS

No.		Pág.
1	Macho de <i>U. anastrephae</i>	24
2	Hembra de <i>U. anastrephae</i>	24
3	Muestra de café etiquetada para el transporte de los frutos hasta el laboratorio.....	28
4	Recipiente plástico ó cámara de incubación de frutos.....	28
5	Mantenimiento de los frutos dentro de la cámara de incubación en condiciones de humedad adecuada para permitir el normal desarrollo de las larvas.....	29
6	Cámara bioclimática para el mantenimiento de condiciones controladas de temperatura y fotoperiodo	30
7	Mantenimiento de larvas L ₃ a condiciones ambientales en frascos con vermiculita como medio de pupación.....	31
8	Jaulas tipo I, de 30 x 30cm inicialmente utilizadas para el mantenimiento de los parasitoides emergidos	31
9	Jaula tipo II, utilizada para el mantenimiento de los parasitoides y para exposición de los mismos.....	32
10	Larvas L ₃ de <i>Anastrepha fraterculus</i> para exposición en dieta normal (Torula + germen de trigo).....	33
11	Dispositivo para exposición con L3 de <i>Anastrepha fraterculus</i> con la dieta normal (Torula + germen de trigo).....	33
12	Larvas L ₃ para exposición en dieta normal (Torula + germen de trigo) + guayaba	34
13	Dispositivo para exposición con L3 de <i>Anastrepha fraterculus</i> con la dieta normal (Torula + germen de de trigo) + guayaba	34
14	Larvas L3 de <i>Anastrepha fraterculus</i> para exposición en dieta normal (Torula + germen de trigo) + mucílago de café.....	34

15	Dispositivo para exposición con L3 de <i>Anastrepha fraterculus</i> con la dieta normal (Torula + germen de trigo) + mucílago de café.....	34
16	Distribución espacial del porcentaje de emergencia de <i>Utetes anastrephae</i> en 9 municipios de la Hoya del Río Suárez de octubre de 2004 a Julio de 2005	38
17	Abundancia de moscas de la fruta por municipio entre octubre de 2004 y julio de 2005.....	39
18	Comportamiento de los niveles de parasitismo total según la época del año, en los municipios de la Hoya del Río Suárez, en el periodo comprendido entre Octubre de 2004 y julio de 2005	40
19	Distribución espacio - temporal de <i>Utetes anastrephae</i> en las poblaciones muestreadas durante el periodo de estudio sobre <i>Coffea arabica</i>	41
20	Fluctuación poblacional de <i>Anastrepha fraterculus</i> y <i>Utetes anastrephae</i> sobre <i>Coffea arabica</i> en el periodo comprendido entre Octubre de 2004 a Julio de 2005 en los municipios de la Hoya del Río Suárez.....	41
21	Recuperación de <i>Utetes anastrephae</i> en relación al número de larvas de tercer instar de <i>Anastrepha fraterculus</i> colectadas en Café (<i>Coffea arabica</i>).....	42
22	Periodo de permanencia (número de días hasta la emergencia) de <i>Utetes anastrephae</i> en larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i>	45
23	Muestra lista para disección	50
24	Proceso de disección de larvas	50
25	Paso de larvas a medios de pupación.	50
26	Larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i> salidas de los granos traídos de campo durante el transporte hasta el laboratorio.....	53
27	Larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i> salidas de los granos traídos	53

	de campo durante el transporte hasta el laboratorio colocadas para continuar su desarrollo en mezcla de dieta más mucílago de café durante 2 días	
28	Larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i> emergentes de los frutos traídos de campo durante el transporte hasta el laboratorio después de dos días en dieta para larvas, listas para pasar a medios de pupación	53
29	Jaula tipo II que utiliza como base paño absorbente	54
30	Jaula tipo II que utiliza como base lienzo humedecido.....	55
31	Jaula tipo II que utiliza como base papel absorbente humedecido.....	56
32	Eficiencia de las dietas utilizadas para la exposición de <i>Utetes anastrephae</i> en condiciones de laboratorio, calculada como el porcentaje de emergencia de parasitoides obtenidos según el número de larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i> expuestas	58

RESUMEN

TITULO: BIOLOGIA DE *Utetes* (Braconastrepha) *anastrephae* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae) Y RELACION CON EL HOSPEDERO *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae)*

AUTOR: Adriana Marcela Amorocho Suárez**

PALABRAS CLAVES: Control biológico, parasitoides, *Anastrepha fraterculus*, Manejo integrado de plagas, hospedero, *Utetes anastrephae*, Tephritidae, Braconido.

DESCRIPCION: El presente estudio se hizo con el fin de evaluar de manera experimental de acuerdo a las características biológicas de *Utetes anastrephae* la factibilidad para su utilización como enemigo natural de *Anastrepha fraterculus* en programas de control biológico debido al impacto que tiene en nuestro país ésta plaga por los daños que ocasiona a ciertos cultivos de interés económico.

Se muestrearon frutales de *Coffea arabica*, *Psidium guajaba* y *Eriobotrya japonica* de 9 municipios pertenecientes a la Hoya del Río Suárez, Santander-Colombia durante un periodo de 10 meses como posibles hospedantes de *A. fraterculus* y por ende hospederos de *U. anastrephae*, permitiendo un seguimiento de aspectos relacionados con obtención, niveles de parasitación, parámetros mas favorables para la cría, comportamiento y adaptación en condiciones de laboratorio de especímenes de éste himenoptero.

Los resultados sugieren que éste parasitoides no debe ser considerado como un agente promisorio para ser implementado en programas de control biológico en contra de moscas de las frutas por razones tales como bajo nivel de fecundidad, poca capacidad de búsqueda a densidades bajas del huésped, escasa sobrevivencia y bajo nivel de adaptación en condiciones de laboratorio principalmente.

* Trabajo de grado

** Escuela de Biología, Facultad de ciencias; Orlando Insuasty Burbano
Universidad Industrial de Santander

ABSTRACT

TITLE: BIOLOGY OF *Utetes* (Braconastrepha) *anastrephae* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae) AND RELATIONSHIP WITH THE HOST *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae)

AUTHOR: Adriana Marcela Amorocho Suárez**

KEY WORDS: Biological control, parasitoids, *Anastrepha fraterculus*, Integrated pest management, host, *Utetes anastrephae*, Tephritidae, Braconidae.

DESCRIPTION: The present study was done with the purpose of experimentally evaluating according to the biological characteristics of *Utetes anastrephae* the feasibility for its use as a natural enemy of *Anastrepha fraterculus* in biological control programs due to the impact that this plague has in our country, causing damages to certain cultivations of economical interests.

Samples of *Coffea arabica*, *Psidium guajaba* and *Eriobotrya japonica* from municipalities belonging to the Hoya del Río Suárez, Santander-Colombia during 10 months were taken as a possible host of *A. fraterculus* and therefore a host of *U. anastrephae*, allowing a pursuit of aspects related to obtaining levels of parasitation, more favorable parameters for breeding, behavior and adaptation under laboratory conditions.

Results suggest that this parasitoid should not be considered as a promissory agent to be implemented in biological control programs against flies of the fruits in question for such reasons as low level of fecundity, low search capacity at the host low densities, scarce survival and the low level of adaptation under laboratory conditions.

* Work degree

** School of Biology, Faculty of Science; Orlando Insuasty Burbano.
Industrial University of Santander

INTRODUCCION

Actualmente la guayaba *Psidium guajava* está siendo atacada por las moscas de la fruta *A. fraterculus* (Wiedemann) y *Anastrepha striata* (Schiner) (DIPTERA. TEPHRITIDAE) las cuales constituyen la principal plaga de impacto económico y social en el cultivo, y son consideradas uno de los grupos más importantes de plagas de las regiones tropicales y subtropicales del continente americano (Norrbom y Kim, 1988). Las larvas de éste tipo de moscas afectan la calidad de la fruta ya que al alimentarse de la parte comestible hacen que sea inaceptable tanto para consumo directo, como para su posterior utilización con fines agroindustriales.

La presencia de larvas de *A. fraterculus* en frutas sin seleccionar utilizadas para la fabricación de productos alimenticios genera inconvenientes para fines de exportación debido a la presencia en la cutícula de sustancias como la quitina, la cual es fácilmente detectable en controles de calidad y que produce rechazo para la comercialización del producto a nivel internacional, (Glenn, 1978).

Entre los enemigos naturales de los tephritidos, los parasitoides himenópteros son casi exclusivamente los responsables del equilibrio de estas poblaciones. La mayoría de estos parasitoides pertenecen a la familia Braconidae, mientras otros pertenecen a las familias Figitidae, Diapriidae, Pteromalidae y Eulophiidae (Ovruski et al., 2000).

Con el fin de minimizar daño causado por este insecto, el manejo integrado de plagas por medio de control biológico con parasitoides himenópteros está siendo utilizado en diversos países. El creciente interés mundial en los parasitoides de moscas de fruta como agentes de control biológico y las nuevas estrategias que

involucran liberaciones aumentativas, permiten incentivar el empleo de estos enemigos naturales.

En muchos países están utilizando para control biológico de *Anastrepha* spp. parasitoides de la familia Braconidae principalmente pues en estudios previos realizados con ellos, se han obtenido buenos resultados (Ovrusky et al., 2000). No obstante, para poder llevar a cabo un proceso de control biológico con parasitoides en una región es necesario el conocimiento de la diversidad de las especies de parasitoides nativos y su dinámica poblacional. (Araujo y Zucchi., 2003). Hay que tener en cuenta, que para aplicar éstos programas de control biológico debe partirse de la base de un conocimiento profundo tanto del insecto plaga como del controlador; de aspectos relacionados con la biología y comportamiento de los mismos, y de los métodos de cría de los parasitoides a utilizar, lo cual hace parte de la primera fase de desarrollo de éstos programas, para continuar con la cría masiva y posterior liberación de éstos enemigos naturales en el campo.

MARCO TEORICO

A nivel nacional, el cultivo de guayaba *P. guajava*, ocupa el tercer lugar por área sembrada (18.000 Ha), sobresaliendo en los departamentos de Tolima, Boyacá, Antioquia Cundinamarca Y Santander; su producción rápida le permite generar altas ganancias con reducidos costos, y a la vez obtener divisas como fruta procesada exportable; (CORPOICA –CIMPA, 1996).

La Provincia de Vélez es una de las mayores zonas productoras de guayaba; su producción se ha desarrollado, en forma silvestre, sin mayores técnicas que le permitan mejorar la calidad del producto y reducir las pérdidas poscosecha las cuales aproximadamente son del 22%, (Robles, 2003). El principal problema fitosanitario que presenta este cultivo es el causado por moscas de las frutas nativas del género *Anastrepha* spp el cual afecta la calidad en términos de sanidad y alta perecibilidad.

1.1 Generalidades sobre el cultivo de guayaba *P. guajava* y café *Coffea arabica*

El cultivo de Guayaba, tiene períodos de cosecha en el año los cuales se separan por cuatrimestres según condiciones de lluvias y características fenológicas aunque durante todo el año es posible encontrar fruta en los árboles. La cosecha principal se presenta en los meses que van de agosto a noviembre, periodo que se caracteriza principalmente por lluvias intensas (Guarín y León, 2002).

En el café, el daño causado por moscas de la fruta no es tan significativo como si ocurre en la guayaba, pero a nivel mundial ésta planta reviste interés porque es hospedero natural de dichas moscas; su ataque, el cual ocurre sólo en granos en

estado pintón y maduros puede ocasionar en los frutos pérdida de peso, caída prematura, y, debido a efectos de oviposición, puede causar desarrollo de enfermedades fitopatogénicas, (Portilla, 1990). Este fruto representa cierto interés científico porque es reservorio natural de parasitoides, ya que los estados inmaduros de *A. fraterculus* son hospedantes de éstos agentes de control biológico (Guarín y León, 2002).

Rainer (1978) afirma que en café *A. fraterculus* al igual que *Ceratitidis capitata* Wiedemann, se observan de manera permanente durante todo el tiempo de cultivo y se convierten en focos de reservas de infección y refugio de éste tipo de moscas. Según Portilla (1990), los porcentajes más alto de daño de ésta plaga se presentan en la época final de la cosecha y en los meses de menor precipitación.

Al parecer las precipitaciones bajas, acompañada de la presencia de frutas disponibles favorecen el aumento de poblaciones de moscas de la fruta, (Canal, 1989).

1.2. MOSCAS DE LA FRUTA

Según Norrbom y Kim (1988), la mayoría de especies de moscas de las frutas utilizan los frutos como sustrato de oviposición y se establecen en áreas tropicales y subtropicales del mundo. El género *Anastrepha* como tal, se encuentra restringido al hemisferio occidental entre los 27° latitud norte y 35° de latitud sur; interrumpidamente se distribuye desde el sur de Texas y Florida hasta el sur del continente infestando frutales cultivados y silvestres (Stone, 1942).

A. fraterculus, conocida comúnmente como la mosca sudamericana de la fruta, fue descrita inicialmente por Wiedemann dentro del género *Dacus* en 1830; es un díptero de la familia tephritidae subfamilia Oedaspinae; se conocen de ésta

familia aproximadamente 4000 especies de las cuales más de 400 están presentes en el continente americano, (Christenson y Foote, 1960). Dentro del género existen aproximadamente 184 especies descritas, siendo muy poco conocidos sus aspectos biológicos; la información mas abundante que se tiene está restringida básicamente a siete especies de importancia económica: *fraterculus*, *ludens oblicua*, *grandis*, *serpentina*, *striata* y *suspensa* respectivamente, (Aluja, 1994). *A. fraterculus* es de gran importancia económica, debido a su amplia distribución y variedad de plantas a las que ataca. Los estados inmaduros de ésta mosca consumen la pulpa de frutos cultivados, constituyéndose así en un obstáculo para la comercialización de las frutas, principalmente en mercados internacionales, (Raba, et al, 2003).

Al parecer todas las especies de moscas de la fruta que se alimentan en plantas silvestres, pueden infestar frutales cultivados, (Hernández, 1992). Olarte (1972), evaluó la incidencia de *Anastrepha* spp. en frutos del municipio de Guavatá - Santander durante dos años encontrando un porcentaje de 84% durante casi todo el año. A la vez, encontró cinco especies diferentes de parasitoides nativos de *A. striata* y *A. fraterculus*.

Debido a que presenta una gran variabilidad morfológica en cuanto a la coloración de su patrón alar y la punta del ovipositor, y marcadas diferencias tanto citogenéticas como moleculares en poblaciones de ésta especie, se la ha considerado un complejo de especies crípticas (Alberti, et al.,1999; Morgante, et al.,1980); actualmente esta afirmación está siendo cuestionada por Basso, et al., 2003 quienes mediante estudios cariotípicos, afirman que el hecho de presentar polimorfismo cromosomal necesariamente no implica la existencia de dicho complejo de especies crípticas.

En Colombia, es poca la información que se tiene relacionada sobre estudios genéticos y moleculares de ésta mosca; en investigaciones recientes se encontró un elevado polimorfismo genético en poblaciones naturales provenientes de diferentes regiones del país de *A. fraterculus* evaluadas, indicando así la amplia

variabilidad genética de las poblaciones la cual puede estar asociada con genes que confieren tolerancia a condiciones ambientales adversas ó incluso con resistencia a insecticidas, dificultando así el control de dicha plaga en ciertas regiones, y no necesariamente cambios en el fenotipo de la mosca, (Raba, 2003).

A. fraterculus, es un insecto con metamorfosis completa, cuya larva pasa por tres instares larvales caracterizados tanto por tamaño, como por morfología de los ganchos bucales, dichos cambios morfológicos están controlados por la acción de la hormona juvenil (Riddiford y Truman 1978).

La densidad poblacional de éste tephritido puede verse regulada por las condiciones de humedad relativa, la cual puede generar reducción en la fecundidad de las hembras y muerte de larvas de tercer instar al igual que de adultos emergentes. Por ésta razón, las especies de la familia Tephritidae buscan habitats de plantas hospederas con humedades relativas favorables y cuya temperatura oscile entre los 15 y 25°C, (Núñez., 1989); (Machado, et al., 1995).

Según Núñez (1996), en Colombia los individuos de *A. fraterculus* se encuentran distribuídos en altitudes superiores a 500 m.s.n.m pues en forma muy esporádica se encuentran por debajo de ella. En la zona cafetera es abundante la presencia de ésta plaga, pues en ella crecen la mayoría de plantas hospedantes identificadas.

El ciclo de vida de éstos insectos depende de las condiciones ecológicas de cada región estando regulado por factores tales como vegetación nativa, humedad, sustratos tanto de oviposición como de pupación y disponibilidad de nutrientes principalmente (Aluja, 1994).

Según Korytkowski (1993), ésta mosca presenta un enorme potencial biótico y una gran facilidad de adaptación, encontrándose con abundancia en áreas con topografía accidentada principalmente en la mayor parte de Centroamérica y en la región oeste de América del sur. En huertos frutícolas encuentran las condiciones idóneas para su desarrollo y multiplicación masiva; al parecer, pueden cambiar de hospedero según las condiciones ambientales vayan variando, pudiendo llegar a

completar hasta diez generaciones al año en zonas tropicales y manteniendo de ésta forma niveles de población elevados (Aluja, 1994). Los adultos de *A fraterculus* no restringen su actividad exclusivamente a sus huéspedes; interactúan con otras plantas en diferentes horas del día (Malavasi y Morgante, 1981).

La época de oviposición aproximada de las moscas de las frutas encontrada en relación con la fenología de la guayaba nativa ocurre cuando ésta tiene entre 9 y 13 semanas después de haber sido fecundada, período en el cual el fruto presenta una dureza aproximada de 10 Kg / pulgada cuadrada, un porcentaje de agua de 85%, y presenta un incremento en el contenido de glucosa y disminución en el contenido de taninos (Díaz y Vásquez, 1993).

1.3. CONTROL BIOLÓGICO DE MOSCAS DE LA FRUTA

El problema del manejo y control cultural de moscas de las frutas ha sido debatido en numerosos países invirtiendo en ellos grandes cifras de dinero. A nivel mundial se han desarrollado diversas metodologías que comprenden alternativas usadas aisladamente ó en combinación tales como aplicación de cebos tóxicos, monitoreos, embolsado, recolección temprana de frutos y liberaciones de enemigos naturales; ésta última estrategia fue poco aceptada y permaneció olvidada hasta hace pocos años, cuando tomó auge el cuidado del medio ambiente y las restricciones hechas por ciertos países con relación a las exportaciones de productos agronómicos que exigen la ausencia total de productos químicos (López, 2002).

Actualmente, el control biológico surge como una alternativa que presenta diferentes ventajas para su empleo, partiendo desde el punto de vista de su posible impacto nulo en el medio ambiente, como de las perspectivas que sea una técnica efectiva y que se pueda integrar fácilmente dentro del manejo

integrado de ésta plaga. Entre los diversos estudios que han sido llevados a cabo sobre manejo integrado de plagas en los cuales sobresalen los trabajos sobre control biológico, se destacan los de países como México, el cual representa ser el programa de parasitoides más extenso en contra de moscas de las frutas, siendo de suma importancia ya que por primera vez se empiezan a aplicar parasitoides de manera extensiva en un programa de control a nivel nacional. (Liedo y Cancino, 1997). En Brasil, hoy en día, se están llevando a cabo trabajos para investigar el empleo de especies de parasitoides nativos de *Anastrepha* spp. esperando que en un futuro se puedan emplear diferentes características adaptativas de ataque de éstos contra larvas de *Anastrepha* spp., (Leonel et al., 1996).

El control de las moscas de las frutas por parasitoides ha sido considerado uno de los componentes más importantes del manejo integrado de plagas a nivel mundial y también uno de los métodos más seguros tanto para el hombre como para el medio ambiente.

El conocimiento de los enemigos naturales de las moscas de las frutas es de vital importancia para los programas de control biológico pues éste ayuda a maximizar el uso de parasitoides. Algunos programas han fallado por ausencia de información básica en aspectos tales como biología, taxonomía y morfología de los mismos, (Canal – Daza, 1989).

Según Wharton y Gilstrap (1983), existen más de 100 especies de parasitoides de los cuales la gran mayoría no han sido estudiados, por lo que ésta parte del control biológico de moscas de la fruta representa un amplio potencial no explotado.

En el caso de *Anastrepha* spp, existen una gran cantidad de parasitoides nativos con los cuales poco se ha trabajado, y que podrían considerarse como candidatos potenciales para su control, (Liedo y Cancino, 1997).

Según Leyva, 1993, la mayoría de parasitoides usados actualmente para atacar moscas de las frutas pertenecen al orden himenóptera principalmente de la familia braconidae, subfamilia opiinae. Con relación a la cría masiva de parasitoides, la mayoría de avances se han logrado en parasitoides bracónidos de ovipositor largo que generalmente tienen un comportamiento de búsqueda de su hospedero, y que ovipositan cuando éste se encuentra en el interior del fruto en estado larvario, (Liedo y Cancino, 1997).

Alatorre Y Guzmán (1994), afirman que los enemigos naturales más efectivos comparten características tales como: adaptabilidad a cambios en las condiciones físicas del ambiente, alta capacidad de búsqueda, alto grado de especificidad a un determinado huésped, sincronización con la fenología del huésped y capacidad de sobrevivencia en ausencia del mismo.

Las primeras exploraciones que se hicieron en búsqueda de controladores de moscas de las frutas fueron hechas por Compere en Australia y se extendieron por diversos países durante cinco años aproximadamente; este investigador transportaba de un lugar a otro parasitoides para luego liberarlos y comprobar su establecimiento en el sitio liberado, siendo prácticamente infructuosa su idea, (Wharton, 1989).

Según Pemberton y Willard (1918), la idea de criar los parasitoides de manera artificial se remonta a los primeros estudios destinados a atacar *C. capitata* en Hawaii en donde se estableció un programa de control biológico a fin de controlar esa plaga. Al parecer, el primer éxito en cuanto a control biológico de tefrítidos ocurrió en esa misma isla en la década del 40, cuando se pudo reducir los niveles de daño de moscas del mediterráneo a través de la utilización de parasitoides introducidos, (Wharton, 1989).

Es posible cultivar y criar masivamente algunas especies de parasitoides, lo cual ha permitido la introducción y liberación en otros países para reducir poblaciones de *Anastrepha* spp. Vale la pena destacar el éxito que ha tenido como controlador biológico de moscas de las frutas al braconido *Diachasmimorpha longicaudata*, debido al amplio rango para atacar diferentes especies y los grandes avances que se han obtenido en las técnicas para desarrollar su cría masiva de manera efectiva, (Liedo y Cancino, 1997).

En el control biológico de moscas de las fruta es necesario hacer énfasis sobre la situación en la que se encuentra la cría masiva de parasitoides que atacan ésta plaga, la razón de esto puede partir de lo importante que resulta mantener una cría de enemigos naturales de una plaga para tener diferentes alternativas para su aplicación. Dentro de los principales problemas con los que se han enfrentado las crías establecidas de parasitoides está el poco desarrollo que han tenido las técnicas para evaluar el control de calidad en éstas especies, (Messing et al., 1993).

Los estudios realizados en Colombia sobre control biológico de moscas de las frutas son escasos y hasta el momento han conducido a reportar los niveles de infestación, daño causado por moscas de las frutas en relación a factores climáticos y de cosecha, al igual que reportar especies de parasitoides de determinadas áreas de estudio. Ejemplo de estos son los realizados por Olarte (1991) en guayabales del sur de Santander, Yépez y Vélez (1989) en Antioquia, Y Portilla (1990) en Nariño, entre otros.

Según Canal (2001), en Colombia se han determinado 22 especies de parasitoides de Tephritidos los cuales se agrupan dentro de cinco familias, Braconidae, Figitidae, Eulophidae, Diapriidae y Pteromalidae. Este mismo autor a su vez afirma que los parasitoides colombianos muestran cierta preferencia para atacar especies nativas del género *Anastrepha* spp. y un menor índice de ataque sobre la mosca del mediterráneo, la cual es una plaga introducida.

Las especies de parasitoides de moscas de la fruta y su distribución en Colombia es poco conocida, predominan en nuestro país según los muestreos llevados a cabo, parasitoides pertenecientes a la familia Braconidae, principalmente de la subfamilia Opiinae (Canal, 1989).

1. 4 PARASITOIDES

El término parasitoide es aplicado corrientemente a ciertas avispas, moscas y escarabajos que ovipositan casi exclusivamente en, sobre, ó, cercanamente a otro insecto en estado inmaduro completando su desarrollo a expensas de él. (Wharton, 1993). Durante su estado inmaduro, los parasitoides se desarrollan dentro de un sólo huésped; en estado adulto por lo general son de vida libre y se alimentan de sustancias diferentes a las del estado parasítico tales como néctar de flores y sustancias azucaradas, (López, 2002).

Las tasas de parasitación por parte de un insecto, pueden verse afectadas por aspectos tales como capacidad de forrajeo del parásito en un huésped particular, densidad del parásito adulto y tiempo; éstos factores al igual que parámetros ambientales pueden influir notoriamente en el éxito de un parasitoide como enemigo natural de una plaga, (Sivinski, et al., 1997).

Wharton, 1993, divide los parasitoides en dos categorías básicas: Koinobiontes e idiobiontes: Los primeros paralizan solamente de manera temporal a su hospedero, continuando éste su desarrollo por un tiempo variable después de haber sido parasitado; y los segundos, inmovilizan a sus hospederos cesando su desarrollo después de que han sido atacados y paralizados por la hembra del parasitoide.

Con relación a la ubicación del hospedero, Cancino (1998), explica que para ovipositar, los adultos poseen mecanoreceptores químicos en las antenas que los ayuda a ubicar al hospedero a través de los acetaldehídos que se liberan de los frutos descompuestos atacados por las larvas. Posteriormente tienen que ubicar al hospedero dentro del fruto y para tal fin algunos utilizan mecano-receptores ubicados en los tarsos de las patas, fenómeno conocido como vibrotaxis.

1.5. CARACTERÍSTICAS DE *U. anastrephae*

Estos parasitoides pertenecen a la familia Braconidae, la cual es considerada dentro del orden himenóptera como una de las más grandes con aproximadamente 15.000 especies; la mayoría de los miembros agrupados en ésta familia son considerados benéficos, y su éxito en los programas de control biológico es superado tan sólo por los aphelinidos, (Wharton, 1993). Este mismo autor afirma que éstos himenópteros son utilizados ampliamente como modelos para estudiar las interacciones huésped - parásito.

U. anastrephae es un parasitoide nativo que se encuentra naturalmente desde Florida hasta Argentina. Dentro de los parasitoides braconídeos, es una especie considerada de ovipositor no muy largo, y el rango de hospederos en los cuales se encuentra naturalmente es muy limitado prefiriendo frutos pequeños, cuya cutícula sea poco cerosa y poco gruesa (Figuras 1 y 2). Los individuos pertenecientes a ésta especie, pueden entrar en diapausa cuando las larvas se encuentran en tercer instar larval y la estación seca se hace muy caliente, (Sivinsky, et al., 2000). La duración de su ciclo es de aproximadamente 18 días, con un promedio de vida de 8 días; la fracción del ciclo de huevo a adulto en éste tipo de parasitoides es relativamente corto en comparación con algunas de las especies encontradas pertenecientes a otras familias, ventaja sobre éstas porque se pueden obtener más generaciones en corto tiempo, (Monroy, 2003).



Figura 1
Utetes anastrephae
macho



Figura 2
Utetes anastrephae
hembra

Wharton (1988), identificó este género por la margen de la Carina hipostomal bien desarrollada; surco malar ausente, pronoto con una depresión, estigma en forma de uña con la inserción de la R1 levemente desplazada del medio a la base; segunda célula cubital ensanchada, ausencia de postnervelo. Este autor dividió el género en dos subgéneros, *Bracanastrepha* y *Utetes* con base en la total ausencia de Carina occipital para el caso de *Bracanastrepha*.

Varios trabajos han demostrado que los parasitoides braconídeos son generalistas, osea, parasitan larvas/pupas de varias especies de *Anastrepha* spp. indistintamente, y que responden a las diferentes sustancias volátiles liberadas por las diferentes especies de frutas, (Leyva et al., 1993).

Tradicionalmente los braconídeos han sido divididos en dos categorías básicas: Ciclóstomos y no ciclóstomos. La mayor parte de los parasitoides de tefrítidos, dentro de la familia braconidae pertenecen a las subfamilias Opiinae y Alysiinae. La subfamilia opiinae a la cual pertenece *U. anastrephae* es considerada como ciclóstoma y de carácter Koinoviontes sus parasitoides, (Wharton, 1993).

La mayoría de parasitoides pertenecientes a la familia Braconidae principalmente de la subfamilia Opiinae son utilizados en programas de control biológico en contra de *Anastrepha* spp. por su relativa especificidad del huésped, y su aparentemente fácil producción. La especificidad del hospedero varía, aunque en la mayoría de los casos las especies tienen rangos estrechos de hospederos limitados por su capacidad de desarrollo, ó por el micro – hábitat en el cual las hembras buscan hospederos, (Wharton, 1993). Este mismo autor afirma que al igual que otros himenópteros, un número considerable de Bracónidos los cuales han sido objeto de estudio, tienen un mecanismo de determinación del sexo haplo-diploide; osea, los huevos no fertilizados originan machos y son haploides, y los huevos fertilizados son diploides y originan finalmente hembras. Los hospederos más comunes de éste tipo de parasitoides son larvas de lepidópteros, coleópteros y dípteros.

Los Bracónidos permanecen en la superficie de la fruta y buscan la larva de mosca con su largo ovipositor el cual le permite alcanzarla tanto en frutos de gran tamaño, como de tamaño reducido, siendo éstos últimos los más factibles para tener éxito (Leonel, 1991).

Miembros de la subfamilia Opiinae a la cual pertenece el parasitoide objeto de ésta investigación, han sido usados principalmente para el control de tephritidos infestadores de fruta, en programas moderadamente exitosos contra *C. capitata*, y *Bactrocera dorsalis* en Hawai, haciendo de ésta manera pensar que son una muy buena alternativa para el control de tephritidos, (Wharton, 1993).

2. METODOLOGIA

El estudio fue llevado a cabo de octubre de 2004 hasta agosto de 2005 en los municipios de Guavatá, Puente nacional, Guadalupe, Oiba, Vélez, Moniquirá, Jesús María, Chipatá y Barbosa (1390 - 2133 m.s.n.m; temperatura promedio 17°C; 1800-2500 ml promedio de precipitación anual, humedad relativa 93 - 95%); excepto por Moniquirá, todos hacen parte de la provincia de Vélez (5° 33'

- 5° 88' Norte y 73°42' - 73°48 Oeste). La elección de éstos municipios se hizo teniendo en cuenta que son zonas altamente productoras tanto de guayaba como de café y porque son sitios poco intervenidos; además según reportan Guarín y León 2002, son los municipios que presentan un mayor índice de parasitoides en especial de la familia Braconidae. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de MIP ubicado en el centro de investigación CIMPA - CORPOICA ubicado en el municipio de Barbosa, Santander a una altura de 1850 msnm y condiciones ambientales de 25°C y 90% de HR.

2.1. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PARASITACION DE *U. anastrephae* EN LARVAS DE *A. fraterculus* (EN CONDICIONES NATURALES Y DE LABORATORIO)

2.1.1 OBTENCIÓN Y MANEJO DE PARASITOIDES PROCEDENTES DE MUESTREOS DE CAMPO:

Inicialmente se realizaron muestreos semanales de café (*C. arabica*) por ser el principal hospedero potencial de *A. fraterculus* en la región los cuales fueron intensificados dada la disponibilidad de fruto según la metodología obtenida de Guarín y León, 2002; adicionalmente se analizaron muestras de guayaba (*P. guajava*) y míspero (*Eriobotrya japonica*). Se recolectaron muestras al azar en sitios con buenas condiciones de humedad y sombrío, al igual que en áreas más despejadas y con mayor entrada de luz solar con el fin de probar cual de los ambientes favorecía más la proliferación de individuos de *U. anastrephae* para posteriormente continuar el muestreo en dichas zonas.

La fruta obtenida se transportaba en bolsas plásticas abiertas de 2Kg, etiquetadas previamente con los datos de colección (Municipio, vereda, finca, y altitud) las cuales se colocaban en cajas plásticas protegidas de la luz solar directa desde el sitio de colecta hasta el laboratorio de MIP ubicado en el centro de investigación CIMPA – CORPOICA (Figura 3). Un total de 49 monitoreos fueron llevados a cabo para la recolección de frutos en los municipios anteriormente mencionados; se obtuvieron 171 muestras de café con aproximadamente 1 kilogramo cada una, a

su vez, se procesaron algunas muestras de guayaba y míspero que según Aguiar- Menezes 2001, son hospederos naturales de *U. anastrephae*. Todas las muestras eran pesadas y desinfectadas con el fin de eliminar agentes patógenos externos en una solución al 1% de hipoclorito de sodio comercial durante 15 minutos; posteriormente se colocaban en recipientes plásticos recubiertos con papel periódico los cuales eran rociados permanentemente a fin de que mantuvieran las condiciones de humedad adecuada para permitir el desarrollo normal de las larvas presentes en la fruta; (Figuras 4 y 5).

Inicialmente se hacía la revisión de las muestras presentes en las cámaras de incubación entre los 10 a 15 días posteriores a la fecha de recolección de la fruta dependiendo del grado de maduración de la misma; esta metodología cambió a medida del transcurso del proyecto, llevando a cabo revisiones diarias, debido a que en el fondo de algunas cámaras de incubación se hizo evidente la mortalidad de larvas causada probablemente por la acumulación de líquidos provenientes de la descomposición temprana de la fruta. Posteriormente se llevaba a cabo la disección correspondiente, a fin de sacar las larvas de tercer instar presentes en los granos de café las cuales se contaban y lavaban en un poco de agua, para ser colocadas en frascos de vidrio de 13cm de alto por 5cm de diámetro con vermiculita esterilizada (50cc) humedecida previamente con agua destilada en una proporción 1000:30 (v/v), sustrato previamente utilizado por Lima, et al 1994. Los frascos con pupas viables eran llevados al laboratorio de entomología ya que allí se contaba con factores climáticos más favorables que en el insectario para la emergencia tanto de moscas como de parasitoides; dichos frascos eran revisados a diario controlando en ellos el estado de humedad de la vermiculita para evitar su desecación y verificar la presencia de puparios. Las condiciones de temperatura y humedad relativa manejadas en el laboratorio oscilaban entre 25-27°C y 50 - 80% respectivamente.

Para cada uno de los frascos con vermiculita previamente etiquetados indicando el número de muestra, municipio, fecha de recolección y fecha de paso a vermiculita se realizaron los reportes del número total de larvas obtenidas, número de moscas emergidas por muestra al igual que el número total y tipo de

parasitoides obtenidos. Con ésta información se calculó el índice total de parasitismo (TIP), el porcentaje de emergencia y el período de permanencia de éste parasitoide en el huésped *A. fraterculus*. Se hizo discriminación de datos de campo y datos de laboratorio. El índice total de parasitoidismo – TIP, se determinó mediante la utilización de la siguiente fórmula: $TIP = (NPE/NME + NPE) \times 100$ dada por García & Corseuil (2004), donde:

TIP = Índice total de parasitoidismo.

NPE = Número de parasitoides emergidos.

NME = Número de moscas emergidas.



Figura 3
Muestra de café etiquetada para el transporte de los frutos hasta el laboratorio.

Figura 4
Recipiente plástico ó cámara de incubación de frutos



Figura 5
Mantenimiento de los frutos dentro de la cámara de incubación en condiciones de humedad adecuada para permitir el normal desarrollo de las larvas.

2.2. DETERMINACION DE LOS PARAMETROS MAS FAVORABLES PARA LA CRIA DE *U. anastrephae*.

2.2.1. Búsqueda del mejor tipo de cultivo como reservorio natural de este parasitoide perteneciente a la región en estudio:

La intención de este objetivo es determinar cual de los frutos según Aguiar – Menezes, 2001, a saber, café, guayaba y míspero alberga el mayor número de especímenes de *A. fraterculus* y que por ende puede considerarse como útil para investigaciones posteriores ya que éste tipo de mosca de la fruta es hospedante natural de *U. anastrephae*. Como indicador se utilizó el índice de infestación L₃/ Kg (Número de larvas de tercer instar por kilogramo de fruta recolectado).

2.2.2 Descripción de las condiciones de manejo de fruta en maduración, obtención de larvas de tercer instar (L₃) y medios de pupación en laboratorio.

Se utilizaron cámaras de incubación de dimensiones 40 x 25 x 10cm de profundidad, cada una con tapa provista de una malla de nylon para permitir la

aireación de la muestras. Se probaron diferentes tamaños de grosor de la capa de fruta a madurar, para analizar si tenía alguna relación con el número de larvas listas para empupar, ó con las larvas encontradas muertas. Dichas cámaras fueron en su totalidad colocadas en el insectario y mantenidas en constante humedad la cual permitía la sobrevivencia de las larvas simulando condiciones climáticas naturales. A medida que se observó descomposición de los frutos en las cámaras de incubación, se llevó a cabo la disección de éstos uno a uno, sacando las larvas de tercer instar encontradas en ellos, las cuales se contaron, lavaron en una caja de petri con agua, y se pasaron posteriormente a los medios de pupación referenciando el número de muestra correspondiente, el cual indicaba sitio de colecta, tipo de fruto, y fecha de recolección respectivamente.

Los medios de pupación se mantuvieron en el laboratorio de control biológico del CIMPA, en condiciones no controladas hasta la emergencia de los parasitoides y moscas provenientes de los puparios; estos frascos se revisaban con mayor cuidado después los 10 días siguientes al paso de las larvas L₃.

Con el fin de mantener vivos durante el mayor número de días a los parasitoides resultantes, éstos se colocaban en una cámara donde se controlaban las condiciones de temperatura y de fotoperíodo (Figura 6); otras muestras simplemente se dejaban a temperatura ambiente (Figura 7) para observar si existían diferencias entre las dos condiciones que pudieran favorecer la emergencia y longevidad de los especímenes obtenidos.



Figura 6
Cámara bioclimática para el mantenimiento de condiciones controladas de temperatura y fotoperíodo



Figura 7
Mantenimiento de larvas L₃ a condiciones ambientales en frascos con vermiculita como medio de pupación.

2.2.3. Determinación de las condiciones para el mantenimiento de los parasitoides obtenidos de las muestras procesadas.

Se probó con diferentes condiciones: inicialmente se colocaron en jaulas de 30 x 30cm (Figura 8); posteriormente se confinaron en jaulas de menor tamaño, utilizando recipientes circulares de 10cm de radio y 5cm de altura cuyos bordes laterales fueron perforados con 5 orificios, 3 de ellos cubiertos con muselina para permitir la ventilación de la jaula y 2 para colocar tacos de algodón con alimento tal y como lo muestra la Figura 9. De igual manera, se probaron tres materiales para ser usados como base ó piso de este recipiente circular. Los materiales evaluados, fueron paño absorbente humedecido, lienzo humedecido y una caja de petri cuyo interior contenía una servilleta de papel húmeda, con el fin de mantener las condiciones de humedad óptimas para la prevalencia de los especímenes; adicionalmente, dentro de cada una de las jaulas, se colocaron aproximadamente 3 gramos de polen, y algodones con agua pura y miel los cuales sirvieron como base alimenticia de los parasitoides emergentes.



Figura 8
Jaulas tipo I, de 30 x 30cm inicialmente utilizadas para el mantenimiento de los parasitoides emergidos.



Figura 9
Jaula tipo II, utilizada para el
mantenimiento de los parasitoides y
para exposición de los mismos.

2.2.4 Determinación de las condiciones de exposición de *U. anastrephae* a larvas de *A. fraterculus*

Con el fin de aumentar el número de parasitoides de *U. anastrephae* obtenidos de los frutos provenientes de campo, se realizaron 24 exposiciones de larvas de *A. fraterculus*; el dispositivo de exposición consistió en un aro plástico para bordar con el cual se prensaban dos telas dentro de las cuales permanecían larvas L₃ de *A. fraterculus* inmersas en dieta para continuar su alimentación durante el tiempo de la exposición; sobre éstas telas se colocó un recipiente plástico igual al presentado en la figura 9 el cual albergaba los parasitoides hembras y machos según disponibilidad, listos para oviposición. Se probaron tres tipos de dietas diferentes como sustrato alimenticio para las larvas expuestas y como mecanismo para incentivar oviposición de las hembras del parasitoides, tomando como base estudios previos realizados por Greany (1977), sobre el efecto que la vibración producida por el movimiento de las larvas alimentándose dentro del dispositivo de exposición, podría generar en el mecanismo de oviposición de los parasitoides, al igual que sobre el estímulo que ciertas sustancias volátiles producto del metabolismo de hongos que descomponen la fuente alimenticia sobre la cual se alimentan las larvas de *Anastrepha* spp. podría tener. Se evaluó la eficiencia de las diferentes dietas dada como el porcentaje de parasitismo obtenido bajo la acción de cada una de ellas en los dispositivos de exposición. Se utilizó un

modelo completamente al azar constituido por 3 tratamientos y 3 repeticiones, donde los tratamientos correspondieron a tres tipos de dietas para alimentación de larvas así:

- T1= Dieta normal para larvas a base de Torula + germen de trigo (DNL) (Figuras 10 Y 11).
- T2= Dieta normal de larvas a base de Torula + germen de trigo + mezcla de guayaba (DNL+G), en proporciones 1:1. La mezcla de guayaba consistía de un licuado de 50 gramos guayaba en alto estado de madurez, la cual era utilizada añadiendo una proporción igual de dieta normal para larvas (Figuras 12 y 13), en el dispositivo de oviposición.
- T3= Dieta normal de larvas a base de Torula + germen de trigo + mezcla de mucílago de café (DNL+C) en proporciones 1:1, (Figuras 14 y 15); tal mezcla de café consistía de un licuado de 50 gramos de pulpa de café (pericarpio y endocarpio), el cual era combinado junto con la dieta normal para larvas hasta alcanzar un textura homogénea. Al momento de hacer el licuado, no se añadían líquidos, solamente la pulpa del café y en partes iguales la dieta normal.



Figuras 10
Larvas L₃ de *Anastrepha fraterculus* para exposición en dieta normal (Torula + germen de trigo)

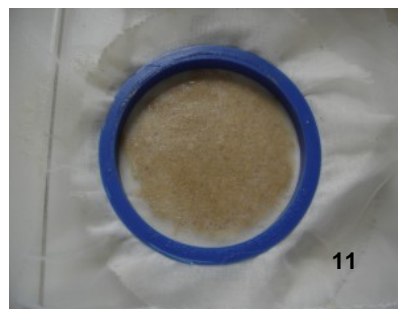


Figura 11
Dispositivo para exposición con L₃ de *Anastrepha fraterculus* con la dieta normal (Torula + germen de trigo)



Figura 12
Larvas L₃ de *Anastrepha fraterculus* para exposición en dieta normal (Torula + germen de trigo) + guayaba

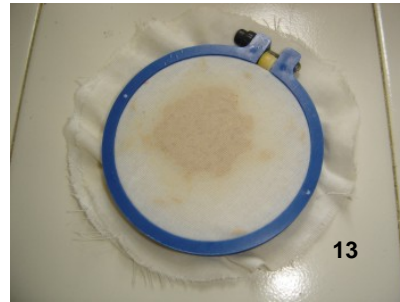


Figura 13
Dispositivo para exposición con L3 de *Anastrepha fraterculus* con la dieta normal (Torula + germen de trigo) + guayaba



Figura 14
Larvas L3 de *Anastrepha fraterculus* para exposición en dieta normal (Torula + germen de trigo) + mucilago de café



Figura 15
Dispositivo para exposición con L3 de *Anastrepha fraterculus* con la dieta normal (Torula + germen de trigo) + mucilago de café

2.3. DESCRIPCION DEL COMPORTAMIENTO DE *U. anastrephae* EN CONDICIONES DE LABORATORIO.

2.3.1 Comportamiento de los especímenes emergidos de muestras de campo y de exposiciones en laboratorio, bajo diferentes condiciones.

Se hicieron observaciones cualitativas individuales del parasitoide para comparar de manera descriptiva el comportamiento en cautiverio de individuos emergidos de campo y de aquellos originados por medio de exposiciones en laboratorio; en general se tuvieron en cuenta condiciones de humedad (ambiental, dieta) , vigor

de los parasitoides y tamaño promedio; para el caso de especímenes emergidos de exposiciones se tuvo en cuenta el tipo de dieta al exponer, días de exposición, y número de larvas expuestas.

2.3.2 Comportamiento de cópula y oviposición de *U. anastrephae* según el número de machos y hembras expuestas.

Se realizaron observaciones diarias de manera constante y periódica a los diferentes dispositivos utilizados para la exposición desde el inicio hasta el final de la misma, con el propósito de describir el comportamiento de cópula y oviposición de los parasitoides adultos bajo confinamiento en condiciones de laboratorio. Dichas observaciones se intensificaron en la medida en que de manera sincrónica se presentaron machos y hembras, para aprovechar al máximo dichas oportunidades de cópula, dado el bajo número en que fueron posibles por la poca emergencia de individuos de *U. anastrephae*. En las ocasiones en que sólo se contó con la presencia de hembras, su comportamiento fue seguido para observar su mecanismo de oviposición en ausencia de macho.

2.3.3 Comprobación de arrenotokia de *U. anastrephae*.

La comprobación de éste objetivo se hizo clara al realizar exposiciones de hembras sin copular debido a la ausencia de machos (De Bach, 1978); la arrenotokia simplemente se puede comprobar basándose en la obtención exclusiva de machos uniparentales descendientes de la oviposición de la hembra.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 NIVELES DE PARASITACION DE *U. anastrephae* EN LARVAS DE *A. fraterculus* EN CONDICIONES NATURALES Y DE LABORATORIO.

3.1.1 Determinación del índice total de parasitoidismo (TIP).

Se obtuvo el valor de éste índice para las muestras recolectadas durante el tiempo total de desarrollo del proyecto en los diferentes municipios muestreados (datos de campo) y para los resultados provenientes de las exposiciones realizadas en laboratorio. Para su cálculo, se contabilizaron todos los parasitoides obtenidos de las muestras correspondientes a un mismo tipo de fruta tal y como lo requiere su fórmula, ya que adicionalmente a la obtención de individuos de *U. anastrephae*, se obtuvieron especímenes de *Doryctobracon* sp., *Microcrasis* sp. Y *Aganaspis pelleranoi* aunque en menor número con relación al primero. Este resultado permite determinar la relación existente entre fruta hospedera y parasitoides huéspedes como enemigos naturales de moscas de las frutas.

El valor TIP para las muestras de campo en café (*C. arabica*) fue 7.61% y para las muestras de míspero (*E. japonica*) 11,90%; a pesar que éste índice resulta mayor en míspero que en café, debe tenerse en cuenta que ésta planta al igual que la guayaba simplemente se encuentra de manera silvestre en la región en estudio, y no como un cultivo bien establecido, y que podría considerarse más bien como un hospedero alternativo de *U. anastrephae* en épocas donde los cafetales no tienen disposición de granos maduros. Estos valores de TIP obtenidos para las frutas en mención pueden considerarse moderados, en comparación con los obtenidos de estudios previos llevados a cabo por García, & Corseuil (2004) y Leonel, et al., (1996) sobre frutales hospederos de moscas

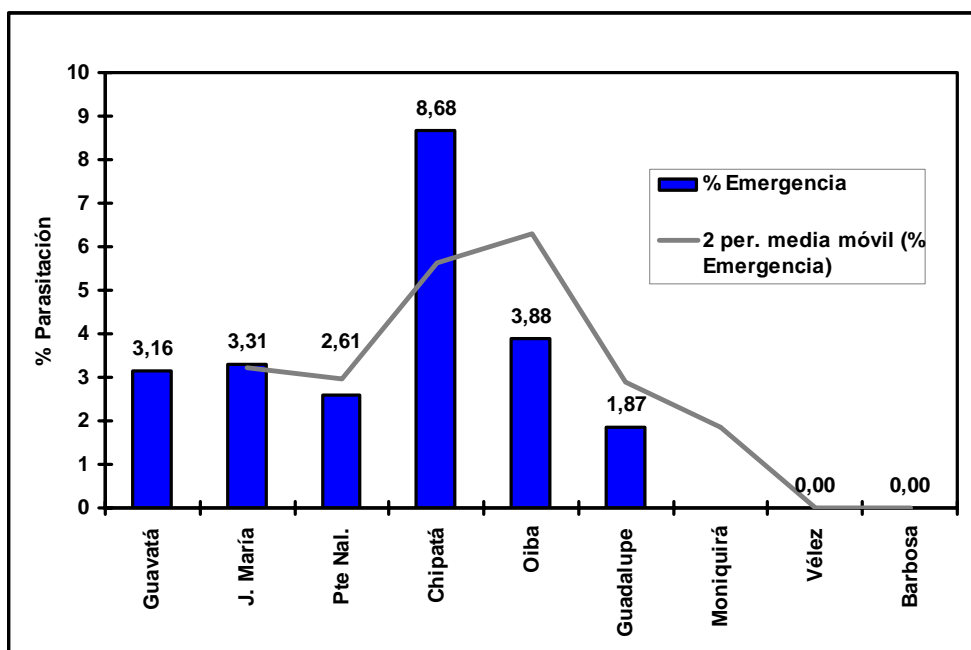
de las frutas tales como *Eugenia involucrata*, *Psidium cattleianum*, y *Prunus domestica*, los cuales albergan a *U. anastrephae*.

El TIP para las exposiciones realizadas en condiciones de laboratorio, fue de 1.46%, valor considerado muy bajo si se compara con el obtenido de muestras procedentes de campo; hay que tener en cuenta que en condiciones artificiales de laboratorio, el índice total de parasitismo puede estar influenciado por diversos factores intrínsecos (edad y calidad de los parasitoides; proporción sexual de machos y hembras parentales) y por factores externos (relación hospedero: parasitoide) que pueden hacer variar el potencial de fecundidad del parasitoide, y cambiar su comportamiento de oviposición tal y como lo afirma Paranhos, et al., 2007. Lo anterior, pone en evidencia, que bajo éstas condiciones, no es tarea fácil buscar incrementos elevados del parasitoide durante la etapa inicial del proceso, y que por el contrario, se necesita de tiempo y ajustes en los procedimientos de captura, multiplicación y confinamiento que permitan el desarrollo de técnicas adecuadas de exposición que cubran de la manera más adecuada los requerimientos básicos para obtener mejores resultados.

Con relación a la emergencia de *U. anastrephae*, se observó un mayor porcentaje en el municipio de Chipatá, seguido de Moniquirá, Oiba, Jesús María, Guavatá, Puente nacional y Guadalupe. No se registró emergencia de dichos especímenes en las muestras provenientes de los municipios de Barbosa y Vélez; los resultados referentes a este punto se ven representados en la figura 16.

Figura 16

Distribución espacial del porcentaje de emergencia de *Utetes anastrephae* en 9 municipios de la Hoya del Río Suárez de octubre de 2004 a Julio de 2005.



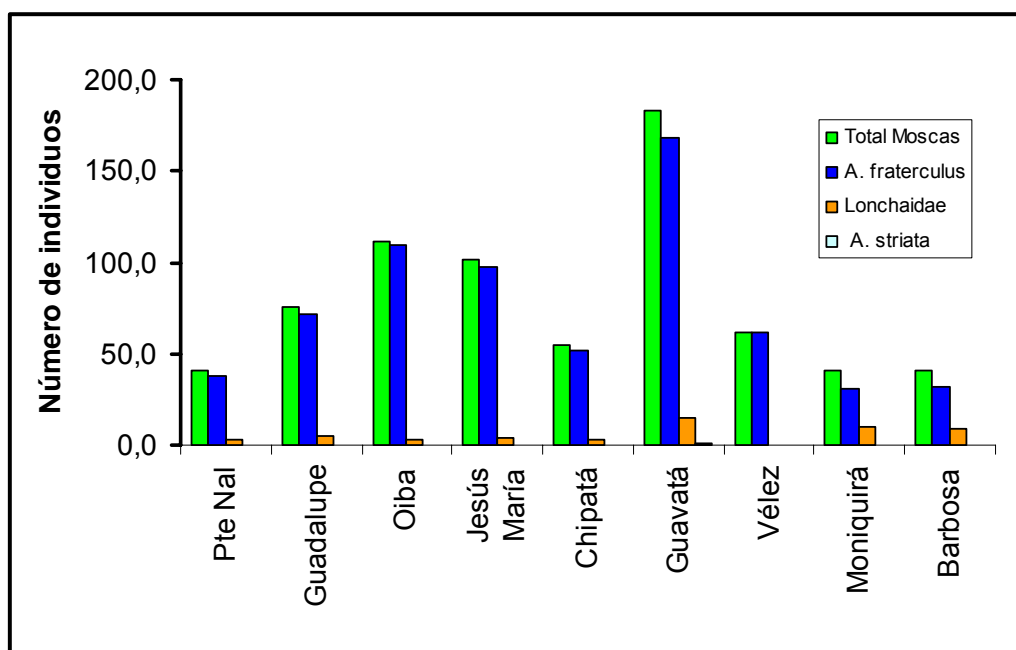
Como se mencionó Chipatá registra el mayor de los porcentajes de parasitoidismo, quizás debido a que en las fincas de este municipio existe una amplia biodiversidad de plantas silvestres y sistemas de cultivos sombríos que benefician el establecimiento del parasitismo ya que favorece las condiciones de humedad necesarias para el desarrollo de éste tipo de parasitoide.

Con relación a la recuperación de moscas de la fruta, hospedero natural de *U. anastrephae* en café para los municipios muestreados, se encontró dentro del porcentaje de infestación, que el mayor ataque de éste tipo de plaga está dado por moscas de *A. fraterculus* en comparación con los otros tipos de moscas encontrados en este cultivo tales como *A. striata*, y algunos individuos

pertenecientes a la familia Loncheidae (ver figura 17). Aunque se encontró una considerable población de mosca de la fruta en toda la zona productora de la provincia de Vélez, la mayor incidencia de ésta se reportó en el municipio de Guavatá.

Figura 17

Abundancia de moscas de la fruta por municipio entre octubre de 2004 y julio de 2005



Vale la pena destacar, que a pesar del número de larvas de *A. fraterculus* presentes en café, su ataque no es considerado de importancia a nivel económico, pues la larva solo se aloja para su crecimiento y posterior eclosión en la parte blanda del fruto ó endocarpo carnosos sin afectar la testa la cual, es la que finalmente es utilizada a nivel comercial; la importancia de éste tipo de mosca en éste cultivo radica en el interés técnico – científico que tiene debido al hecho de ser hospedante natural de enemigos naturales de la misma.

En cuanto a la emergencia tanto del parasitoide como de su hospedante natural en la zona de muestreo durante el periodo evaluado, se puede observar

claramente en las figuras 18,19 y 20 que los meses de mayor emergencia de los parasitoides corresponden a la época de cosecha media (Marzo a julio aproximadamente) los cuales según Guarín y León (2001), son los periodos de formación de la fruta. Esto podría reafirmar lo que según Aguiar- Menezes, et al., 2001 dicen sobre la respuesta de *U. anastrephae* a cambios estacionales en las condiciones climáticas, y a la tendencia de los parasitoides a parasitar en las épocas calientes y húmedas del año debido a la mayor disponibilidad de frutas.

Figura 18

Comportamiento de los niveles de parasitismo total según la época del año en el periodo comprendido entre Octubre de 2004 y julio de 2005.

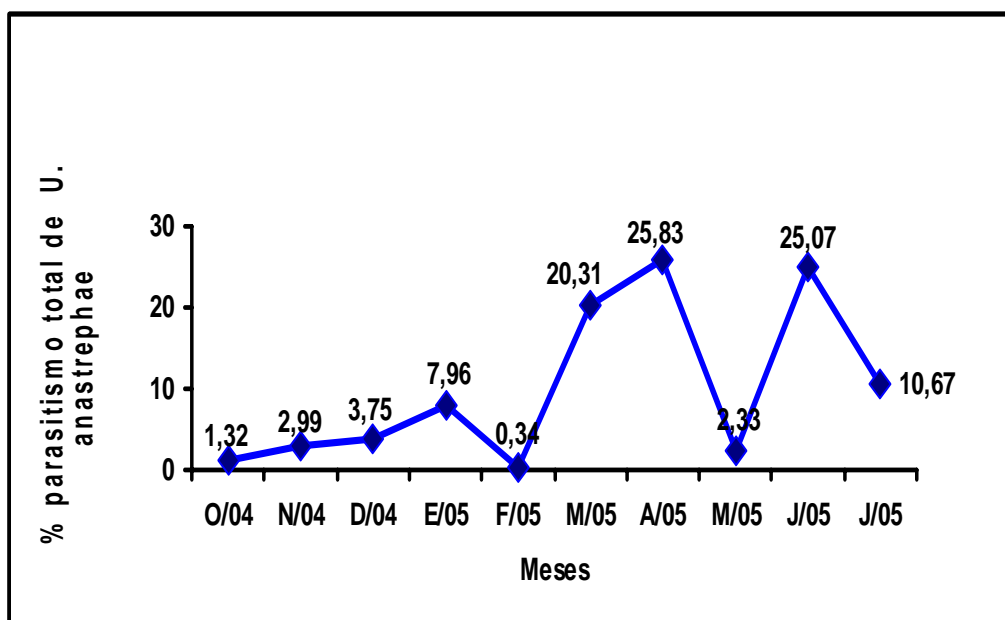


Figura 19

Distribución espacio - temporal de *Utetes anastrephae* en las poblaciones muestreadas durante el periodo de estudio sobre *Coffea arabica*

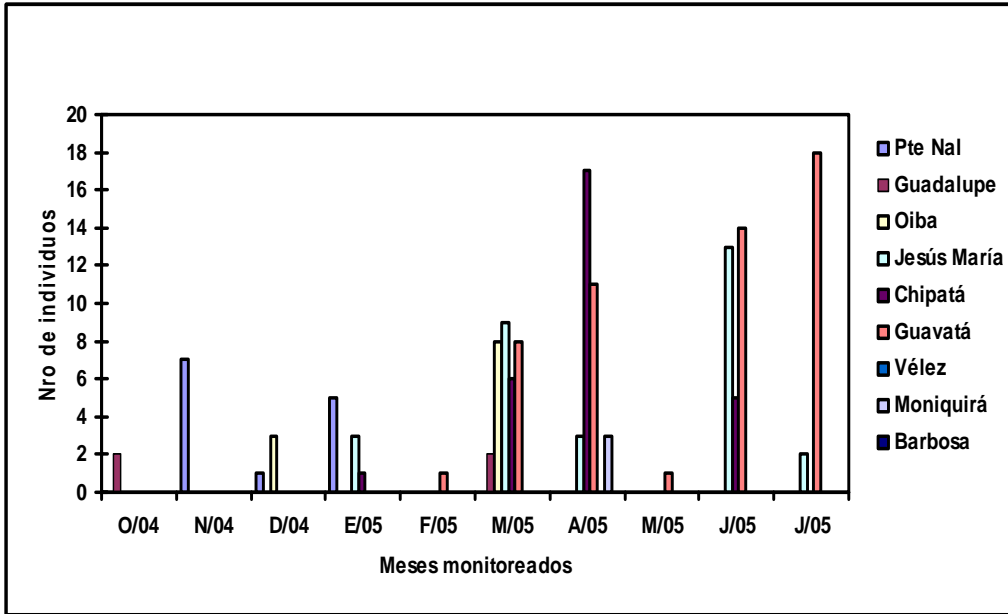
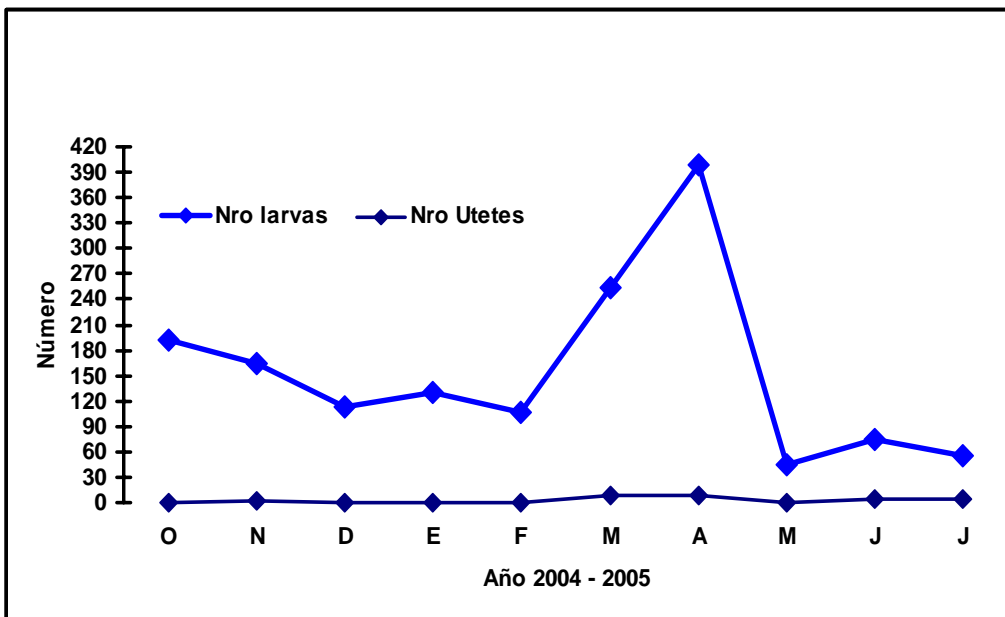


Figura 20

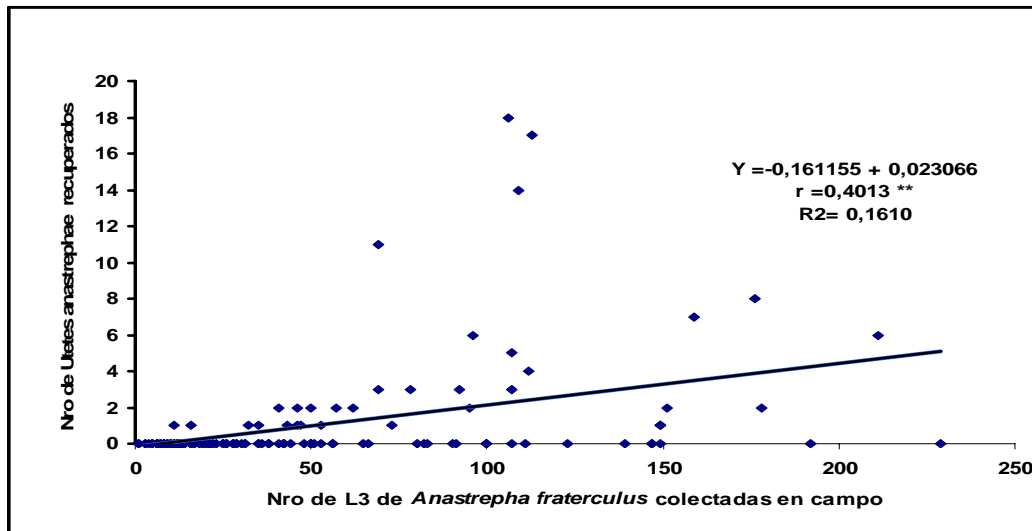
Fluctuación poblacional de *Anastrepha fraterculus* y *Utetes anastrephae* sobre *Coffea arabica* en el periodo comprendido entre Octubre de 2004 a Julio de 2005 en los municipios de la Hoya del Río Suárez.



Con el fin de probar si existe relación entre la presencia del hospedero (*A. fraterculus*) en la zona de estudio y la emergencia del parasitoide durante el tiempo total de la investigación, se hizo un análisis estadístico de correlación por medio del programa FAUANL (Versión 2.5) teniendo como variables de estudio el número de larvas L3 de *A. fraterculus* (Variable independiente), y el número de *U. anastrephae* emergidos (variable dependiente) utilizando un nivel de significancia $\alpha = 0.01$ el cual proporciona un mayor nivel de confiabilidad de la prueba ($r = 0.4013$), donde se confirma que la densidad poblacional del parasitoide está altamente relacionada con la densidad poblacional presentada por *A. fraterculus* a través del tiempo, pues a mayor disponibilidad del hospedero en el periodo muestreado, mayor fue el número de especímenes de *U. anastrephae* obtenidos (Figura 21); Aguiar – Menezes y Alvarenja (2000) , concuerdan con nuestra afirmación, pues según ellos, existe una correlación positiva entre el número de adultos opínidos emergidos y el número de moscas *A. fraterculus* indicando este hecho una relación directa de densidad entre los dos. Dicha relación denso-dependiente mosca-parasitoide sugiere una baja capacidad de búsqueda del parasitoide por su hospedero, lo cual es considerado como un indicador de que éste enemigo natural de moscas de las frutas podría no ser un buen controlador biológico de *A. fraterculus*

Figura 21

Recuperación de *Utetes anastrephae* en relación al número de larvas de tercer instar de *Anastrepha fraterculus* colectadas en Café (*Coffea arabica*).



El porcentaje de emergencia en condiciones de laboratorio en comparación con el obtenido de los muestreos realizados en campo arroja valores mucho más bajos; así, de un total de 24 exposiciones de *U. anastrephae* a larvas de *A. fraterculus*, se obtuvo un porcentaje de emergencia de 1.02%. Este valor es muy pequeño con relación a los valores encontrados de manera natural, y teniendo en cuenta que en laboratorio existen lo que podrían considerarse condiciones idóneas para el acceso directo de los parasitoides a larvas de *A. fraterculus* facilitando de ésta forma su parasitación. La información referente a dichas exposiciones se resume en la tabla No 1.

El bajo número de especímenes de *U. anastrephae* obtenidos en condiciones de laboratorio, concuerda con los resultados de Ovrusky, et al., 2003, quien afirma que en la producción de parasitoides la etapa mas problemática es la inicial, debido a la alta mortalidad y la baja capacidad reproductiva de los adultos, siendo después de la tercera o cuarta generación que aparece un número más elevado y constante de descendientes. Esto implica un esfuerzo muy grande para establecer las primeras generaciones en la producción del parasioide, periodo superado después del cual podría implementarse su cría y analizarse con exactitud su beneficio como enemigo natural de determinado tipo de plaga.

Tabla No 1

Resumen exposiciones de *Utetes anastrephae* a larvas de *Anastrepha fraterculus* en condiciones de laboratorio

<i>Utetes anastrephae</i>				<i>Anastrepha fraterculus</i>		EXPOSICIONES REALIZADAS		TOTAL INDIVIDUOS EMERGIDOS	% EMERGENCIA
EXPUESTOS		EMERGIDOS		LARVAS EXPUESTAS	MOSCAS EMERGIDAS	EXITOSAS	NO EXITOSAS	1528	1.02
♀	♂	♀	♂	1816	1497	11	13		
64	43	8	23						

Se calculó también el periodo de permanencia de *U. anastrephae* en larvas de *A. fraterculus* cuyo valor promedio fue de 16.41 días, teniendo como parámetros la fecha de colocación de las larvas en vermiculita y el día de emergencia de cada uno de los parasitoides. Se hizo un análisis de varianza utilizando un modelo experimental completamente al azar contando para ello con 4 tratamientos de estudio (machos campo, machos laboratorio; hembras campo, hembras laboratorio) y 8 observaciones en el tiempo como repeticiones con el fin de comprobar si existen diferencias significativas en el periodo de permanencia de individuos de laboratorio y de campo, haciendo discriminación entre machos y hembras. El análisis estadístico de los datos mediante el programa FAUANL (versión 2.5) permitió afirmar que no existen diferencias significativas en el periodo de permanencia de *U. anastrephae* sobre larvas de *A. fraterculus* en condiciones naturales de campo y en condiciones de laboratorio, ni entre machos y hembras ($F(3, 28) = 0.1480$; $P = 0.929$). El promedio de emergencia total fue de 16.66 ± 3.8 días. Los resultados del análisis de varianza se resumen en la tabla No 2 y los datos referentes al periodo de permanencia de *U. anastrephae* en larvas de *A. fraterculus* en la figura 22.

Tabla No 2

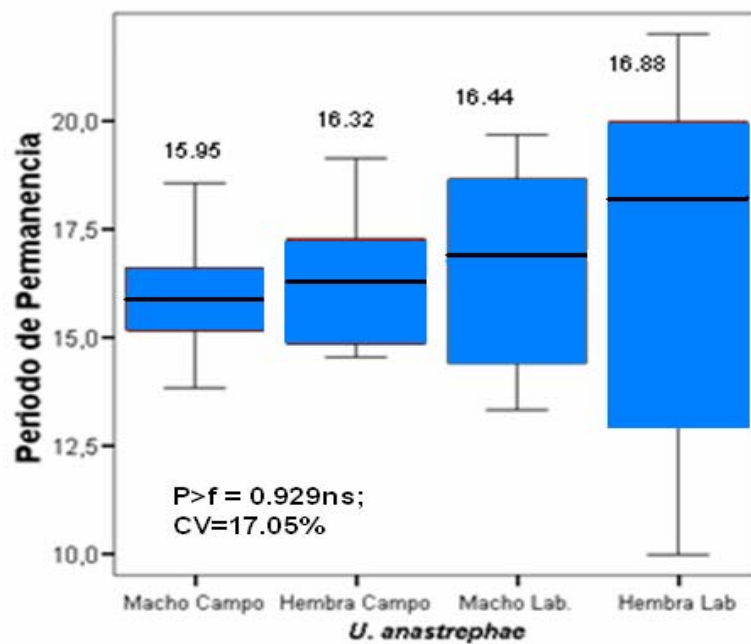
Resultados del análisis de varianza realizado a los valores obtenidos para promedios de permanencia del parasitoide *Utetes anastrephae* sobre el hospedero *Anastrepha fraterculus*.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	3.4687	1.1562	0.1480	0.929 ns
Error	28	218.7138	7.8112		
Total	31	222.182			

CV = 17.05%

Figura 22

Periodo de permanencia (número de días hasta la emergencia) de *Utetes anastrephae* en larvas de *Anastrepha fraterculus*



3.2. PARAMETROS QUE FAVORECEN LA CRIA DE *U. anastrephae*.

3.2.1 Mejor tipo de cultivo, como reservorio natural de *U. anastrephae* en la región de estudio.

Se utilizó el Índice de infestación L₃/ Kg fruta recolectada, para determinar cual de las plantas nativas que según estudios previos Aguiar – Menezes (2001); Araujo & Zucchi (2002); García & Corseuil (2004) resultó ser el mejor hospedero natural de moscas de *A. fraterculus* en la región estudiada, ya que ésta puede facilitar la multiplicación de *U. anastrephae* y por lo tanto merece consideración como reservorio de éste agente de mortalidad dentro de las estrategias de control biológico y manejo integrado de moscas de las frutas.

El índice de intensidad de infestación, se determinó teniendo en cuenta el número de larvas por kilogramo de fruta analizada, haciendo uso para ello de la fórmula

I.I. = (NL₃ observadas/Peso de la muestra (kg)); donde:

I.I. = Índice de intensidad de infestación o nivel de infestación.

NL₃ = Número de Larvas de tercer instar observadas.

De manera general se puede afirmar que se obtuvieron bajos índices de infestación a lo largo de la investigación para los tres tipos diferentes de frutos muestreados, quizás debido a una baja densidad de adultos presentes en el ambiente. Se registró un mayor índice de infestación en los hospederos míspero y guayaba como lo muestra la tabla No 3, posiblemente debido a que éstos frutos por su mayor tamaño pueden alojar un mayor número de larvas de *A. fraterculus* en comparación con el café, en donde cada grano tiende a albergar sólo un par de larvas aproximadamente; además hay que tener en cuenta que los mayores valores obtenidos, específicamente para la guayaba en comparación con el café, indican el nivel de infestación en general de moscas de las frutas, no siendo específico del ataque de sólo *A. fraterculus* pues para calcular éste índice se contabilizan el número total de larvas emergidas por muestra siendo imposible saber de antemano si pertenecen en particular a

éste tipo de mosca ó a otra especie de *Anastrepha* spp. asociada con dicho frutal. El tamaño del fruto juega un papel fundamental tanto para las moscas de las frutas, como para la presencia de los parasitoides que puedan controlar su ataque; Sivinsky, et al., (2000) y Hickel (2002) concuerdan al afirmar que características morfológicas de los frutos, principalmente tamaño y peso influyen en los niveles de infestación por parte de moscas de las frutas ya que a mayor tamaño, mayor es la superficie expuesta y mayor el recurso alimenticio del que se puede aprovechar para su sobrevivencia la especie plaga; de manera opuesta, para algunos parasitoides, un tamaño grande del fruto combinado con un pericarpio grueso, se convierten en los obstáculos principales para la localización de las larvas al interior de los frutos; según Sivinsky (1991), los frutos de menor diámetro producen mayor número de parasitoides ya que las hembras no tienen dificultades para encontrar su hospedero.

La tabla No 4 describe de manera detallada la información referente al total de muestreos realizados durante el periodo de estudio y los resultados obtenidos a través de ellos.

Para el interés centrado en éste estudio, dada la mayor disponibilidad de frutos hospedantes de *A. fraterculus* y mayor emergencia de especimenes de *U. anastrephae*, el cultivo considerado mejor reservorio natural de éste parasitoide en el área analizada es el café en comparación con la guayaba y el míspero.

Tabla No 3

Valor índice de infestación (L₃/ Kg fruta recolectada) para cada una de las plantas hospedantes de *Anastrepha fraterculus*.

TIPO DE PLANTA HOSPEDANTE	INDICE DE INFESTACION (L ₃ / Kg fruta recolectada)
CAFE	40.04
GUAYABA	46.49
MÍSPERO	57.03

En guayaba, no se reportaron individuos de *U. anastrephae* a pesar de la cantidad de fruta muestreada a lo largo de la investigación y del nivel de infestación encontrado en ella, ya que el daño dominante en éste tipo de frutal está generado por *A. striata* y no por *A. fraterculus*. Se plantean así, dos posibles causas por las cuales no se obtuvo emergencia de *U. anastrephae* en guayaba; la primera relacionada con la morfología del tipo de ovipositor que ésta especie de parasitoide tiene, el cual es corto y al igual que en la mayoría de los miembros de la familia Braconidae, muestra preferencias por frutas de tamaño pequeño y piel delgada lo cual concuerda con lo reportado por Sivinsky (1991); la segunda razón a considerar podría sugerir especificidad de éste parasitoide sobre moscas de *A. fraterculus* y bajo poder controlador sobre *A. striata*.

Para el caso del míspero, hay que tener en cuenta que a pesar de alojar individuos de *U. anastrephae*, no se presenta como un cultivo predominante en la zona de estudio sino como una planta exótica cuya cantidad de fruta disponible a lo largo del año es muy baja. De ésta manera podría considerarse al míspero como un hospedero alternativo, donde los parasitoides ante la escasez de frutos de café disponibles en algunas épocas del año se ven obligados a parasitar especies de *Anastrepha* spp. en éste frutal. Además, conviene mencionar, que tanto el tamaño como el grosor de la piel de los frutos de míspero, tienden a presentar algunas similitudes con los granos de café

Tabla No 4

Datos generales referentes a muestreos por planta hospedante en los municipios en estudio.

DETALLE	PLANTA HOSPEDANTE	TOTAL
TOTAL MUESTREOS	Café (<i>Coffea arabica</i>)	49
	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	32
	Míspero (<i>Eriobotrya japonica</i>)	2
	Café (<i>Coffea arabica</i>)	171

MUESTRAS ANALIZADAS	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	131
	Míspero (<i>Eriobotrya japonica</i>)	2
PESO (Kg) DE LAS MUESTRAS	Café (<i>Coffea arabica</i>)	164
	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	236
	Míspero (<i>Eriobotrya japonica</i>)	1.35
TOTAL FRUTAS ANALIZADAS	Café (<i>Coffea arabica</i>)	91.110
	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	4563
	Míspero (<i>Eriobotrya japonica</i>)	166
TOTAL MOSCAS <i>Anastrepha fraterculus</i> EMERGIDAS	Café (<i>Coffea arabica</i>)	3542
	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	312
	Míspero (<i>Eriobotrya japonica</i>)	40
TOTAL <i>Utetes anastrephae</i> EMERGIDOS MUESTRAS DE CAMPO	Café (<i>Coffea arabica</i>)	146
	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	0
	Míspero (<i>Eriobotrya japonica</i>)	5

3.2.2 Descripción de las condiciones de manejo de fruta en maduración, obtención de larvas (L3) y medios de pupación en laboratorio.

Inicialmente, todas las muestras provenientes de campo se colocaban en cámaras de incubación ó bandejas plásticas, ya descritas anteriormente, donde la fruta se disponía en capas de aproximadamente 5 a 6 cm. de espesor, las cuales, y con la ayuda de un atomizador plástico eran humedecidas a diario, y revisadas durante un tiempo comprendido entre los 10 a 12 días después de haber sido colocadas en dichos recipientes para la extracción de las larvas y su respectivo paso a medios de pupación.

De acuerdo con la metodología descrita, y una vez cumplido el tiempo necesario para la maduración de la fruta, se observó que en el fondo de la caja se encontraban gran cantidad larvas de L₃ muertas, debido quizás a acumulación de agua en el interior del recipiente. Este factor podría estar relacionado con el bajo nivel de emergencia de *U. anastrephae*, y con la muerte prematura de las larvas. Con base en estas observaciones, se realizaron ajustes en la metodología de manejo de muestras. Primero se procedió a regular la humectación de las mismas evitando los excesos de agua y su acumulación en el fondo de los recipientes; posteriormente se modificó el tiempo necesario tanto para la revisión como para la disección de la fruta y el paso de L₃ a los medios de pupación con vermiculita, el cual se realizó diariamente, hasta que se logró la recuperación total de las larvas provenientes de las frutas (Figuras 23, 24 y 25). Con éste ajuste, se logró un descenso significativo en la mortalidad de larvas, aunque los resultados en la emergencia de *U. anastrephae* no variaron en gran medida.

Además de lo anterior, también se optó por disminuir el grosor de la capa de cada muestra que se colocaba en las cámaras de incubación a máximo 2 cm, ya que el grosor anteriormente utilizado (> 5cm), podría ser el causante de la muerte de las larvas y de la baja emergencia tanto de parasitoides como de *A. fraterculus*, debido al calor metabólico generado por descomposición de la fruta. De ésta manera, se obtuvo como resultado, un incremento significativo en el número de larvas con buenas condiciones de vigor; viéndose reflejado este hecho, en un aumento en la obtención de moscas de las frutas y de parasitoides recuperados.



Figura 23. Muestra lista para disección

Figura 24 Proceso de disección de larvas

Figura 25. Paso de larvas a medios de pupación.



Por su parte, los medios de pupación que contenían larvas procedentes de campo y de las exposiciones realizadas en laboratorio, se revisaban diariamente con el propósito de certificar buenas condiciones de humedad, que permitieran garantizar una buena emergencia de moscas y de parasitoides. Cuando la vermiculita, presentaba deficiencias de humedad, la emergencia decrecía significativamente y cuando la humedad era excesiva, se incrementaba la contaminación por microorganismos (hongos), lo cual afectaba considerablemente la sanidad del material biológico de interés, además de convertirse en foco de contaminación para el laboratorio. Esta afirmación concuerda con Núñez (1989), quien expresa que el factor humedad relativa, podría regular las poblaciones de moscas de las frutas reduciendo la fecundidad en las hembras y disminuyendo el periodo de supervivencia en los adultos. Para nuestro caso específico, dicho factor conservó estrecha relación con la supervivencia ó mortalidad de larvas y de adultos emergentes.

A partir del décimo día empezaba la emergencia de moscas de las fruta, las cuales eran contadas para cada frasco de pupación, y retiradas del mismo cuidadosamente cerciorándose primero de la no existencia de parasitoides, para evitar el escape de alguno de ellos.

Los parasitoides adultos de *U. anastrephae* obtenidos de muestras de campo, inicialmente fueron colocados en una cámara bioclimática, en la cual se mantenían controladas las condiciones de temperatura ($18 \pm 2^{\circ}\text{C}$) y de humedad

relativa a un 90% para prevenir su muerte prematura y observar su comportamiento. Un segundo grupo de adultos, se mantuvieron bajo condiciones no controladas de temperatura y humedad relativa mostrando similitud en cuanto al periodo de supervivencia presentado con relación a los primeros; en contraste, se manifestaron diferencias en el comportamiento presentado entre los dos grupos, siendo más activos los parasitoides mantenidos bajo condiciones no controladas.

Ocasionalmente, durante el tiempo transcurrido entre la colecta de muestras de campo y su transporte al laboratorio, se produjo una rápida emergencia de

larvas de *A. fraterculus* presentes en los frutos, debido quizás, al aumento de la temperatura en el interior de las bolsas plásticas lo cual estimulaba su salida antes de completar su desarrollo biológico (Figura 26). El número de larvas así colectadas se contabilizaron, lavaron con agua destilada y se colocaron posteriormente en frascos con vermiculita humedecida etiquetados debidamente. Como resultado, se obtuvo una notable emergencia de *U. anastrephae*, especialmente de las muestras provenientes del municipio de Chipatá; no obstante, éstos individuos se caracterizaron por presentar un comportamiento pasivo con poca movilidad, y un tamaño corporal menor al observado normalmente. De igual manera, su sobrevivencia en condiciones de laboratorio no era muy buena; todos los individuos morían en un periodo menor a 24 horas posterior a la emergencia, con el caso excepcional de un macho que sobrevivió durante 3 días. En la medida en que se obtenían machos y hembras, se colocaban en dispositivos de exposición, sin reportarse ningún resultado positivo. Es posible que la falta de energía y vigor en los especímenes, al igual que su muerte prematura, podría atribuirse, a que las larvas no habían completado su normal desarrollo cuando tuvieron que salir prematuramente del fruto huésped para ser colocadas en medios de pupación. Por tal razón, se optó por tomar

dichas larvas y colocarlas por un periodo de dos días en cajas de petri provistas con dieta alimenticia (Figura 27) que les permitiera alimentarse y continuar su desarrollo, antes de ser pasadas al medio de pupación, (Figura 28). Como resultado, se obtuvo que los individuos de *U. anastrephae* emergidos de éstas larvas, presentaron mayor vigor y tamaño, y contrario a los anteriores, se mostraron mucho más vitales y en algunos casos algo hiperactivos. Este hecho podría ratificar lo que inicialmente se había planteado sobre el incompleto desarrollo de las larvas para ser sometidas a medios de pupación.



Figura No 26
Larvas de *Anastrepha fraterculus* salidas de los granos traídos de campo durante el transporte hasta el laboratorio



Figura No 27
Larvas de *Anastrepha fraterculus* salidas de los granos traídos de campo durante el transporte hasta el laboratorio colocadas para continuar su desarrollo en mezcla de dieta normal (Torula + germen de trigo) durante 2 días.



Figura No 28
Larvas de *Anastrepha fraterculus* emergentes de frutos traídos de campo durante el transporte hasta el laboratorio después de dos días en dieta normal, listas para pasar a medios de pupación

3.2.3. Determinación de las condiciones para el mantenimiento de los parasitoides obtenidos de las muestras procesadas:

Con relación al tamaño y forma de la jaula para albergar a los parasitoides emergentes, el primer tipo de jaula utilizada cuyas medidas eran de 30 x 30 cm (Ver Figura 8), resultó no ser muy eficiente para el mantenimiento de los individuos de *U. anastrephae*, ya que debido a la baja emergencia de especímenes y a la obtención de éstos de manera asincrónica, parecía no facilitar el encuentro de machos y hembras para posible cópula. Por otra parte es probable que la amplitud de la jaula en relación al pequeño tamaño de éste braconido provocara un elevado gasto energético por parte del insecto al realizar su vuelo y desplazamientos en el interior de ella y pudiera disminuir su longevidad en condiciones no naturales.

Al no observar buenos resultados con la jaula cúbica, se procedió a cambiarla por un segundo tipo de jaula (Figura 9) de tamaño más reducido y con adecuada superficie de aireación. Con ésta nueva jaula, se obtuvo mejores resultados para el confinamiento de pocas cantidades del parasitoide, ya que su espacio más reducido, les permitió un mayor contacto con el alimento y entre ellos mismos para la acción de cópula.

Seguido de la preferencia del tipo de jaula II para mantenimiento y exposición de *U. anastrephae*, y debido a observaciones realizadas con los individuos emergentes, se procedió a evaluar el efecto de tres materiales que constituirían la base de la jaula: paño absorbente, tela lienzo humedecida y papel absorbente humedecido. El paño absorbente humedecido y dispuesto en un aro para bordar, no resultó idóneo, en razón a que en las fibrillas del paño, los tarsos de los

parasitoides se enredaban con facilidad quedando atrapados e inmóviles; motivo por el cual, se descartó ésta alternativa (Figura 29).



Figura No 29
Jaula tipo II que utiliza
como base paño
absorbente

El lienzo humedecido y dispuesto en un aro para bordar de 8cm de diámetro, mostró mejores resultados que en el caso anterior, aunque no resultó eficiente para distribuir uniformemente la humedad para la sobrevivencia del parasitoide y conservarla en la cantidad requerida, pues se secaba rápidamente. Además, cuando la humedad se concentraba en ciertos lugares del aro, hacía que los parasitoides mojaran su cuerpo provocando cambios en su comportamiento caracterizados por un lento caminar, enroscamiento de sus alas y posterior muerte (Figura 30).



Figura No 30
Jaula tipo II que utiliza como
base lienzo humedecido

Finalmente, en el fondo de una caja de petri, se colocó un círculo de papel absorbente humedecido, el cual mostró una mayor eficiencia, por cuanto mantenía y distribuía uniformemente sobre su superficie la humedad; además de lo anterior, propiciaba mejores condiciones de seguridad para evitar el escape de individuos ya que sus bordes, encajaban perfectamente en el recipiente plástico. Por dichas razones esta base, fue la adoptada para el trabajo posterior de mantenimiento y conservación del parasitoide en condiciones de confinamiento (Figura 31).



Figura No 31
Jaula tipo II que utiliza como base
papel absorbente humedecido.

3.2.4 Determinación de las condiciones de exposición de *U. anastrephae* a larvas de *A. fraterculus*.

Tres clases de dieta fueron probadas para llevar a cabo las exposiciones de larvas L₃ de *A. fraterculus* a individuos de *U. anastrephae* en el laboratorio, con el fin de investigar si el tipo utilizado en el momento de la exposición de los parasitoides podría tener algún efecto sobre la oviposición de las hembras, o sobre el comportamiento de cópula.

Hay que tener en cuenta que las exposiciones se realizaron según la disposición de parasitoides emergidos, la cual a lo largo del estudio nunca fue constante; ocasionalmente se presentaron sólo hembras ó sólo machos de *U. anastrephae*, contando con pocas oportunidades de obtener al tiempo los dos tipos de parasitoides disponibles para exposición. Desde el momento de la emergencia de hembras del parasitoide, sin importar presencia ó ausencia de macho, fueron sometidas a exposición a fin de aprovechar su permanencia en laboratorio antes de su muerte. Por lo general el dispositivo de exposición se mantuvo hasta la muerte de los especimenes de *U. anastrephae*, dando mayor oportunidad y tiempo para llevar a cabo cópula y oviposición. De 24 exposiciones realizadas en total, 16 de ellas contaron con la presencia en el tiempo de machos y hembras; las 8 restantes se llevaron a cabo en ausencia de macho.

El análisis de varianza realizado para los índices de eficiencia en la emergencia según el tipo de dieta utilizada, reportó diferencias altamente significativas ($F(2,6) = 351.73$; $P = 0.000$; $CV = 3.25\%$) entre los niveles de parasitación obtenidos según el tipo de dieta utilizada para fines de exposición. (Tabla No 5).

La Figura 32, ilustra los valores promedios de los índices de ediciencia y su diferenciación estadística según Tukey (0.01); donde la dieta normal más mucílago de café, resultó ser la de mejor respuesta (2.85%) pues con ella al parecer existe una mayor motivación para la cópula entre machos y hembras; en segundo lugar con respecto a la eficiencia se ubicó la dieta normal más macerado de guayaba (2.00%); y finalmente, la dieta normal fue la de más baja respuesta (1.39). El valor del índice de eficiencia de dietas para la emergencia, utilizado para el respectivo análisis estadístico, se calculó con base en la siguiente fórmula: $IED - \% = (\text{Total emergencia del parasitoide} \times 100) / \text{Número total de larvas de } A. \text{ fraterculus} \text{ expuestas}$.

Adicionalmente podría plantearse la hipótesis que en condiciones de laboratorio para fines de exposición, podría resultar muy favorable mezclar la dieta normal con un poco de fruta, lo cual hace que el parasitoide dentro del dispositivo perciba un ambiente similar al encontrado en condiciones naturales, ya que allí, un factor clave para motivar la oviposición del parasitoide sobre los frutos tal y como lo argumentan Ovrusky, et al, 2000, es el aroma específico emitido por las frutas debido a las sustancias volátiles, en especial los acetaldehídos resultantes de la descomposición de la misma.

Figura 32

Eficiencia de las dietas utilizadas para la exposición de *Utetes anastrephae* en condiciones de laboratorio, calculada como el porcentaje de emergencia de parasitoides obtenidos según el número de larvas de *Anastrepha fraterculus* expuestas .

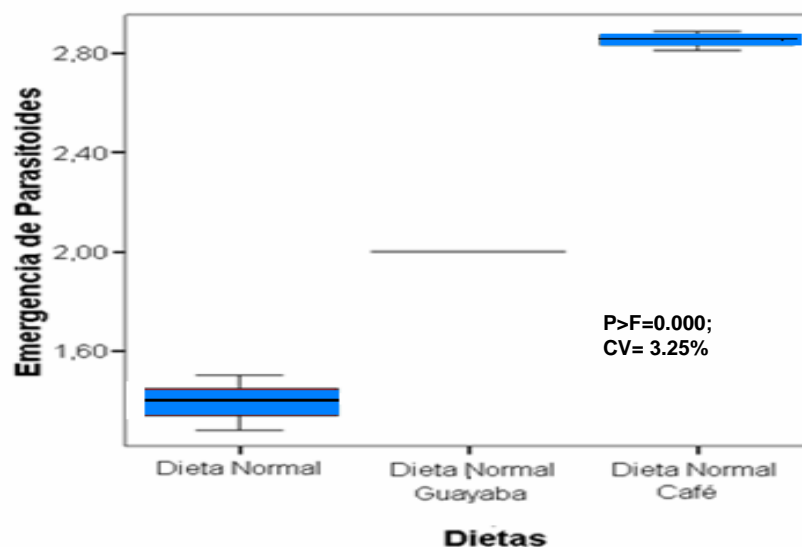


Tabla No 5

Análisis de varianza realizado a los valores obtenidos para promedios de permanencia del parasitoide *U. anastrephae* sobre el hospedero *A. fraterculus*

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	2	3.227	1.613	351.734	0.000 **
Error	6	0.027	0.004		
Total	8	3.255			

C.V. = 3.25 %

Del total de 24 exposiciones realizadas donde sólo 11 (45.83%) fueron exitosas, se obtuvieron 24 machos en total, y 7 hembras que comprueban la existencia de copula dentro de los dispositivos utilizados para tal fin; así, la relación macho:hembra aproximada obtenida para el total de exposiciones llevadas a cabo fue 3:1.

La tabla No 6 muestra la relación de parasitoides utilizados y obtenidos de las diferentes exposiciones llevadas a cabo según disponibilidad, junto con la cantidad de larvas de *A. fraterculus* empleadas para tal fin.

Tabla No 6

Dietas utilizadas durante las exposiciones de *Utetes anastrephae* a larvas de *Anastrepha fraterculus* realizadas en condiciones de laboratorio.

Tipo de dieta utilizada	Exposiciones				Emergencia del parasitoide			
	Hembras	Machos	Total Expuestos	L3 <i>A. fraterculus</i>	Hembras	Machos	Total Emergencia	Recuperación %
Dieta normal de larvas (DNL)	47	26	73	1325	5	12	17	23,29
Dieta normal de larvas + mezcla de guayaba (DNL+G)	9	2	11	150	0	3	3	27,27
Dieta normal de larvas + mezcla de mucílago de café (DNL+C)	8	13	21	391	2	9	11	52,38
TOTAL	64	41	105	1866	7	24	31	34,31

3.3 DESCRIPCION DEL COMPORTAMIENTO DE *U. anastrephae* EN CONDICIONES DE LABORATORIO.

3.3.1 Comportamiento de los especimenes emergidos de muestras de campo y de exposiciones en laboratorio, bajo diferentes condiciones.

3.3.1.1 Humedad

La humedad fue un factor ambiental crítico para el normal desarrollo de *U. anastrephae*. Su entorno, debía garantizar muy buenas condiciones de éste tipo, debido a que si el ambiente estaba muy seco, los parasitoides parecían disminuir su periodo de sobrevivencia en el laboratorio; de igual manera, si la humedad estaba en exceso, se convertía en un factor altamente letal para los individuos adultos del parasitoide, y el efecto observado era aún más drástico que el provocado por el déficit de éste factor. La aspersion del agua, en los sitios donde estaban ubicados los dispositivos de confinamiento, debía hacerse separadamente de éstos, a una distancia entre uno a dos metros y no más de 3 aspersiones por aplicación. Al realizar aspersion de agua directamente sobre ellos, se observaba una pérdida considerable en la movilidad de los adultos, los cuales enrollaban sus alas y se posaban sobre las paredes del recipiente; de ésta manera, morían con mayor rapidez.

La base que servía de piso dentro de la jaula o dispositivo de confinamiento, debía humedecerse de manera adecuada, de tal forma que no hubiese sobresaturación de agua para evitar que los parasitoides perdieran su movilidad característica. De igual manera, debido a la susceptibilidad de los parasitoides dentro de los dispositivos de exposición a las condiciones de humedad excesiva, al colocar las larvas con dietas artificiales, éstas debían contener la menor cantidad de líquido posible.

3.3.1.2 .Vigor y tamaño

Los individuos obtenidos a través de las exposiciones realizadas, se mostraron mucho más activos y con mayor tamaño, que los obtenidos de muestras traídas directamente de campo. Desde el punto de vista de la sobrevivencia de los especímenes, también se pudo apreciar algunas diferencias, ya que, el promedio de vida de un parasitoide emergente de campo era de 3 días, mientras que los individuos obtenidos mediante exposiciones en laboratorio, llegaron a permanecer vivos hasta 6 días, hiperactivos y volando permanentemente sobre la jaula

3.3.1.3. Tipo de dieta utilizada para exposición

Cuando se empleó dieta mezclada con mucílago de café, se observó un incremento muy marcado en el movimiento de las larvas dentro del medio, el cual es un mecanismo que motiva el comportamiento de oviposición y genera un aumento en la actividad de los individuos de *U. anastrephae* dentro del dispositivo de parasitación; ésta afirmación concuerda con Lawrence (1981) quien afirma que la vibración de las larvas dentro de las unidades de parasitación es uno de los factores más importantes a tener en cuenta cuando se lleva a cabo cría masiva de parasitoides y es la razón principal para encerrar larvas en dispositivos de parasitación inmersas en dietas.

3.3.1.4. Días de exposición

Debido a la baja presencia de Individuos de *U. anastrephae* durante la investigación, los especímenes emergidos se dejaban en los dispositivos de exposición hasta su muerte (tiempo variable considerando las diferencias en el vigor mostrado por cada uno de los parasitoides), pues según Barlett (1984), el tiempo necesario de exposición resulta ser un parámetro cambiante de acuerdo al avance generacional de la cepa en la cría, y de acuerdo a Geden, et al (1992) al aumentar la dinámica de producción de parasitoides, el tiempo necesario de exposición se reduce debido a la existencia de una tasa de cambio en tiempo de exposición con la mayor especialización que presentan las cepas criadas en condiciones de laboratorio. En nuestro caso, los días de exposición parecían no

afectar la sobrevivencia de los parasitoides, pues las condiciones para el mantenimiento de éstos, eran prácticamente las mismas que se tenían en ausencia de exposición.

3.3.1.5. Número de larvas expuestas.

A mayor número de larvas expuestas, se observó una mayor actividad de los parasitoides en la búsqueda de sus huéspedes para ovipositar. Es importante, colocar una densidad larvaria apropiada en la medida que se cuente con un buen número de parasitoides disponibles, ya que esto, incrementa la probabilidad de parasitación, por confinamiento de larvas en un espacio reducido.

3.3.2. Comportamiento de cópula y oviposición de *U. anastrephae* según el número de machos y hembras expuestas.

No fué posible la observación del comportamiento de cópula durante el mantenimiento de los especímenes en el laboratorio, a pesar de las constantes observaciones periódicas realizadas a los 15 dispositivos de parasitación que contenían tanto machos como hembras durante todo el tiempo de desarrollo de ésta investigación. No obstante, el proceso de cópula efectivamente fue llevado a cabo, pues permitió la recuperación de 7 hembras provenientes de 5 exposiciones respectivamente.

El proceso de oviposición, en contraposición al proceso de cópula, si pudo ser observado en varias ocasiones, especialmente cuando se utilizaba dieta normal de larvas mezclada con café. No se observaron mayores diferencias en el comportamiento de oviposición dependientes de presencia ó ausencia de machos dentro de los dispositivos de exposición. Por su parte, las hembras parecían estar más atraídas hacia la oviposición, en la medida en que las larvas presentaban mayor movilidad en el interior del lienzo de exposición.

El comportamiento característico presentado durante el proceso de oviposición se caracterizó por golpeteo antenar repetitivo sobre el lienzo contenedor de

larvas dentro del dispositivo de exposición, al parecer, según Leyva, et al (1991) para localización del hospedero; posteriormente, la hembra coloca su primer par de patas hacia adelante, dobla su segundo y tercer par de patas hacia atrás y dispone su ovipositor formando un ángulo de 90° hacia abajo, para pinchar continuamente el lienzo durante un periodo aproximado de 5 segundos.

3.3.3. Comprobación de arrenotokia de *U. anastrephae*

De las 8 exposiciones de hembras sin copular llevadas a cabo en condiciones de laboratorio, únicamente dos de ellas fueron exitosas, permitiendo la obtención de tres individuos machos. De ésta forma se comprueba que las hembras no copuladas de *U. anastrephae*, pueden ovipositar larvas huéspedes de *A. fraterculus*, para dar origen a machos uniparentales confirmando la presencia del tipo de reproducción partenogenética conocida como arrenotokia.

CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta algunos de los parámetros evaluados en éste estudio, se puede afirmar que el parasitoide *U. anastrephae* no debe ser considerado como un agente de control biológico promisorio para reducir los niveles de infestación de *A. fraterculus* debido a factores tales como alta susceptibilidad a cambios ambientales, bajo nivel de fecundidad comparado con el de la plaga, poca capacidad de búsqueda a densidades bajas del huésped, tipo de características morfológicas relacionadas con el corto ovipositor que posee el cual le permite el acceso sólo a frutos de

tamaño pequeño y piel delgada, escasa sobrevivencia y bajo nivel de adaptación en condiciones de laboratorio para su cría masiva.

- Debido a que la cantidad de *U. anastrephae* obtenidos en los frutos analizados fue demasiado baja en relación con el tiempo y esfuerzo de estudio, forma asincrónica de su emergencia (muy pocas veces se encontraron vivos y listos para cópula machos y hembras) y volumen de fruta analizada, se considera bajo el potencial que podría tener éste parasitoide para ser utilizado y establecido en programas de control biológico de moscas de la fruta, así como poco rentable las implicaciones de costos que tiene el intento por obtener una cría masiva del mismo. Esta afirmación está fundamentada desde el punto de vista poblacional, en el cual se considera que la capacidad de incremento de los parasitoides debe ser mayor que el de la plaga para asegurar el éxito en trabajos de control biológico, situación que en las condiciones evaluadas se muestra como contraria en éste sistema parasitoide – huésped.
- A pesar de la baja emergencia de adultos de *U. anastrephae* obtenidos en condiciones laboratorio la cual es la etapa más crítica en la colonización de las diferentes especies de parasitoides debido a la alta tasa de mortalidad y a su baja capacidad reproductiva, éstas generaciones se caracterizaron por presentar mayor tamaño, vitalidad y período de sobrevivencia en comparación a los individuos emergentes de muestras procedentes de campo. Este hecho motiva la idea de continuar con el intento por el estudio y posterior desarrollo de técnicas de cría para éste parasitoide a través de investigaciones preliminares sobre su proceso de domesticación y ampliación de conocimientos fundamentales sobre su biología los cuales a futuro puedan permitir la obtención de individuos altamente competitivos que puedan resultar económicamente rentables.
- De acuerdo con lo observado en las exposiciones, podría afirmarse la existencia arrenotokia en *U. anastrephae*, en razón a que, únicamente se

recuperaron machos de las exposiciones realizadas con hembras no copuladas.

- Los valores obtenidos de TIP para café y míspero, son valores moderados, no muy altos, lo cual indica que aunque éstas plantas pueden considerarse como hospederos naturales de *U. anastrephae* en larvas de *A. fraterculus*, no aportan un número suficiente y constante de parasitoides necesarios para que en condiciones naturales sirvan para disminuir poblaciones de moscas de las fruta.

RECOMENDACIONES

- Incentivar el estudio a nivel morfológico, biológico y ecológico de las especies de parasitoides que se piensan podrían ser consideradas como promisorias en la implementación de planes de control biológico antes de plantear estudios sobre su cría en condiciones artificiales, y evaluar su impacto dentro de los cultivos en términos de reducción de infestación y análisis costo-beneficio,
- Para garantizar la sobrevivencia del parasitoide en condiciones de cautiverio, se debe tener en cuenta: Utilizar jaulas o dispositivos de confinamiento adecuados y que posean buena aireación, dispositivos de tamaño reducido para facilitar su cópula y mantener buenas condiciones de humedad relativa (no menor de 80%).
- Es conveniente en la realización de exposiciones de larvas a la acción del parasitoide, utilizar dieta normal mezclada con el tipo de fruta en el cual se hizo posible la captura del mismo, ya que según lo observado, esto estimula el comportamiento de oviposición debido quizá, a los acetaldehídos que son emitidos por la fruta en descomposición.
- Continuar monitoreando otras especies vegetales que se perfilen como hospederos alternos de *U. anastrephae*, para facilitar su recuperación en campo y así de ésta manera, ver la posibilidad de establecer un futuro pie de cría

BIBLIOGRAFIA

AGUIAR-MENEZES, E. & E, MENEZES., 1997. Natural Occurrence of Parasitoids of *Anastrepha* spp. Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) in Different Host Plants, in Itaguaí (RJ), Brazil. Biological control vol. 8, No.1, pp. 1-6 (6).

AGUIAR-MENEZES, E; E, MENEZES; P, SILVA; A, BITTAR & P, CASSINO., 2001. Native Hymenopteran parasitoids associated with *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Seropédica City Rio de Janeiro, Brazil. Florida Entomologist 84 (4): 706-712.

AGUIAR-MENEZES, E & E, MENEZES., 2001. Parasitismo sazonal e flutuacao populacional de Opiinae (Hymenoptera: Braconidae), Parasitóides de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), em Seropédica, RJ. Neotropical Entomology 30 (4):613-623.

ALBERTI, A; G, CALCAGNO; B, SAIDMAN & J, VILARDI., 1999. Analisis of the genetic structure of a natural population of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). Annals of the entomological society of America. Vol 92 (5): 731-736.

ALUJA, M., 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. Annu. Rev. Entomol. 39:155 -178.

ARAUJO, E & R, ZUCCHI., 2003. Parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas –das- frutas (Diptera: Tephritidae) na regio de Mossoró/ Assu, Estado do Rio Grande do Norte. Arq. Inst. Biol, Sao Paulo, v 69, n2 p 65-68.

BARLETT, A., 1984. A genetic changes during insect domestication, pp. 2-8 in E. G.King and N. C. Leppla (eds.), Advances and challenges in insect rearing. USDA, ARS, New Orleans, LA.

BASSO A; A, SONVICO; F, MANSO & L, QUESADA-ALLUÉ., 2003. El cluster de ADNr en *Anastrepha fraterculus* Y *Ceratitís capitata*: Localización por hibridización In Situ con fluorescencia y comparación de espaciadores. XXXII Congreso Argentino de Genética. Huerta Grande, Córdoba.

CANAL, N., 1989. Reconocimiento y fluctuación de poblaciones de las especies de moscas de las frutas del género *Anastrepha* Schiner en la cuenca de la quebrada cay Ibagué. Tesis ingeniero agrónomo. Universidad del Tolima.

CANAL, N., 1994. Reconocimiento de las especies de parasitoides (Hym: Braconidae) de moscas de las frutas (Dip: Tephritidae) en dos municipios del estado de Amazonas, Brasil. Bol. Mus. Ent. Univ. Valle. 2.(1,2)1-17.

CANAL, N., 2001. Panorama nacional e internacional del control biológico de moscas de las frutas. En manejo de plagas en frutales. Seminario Sociedad Colombiana de Entomología. SOCOLEN. Comité Regional de Cundinamarca. Colombia. P. 53.

CANCINO, L; E, LOPEZ & C, AGUILAR., 1995. Liberaciones inundativas de parasitoides como método alternativo de control de *Ceratitís capitata* en fincas cafetaleras en el Soconusco, Chiapas, México. En: Actas de la 1° Conferencia Internacional IFOAM sobre café orgánico, IFOAM/AMAE/Universidad Autónoma de Chapingo, México, pp. 51 - 53.

CANCINO, J., 1998. Biología y comportamiento de (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide de moscas de la frutas. XII Curso Internacional sobre moscas de las frutas, Septiembre 27 a 16 de octubre de 1998.

CANCINO, J; L, RUIZ & J. TOLEDO., 2002. Irradiación de larvas de *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) para inhibir la emergencia de moscas en la cría del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). *Folia Entomol. Mex.* 41 (2):195-208.

CHRISTENSON, L & R, FOOTE., 1960. Biology of fruit flies. *Annu. Rev. Entomol.* 5:171-192.

CORPOICA – CIMPA., 1996. Manejo Agronómico de la Guayaba (*Psidium guajava*. L.). Barbosa, Santander, Colombia. Publicación Técnica, P. 95.

CORPOICA – CIMPA., 2002. El sistema de producción de guayaba en la eco-región andina nororiental de Colombia. Julio , P.19.

DIAZ, A & B, VAZQUEZ .,1993. Epoca de oviposición de la mosca de las frutas (*Anastrepha* spp.), relacionada con la fenología de la guayaba nativa. *Revista ICA (Colombia)*; V. 28(4) p 323-333.

GARCIA, F & E, CORSEUIL., 2004. Native Hymenopteran parasitoids associated with the fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Santa Catarina State , Brazil. *Florida Entomologist* 87 (4): 517-521.

GEDEN, C; L, SMITH; S, LONG & D, RUTZ., 1992. Rapid deterioration of searching behavior, host destruction, and fecundity of the parasitoid *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae) in culture. *Annals. Entomol. Soc. Amer.* 85: 179-187.

GLENN, A., 1978. The chemistry of insect cuticles. *Biochemistry Of. insect.* Edit Academic Press . New York, P 205-232.

GUARIN, E & G, LEON., 2002. Reconocimiento, Distribución temporal y espacios de las moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) y sus parasitoides en guayaba (*Psidium guajava L.*) y café (*Coffea arabica L.*) en tres municipios de la provincia de Vélez (Santander). Trabajo de grado Biólogo de U.P.T.C. Facultad de ciencias. Tunja. pp. 162.

GUIMARAES, J; F, GALLARDO; N, DIAZ & R, ZUCCHI., 2003. Eucoilinae species (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae) parasitoids of fruit – infesting dipterous larvae in Brazil: identity, geographical distribution and host associations. Zootaxa, 278: 1-23.

GREANY, P; R, BARANOWSKY & D, CHAMBERS.,1976. Rearing and life history studies on *Biosteres (Opius) longicaudatus* (Hym: Braconidae). Entomophaga 21: 207- 215

HERNANDEZ- ORTIZ, V; R, PEREZ-ALANS; & R, WHARTON., 1994. Native parasitoids associated with the genus *Anastrepha* (Dipt: Tephritidae) in los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. Entomophaga, 39 (2). 171-178.

HICKEL, E., 2002. Espessura da polpa como condicionante do parasitismo de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera: Braconidae. Ciên. Rur. 32: 1005-1009.

KORYTKOWSKI, C., 1993. Curso Internacional de Capacitación en Taxonomía de Moscas de la Fruta. Texto Básico. UNALM - IICA. Lima Perú. Parte I. pp. 135.

LAWRENCE, P., 1981. Host vibration. A cue of host location by the parasite *Byosteres longicaudatus*. Oecology. 48: 249-251.

LEONEL JR, F; R, ZUCCHI & R, WHARTON., 1995. Distribution and tephritid host (Diptera) of braconid parasitoids (Hymenoptera) in Brazil. Int. J. Pest manag., 41(4): 208-213.

LEONEL JR, F; R, ZUCCHI & D, CANAL., 1996. parasitismo de moscas-das – frutas por Braconyidae (Hymenoptera) em duas localidades do Estado de São Paulo. Na.Soc. Entomol. Brasil 25: 199-206.

LEYVA, J; H, BROWNING & F, GILSTRAP., 1991. Development of *Anastrepha ludens* in several host fruit. *Environ. Entomol.* 20(4): 1160-1165

LEYVA, J., 1993. Control biológico de moscas de la fruta: Uso de parasitoides. Instituto de fitosanidad programa de Entomología y Acarología Montecillo. México. pp. 1- 6.

LIEDO, P & J, CANCINO, 1997. Control biológico de moscas de las fruta. “Fundamentos y perspectivas de control biológico”. Universidad Autónoma de Nuevo León. Capitulo 20, P231-242.

LIMA, I.; P, HOWSE & S, SALLEZ., 1994. Reproductive behavior of the south American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Dip:Tephritidae) laboratory and field studies. *Physiological Entomology.* 19 271-277.

LOPEZ, M; M, ALUJA & J, SIVISNKY., 1999. Hymenopterous Larval-Pupal parasitoids of *Anastrepha* Flies (Diptera: Tephritidae) in México. *Biological control* 15: 119-129.

LOPEZ, M., 2002. Control biológico de la mosca del mediterráneo usando parasitoides braconídeos. I Curso internacional sobre moscas de las frutas. Retalhuleu, Guatemala. 22 Septiembre- 11 octubre.

MACHADO, A., 1995. Exigencias térmicas de *Anastrepha fraterculus* (Wied) e estimativa do número de gerações anuais em pelotas, R.S. Brasil. *Ann soc. Entomol.* V 24 (3): 573-578.

MALAVASI, A & J, MORGANTE., 1981. Adult and Larval Fluctuation of *Anastrepha fraterculus* and it Relationship to Host Availability. *Environmental Entomology* 10,3,198 :275 - 277.

MONROY, R., 2003. Desarrollo del método básico de cría de *Aganaspis pelleranoi* (Bréthes) (Hymenoptera: Figitidae) en *Anastrepha fraterculus* (Wieddemann) (Diptera: Tephritidae). Trabajo de grado Biólogo UIS. Facultad de ciencias. Bucaramanga.

MORGANTE, J; A, MALAVASI & G, BUSH., 1980. Biochemical systematics and evolutionary relationships of neotropical *Anastrepha*. Annals of the entomological society of America. Vol 73 (5) 622-630.

NORRBON, A & C, KIM., 1988. A list of the reported plants of the species of the species of *Anastrepha* (Dip:Tephritidae).U.S.D.A. Animal and plant health inspection service. Plant protection and quarantine. Aphis, P 81-52.

NUÑEZ, L., 1989. Las moscas de la fruta (Diptera:Tephritidae). Curso sobre moscas de la fruta. ICA La ceja, Antioquia. P 62-80.

NUÑEZ, L ; R, GOMEZ; G, GUARÍN & G, LEÓN., 2004. Moscas de las frutas (Díptera: Tephritidae) y parasitoides asociados con *Psidium guajava* L. y *Coffea arabica* L. en tres municipios de la Provincia de Vélez (Santander, Colombia) Parte 2: Identificación y evaluación de parasitoides del Orden Hymenoptera. Revista CORPOICA ,Vol 5 N°1.

OLARTE, W., 1972. Control fitosanitario en plantaciones de guayaba con referencia al control biológico de moscas de las frutas. (Diptera: Tephritidae). UIS. P 70.

OVRUSKY, S., 1995. Pupal and larval-pupal parasitoids (Hymenoptera) obtained from *Anastrepha spp.* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) pupal collected in four localities of Tucuman province. Argentina. Entomophaga, vol, 40 (3-4). Pág. 367- 370.

OVRUSKY, S; M, ALUJA; J, SIVINSKY & R, WHARTON., 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit – infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United State : Diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. Integr. Pest. Manag. Rev, V 5, p 81-107.

OVRUSKY, S., 2002. Mating behavior of *Aganaspis pelleranoi* (Bréthes) (Hymenoptera:Cynipoidea), a fruit fly (Diptera: Tephritidae) larval parasitoid. Journal of Insect Behavior, vol. 15, No. 1, January 2002. Pág. 139-151.

OVRUSKI, S; C, COLIN; A, SORIA; L, OROÑO & P, SCHLISERMAN., 2003. Introducción y producción en laboratorio de *Diachasmimorpha tryoni* y *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) para el control biológico de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) en la Argentina. Revista Sociedad entomológica de Argentina 62 (3-4): 49-59.

PARANHOS, A; J, WALDER & C, ALVARENGA., 2007. Parasitismo de Larvas da Mosca-do-Mediterrâneo por *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em diferentes cultivares de goiaba, Neotropical Entomology 36(2):243-246 (2007)

PEMBERTON, C & H, WILLARD., 1918. A contribution to the biology of fruit fly parasites in Hawaii. J. Agrico. Res. 15: 419-465.

PORTILLA, M., 1990. Reconocimiento de las moscas de las frutas, evaluación de daño y fluctuaciones de poblaciones de adultos de *Ceratitis capitata*. Wiedemann en café (*Coffea arabica* L) en Nariño. Colombia. Pasto. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. pp175.

RABA, A; E, ANGEL & F, GONZALEZ., 2003. Caracterización genética de poblaciones de la mosca suramericana de las frutas, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), en Colombia. Revista INFORMA. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Bogotá, Colombia. Vol 30- No 1. P 8-14.

RAINER, O., 1978. Ecología de la mosca mediterránea de la fruta en Nicaragua y una propuesta de control integrado. FAO: Boletín fitosanitario. Nicaragua. V 26(4): P 1-8.

REDOLFI, I., 1994. Diversidad de Braconidae (Hymenoptera) en el Perú. Rev. per. Ent. 37 : 11 - 22.

RIDDIFORD, L & J, TRUMAN., 1978. Biochemistry of insect hormones and insect growth regulators. Chapter 7. Edit academic press New York. P 648.

ROBLES, M., 2003. Evaluación de bolsas biodegradables para la protección de fritos de Guayaba (*Psidium guajava* L.) contra el ataque de moscas de la frutas (*Anastrepha* spp.) y su efecto en la calidad en la hoya del Río Suárez. Compendio de Guayaba, CORPOICA- CIMPA. P 39-52

SAMIRA, M; W, OVERHOLT; R, WHARTON; S, LUZ & E, ELTOOM., 2003. Host specificity of *Psyttalia cosyrae* (Hymenoptera: Braconidae) and the effect of different host species on parasitoid fitness. Biological control, 28:155-163.

SIVINSKI, J., 1991. The influence of host fruit morphology on parasitization rates in the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. Entomophaga, 36 (3) 447-454.

SIVINSKI, J; M, ALUJA & M, LOPEZ., 1997. Spatial and temporal distributions of parasitoids of Mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the Canopies of fruit tress. Annals of the Entomological society of America. v. 90. No 5. P 604-617.

SIVINSKI, J., 2000. The distributions of parasitoides (Hymenoptera) of *Anastrophe* fruit flies (Diptera: Tephritidae) along an altitudinal gradient in Veracruz, México. Biological control 18: 258-269.

STONE, A., 1942. The fruit flies of the genus *Anastrepha* U.S.D. A. Misc. Publication 493. P 112.

TRUMAN, J; P, TAGHERT & S, REYNOLDS., 1980. Physiology of Pupal Ecdysis in the Tobacco Hornworm, *Manduca Sexta*: I. Evidence for Control by Eclosion Hormone : I. Evidence for Control by Eclosion Hormone. Journal of Experimental Biology 88, 327-337.

WHARTON, R & R, GILSTRAP., 1983. Claves para la identificación de parasitoides comunes de himenópteros que atacan tefrítidos de fruta. Departamento de desarrollo de métodos programa Moscamed. Chalapas, Mèxico.

WHARTON, R., 1988. Manual para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del nuevo mundo. Subfamilia Opiinae. Ed. Wharton A, Robert; Marsh M, Paul; Sharkey J, Michael. The International Society Of Hymenopterists. Washington. p. 89 – 92; 385 – 389.

WHARTON, R., 1989. Classical biological control of fruit- infesting Tephritidae. "Fruit flies their biology, natural enemies and control" . A.S. Rovinson and G Hooper, Eds. Elsevier, Amsterdam. Cap 9.1 P 303-313.

WHARTON, R., 1993. Bionomics of the Braconidae. Annu. Rev. Entomol. 38, 121-143.

YEPES, R & R, VELEZ., 1989. Contribución al conocimiento de las moscas de las frutas (Tephritidae) y sus parasitoides en el departamento de Antioquia. Revista de la facultad Nacional de Agronomía de Medellín. 42: 73-98.