

**ESTUDIO DE LA ENTOMOFAUNA SUCESIONAL ASOCIADA A LA  
DESCOMPOSICION DE UN CADÁVER DE CERDO DOMESTICO (*Sus scrofa*)  
EN CONDICIONES DE CAMPO-MUNICIPIO DE CONSACA (NARIÑO)**

**JORGE SALAZAR ORTEGA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
2005**

**ESTUDIO DE LA ENTOMOFAUNA SUCESIONAL ASOCIADA A LA  
DESCOMPOSICION DE UN CADÁVER DE CERDO DOMESTICO (*Sus scrofa*)  
EN CONDICIONES DE CAMPO-MUNICIPIO DE CONSACA (NARIÑO)**

**JORGE SALAZAR ORTEGA**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
Biólogo con Énfasis en Ecología**

**ASESOR**

**NANCY SORAYA CARREJO. MSc. Profesora titular  
UNIVERSIDAD DEL VALLE**

**COASESOR**

**GUILLERMO CASTILLO. ESc. Profesor titular  
UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
2005**

**Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son  
responsabilidad exclusiva del autor.  
Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1996, emanado del  
honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

Nota de aceptación

---

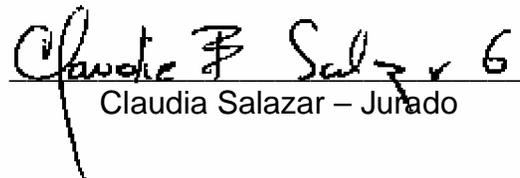
---

---

---

---

---

  
Claudia Salazar – Jurado

  
Fernando Garzón – Jurado

  
Nancy Carrejo – Asesor

  
Guillermo Castillo – Coasesor

Febrero 16 de 2005

*Natura nunquam magis est tota quam in minimis*

*“En ningún lugar se encuentra la naturaleza en su totalidad  
tanto como en sus mas pequeñas criaturas”*

*Plinio.*

*A mis padres, por la comprensión e inmensurable esfuerzo  
para que todo sea posible*

*A mis hermanos por acompañarme en la consecución de mis  
objetivos*

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso todo mi agradecimiento, al profesor Guillermo Castillo quien considero factible esta investigación desde su planeamiento.

A las directivas de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, por facilitarme las instalaciones de la Granja Experimental, donde se llevo a cavo la fase de campo de esta investigación.

Al personal de la Sección de Entomología de la Universidad del Valle, quienes me facilitaron sus instalaciones donde se llevo a cavo parte de este trabajo, y quienes tuvieron la voluntad incondicional de resolver las dudas inherentes a la investigación, a mis amigos de Univalle por el apoyo y colaboración prestada y, especialmente a mi directora de tesis Nancy Carrejo, por su disposición pedagógica a través de todo el proceso investigativo.

A la universidad de Nariño, al departamento de Biología, por su apoyo, al personal de laboratorios, por la colaboración prestada.

A mis compañeros de UdeNar, por los momentos compartidos, a mis amigos, por todo lo aprendido y vivido, de verdad gracias.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. ANTECEDENTES	22
2. OBJETIVOS	24
2.1 GENERAL	24
2.2 ESPECIFICOS	24
3. METODOLOGÍA	25
3.1 FASE DE CAMPO	25
3.2 FASE DE LABORATORIO	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 DATOS METEREOLÓGICOS	31
4.2 FASES DE DESCOMPOSICIÓN	34
4.2.1 Estado fresco.	34
4.2.2 Estado enfisematoso.	35
4.2.3 Estado de descomposición activa.	42
4.2.4 Estado de putrefacción seca.	47
4.3 ABUNDANCIA DE DIPTERA	49
4.4 OTROS ÓRDENES DE IMPORTANCIA FORENSE	66
4.4.1 Hymenoptera.	66
4.4.2 Coleoptera.	67

4.4.3 Abundancia de Coleoptera.	67
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS	80

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Artrópodos asociados al proceso de descomposición.	28
Tabla 2. Matriz de presencias-ausencias de las larvas de las especies de la familia Calliphoridae encontradas en el cadáver de cerdo durante los estados fresco y enfisematoso de la descomposición.	55

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Cerdo ( <i>Sus scrofa</i> ) utilizado como sujeto de muestreo, en posición decúbito lateral.	25
Figura 2. Cerdo ( <i>Sus scrofa</i> ) utilizado como sujeto control en posición decúbito lateral.	26
Figura 3. Rangos de permanencia de Diptera más abundantes asociados al proceso de descomposición.	30
Figura 4. Rangos de permanencia de los coleópteros más abundantes asociados al proceso de descomposición.	30
Figura 5. Rangos de permanencia de otros insectos asociados al proceso de descomposición.	31
Figura 6. Temperaturas máximas, promedio y mínimas del área de estudio durante el mes de julio.	32
Figura 7. Humedad máxima, promedio y mínima del área de estudio durante el mes de julio.	32
Figura 8. Temperaturas máximas, promedio y mínimas de la zona de estudio durante el mes de agosto.	33
Figura 9. Humedad máxima, promedio y mínima del área de estudio en el mes de agosto.	32
Figura 10. Duración de los estados de descomposición para el cerdo de muestreo.	34
Figura 11. Desarrollo de las larvas de Calliphoridae en el cerdo de muestreo durante los primeros trece días del proceso, correspondientes a los estados enfisematoso y activo de la descomposición.	35
Figura 12. <i>Sus scrofa</i> en estado enfisematoso.	38
Figura 13. <i>sus scrofa</i> colonizado por las especies de Calliphoridae y Sarcophagidae.	38

Figura 14. Porción abdominal del individuo de Control en estado enfisematoso.	39
Figura 15. <i>Sus scrofa</i> de control en estado de descomposición activa.	40
Figura 16. <i>Sus scrofa</i> de muestreo en estado de descomposición activa.	40
Figura 17. Máxima actividad de la familia Calliphoridae durante los días posteriores al deceso.	41
Figura 18. <i>Sus scrofa</i> de control en estado de descomposición activa.	42
Figura 19. Actividad relativa de Calliphoridae durante los días críticos de los estados enfisematoso y descomposición activa.	43
Figura 20. <i>Sus scrofa</i> utilizado como sujeto de control en estado de descomposición activa.	44
Figura 21. Cráneo de <i>sus scrofa</i> en estado de descomposición activa.	45
Figura 22. <i>Sus scrofa</i> utilizado como individuo de muestreo en estado de descomposición activa.	46
Figura 23. <i>Sus scrofa</i> de muestreo en estado de putrefacción seca.	48
Figura 24. <i>Sus scrofa</i> de control en estado de putrefacción seca.	48
Figura 25. Individuo de <i>Lucilia</i> sp.	50
Figura 26. individuo de <i>Chrysomya albiceps</i> .	50
Figura 27. individuo de <i>Chrysomya rufifacies</i> .	51
Figura 28. Secuencia de colonización del cadáver por parte de las especies de la familia Calliphoridae.	52
Figura 29. Picos de actividad de las especies de Calliphoridae, durante los estados de descomposición enfisematoso y descomposición activa.	52
Figura 30. Individuo de <i>Chrysomya putoria</i> .	53
Figura 31. Maxima actividad de las especies de la familia Calliphoridae durante los estados enfisematoso y activo de la descomposición.	54

Figura 32. Relación entre especies de la familia Calliphoridae basada en la fecha de colonización del cadáver.	56
Figura 33. Variación de la temperatura de la masa de larvas, con respecto a la temperatura ambiental en el cerdo de muestreo.	57
Figura 34. Ejemplar del Orden Diptera, familia Sarcophagidae.	59
Figura 35. Abundancia de las familias de Diptera capturadas a través del proceso de descomposición en el cerdo de muestreo.	61
Figura 36. Ejemplar del orden Diptera, familia Muscidae.	62
Figura 37. Ejemplar del Orden Diptera, familia Chloropidae.	62
Figura 38. Ejemplar del Orden Diptera, familia Syrphidae.	63
Figura 39. Ejemplar del Orden Diptera, familia Sepsidae.	64
Figura 40. Ejemplar del Orden Diptera, familia Piophilidae.	64
Figura 41. Ejemplar del Orden Diptera, familia Otitidae.	65
Figura 42. Ejemplar del Orden Diptera, familia Stratiomyidae.	66
Figura 43. Ejemplar del orden Hymenoptera, familia Formicidae ( <i>Labidus sp.</i> )	66
Figura 44. Ejemplar del orden Coleoptera, familia Histeridae.	68
Figura 45. Ejemplar del orden Coleoptera, familia Staphilinidae.	68
Figura 46. Ejemplar de l orden Coleoptera, familia Silphidae.	69
Figura 47. Ejemplar del orden Coleoptera, familia Dermestidae	70
Figura 48. Abundancia relativa de las familias del orden Coleoptera a través del proceso de descomposición.	71
Figura 49. Abundancia relativa de las diferentes familias de Coleoptera en cada una de las fases de descomposición.	71

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Datos metereológicos del mes de julio.	80
Anexo B. Estadística descriptiva para los datos metereológicos del mes de julio.	82
Anexo C. Datos metereológicos del mes de agosto.	83
Anexo D. Estadística descriptiva para los datos metereológicos del mes de agosto.	84
Anexo F. Desarrollo de Calliphoridae ( <i>Lucilia sp.</i> ) durante el proceso de descomposición.	84

## GLOSARIO

**CARCASA:** cadáver en estado avanzado de descomposición, puntualmente en el estado de putrefacción seca, en la cual el interior del cuerpo se encuentra totalmente desprovisto de tejido blando.

**DEPREDADOR:** en lo referente a la sucesión de artrópodos, se refiere a los insectos que se alimentan de otras especies involucradas en el proceso de descomposición.

**ECTOPARÁSITO FACULTATIVO:** insecto que normalmente presenta vida libre, pero que bajo ciertas circunstancias puede llevar un modo de vida parasitario.

**FLICTENAS:** evaginación producida en la epidermis debido a la acción descomponedora de las bacterias.

**HEMISINANTRÓPICO:** fenómeno en el cual las especies muscoideas están confinadas a lugares donde la intervención humana es mínima o nula.

**INCIDENTAL:** en lo referente a la sucesión de artrópodos, se refiere a aquellos insectos que no se catalogan como de importancia forense y que su presencia se debe básicamente a una situación aleatoria.

**INSTAR:** estado de desarrollo de las larvas de los Díptera necrófagos con metamorfosis completa.

**IPM (INTERVALO POST-MORTEM):** en términos forenses, se refiere al tiempo transcurrido desde el deceso de un individuo hasta que este es descubierto. En estudios de sucesión se refiere al tiempo que tarda un cadáver en manifestar los diferentes estados de descomposición desde el momento del deceso.

**NECRÓFAGO:** termino entomológico referente a los insectos cuyos hábitos alimenticios envuelven cadáveres. En entomología forense son los principales indicadores para establecer un IPM (intervalo post-mortem) acertado.

**NECRÓFILOS:** en entomología se refiere a los insectos cuyo hábitat son los cadáveres. Con afinidad a los cadáveres y carcasas.

**OMNÍVORO:** insecto que se alimenta de toda clase de sustancias orgánicas, tanto animales como vegetales.

**OPORTUNISTA:** artrópodo que maximiza su recurso alimenticio generalizando su dieta y hábitat.

**OVIPOSICIÓN:** referente al evento en el cual se expulsan los huevos en las especies ovíparas.

**OVÍPARO:** dicese de los animales cuyo desarrollo embrionario se verifica dentro de las cubiertas del huevo fecundado y expulsado de la madre.

**RIGOR MORTIS:** rigidez muscular inmediatamente posterior a la muerte.

**SAPROFAGO:** en entomología forense se refiere al artrópodo que se alimentan de cadáveres y materia orgánica en descomposición.

**SARCOSAPROFAGO:** que se alimenta exclusivamente de la carne enmohecida del cadáver.

**SINANTROPÍA:** fenómeno en el cual las especies muscoideas están confinadas a las condiciones de mayor agrupamiento humano.

**SUCESIÓN:** sustitución y/o adición de especies necrófilas a través del proceso de descomposición.

## RESUMEN

Durante los meses de julio a septiembre del 2003, se realizó la caracterización de la entomofauna de importancia forense presente en la descomposición de dos cerdos (*Sus scrofa*), utilizados como sujeto de muestreo y control respectivamente, en la granja experimental de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (sede Consacá Nariño). Los primeros insectos colonizadores del cadáver fueron las familias Calliphoridae y Sarcophagidae (Diptera); de la primera se capturaron individuos de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann 1819), *Chrysomya rufifacies* (Macquart 1843), *Chrysomya putoria* (Wiedemann 1818) y *Lucilia* sp. siendo *C. albiceps* y *Lucilia* sp. las más abundantes durante el muestreo. Además de Diptera se presentaron algunas familias del orden Coleoptera, de los cuales los más importantes fueron; Histeridae, Staphilinidae, Silphidae, como depredadores, y Dermestidae como necrófago. Los otros grupos de insectos fueron observados ocasionalmente, sin embargo *Labidus* sp. subfamilia Ectoninae (Formicidae), que se comportó como depredador de larvas de Diptera estuvo presente durante todo el proceso de descomposición.

## ABSTRACT

During July to September of 2003, was realized the characterization of entomofauna which has big forensic importance, it is presented in the decomposition of two pigs (*Sus scrofa*), used as object of sample space and control respectively, in the experimental farm they are Federacion Nacional de Cafeteros de Colombia (see Consacá Nariño). The first settlers insects of the carcass were the Calliphoridae and Sarcophagidae families (Diptera); at first were captured individuals of *Chrysomya albiceps* (Wiedemann 1819), *Chrysomya rufifacies* (Macquart 1843), *Chrysomya putoria* (Wiedemann 1818) and *Lucilia sp.* among these families the *C. albiceps* and *Lucilia sp.* have been the most abundant during the sample space. Besides Diptera, were presentated some families of the order Coleoptera, the most important were: Histeridae, Staphilinidae, Silphidae, as predators, and Dermestidae as necrophagous. The other groups of insects were observed by chance, like *Labidus sp.* subfamily Ectoninae (Formicidae), what behaved as depressant of Diptera grubs was present during all process of decomposition.

## INTRODUCCIÓN

“Ya que los artrópodos son el grupo biológico más grande e importante en la tierra, sobrepasando en número incluso a las plantas”<sup>1</sup>, es preciso pensar que la relación con ellos ha existido desde mucho tiempo atrás. Según Smith<sup>2</sup>, su asociación con el hombre se ha basado en el beneficio (Ej: polinizadores) o perjuicio (Ej: plagas) de cultivos que puedan provocar. Consecuentemente con esta situación, la entomología resulta ser una de las ramas más extensas de la biología. Entre los campos derivados de esta se encuentra la entomología forense “desarrollado en años recientes para convertirse en un área cada vez más importante de las ciencias forenses y de obligatoria consulta en muchos países al momento de iniciar una investigación judicial”<sup>3</sup>. Según Keh<sup>4</sup>, con éste término generalmente se hace referencia al estudio de insectos y artrópodos asociados a eventos presuntamente criminales, con el fin de revelar información útil en el curso de una investigación judicial.

Después de la muerte, el cadáver sufre cambios naturales que lo llevan por diferentes estados de descomposición atractivos a los insectos necrófagos. De acuerdo con Bornemissza<sup>5</sup>, la comunidad descomponedora de un cadáver atraviesa un proceso de sucesión ecológica. Por lo tanto, los insectos llegan en una secuencia determinada, produciendo una adición y/o sustitución de especies. El conocimiento de esta secuencia, la preferencia de los insectos por diferentes estados de descomposición y los datos meteorológicos, aportan valiosa información en el establecimiento de un Intervalo Post Mortem (IPM) más acertado.

---

<sup>1</sup> BENECKE, M. A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International*. Vol 120 (2001a); p. 2-14.

<sup>2</sup> SMITH, K. G. V. *A Manual of Forensic Entomology*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1986. p. 38-40.

<sup>3</sup> BYRD, J. H and CASTNER, J. L (eds). *Entomological evidence: the utility of arthropods in legal investigation*. Washington DC: CRC Press, 2000. p. 56-57.

<sup>4</sup> KEH, B. Scope and applications of forensic entomology. *En: Annual Review of Entomology*. Vol. 30 (1985); p. 137-154.

<sup>5</sup> BORNEMISSZA, citado por: CARVALHO, L. M. L; THYSSEN, P. J, LINHARES, A. X. A and PALLARES, F. A. B. Checklist of Arthropods Associated with Pig Carrion and Human Corpses in Southeastern Brazil. *En: Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. Vol. 95, No. 1 (2000); p. 135-138.

En cuanto a la metodología, es de resaltar que a pesar de lo recomendado por Maldonado<sup>6</sup>, no se han hecho estudios de campo utilizando controles que permitan estimar los efectos de la perturbación causada por el muestreo en la sucesión de insectos. En general, “ha sido frecuente la utilización de cadáveres de cerdos, ya que no presentan diferencias significativas con el ser humano, en cuanto a la artropofauna presente durante el proceso de descomposición”<sup>7</sup>.

Teniendo en cuenta lo anterior, éste trabajo pretende fortalecer las bases para investigaciones futuras que puedan aportar información complementaria acerca de la fauna cadavérica utilizable en investigaciones legales en el departamento de Nariño y a estudios comparativos con otras regiones del país.

---

<sup>6</sup> MALDONADO, A. M. Breve revisión de los métodos de investigación en entomología forense. Buenos Aires, 1996, 33 p. Monografía (Entomología Forense). Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias. Area de Entomología.

<sup>7</sup> HASKELL, N. H; SCHOENLY, K. G and HALL, R. D. Testing reliability of animal models in research and training programs in forensic entomology, part II, final report. United States of America: National Criminal Justice Reference Service (NCJRS). 2002, p. 52-58. N° 192281

## 1. ANTECEDENTES

Si bien la entomología forense tiene alrededor de un siglo de existencia, la utilización de insectos en las ciencias forenses es relativamente nueva, según Smith<sup>8</sup>, la primera aplicación de la entomología a las ciencias forenses la hizo Bergeret en el siglo XIX, el estudio se basaba en la sucesiva colonización de un cadáver por una sucesión predecible de especies de artrópodos, entre 1883 y 1898, Megnin publicó en Francia una serie de artículos concernientes a la entomología medicocriminal. “El más famoso de ellos se refería explícitamente a la fauna de los cadáveres, éste fue el que más útil resultó para probar la validez de datos entomológicos en las investigaciones forenses”<sup>9</sup>.

“Durante la primera parte del siglo pasado, los trabajos de Aldrich (1916), Knipling (1936) y, a mediados de siglo, Hall (1948), contribuyeron enormemente al establecimiento de una serie de claves taxonómicas que facilitaron la identificación de Díptera de importancia forense”<sup>10</sup>. “En cuanto a la descripción de fauna asociada a cadáveres, los trabajos siguientes a los realizados por Megnin (1883–1898) fueron los de Easton and Smith (1970), Lord and Burguer (1983), Reiter (1984) y Reiter and Wolleneck (1982–1983)”<sup>11</sup>.

Debido a que los estudios hechos hasta ahora se han realizado en su mayoría en zonas templadas, Cornaby<sup>12</sup>; Catts and Goff<sup>13</sup>, poca información se tiene acerca de la sucesión de entomofauna en la descomposición de cadáveres en zonas de condiciones tropicales. Trabajos importantes en estas zonas han sido realizados por Cornaby en 1974.

---

<sup>8</sup> SMITH, Op.cit., p. 11.

<sup>9</sup> HALL, R. D. Chapter 1: Medicocriminal Entomology. En: CATTs, P. E and HASKELL, N. H (eds). Entomology and death: a procedural guide. South Carolina. Clemson: Joyce's print Shop, 1990, p. 1-8.

<sup>10</sup> HALL, Op.cit., p. 13.

<sup>11</sup> SMITH, Op.cit., p. 18.

<sup>12</sup> CORNABY, B. W. Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. En: Biotropica. Vol. 6, No. 1 (1974); p. 51- 63.

<sup>13</sup> CATTs, E. P and GOFF, M. L. Forensic Entomology in Criminal Investigations. En: Annual Review of Entomology. Vol. 37, No 2 (1992); p. 253-272.

En Colombia se han realizado recientemente algunas investigaciones relacionadas con la asociación de fauna de insectos a la descomposición de cadáveres. Olaya<sup>14</sup>, en 1999 estudió la entomofauna asociada a la descomposición de dos cánidos en la ciudad de Cali, Colombia. Definiendo cuatro estados de descomposición; fresco, hinchado, putrefacto y seco.

Posteriormente Barreto and Burbano<sup>15</sup>, identificaron las especies de Diptera encontrados en cadáveres humanos del Instituto de Medicina Legal de Cali; Wolff et al<sup>16</sup>. En el 2001 presentaron una caracterización de la entomofauna carroñera asociada a la descomposición del cadáver de un cerdo a una altura de 1450 m.s.n.m. En Antioquia, de igual manera, Restrepo et al<sup>17</sup>. utilizaron dos cadáveres de cerdos para hacer un estudio comparativo de la entomofauna presente durante la descomposición de éstos en dos medios ecológicos diferentes.

En el 2003, Camacho<sup>18</sup> realizó el estudio titulado “Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclos de vida de las primeras especies colonizadoras, utilizando como biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa*) en la sabana de Bogotá”. En éste mismo año Ruiz<sup>19</sup> realizó el estudio de la entomofauna sucesional asociada a la descomposición de un cadáver de cerdo en la ciudad de Cali.

---

<sup>14</sup> OLAYA, L. A. Estudio de la entomofauna sucesional en los cadáveres de dos canidos en condiciones de campo. Santiago de Cali 1999, 96 p. Trabajo de grado (Biólogo): Universidad del valle, Facultad de ciencias. Departamento de Biología.

<sup>15</sup> BARRETO, M and BURBANO, M. Flies (Calliphoridae, Muscidae) and Beetles (Silphidae) from humans cadavers in Cali, Colombia. En: Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. Vol. 97, No. 1 (2002); p. 137-138.

<sup>16</sup> WOLFF, A; URIBE, M and ORTIZ, A. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. En: Forensic Science International. Vol. 120, No. 5 (2001); p. 53-59.

<sup>17</sup> RESTREPO, F; VALDERRAMA, R y MARIN M. Artropofauna cadavérica asociada con los estados de descomposición del intervalo post-mortem en el cerdo *Sus scrofa*, en dos medios ecológicos diferentes. En: XXVII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología: Medellín: 2000, p. 93.

<sup>18</sup> CAMACHO, G. Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclos de vida de las primeras especies colonizadoras, utilizando como biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa*) en la sabana de Bogotá. Santa fe de Bogota 2003, 106 p. Trabajo de grado (Licenciado en ciencias): Universidad Distrital de Colombia, Facultad de ciencias de la educación.

<sup>19</sup> RUIZ, C. Estudio de la Entomofauna Sucesional Asociada a la Descomposición de un Cadáver de Cerdo (*Sus scrofa*) en Condiciones de Campo. Santiago de Cali 2003, 68 p. Trabajo de grado (Biólogo): Universidad del Valle, Facultad de ciencias. Departamento de Biología.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 GENERAL**

Estudiar la entomofauna sucesional presente durante la descomposición del cadáver de un cerdo (*Sus scrofa*) en condiciones de campo en la zona de Bosque Húmedo Tropical (Holdridge).

### **2.2 ESPECIFICOS**

Identificar la fauna de insectos asociada a cada estado del proceso de descomposición del cadáver hasta la mínima categoría taxonómica posible.

Describir la preferencia de los Diptera por diferentes regiones del cuerpo para iniciar la oviposición

Describir las relaciones existentes entre la fauna necrófaga asociada a la descomposición.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 FASE DE CAMPO

El trabajo de campo se realizó en la Granja Experimental de La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, correspondiente a un área agrícola asociada a un parche de vegetación arbustiva ubicada en el municipio de Consacá, Nariño a 1720 m.s.n.m, una temperatura media anual de 19°C , una humedad de 76.3% y una pluviosidad de 371.43 mm al año. Latitud 1-16 N. Longitud 77-28 W, entre los meses de julio y septiembre del año 2003. Se utilizaron dos cerdos *Sus scrofa*, hembras de coloración negra que procedían de la misma camada, y habían sido criados en condiciones idénticas (Figuras 1 y 2). El peso de los individuos fue de 22 Kg (cerdo de muestreo) y 23 Kg (cerdo control). Los animales fueron llevados hasta el sitio de estudio y allí se procedió a darles muerte simultáneamente por asfixia mecánica ya que éste método no genera ningún tipo de traumatismo percutáneo que pueda alterar la posterior sucesión de insectos.

Una vez sacrificados, ambos cerdos fueron depositados al interior de jaulas de alambre adoptando una postura decúbito lateral. Los especímenes fueron ubicados en un área relativamente desprovista de árboles y cuya vegetación predominante se componía de cafetales, arbustos, algunas gramíneas y plantas razantes. Los animales fueron separados 30 m el uno del otro y ubicados a la intemperie, cada uno bajo un arbusto que no aportara más que una pequeña cantidad de sombra, de manera que permanecieran expuestos a una considerable cantidad de radiación solar.

Figura 1. Cerdo (*Sus scrofa*) utilizado como sujeto de muestreo, en posición decúbito lateral.



Figura 2. Cerdo (*Sus scrofa*) utilizado como sujeto control en posición decúbito lateral.



La toma de muestras se inició el día posterior a la ubicación de los cadáveres y se continuó cada tres horas, iniciando a las 07:00 horas y finalizando a las 19:30 horas, esta metodología de muestreo se usó en las fases de descomposición cadavérica que comprendían el desarrollo de la primera generación de individuos de Diptera hasta el estado de pupa. Durante los siguientes días y hasta el estado de descomposición seca, la frecuencia de muestreo disminuyó a tres por día, 08:00, 12:00 y 18:00 horas. A partir de éste momento el cadáver fue monitoreado cada 4 días con la misma intensidad de muestreo del estadio anterior.

Fueron consideradas dos zonas de muestreo en el cadáver, tronco y cabeza. La recolección de larvas se realizó en cada una de estas zonas teniendo en cuenta su localización, esto es, dentro o bajo el cadáver. La toma de muestras se efectuó con la ayuda de redes entomológicas y de pinzas blandas.

Los muestreos se complementaron con mediciones rigurosas de la temperatura ambiental, la del cadáver y la del sustrato circundante, medidas adicionales de la humedad relativa del aire se obtuvieron con la ayuda de la estación meteorológica Ospina Pérez ubicada en la Granja Experimental de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

Los insectos recolectados fueron almacenados en frascos con alcohol al 70% debidamente rotulados, para su posterior identificación y montaje. En el caso de las larvas de Diptera, una parte de las recolectadas fue criada en laboratorio para ser identificada, y la otra fue usada para determinar el instar en que se encontraban las larvas en un momento dado.

Durante la manipulación del cadáver y la recolección de muestras fueron tenidas en cuenta las normas de seguridad necesarias para garantizar la seguridad del investigador. Para éste efecto se usaron guantes de látex en todos los muestreos y máscaras antiputrefacción en los estados más críticos de descomposición bacteriana.

### **3.2 FASE DE LABORATORIO**

Los adultos recolectados durante la fase de campo fueron determinados taxonómicamente usando las claves de Carrejo y González<sup>20</sup>, Smith<sup>21</sup> y Shewell<sup>22</sup>.

Los estados inmaduros del orden Diptera recolectados para ser llevados a la adultez fueron puestos en cámaras de cría a temperatura ambiente y en total oscuridad, donde culminaron su desarrollo.

El medio de cría que fue utilizado es el recomendado por Catts and Goff<sup>23</sup>. El material recolectado fue rotulado y montado para que formara parte de la Colección Entomológica del Departamento de Biología de la Universidad de Nariño.

---

<sup>20</sup> CARREJO, N y GONZALEZ, R. Introducción al conocimiento de los Diptera. 1ra edición. Cali. Centro editorial Universidad del Valle. (Serie investigaciones), 1992. p. 24-145

<sup>21</sup> SMITH, Op.cit., p. 35.

<sup>22</sup> SHEWELL, G. E. Calliphoridae and Sarcophagidae. En: McAlpine J. F; Peterson B. V, SHEWELL, G. E, TESKEY, H. J, VOCKEROTH, J. R and WOOD, D. M. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematics Research Institute. Ottawa, Notario, 1987. v.2, p. 1133-1186.

<sup>23</sup> CATTS and GOFF, Op.cit., p. 258.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

El proceso de descomposición se presentó en concordancia con lo mencionado en la bibliografía, los cadáveres pasaron por los estados de descomposición fresco, enfisematoso, descomposición avanzada y putrefacción seca. No obstante, no fue posible establecer una secuenciación discreta de las etapas de descomposición ya que el proceso ocurrió en mosaico, es decir, las características de diferentes estados se presentan de manera simultánea en distintas partes del cadáver.

Cada estado de descomposición estuvo asociado a un grupo de insectos específico, además los oportunistas estuvieron asociados durante todo el proceso. En total se realizaron 146 muestreos en los que se capturaron 1912 individuos, distribuidos en 11 órdenes y 25 familias (Tabla 1).

Tabla 1. Artrópodos asociados al proceso de descomposición.

Orden	Familia	Subfamilia	Género	Especie
Araneae				
Coleoptera	Dermestidae			
	Histeridae			
	Silphidae		<i>Oxelitrum</i>	<i>discicole</i>
	Staphilinidae			
Dermaptera	Labiidae			
Diptera	Calliphoridae		<i>Chrysomya</i>	<i>albiceps</i>
			<i>Chrysomya</i>	<i>putoria</i>
			<i>Chrysomya</i>	<i>rufifacies</i>
			<i>Lucilia</i>	sp.
		Chloropidae		
		Drosophilidae		
		Muscidae		
		Otitidae		
		Phoridae		
		Piophilidae		
		Sarcophagidae		
		Sepsidae		
		Syrphidae		<i>Toxomerus</i>
	Stratiomyidae			
	Trixoscelididae			

Continuación Tabla 1.

---

Hemiptera	Pentatomidae			
	Pyrhocoridae			
Hymenoptera	Apidae			
	Formicidae	Ecitoninae	<i>Labidus</i>	sp.
		Mirmicinae	<i>Solenopsis</i>	sp.
	Vespidae			
Lepidoptera	Brasolidae			
Mantodea	Mantidae			
Orthoptera	Acrididae			
Polidesmida				
Scorpionida				

---

Los grupos más frecuentes estuvieron representados por el orden Diptera y Coleoptera, cabe destacar la relevancia que tuvo el orden Hymenoptera representado por la familia Formicidae con los géneros *Labidus* y *Solenopsis*, los cuales estuvieron presentes durante todos los muestreos realizados. En menor proporción se encontraron individuos de los ordenes Orthoptera, Hemiptera, Dermaptera (Labiidae), Lepidoptera, Mantodea. Igualmente ocurrió con otros artrópodos como Scorpionida y Araneae (Figuras 3 a 5).



Figura 5. Rangos de permanencia de otros insectos asociados al proceso de descomposición.

Familias	Fases de Descomposición																									
	F	Enfisematoso					Descomposición Activa								Putrefacción Seca											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	34	38	42	46		
Formicidae																										
Labiidae																										
Pyrhocoridae																										
Pentatomidae																										
Vespidae																										

#### 4.1 DATOS METEREOLÓGICOS.

Los datos proporcionados por la estación Ospina Pérez ubicada en la Granja Experimental de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, reportó para el mes de julio una temperatura promedio de 20.08°C, con una temperatura máxima de 26.86°C y una mínima de 13.64°C, con respecto a la humedad se registro un promedio de 50.09% con un máximo de 98.2% y un mínimo de 19%. Para el mes de agosto la temperatura promedio fue de 21.56°C, la temperatura máxima de 29.96°C y la mínima de 13.20°C. Con una humedad relativa de 43.75% con un máximo de 80.3% y una mínima de 15% (Figuras 6 a 9).

Figura 6. Temperaturas máximas, promedio y mínimas del área de estudio durante el mes de julio.

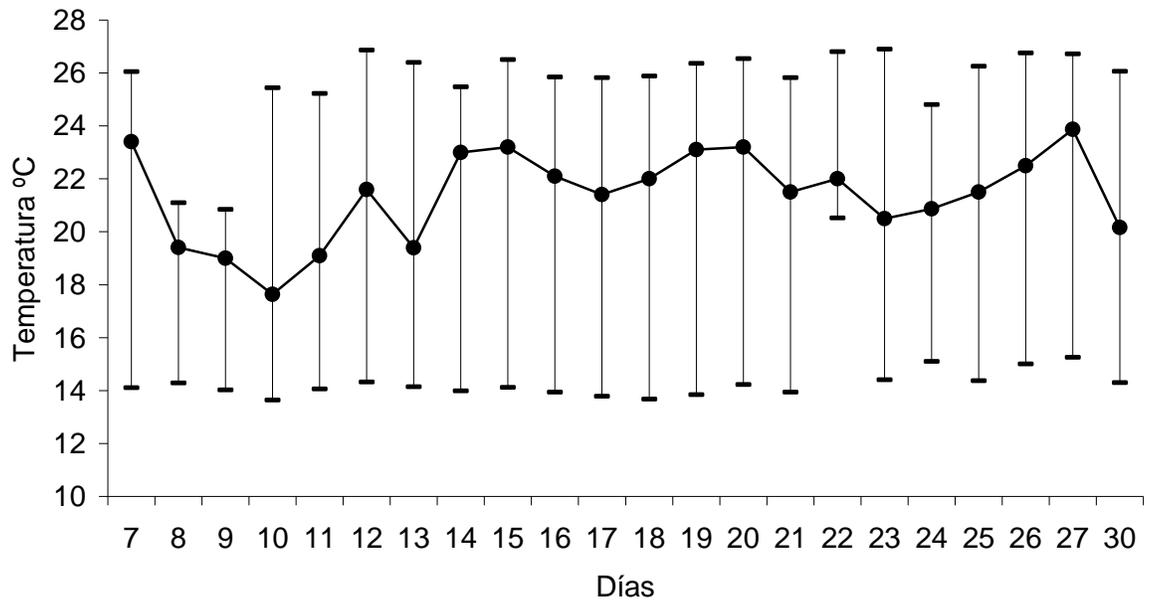


Figura 7. Humedad máxima, promedio y mínima del área de estudio durante el mes de julio.

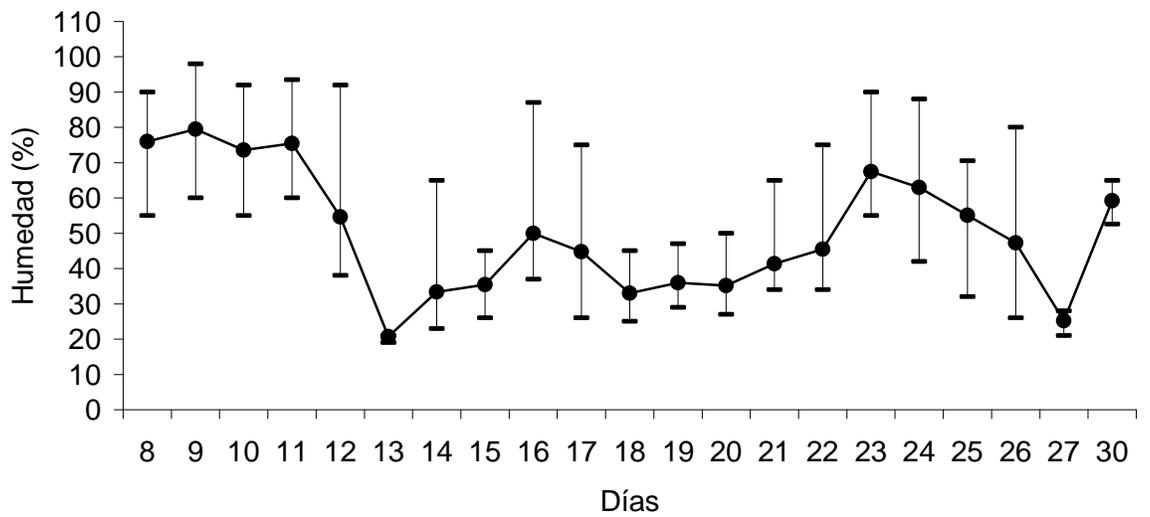


Figura 8. Temperaturas máximas, promedio y mínima del área de estudio durante el mes de agosto.

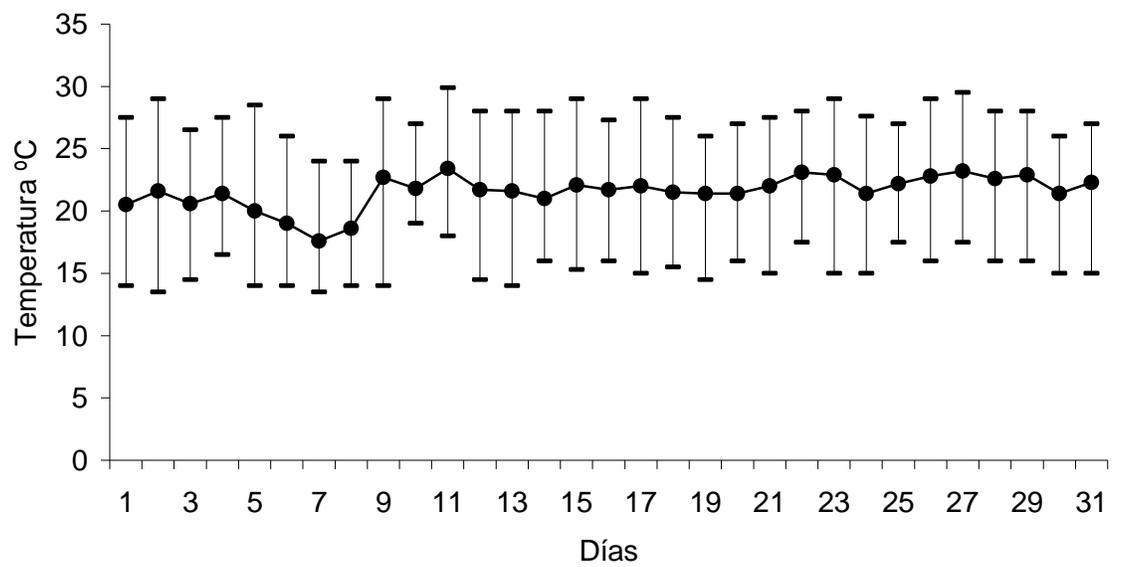
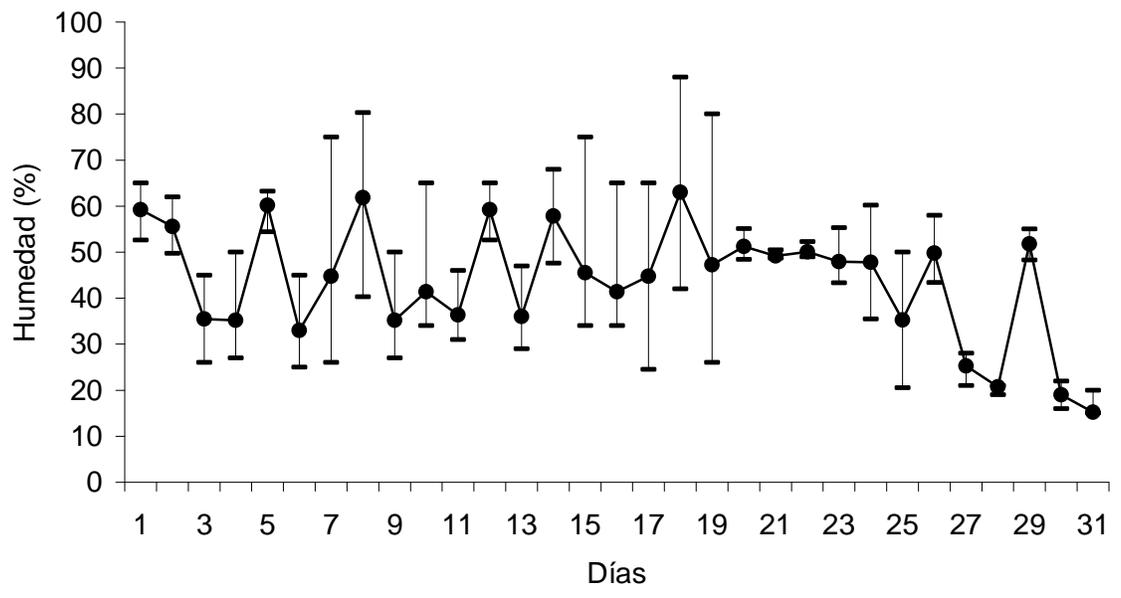


Figura 9. Humedad máxima, promedio y mínima del área de estudio en el mes de agosto.



## 4.2 FASES DE DESCOMPOSICIÓN

A pesar de establecer etapas discretas de descomposición, el proceso en general se desarrolló como un continuo y las características utilizadas como parámetros de decisión al momento de definir límites entre las fases del proceso, en la mayoría de las ocasiones se encontraron en mosaico. Por esta razón, se establecieron ciertos criterios útiles para separar los estados y facilitar el análisis de la información obtenida, con lo cual el proceso, para el ejemplar de muestreo, quedó reducido a cuatro etapas (Figura 10).

Las fases de descomposición se presentaron de la siguiente manera:

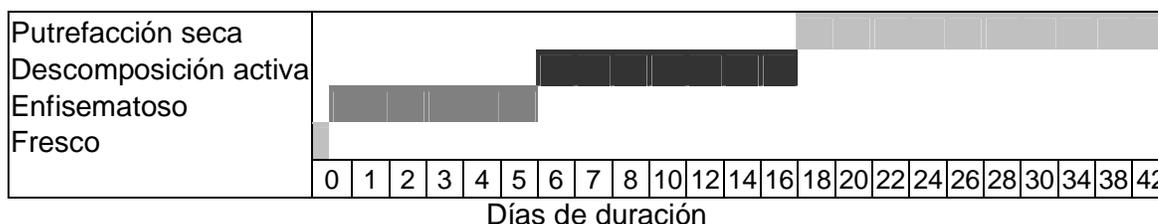
Estado fresco del 7 de julio a las 08:45 hasta alrededor de las 20:30. 12 horas de duración.

Estado enfisematoso del 7 de julio alrededor de las 20:30 horas al 12 de julio, cinco días de duración.

Estado de descomposición activa del 12 al 23 de julio, 11 días de duración.

Estado de putrefacción seca del 23 de julio en adelante.

Figura 10. Duración de los estados de descomposición para el cerdo de muestreo.



**4.2.1 Estado fresco.** Se inició en el momento en el que los animales murieron (7 de julio a las 08:45 y 08:50, cerdos de muestreo y control respectivamente) (Figuras 1 y 2) y se extendió alrededor de 12 horas cuando fue evidente el hinchamiento del cuello y el abdomen. En éste estado se observaron las primeras moscas de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae transcurridas cuatro horas del deceso, éstos Diptera se posaron sobre el excremento defecado por el cerdo de muestreo en su agonía, además en los orificios naturales del cadáver como las narinas, e interior de la boca. Cabe resaltar que el cerdo de control también defecó, pero a diferencia del sujeto de muestreo, en éste la llegada de Calliphoridae fue más temprana, observándose los primeros a los pocos minutos del deceso.

Durante éste estado fue notoria una colonia de Formicidae del genero *Labidus* sp. ubicada a pocos centímetros del cadáver de muestreo. Por su parte, el cerdo de control no evidenció la presencia de estos Hymenoptera.

**4.2.2 Estado enfisematoso.** El estado enfisematoso se inició en los dos individuos de manera simultánea, a las 12 horas del deceso, y se prolongo hasta el 12 de julio (cinco días), en el cerdo de muestreo, cuando ocurrió la ruptura de la pared abdominal y el cadáver colapsó. En éste periodo se pudieron apreciar las mayores diferencias en el proceso de descomposición de los cuerpos, especialmente en lo que respecta a la descomposición bacteriana.

Para el cerdo de control fue notoria una mayor evolución en el proceso y, el estado enfisematoso tuvo una duración de cuatro días, esto es, hasta el 11 de julio, fecha en la cual se produjo la ruptura abdominal.

Características como el *rigor mortis* (rigidez muscular inmediatamente posterior a la muerte), la hinchazón abdominal y la protrusión rectal, se presentaron de manera sincrónica en ambos cadáveres. Las flictenas pútridas se presentaron de manera diferencial, observándose bien definidas en el cerdo de control alrededor de las 68 horas después de la muerte y en el de muestreo a las 92 horas. El *rigor mortis* cedió de manera asincrónica en ambos cerdos, para el sujeto de control ocurrió al cuarto día y la expulsión de gases se presento hacia las 19:00 horas. Para el sujeto de muestreo la ruptura abdominal se presento transcurridos cinco días del deceso, alrededor de las 14:00 horas.

Aunque en el estado fresco no se observaron adultos de Calliphoridae ovipositando en el interior de la apertura bucal, se asumió que lo hicieron durante la tarde de éste día (7 de julio), puesto que para el primer muestreo del día posterior, fue evidente una masa de larvas de *Lucilia* sp. de primer instar en el interior de la boca consumiendo el tejido bajo la lengua y encías. El desarrollo de las larvas se prolongo hasta el día 13 (20 de julio), como lo ilustra la figura 11.

Figura 11. Desarrollo de las larvas de Calliphoridae en el cerdo de muestreo durante los primeros trece días del proceso, correspondientes a los estados enfisematoso y activo de la descomposición.



El segundo día (8 de Julio), pasadas 24 horas del deceso, fue más conspicua la actividad de Diptera. Adultos de Calliphoridae y Sarcophagidae se posaban sobre el cadáver especialmente en el envés de las orejas. Por su parte el cerdo de control presento varias masas de huevos en los pliegues axilares. Otros Diptera de las familias Chloropidae, Drosophilidae, Piophilidae y Muscidae se presentaron en gran número, sobrevolando el cadáver y posándose sobre el estiércol defecado por el cerdo de muestreo que aun conservaba humedad. Por su parte Syrphidae presentó igual comportamiento que los Diptera ya mencionados. Sin embargo teniendo en cuenta los resultados arrojados por éste estudio, se cataloga como incidental. El mismo día (8 de Julio), aparece el primer Histeridae adulto alrededor de las 10:00 horas. Según Nuorteva<sup>24</sup>, éste Coleoptera depredador puede causar una considerable disminución en el número de insectos muscoideos. Los Histeridae siguieron presentándose continuamente a través del proceso de descomposición avanzaba, hasta el inicio del estado de putrefacción seca. Sin embargo vuelven a aparecer en menor frecuencia hacia el final del estado de putrefacción seca.

Pasadas 48 horas del deceso, se observó una secreción sanguínea en las narinas, debido a la presión de los gases internos producidos por la fermentación anaerobia. Aparecen los primeros Hymenoptera oportunistas de la familia Vespidae, que liban las secreciones corporales tanto de los ojos como del hocico. Dípteros de las familias Muscidae, Chloropidae, Drosophilidae y Otitidae se presentaron activamente sobrevolando y posándose en los orificios naturales del cadáver. Al igual que los Vespidae, aprovecharon la secreción sanguínea como recurso alimenticio.

Este mismo día se observaron larvas necrófagas en primer instar tanto del genero *Lucilia* como de *Chrysomya*. Sin embargo no se observaron huevos. Consecuentemente con la proliferación de la larvas de Calliphoridae, se incrementaron los Formicidae del genero *Labidus*, evidenciándose una nueva colonia bajo la cabeza del cadáver que depredaba las larvas que caían del interior de la boca al suelo arenoso. El aumento de las masas larvales se convirtió en una gran oportunidad de depredación por parte de los Formicidae, los cuales se constituyeron en los mayores depredadores de larvas a medida que el proceso de descomposición avanzaba en el cerdo de muestreo.

---

<sup>24</sup> NUORTEVA, citado por: SMITH, Op.cit., p. 12.

Otro depredador que ejerció presión en la población de larvas, fue Staphilinidae los cuales aparecieron a partir de éste mismo día (9 de julio). De esta fecha en adelante sus incursiones en el cadáver fueron frecuentes hasta el estado de descomposición activa, y los primeros y últimos días de la fase de descomposición seca. Según Smith<sup>25</sup>, los Staphilinidae llegan al cuerpo durante el estado de descomposición enfisematoso y permanecen allí mientras haya presas, es decir mientras haya larvas de Diptera, su principal alimento, aunque las larvas de otros insectos también pueden ser devoradas. Esto explica la presencia de estos depredadores hacia el estado de descomposición seca, en la cual hubo una gran población de larvas de Muscidae bajo el sustrato arenoso, el cual para éste periodo avanzado de descomposición aun contaba con la suficiente humedad aportada por la filtración de los fluidos corporales del cadáver, para mantener las larvas en desarrollo.

Para la fecha, eran evidentes las diferencias en el proceso de descomposición entre el cerdo de muestreo y el control. El segundo presentaba un hinchamiento más conspicuo, y la población notablemente mayor de larvas necrófagas, consumían vorazmente el tejido blando de la apertura bucal.

En el muestreo de las 19:30 se presentaron lepidópteros oportunistas de la familia Brasolidae que libaban de las secreciones sanguíneas de las narinas.

Para el tercer día (10 de julio) las larvas de los géneros *Lucilia* y *Chrysomya* habían alcanzado su segundo instar. Para la fecha, la hinchazón era evidente en el cuello y la base de las extremidades, además el cráneo presentaba características propias del estado de putrefacción avanzada, caracterizándose por el apergaminamiento de la epidermis de aspecto ceroso. La apertura anal y vaginal estaban muy hinchadas, así mismo la piel del cuello y abdomen. Además las porciones cercanas a la base de las extremidades posteriores presentaron una decoloración muy conspicua, tornándose de una tonalidad grisácea cercana al blanco, debido a la presión que ejercían los gases internos resultado de la fermentación anaeróbica (Figura 12).

---

<sup>25</sup> SMITH, Op.cit., p. 222.

Figura 12. *Sus scrofa* en estado enfisematoso.



La Presencia de adultos de Sarcophagidae, Calliphoridae y otros Diptera como Muscidae, Chloropidae, Drosophilidae y Otitidae se incrementó en el cerdo de control. Estos Diptera se observaron sobrevolando y posándose en el cadáver (Figura 13). Por su parte Sepsidae se presentó en éste día, y se observó constantemente durante los dos días siguientes. “Las larvas de Sepsidae se desarrollan en una variedad de materia orgánica en descomposición, incluidos los excrementos y carcasas”<sup>26</sup>. “Los adultos están asociados al hábitat de las larvas y en las flores”<sup>27</sup>. Sin embargo dados los resultados de éste estudio se consideran como incidentales.

Figura 13. *Sus scrofa* colonizado por las especies de Calliphoridae y Sarcophagidae.



---

<sup>26</sup> BYRD and CASTNER, Op.cit., p. 57.

<sup>27</sup> CARREJO y GONZALEZ, Op. cit., p.119.

Durante éste día (10 de julio), se encontraron varios individuos de Dermaptera, los cuales al igual que los Formicidae aprovechaban la caída de las larvas del interior de la boca como sustrato alimenticio. Los Silphidae llegaron al cadáver de muestreo por primera vez como depredadores de larvas de Calliphoridae, éste comportamiento se extendió hasta el sexto día (13 de julio), fecha en la cual se capturaron por ultima vez. La ausencia de Silphidae en los días posteriores, se debe a que las “grandes masas larvales de Calliphoridae producen altas cantidades de amonio libre (olor característico durante esta etapa), el cual puede ser tóxico para los Coleoptera”<sup>28</sup>.

Este mismo día (10 de julio), alrededor de las 19:30 horas la hinchazón del abdomen del cerdo de control estaba muy pronunciada, su coloración se torno de un blanco claro que cubría toda la zona ventral y se pronunciaba hacia la base de las extremidades posteriores. La piel de esta zona se torno cerosa y apergaminada. Además las flictenas pútridas drenaban un líquido sanguinolento en avanzado estado de descomposición, que ocasiono un olor muy fuerte característico de esta etapa de descomposición (Figura 14).

Figura 14. Porción abdominal del individuo de Control en estado enfisematoso.



---

<sup>28</sup> CROWSON, citado por: SMITH, Op.cit., p. 11.

El cuarto día (11 de julio) a las 19:00 horas, la licuefacción interna de los tejidos era evidente, observándose una progresiva exudación de líquidos en el cerdo de control, principalmente a nivel ventral. El *rigor mortis* cedió y el cadáver de control comenzó a colapsar (Figura 15).

Figura 15. *Sus scrofa* de control en estado de descomposición activa.



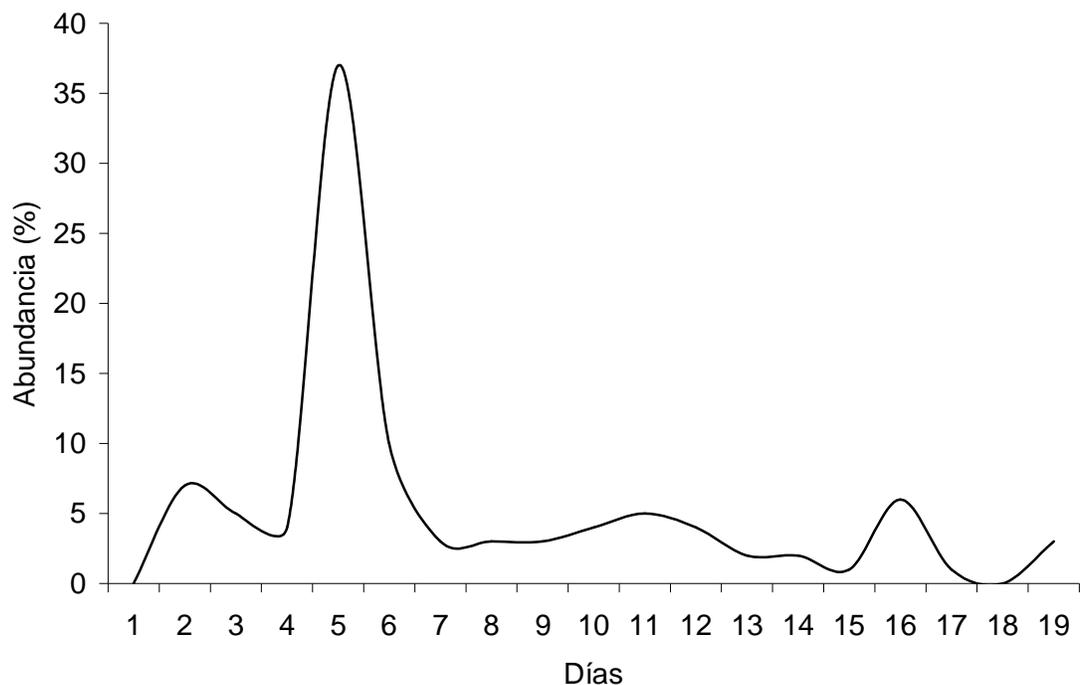
Para el cerdo de muestreo, durante el quinto día (12 de julio), alrededor de las 14:00 horas, cedió el *rigor mortis* y el cadáver comenzó a colapsar. La ruptura abdominal a diferencia del control se presentó en el lado de presión de la malla que sostenía el cadáver (Figura 16), por éste motivo no se observó el proceso detallado como en el control. Por su parte los Formicidae, *Labidus* sp. se presentaron con una frecuencia mayor que en días anteriores. Su comportamiento de depredadores oportunistas aprovechó la gran proliferación de larvas de Calliphoridae dispersas alrededor del abdomen.

Figura 16. *Sus scrofa* de muestreo en estado de descomposición activa.



Durante el quinto día (12 de julio), se presentó la mayor actividad de Diptera, recolectándose 37 adultos de la familia Calliphoridae (Figura 17). Cabe destacar que en éste día se produjo la ruptura abdominal, quedando expuestos los órganos internos del individuo. Además se produjo un aumento considerable en la temperatura ambiental. Teniendo en cuenta a Smith<sup>29</sup>, el aumento en la temperatura estimula la actividad de los Diptera en cuanto a oviposición y sobre todo la tasa de desarrollo de las poblaciones de insectos necrofílicos. Además “el aumento de la temperatura ambiente, es determinante en el número de individuos asociados a cadáveres en descomposición, especialmente en familias muscoideas”<sup>30</sup>.

Figura 17. Máxima actividad de la familia Calliphoridae durante los días posteriores al deceso. Los porcentajes han sido tomados con respecto al total de individuos capturados.



<sup>29</sup> SMITH, Op.cit., p. 16.

<sup>30</sup> JIRON, L. F and CARTIN, V. M. Insect succession in the decomposition of a mammal in Costa Rica. En: Journal New York Entomological Society. Vol. 89. No. 3 (1981); p. 158-165.

**4.2.3 Estado de descomposición activa.** Se originó a partir del colapsamiento del cadáver, del cuarto día (11 de julio, en el cerdo de control) y quinto día (12 de julio, en el cerdo de muestreo) hasta el día 16 (23 de julio).

Al cuarto día de muestreo, cuando se presentó el colapsamiento del cadáver de control, pasadas cuatro horas, se observaron grandes masas larvales de segundo y tercer instar agrupadas alrededor de la apertura abdominal consumiendo vorazmente el tejido blando disponible tras la salida de los gases (Figura 18).

Figura 18. *Sus scrofa* de control en estado de descomposición activa.



Durante el quinto día, correspondiente al inicio de éste estado de descomposición para el cerdo de muestreo, fue notoria un acelerado deterioro de los tejidos por la acción de las larvas en segundo y tercer instar de *Lucilia*, *C. albiceps* y *C. rufifacies*, las cuales tuvieron su máxima actividad durante éste tiempo, ubicándose tanto dentro como en la superficie del cadáver. Estas larvas necrófagas aprovecharon el colapsamiento del cadáver y la exposición de las vísceras como un nuevo recurso alimenticio. La presencia depredadora de Staphilinidae, no perdió relevancia y sus estrategias de forrajeo se concentraron bajo el cadáver, justo alrededor de la mayor masa larval de Calliphoridae ubicada dentro y alrededor de la apertura abdominal, maximizando así la captura de las presas. Según Byrd and Castner<sup>31</sup>, los adultos y larvas de Staphilinidae son depredadoras de pequeños insectos. Las especies atraídas por cadáveres en descomposición se alimentan de larvas de Diptera y otros insectos.

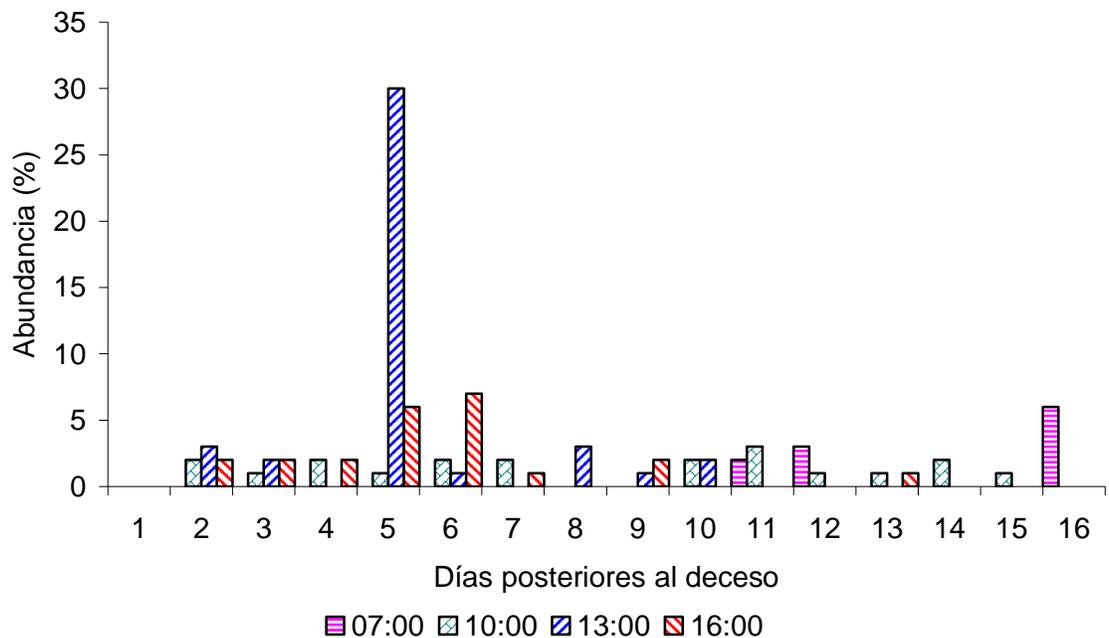
---

<sup>31</sup> BYRD and CASTNER, Op.cit., p. 68.

Consecuentemente con la proliferación de larvas de Diptera, se presentaron otros grupos de Coleoptera como Histeridae y Silphidae, ambos depredadores de larvas. Al igual que Staphilinidae, concentraron sus estrategias de captura bajo y alrededor de la apertura abdominal.

Durante éste mismo día, se observó la mayor actividad de adultos de Calliphoridae, colectándose el mayor número de individuos sobre y alrededor del cadáver, como lo ilustra la figura 19. La disponibilidad del recurso alimenticio al igual que el aumento en la temperatura, propiciaron éste aumento de los Diptera.

Figura 19. Actividad relativa de la familia Calliphoridae durante los días críticos de los estados enfisematoso y descomposición activa. Los porcentajes están dados con respecto al total de individuos capturados.



A partir del sexto día, se incrementó la cantidad de Formícidos del genero *Labidus*, aumentando la depredación de larvas de Diptera. Este comportamiento se presentó durante todo el proceso de descomposición. Dermestidae adultos se presentaron éste mismo día por primera vez. Según Byrd and Castner<sup>32</sup>, estos Coleoptera se han encontrado asociados a cadáveres en la etapa seca y esquelética de descomposición, sin embargo los estudios realizados por Olaya en 1999, Wolff et. al en el 2002, informan de su presencia desde el estado de descomposición activa.

Para el séptimo día, fue notoria la disminución de larvas de *Lucilia* sp. En el muestreo de las 13:00 horas no se encontraron larvas de esta especie. Consecuentemente a la disminución de *Lucilia*, se produjo en los dos individuos una gran proliferación de larvas del genero *Chrysomya* (Figura 20).

Figura 20. *Sus scrofa* utilizado como sujeto de control en estado de descomposición activa.



---

<sup>32</sup> BYRD and CASTNER, Op.cit., p. 66.

Durante el 15 de julio, transcurridos 8 días del deceso, los cambios más significativos ocurrieron a nivel del cráneo, el cual se observó casi totalmente desprovisto de tejido blando, pudiéndose notar claramente la parte distal de la mandíbula, características de la etapa de putrefacción seca (Figura 21).

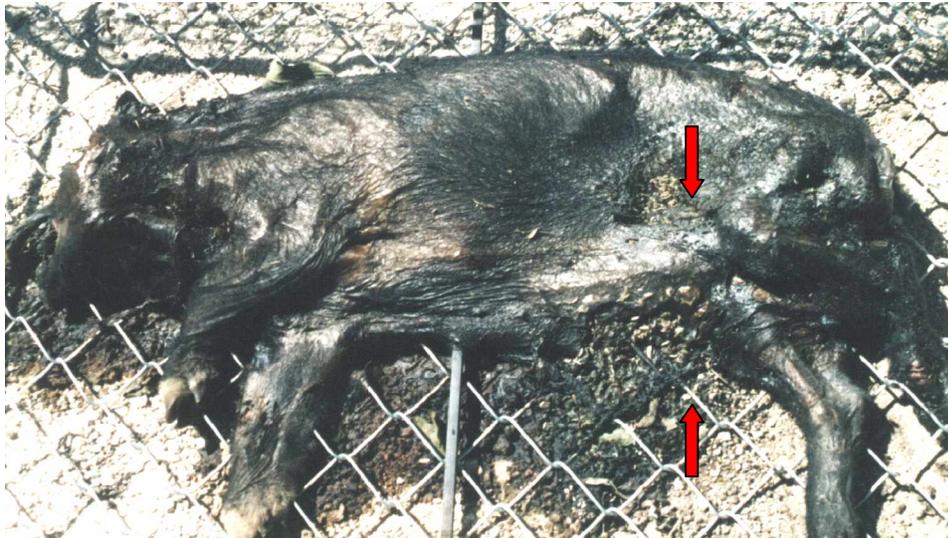
Figura 21. Cráneo de *Sus scrofa* en estado de descomposición activa.



A partir de éste momento (octavo día) y en adelante, hasta terminar el estado de descomposición activa, el número de Calliphoridae adultos empezó a disminuir paulatinamente, y las capturas en comparación con los muestreos anteriores fueron notablemente inferiores. A pesar de la notoria reducción del cadáver de muestreo, éste aun presentaba porciones corporales aprovechables por los adultos. Por el contrario en el cerdo de control la presencia de adultos de Calliphoridae fue nula y las características del estado de putrefacción seca eran evidentes en las extremidades, cráneo y porciones del abdomen.

Durante el noveno día (16 de julio), una gran masa larval se ubicó bajo y dentro del abdomen del cadáver de muestreo (Figura 22). Las larvas en tercer instar que estaban dentro del cráneo, migraron a la parte inferior del mismo, en la cual se pudo apreciar una pequeña masa larval. La disminución en el número de larvas del género *Chrysomya*, se debe a que alcanzaron su etapa post-alimentaria y migraron hacia la arena para empezar su proceso de empupación.

Figura 22. *Sus scrofa* utilizado como individuo de muestreo en estado de descomposición activa.



Para el décimo día, el volumen corporal del cerdo de control se había reducido tanto que eran evidentes las estructuras óseas de las extremidades inferiores. Durante éste día, se presentaron nuevamente en el cerdo de muestreo un grupo de Hymenoptera de la familia Vespidae los cuales sobrevolaron el cadáver y se posaron en los pocos sitios donde aun quedaba humedad.

El día 11 (18 de julio) a las 10:00 horas, se apreció por primera vez un grupo de pupas de *Lucilia* sp. de una coloración naranja intenso con su extremo distal en forma de punta de lanza. Durante éste día también se observaron las primeras pupas de *Chrysomya*. La aparición de pupas se prolongó hasta el día 13 (20 de julio). Por su parte las pocas larvas post-alimentarias que quedaban se ubicaron bajo el abdomen.

Para el día 14 (21 de julio), se observó la emergencia de adultos del genero *Chrysomya*, la cual se prolongo hasta el día 16 (23 de julio), día en el cual se produjo la máxima emergencia de adultos tanto en el cerdo de muestreo como en el control. Sin embargo éste fenómeno fue más conspicuo en el cerdo de control, observándose varios individuos posados en la vegetación circundante. En el cerdo de muestreo fue notoria una nueva emergencia de adultos tres días después (día 19). Sin embargo, no fue tan conspicua como la primera, el hecho de no encontrar adultos durante los días intermedios entre la máxima emergencia (16 día) y la ocurrida el día 19, se debe básicamente a las condiciones de perturbación al cual fue sometido el individuo de muestreo. La manipulación del cadáver inherente a la recolección de muestras, ocasiona que las masas de larvas no permanezcan en un sitio constante de desarrollo, e inevitablemente algunas de ellas son desplazadas a sitios donde el recurso alimenticio es reducido y nutricionalmente

no solventa los requerimientos necesarios para un óptimo desarrollo. En éste caso las larvas que permanecieron en el interior del cadáver de muestreo durante todo su ciclo larval, experimentaron condiciones muy similares a las larvas del cerdo de control en el cual no hubo perturbación de ningún tipo, en consecuencia sus ciclos de vida se presentaron de manera muy análoga y el pico máximo de emergencia de adultos coincidió sincrónicamente en ambos individuos. El segundo evento corresponde a la emergencia de los adultos que se desarrollaron de larvas subalimentadas en zonas del cadáver donde el recurso alimenticio había sido reducido. Condición diferente a la del cerdo de control. Estudios realizados por Dillon and Anderson y Dillon<sup>33</sup>, describen la incidencia que tienen factores externos como la luz directa del sol, en la disponibilidad del recurso alimenticio, y como afecta el desarrollo larval de Calliphoridae. Además de estos, Allaire<sup>34</sup>, en su estudio realizado en verano, describe dos eventos de emergencia de Calliphoridae. Teniendo en cuenta que la mayor emergencia ocurrió el día 16 (23 de julio), se considero esta fecha como la terminación de la fase de descomposición activa.

**4.2.4 Estado de putrefacción seca.** Se presentó a partir del día 16, caracterizándose por la actividad nula de adultos de la familia Calliphoridae. A excepción del día 19 (26 de julio), cuando se observo nuevamente la emergencia del genero *Chrysomya*, pero no presento igual numero de individuos que en la primera, ni se prolongo a los días siguientes.

El estado de putrefacción seca se caracterizó por la extrema reducción y deshidratación de la biomasa del cadáver. Las altas temperaturas y el intenso brillo solar del verano, contribuyeron a que el proceso de secamiento avanzara rapidamente. El cráneo y las porciones dístales de las extremidades se tornaron de una coloración marrón claro, la poca piel que aun quedaba se adhirió a los huesos (Figura 23). Para éste estado fueron evidentes las características de momificación, sobre todo en el cerdo de control (Figura 24). Por su parte el cerdo de muestreo no alcanzó el grado de reducción del control.

Este estado de descomposición, tuvo una notable reducción en la diversidad de especies. Pero fue notoria una gran proliferación de Coleoptera, especialmente de la familia Dermestidae, que "ha sido descrita como necrófaga y habitante de cadáveres en los estados decadentes de la descomposición"<sup>35</sup>.

---

<sup>33</sup> DILLON and ANDERSON Y DILLON, citado por: BYRD and CASTNER, Op.cit., p. 189.

<sup>34</sup> ALLAIRE, M. T. Postmortem Interval (PMI) Determination at Three Biogeoclimatic Zones in Southwest Colorado. Louisiana 2002, 69 p. Thesis (Master of Anthropology): Louisiana State University, Department of Geography and Anthropology.

<sup>35</sup> BYRD and CASTNER, Op.cit., p. 63.

Larvas de Muscidae se encontraron bajo el sustrato arenoso que aun conservaba humedad. En consecuencia se presentaron nuevamente familias de Coleoptera depredadoras de larvas de Diptera como Histeridae y Staphilinidae.

Figura 23. *Sus scrofa* de muestreo en estado de putrefacción seca.



Figura 24. *Sus scrofa* de control en estado de putrefacción seca.



Además de los Coleoptera, durante el día 18 (24 de julio), se observo un adulto de la familia Stratiomyidae posado sobre la jaula al cual se logro dar captura. Aunque no se observo oviposición por parte de esta familia, en los días siguientes se observaron las primeras larvas en el interior del cadáver. Por su parte las pre-pupas y pupas se encontraron continuamente bajo el sustrato arenoso hasta el

final del experimento. Según Byrd and Castner<sup>36</sup>, las larvas terrestres de esta familia se desarrollan en materia vegetal o animal en descomposición.

### 4.3 ABUNDANCIA DE DIPTERA

“Diptera es el orden necrofílico más importante y el primero en presentarse al cadáver”<sup>37</sup>. Entre las familias pertenecientes a éste orden, Calliphoridae contiene especies que se presentan a los pocos minutos del deceso o incluso durante la agonía. En éste estudio los primeros adultos se presentaron a los cinco minutos del deceso en el cerdo de control. Para el cerdo de muestreo la llegada de Calliphoridae se observo pasadas cuatro horas del deceso. La temprana llegada de éstos Diptera obedece a que los olores desprendidos de los tejidos en descomposición son altamente atractivos para las hembras grávidas de las especies ectoparásitas facultativas, como las del género *Lucilia*. “Estos aromas provienen de sustancias como el sulfuro de hidrogeno, el amoniaco y sulfuros orgánicos que incluyen metil mercaptano, disulfuro de metilo y trisulfuro de dimetilo”<sup>38</sup>. Según Nuorteva<sup>39</sup>, la presencia de heridas, vomito o heces, precipita la oviposición por parte de los Calliphoridae, no obstante, en cadáveres intactos la exposición al sol ejerce un efecto similar.

“Durante la postura, las hembras de las especies de Calliphoridae liberan feromonas de oviposición que estimulan a otras hembras a colonizar el cadáver”<sup>40</sup>, lo que explica la formación de grandes masas de huevos.

---

<sup>36</sup> BYRD and CASTNER, Op.cit., p. 58.

<sup>37</sup> CATTS and GOFF, Op.cit., p. 253.

<sup>38</sup> SPENCER, J. The nocturnal oviposition behaviour of blowflies in the southwest of Britain during the months of august and September. London, 2002. 69 p. Thesis (Master of Entomology) Bournemouth University, School of Conservation Sciences.

<sup>39</sup> NUORTEVA, citado por: SPENCER, Op.cit., p. 54.

<sup>40</sup> SPENCER, Op.cit., p. 55.

Entre las primeras especies que se presentaron a colonizar el cerdo de muestreo, las más abundantes fueron del género *Lucilia* (Figura 25). Su aparición comenzó desde el día en que se sacrificaron los cerdos (7 de julio) hasta el día sexto, correspondiente al 13 de julio. Según Catts and Goff<sup>41</sup>, *Chrysomya albiceps* (Figura 26) es un depredador facultativo al igual que *Chrysomya rufifacies* (Figura 27), las cuales, “en condiciones de laboratorio han provocado una tasa de mortalidad del 99% en las larvas de *Lucilia sericata*”<sup>42</sup>. “Las larvas en primer instar de *C. albiceps* se alimentan de las exudaciones de la carne en descomposición, mientras que las de segundo y tercer instar son depredadoras de otras larvas”<sup>43</sup>. El comportamiento depredador de ambas especies de Calliphoridae, *Chrysomya albiceps* y *Chrysomya rufifacies*, explica la progresiva disminución en la cantidad de larvas de *Lucilia* (Figura 28).

Figura 25. Individuo de *Lucilia* sp.

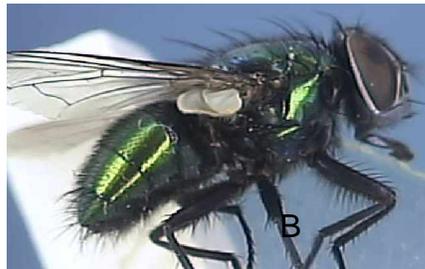


Figura 26. individuo de *Chrysomya albiceps*.



---

<sup>41</sup> CATTS and GOFF, Op.cit., p. 275.

<sup>42</sup> GRASSBERGER, M; FRIEDRICH, E and REITIER, C. The blowfly *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) as a new forensic indicator in Central Europe. En: International Journal of Legal Medicine. Vol. 117, No. 2 (2003); p. 75-81.

<sup>43</sup> FARIA, L and GODOY, W. A. Prey choice by facultative predator larvae of *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae). En: Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. Vol. 96, No. 6 (2001); p. 875-878.

Figura 27. individuo de *Chrysomya rufifacies*.



La recolección de larvas del Género *Lucilia* se efectuó a partir del 8 de julio a las 7:00 horas en el interior de las encías. Este comportamiento coincide con el mencionado por Denno and Cortan en 1975 y Easton and Feir en 1991<sup>44</sup>. Ya que el género contiene especies como *Lucilia sericata*, que ha sido descrita como un ectoparásito facultativo y colonizador pionero de cadáveres.

Erzinclioglu; Hall and Wall y Stevens and Wall<sup>45</sup>, afirman que a diferencia de otras especies más agresivas en cuanto a competencia interespecífica, como las del género *Chrysomya*, se piensa que *Lucilia* ha reducido su habilidad competitiva, resultado de un desplazamiento evolutivo del género hacia el parasitismo a partir de una forma ancestral puramente saprófaga. Además mencionan experimentos llevados a cabo por Holdaway en 1930, Cragg en 1955 y Easton and Feir en 1999, en los que se observó a *Lucilia sericata*, en particular, colonizando principalmente cadáveres y sebos que se encontraban en estados muy tempranos de la descomposición (Figura 28).

---

<sup>44</sup> DENNO AND CORTAN Y EASTON AND FEIR, citados por: FISHER, P; WALL, R and ASHWORTH, J. R. Attraction of the sheep blowfly, *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) to carrion bait in the field. En: Bulletin of entomological Research, 1998, p. 611-616.

<sup>45</sup> ERZINCLIOGLU; HALL and WALL y STEVENS AND WALL, citados por: FISHER et al., Op.cit., p. 83.

Figura 28. Secuencia de colonización del cadáver por parte de las especies de la familia Calliphoridae.

	Días posteriores al deceso												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Lucilia</i> sp.	[Shaded bar from day 1 to 7]												
<i>C. albiceps</i>	[Shaded bar from day 2 to 13]												
<i>C. rufifacies</i>	[Shaded bar from day 3 to 13]												
<i>C. putoria</i>	[Shaded bar from day 6 to 11]												
	L1		L2			L3							
	Desarrollo larval												

Además del género *Lucilia*, al inicio de la descomposición, se observaron en menor medida individuos de *Chrysomya albiceps* y *C. rufifacies*. Estos Diptera se presentaron a partir del segundo y tercer día respectivamente, alcanzando su máxima actividad durante el quinto día como lo ilustra la figura 29. En cuanto a *Chrysomya putoria* (figura 30), esta arribó a partir del sexto día (13 de julio).

Figura 29. Picos de actividad de las especies de Calliphoridae durante los estados enfisematoso y activo de la descomposición. Los porcentajes han sido tomados con respecto al total de Calliphoridae capturados.

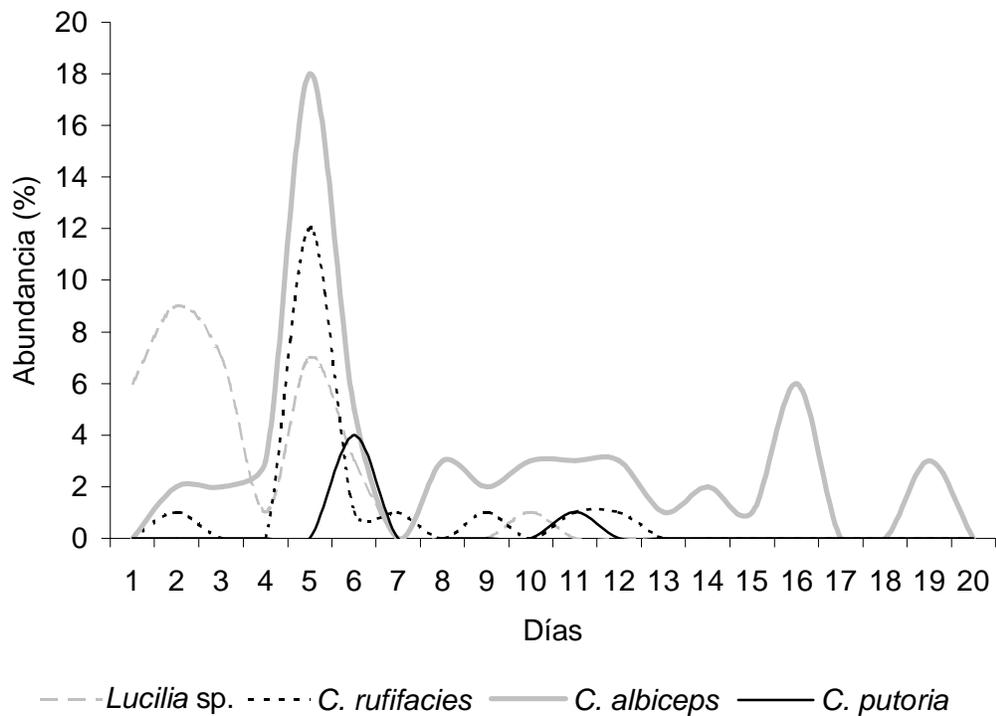


Figura 30. Individuo de *Chrysomya putoria*.

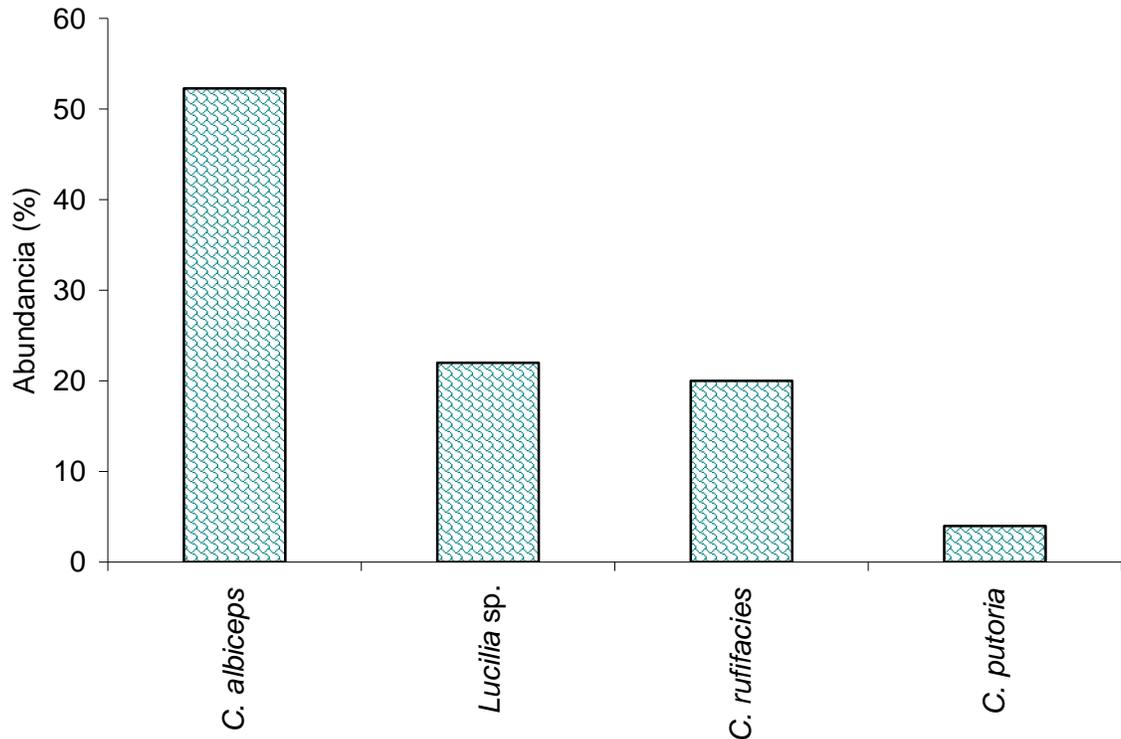


La abundancia relativa de las especies descritas estuvo dominada por *Chrysomya albiceps* con un 52.29%. En segundo lugar se encuentra *Lucilia* sp. con un 22.018%. En tercer lugar *C. rufifacies* con el 20.18%, y en último lugar *C. putoria* con el 4.58% como lo ilustra la figura 25. Contrariamente a Olaya (1999) y Ruiz (2003) quienes obtuvieron a *Chrysomya rufifacies* como la especie más abundante, *Chrysomya albiceps* resultó serlo en éste estudio (Figura 31). Teniendo en cuenta a Centeno<sup>46</sup>, *Chrysomya albiceps* es hemisinantrópica, es decir se encuentra asociada a zonas poco urbanizadas donde la intervención humana es mínima. Dado que la zona donde se realizó éste estudio se encuentra en un área rural donde no hay grandes construcciones civiles, no es extraño que su porcentaje de abundancia sea mayor que el de las otras especies de Calliphoridae, asociadas mayormente a zonas urbanas.

---

<sup>46</sup> CENTENO, N. D. La sinantropía de Calliphoridae (Insecta: Diptera) en Hudson, Argentina. En: Resúmenes del V Congreso Argentino de Entomología. Buenos Aires, Argentina, Marzo, 2002, p. 243.

Figura 31. Máxima actividad de las especies de moscas de la familia Calliphoridae, durante los estados enfisematoso y descomposición activa. Los porcentajes fueron tomados con respecto al total de individuos capturados.



La oviposición por parte de los Diptera refleja la historia natural de las especies involucradas, presentándose de manera más temprana en las especies ectoparásitas facultativas y de manera más tardía en las depredadoras y/o meramente sarcosaprófagas.

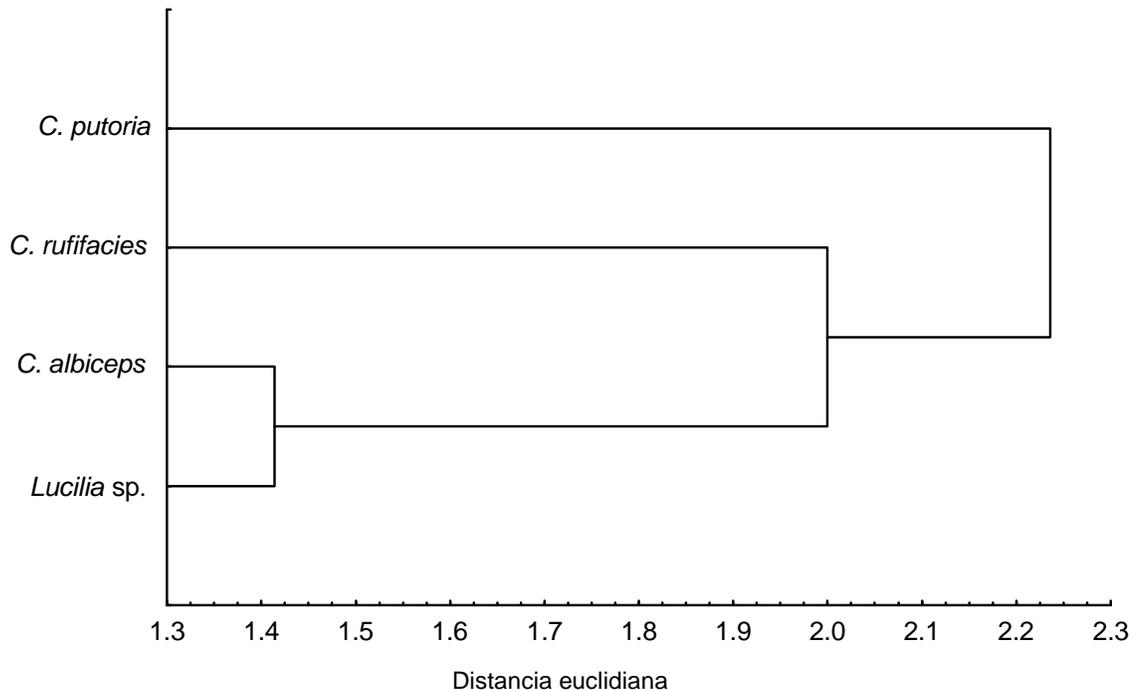
Usando los datos obtenidos de las moscas criadas en laboratorio se elaboró una matriz de presencia-ausencia para las especies de Calliphoridae involucradas (Tabla 2), utilizando éstos datos, se realizó un análisis de cluster (Statistica® versión 5.1) que cuantifica, valiéndose de distancias euclidianas, la diferencia entre los comportamientos de los grupos de organismos (columnas) teniendo como criterio de agrupación el patrón de presencia y ausencia durante cada día del proceso (filas). Considerando los aspectos mencionados, la figura. 32, muestra claramente la tendencia de los grupos de Diptera analizados a establecer una secuencia de colonización del cadáver, donde las larvas de *Lucilia sp.* y *C. albiceps* son las primeras en colonizar el cadáver.

Tabla 2. Matriz de presencia-ausencia de las larvas de las especies de la familia Calliphoridae encontradas en el cadáver de cerdo durante los estados fresco y enfisematoso de la descomposición. (1 presencia; 0 ausencia)

Días a partir de la muerte	<i>Lucilia</i> sp.	<i>albiceps</i>	<i>Chrysomya rufifacies</i>	<i>putoria</i>
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	1	1	1	0
4	1	1	1	0
5	1	1	1	0
6	1	1	1	1
7	0	1	1	1
8	0	1	1	1
9	0	1	1	1
10	0	1	1	1
11	0	1	1	1
12	0	1	1	0
13	0	1	1	0
14	0	0	0	0

Los adultos de éstos grupos se presentaron durante los estados fresco y enfisematoso. Aunque no se observó oviposición inicial de *Lucilia* sp. se asumió que se efectuó durante el día 7 de julio en horas de la tarde ya que al día siguiente se encontraron larvas en primer instar dentro de los orificios naturales de la cabeza del cadáver. La oviposición efectuada durante el primer día de muestreo (8 de julio) se concentró al interior de las orejas. Por su parte los adultos de *C. rufifacies* constituyen por sí solos el segundo grupo. La oviposición se presentó principalmente en los pliegues cutáneos de las extremidades donde fueron observadas las primeras masas larvales a partir del tercer día. La última especie en colonizar el cadáver fue *C. putoria*, de la cual se observaron las primeras masas larvales en la zona media de la región lumbar a partir del sexto día.

Figura 32. Relación entre especies de la familia Calliphoridae basada en la fecha de colonización del cadáver. Las diferencias están dadas en distancias Euclidianas.

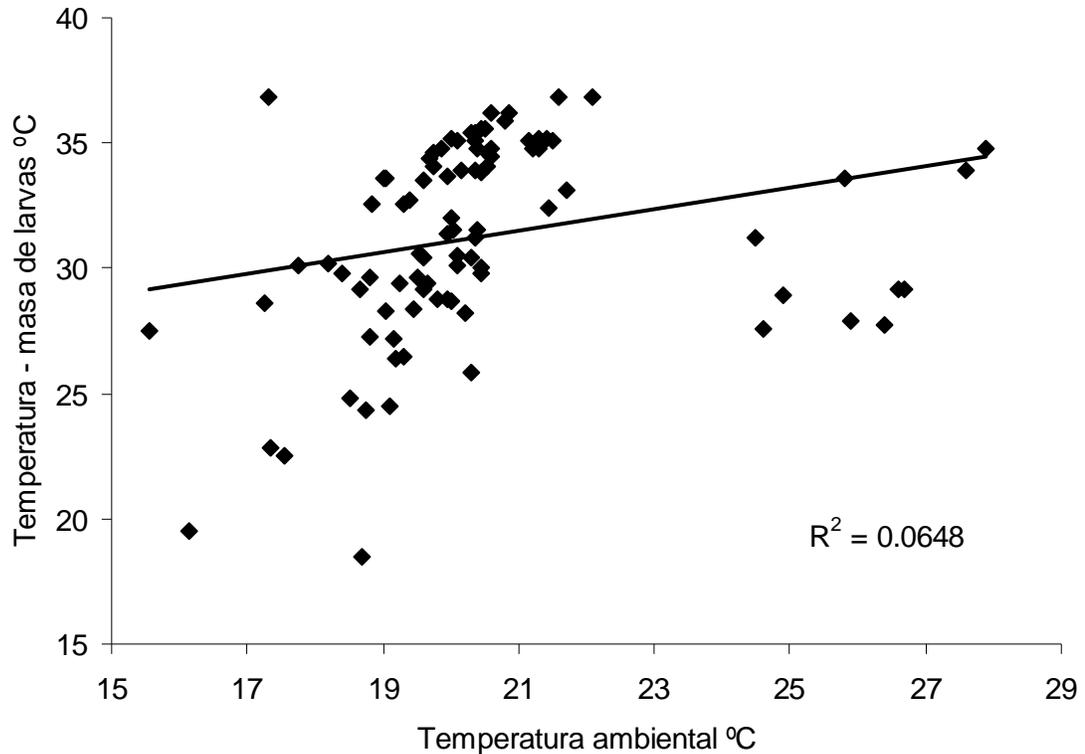


Al igual que con los adultos, la actividad de las larvas de Diptera varió considerablemente en el tiempo, haciéndose más intensa durante el cambio de estado de descomposición enfisematosa a descomposición activa. “La actividad de las larvas aumenta ostensiblemente la temperatura del cadáver alcanzando temperaturas muy superiores a la ambiental”<sup>47</sup>.

Se puede entonces tener una idea de la actividad de las larvas si se considera la correlación existente entre la temperatura del cadáver y la temperatura ambiental durante los estados de desarrollo de los Diptera, ya que una mayor independencia de la variable que representa la temperatura del cadáver implicaría que esta depende del metabolismo de los inmaduros. En éste caso, la figura 33 muestra la dispersión de puntos generada al enfrentar ambas temperaturas y una línea de tendencia presuntiva que explica el 6.4% de los datos. La correlación en éste caso es significativamente baja.

<sup>47</sup> CATTs and GOFF, Op.cit., p. 263.

Figura 33. Variación de la temperatura de la masa de larvas, con respecto a la temperatura ambiental en el cerdo de muestreo.



La temperatura ambiental no es entonces el factor determinante de la magnitud de la temperatura de la masa de larvas presente en el cadáver. De acuerdo con Smith<sup>47</sup>, la temperatura de la masa larval puede llegar a alcanzar valores tan elevados como 50°C debido al metabolismo y la densidad de larvas involucradas. Durante éste estudio la máxima temperatura de éste tipo fue registrada el día en que se inicio la fase de putrefacción activa (día 5) y fue de 36.5°C. Se presento a las 14:00 horas, superando en 14.8°C la temperatura ambiental. El valor pico de la temperatura de la masa de larvas se halla asociado a la máxima actividad de los inmaduros ocasionada por la ruptura de la pared abdominal del cadáver. Con el inició de la fase de putrefacción activa las condiciones físicas del cadáver cambian, la ruptura del abdomen y la consecuente liberación de su contenido disminuyen momentáneamente el nivel de competencia por el recurso alimenticio, aumentando la tasa de consumo por parte de las larvas y con ello su metabolismo.

<sup>47</sup> SMITH, Op.cit., p. 162.

Paralelamente con el aumento de la actividad larval, se presentó una notable disminución en la cantidad de adultos presentes. Este fenómeno fue más evidente en el cerdo de control que presentó una densidad mayor de larvas de Diptera en todo momento ya que, a diferencia del individuo de muestreo, no tenía una colonia de Formicidae del género *Labidus* (Hymenoptera) asociada. La disminución en la cantidad de adultos de Diptera también fue observada por Olaya en 1999; este fenómeno se presenta, en parte, porque las altas temperaturas de las masas larvales dispersas por todo el cadáver lo hacen inaccesible a los adultos como sustrato de alimentación u oviposición.

En general la abundancia de Diptera presentó notables diferencias entre ambos cerdos durante el experimento. Inicialmente fue conspicua una cantidad mayor de Diptera en el individuo de control que en el cerdo de muestreo. Fue notoria la aparición de Calliphoridae minutos después del deceso, lo que no ocurrió con el cerdo de muestreo en el cual se reportaron los primeros Diptera transcurridas cuatro horas después.

Otro aspecto a considerar al analizar la abundancia de Diptera en el sujeto de muestreo es la presencia de depredadores como *Labidus* sp. la cual ejerció una disminución relevante de larvas, lo que no ocurrió con el control. Este, a diferencia del primero tuvo una mayor actividad larval de Calliphoridae, su tasa de supervivencia fue mayor y prosperaron en otras zonas del cadáver consumiéndolo casi totalmente.

Otros depredadores como Staphilinidae, ejercieron una gran presión en la población de larvas del cerdo de muestreo. Además también llegaron al cadáver coleópteros de la familia Silphidae, observados por Barreto and Burbano en el 2002 en la ciudad de Cali, así mismo por Wolff et al. En el 2001 en Medellín. A diferencia de estos estudios, los realizados por Olaya en 1999 y Ruiz en el 2003 no reportaron Silphidae asociados a cadáveres en el área urbana de la ciudad de Cali. Aunque se sabe muy poco de la distribución de esta familia en el neotropico, se tienen varias referencias de los Silphidae de la región Neartica. Bedick et al.<sup>48</sup> afirma que *Nicrophorus americanus* (Silphidae) es hemisinantropico, está asociado a zonas rurales con una mínima intervención humana. Por lo tanto, la presencia de Silphidae en éste estudio obedece a las características rurales de la zona donde se llevo a cabo. Estos Coleoptera se presentaron continuamente a partir del tercer día de muestreo (10 de julio) en el estado enfisematoso, hasta el sexto día (13 de julio) principios de la descomposición activa.

---

<sup>48</sup> BEDICK, J. C; RATCLIFFE, B. C, HOBACK, W. W and HIGLEY, L. G. Distribution, ecology, and population dynamics of the American burying beetle [*Nicrophorus americanus* Olivier (Coleoptera, Silphidae)] in south-central Nebraska, United States of America En: Journal of Insect Conservation. Vol 3 (1999); p. 171-181.

La ausencia de éstos Coleoptera en los estados de descomposición posteriores se explica en parte porque las larvas en tercer instar de desarrollo no fueron un recurso alimenticio aprovechable por éstos depredadores. Además según Crowson<sup>49</sup>, las grandes masas larvales establecidas después del colapsamiento del cadáver, generan una temperatura muy elevada que sumada a la producción de cantidades considerables de amonio libre, hacen inaccesible el recurso para éstos coleópteros.

Una característica interesante del proceso de colonización del cadáver por parte de los Diptera fue que la oviposición se presentó en las mismas zonas en ambos cadáveres pero en diferente secuencia ya que el cerdo de control presentó una llegada más temprana de Calliphoridae que el cerdo de muestreo. Las moscas inicialmente depositaron sus huevos en las encías y en la parte trasera de la lengua del cerdo, en el envés de las orejas y posteriormente lo hicieron en el interior de las mismas. Los últimos lugares en presentar masas de huevos fueron los pliegues cutáneos axilares e inguinales.

Otros grupos de Diptera que tuvieron relación directa con la descomposición de los cadáveres fueron Sarcophagidae, Muscidae, Chloropidae, Piophilidae, Otitidae y Stratiomyidae.

Sarcophagidae (Figura 34) se presentó activamente durante los primeros días del proceso de descomposición del cadáver, disminuyendo a medida que transcurría el estado de putrefacción activa y siguió presentándose esporádicamente en el estado de descomposición seco como se ilustra en la figura 35.

Figura 34. Ejemplar del Orden Diptera, familia Sarcophagidae



---

<sup>49</sup> CROWSON, citado por: SMITH, Op.cit., p. 11.

Este comportamiento, durante las primeras horas de descomposición, concuerda con lo expuesto por Smith<sup>50</sup>, quien menciona que Sarcophagidae se presenta después de Calliphoridae en la sucesión. Sin embargo según Shewell<sup>51</sup>, “Sarcophagidae es un grupo en su mayoría larvíparo, lo que le permite competir con las larvas de Calliphoridae por el recurso, aunque los Calliphoridae hayan llegado antes a ovipositar en el cadáver”<sup>52</sup>. “Sarcophagidae, es potencialmente un grupo de gran importancia forense, desafortunadamente, la identificación de los especímenes aun hasta el nivel de género es una labor muy complicada y en algunas ocasiones llegar al nivel de especie no es posible por medios anatómicos, por esta razón actualmente se están desarrollando métodos taxonómicos basados en DNA “<sup>53</sup>.

---

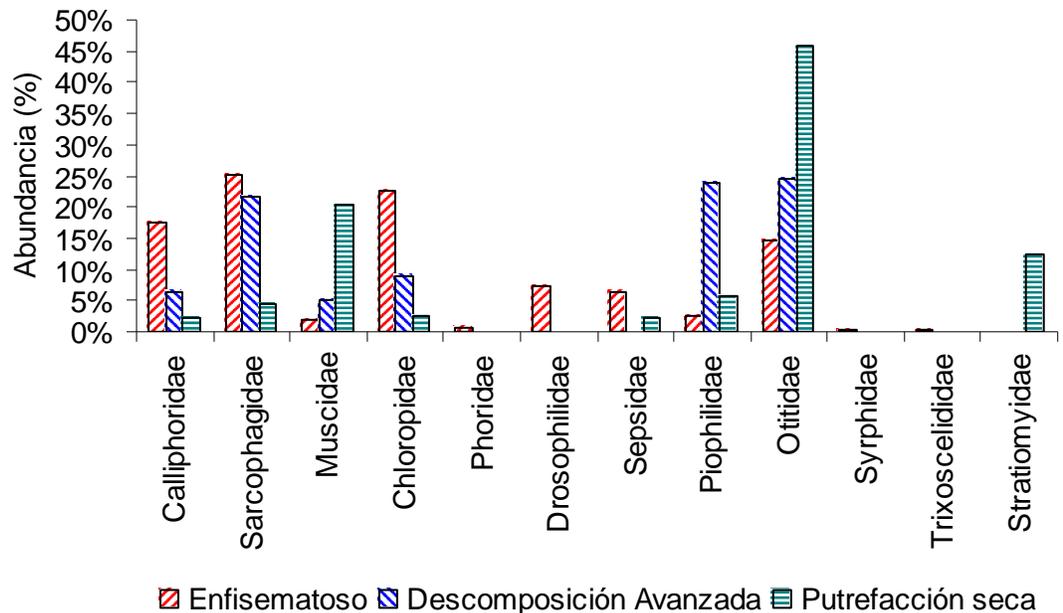
<sup>50</sup> SMITH, Op.cit., p. 61.

<sup>51</sup> SHEWELL, Op.cit., p. 19.

<sup>52</sup> SMITH, Op.cit., p. 64.

<sup>53</sup> WELLS J. D; PAPE, T and SPERLING, F. A. H. DNA-based identification and molecular systematics of forensically important Sarcophagidae (Diptera). En: Journal of Forensic Sciences. Vol. 46, No. 5 (2001); p. 1098-1102.

Figura 35. Abundancia de las familias de Diptera capturadas a través del proceso de descomposición en el cerdo de muestreo. Los porcentajes han sido tomados con respecto al total de individuos capturados.



Muscidae (Figura 36), estuvo presente durante todo el muestreo, aumentando paulatinamente a medida que progresaba el proceso de descomposición, su abundancia aumento en el estado de putrefacción activa y seca como se ilustra en la figura 35. Cabe resaltar que éste grupo de Diptera fue el único en ovipositar en la apertura anal, de igual forma las larvas de esta familia estuvieron presentes bajo el cadáver de muestreo, utilizando como sustrato de desarrollo la superficie de arena dispuesta bajo el cadáver, además la proliferación de larvas se dio dos días antes de la emergencia de adultos de Calliphoridae, esto se debe en parte a la “disminución de la competencia por el recurso”<sup>54</sup>. “Las especies de esta familia tienen hábitos alimenticios diversos pero gran parte se encuentran asociados a materia orgánica en descomposición”<sup>55</sup>, por lo que se han reportado en varios estudios de entomofauna asociada a cadáveres.

<sup>54</sup> CATTS, E. P and HASKELL, H. Entomology and death: a procedural guide. Clemson, South Carolina: Joyce's Print Shop, 1990. p.134-145.

<sup>55</sup> HUCKETT, H. C and VOCKEROTH, J. R. Muscidae. En: McAlpine et al. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematics Research Institute. Ottawa, Notario, 1987. v.2, p. 1115-1131.

Figura 36. Ejemplar del orden Diptera, familia Muscidae



Chloropidae (Figura 37) estuvo presente activamente durante el estado enfisematoso y fue reduciendo su frecuencia de aparición en el estado de descomposición activa y putrefacción seca. Paganelli and Sabrosky<sup>56</sup>, afirman que algunas larvas son parasíticas o depredadoras. Los adultos son atraídos por secreciones animales, infecciones o pus.

Figura 37. Ejemplar del Orden Diptera, familia Chloropidae



---

<sup>56</sup> PAGANELLI, C and SABROSKY, C. *Hippelates* flies (Diptera: Chloropidae) possibly associated with Brazilian purpuric fever. En: Entologist. Soc. Wash, 1993. p. 165-174.

Phoridae, se presentó a inicios del estado enfisematoso, es un grupo que frecuentemente se ha reportado asociado a materia animal en descomposición, incluso en cadáveres humanos, aunque los hábitos alimenticios del grupo son muy amplios, “se encuentran en el suelo o en material vegetal en descomposición, algunas se encuentran en excrementos”<sup>57</sup>. Según Byrd and Castner<sup>58</sup>, las larvas de esta familia se desarrollan en materia orgánica en descomposición. Dado que el cerdo de muestreo hizo deposición minutos antes de morir, es razonable inferir que su presencia se haya registrado al comienzo del estado enfisematoso.

Syrphidae (Figura 38) al igual que Phoridae se presentó al comienzo del estado enfisematoso (Figura 35). Hanson<sup>59</sup> afirma que algunas especies de esta familia son depredadoras de artrópodos de cuerpo blando. Sin embargo, ocasionalmente algunas pueden ser necrófagas, coprófagas o alimentarse de materia vegetal en descomposición.

Figura 38. Ejemplar del Orden Diptera, familia Syrphidae



Sepsidae (Figura 39), se presentó en el estado enfisematoso y seco, como lo ilustra la figura 35. No se reportó en la fase de putrefacción activa. Este grupo fue observado por Olaya en 1999 formando enjambres alrededor del ano del cadáver de un cánido durante el estado de descomposición seca. Smith<sup>60</sup> menciona que los adultos se encuentran cerca de excrementos o material vegetal en descomposición, donde las larvas llevan a cabo su desarrollo.

---

<sup>57</sup> PETERSON, B. V. Phoridae. En: McAlpine et al. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematics Research Institute, Ottawa, Notario, 1987. v.2, 689-712.

<sup>58</sup> BYRD and CASTNER, Op.cit., p. 59.

<sup>59</sup> HANSON, P. La sistemática aplicada al estudio de la biología de los parasitoides. En: Manejo integrado de plagas. Costa Rica. Vol. 15 (1990); p. 53-66.

<sup>60</sup> SMITH, Op.cit., p. 51.

Figura 39. Ejemplar del Orden Diptera, familia Sepsidae



Los individuos de la familia Piophilidae (Figura 40), se presentaron durante la fase de descomposición enfisematosa y fueron aumentando en número paulatinamente hasta alcanzar su mayor abundancia durante la fase de descomposición activa (Figura 35). Posteriormente disminuye en número hacia la fase seca de descomposición. McAlpine<sup>61</sup> menciona que esta familia puede estar asociada a materia orgánica en descomposición, aunque sus hábitos alimenticios son variados. Teniendo en cuenta a Byrd and Castner<sup>62</sup>, esta familia es colonizadora de diversos habitats como cadáveres en descomposición, desperdicios humanos, huesos, piel y pelaje. Wolff et al. en el 2001 encontraron inmaduros asociados a los restos de un cerdo durante los estados finales de la descomposición activa y durante el estado de putrefacción seca.

Figura 40. Ejemplar del Orden Diptera, familia Piophilidae



---

<sup>61</sup> McALPINE, J. F. Piophilidae. En: McAlpine et al. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematics Research Institute. Ottawa, Notario, 1987. v.2, p. 845-852.

<sup>62</sup> BYRD and CASTNER, Op.cit., p. 55.

Otitidae (Figura 41) estuvo presente durante todo el proceso de descomposición y fue aumentando progresivamente a medida que avanzaban las fases de descomposición, presentándose su pico máximo de abundancia en la fase de putrefacción seca, como lo ilustra la figura 35. Hallazgos similares fueron reportados por Wolff et al. en el 2001. Steyskal<sup>63</sup> menciona que la familia Otitidae es principalmente saprófaga.

Figura 41. Ejemplar del Orden Diptera, familia Otitidae



Stratiomyidae (Figura 42), tanto adultos como larvas, solamente se hicieron presentes durante la fase de putrefacción seca (Figura 35). Observaciones similares fueron hechas por Olaya en 1999 y Wolff et al. en el 2001. “Las larvas de esta familia se pueden encontrar asociadas a materia animal o vegetal en descomposición, en excrementos o bajo troncos caídos”<sup>64</sup>, “y han sido considerados como de importancia forense ya que en muchas ocasiones se encuentran asociadas a cadáveres humanos durante el estado seco de la descomposición”<sup>65</sup>.

---

<sup>63</sup> STEYSKAL, G. C. Otitidae. En: McAlpine et al. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematics Research Institute, Ottawa, Ontario, 1987. v.2, p. 799-808

<sup>64</sup> JAMES, M. T. Stratiomyidae. En: McAlpine et al. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematics Research Institute. Ottawa, Ontario, 1981 v.1, p. 497-511.

<sup>65</sup> LORD, W. D; GOFF, M. L and ADKINS, T. R. The Black Soldier Fly *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) As a potential measure of human postmortem interval: Observations and Case Histories. En: Journal of Forensic Sciences. Vol. 39, No. 1 (1994); p. 215-222.

Figura 42. Ejemplar del Orden Diptera, familia Stratiomyidae



Fuente: McALPINE, J. F.

#### 4.4 OTROS ÓRDENES DE IMPORTANCIA FORENSE

**4.4.1 Hymenoptera.** Individuos de la familia Formicidae, subfamilia Ecitoninae del genero *Labidus* y Mirmicinae del genero *Solenopsis*, estuvieron presentes durante todas las fases de descomposición. De las dos, la especie más agresiva fue *Labidus* sp. (Figura 43), la cual ejerció una presión considerable en la población de larvas de Calliphoridae principalmente de *Lucilia* sp. estas se convirtieron en el principal recurso durante los primeros seis días después del deceso del animal. Igual comportamiento se observó con las larvas de *Chrysomya*. Cabe destacar que la colonia de *Labidus* sp. nunca abandonó el cadáver, además fue un depredador activo de las larvas de Muscidae que permanecieron en el sustrato arenoso bajo el cadáver durante la fase seca de descomposición.

Figura 43. Ejemplar del orden Hymenoptera, familia Formicidae (*Labidus* sp.)



Además de Formicidae, individuos de la familia Vespidae se hicieron presentes durante el estado enfisematoso y mediados de la descomposición activa, aprovechando los fluidos corporales liberados por el cadáver.

**4.4.2 Coleoptera.** “Este orden contiene especies que en su mayoría son depredadoras, aunque hay algunas necrófagas”<sup>66</sup>. En el proceso de descomposición de los cadáveres de cerdos se presentaron principalmente cuatro familias de Coleoptera: Silphidae, Dermestidae, Staphilinidae e Histeridae.

**4.4.3 Abundancia de Coleoptera.** Histeridae (Figura 44) fue el tercero en abundancia con el 13.84% de los individuos capturados durante todo el proceso de descomposición como lo ilustra la figura 48. Además fue el primer grupo en presentarse al cadáver, ya que lo hizo durante el primer día del estado enfisematoso, lo que se relaciona con lo expuesto por Payne and King<sup>67</sup>. Sin embargo las capturas posteriores se redujeron y aunque se observaron durante los estados de descomposición activa e inicios del seco, sus apariciones fueron intermitentes. Según Crowson<sup>68</sup>, esto se debe posiblemente a que las grandes masas de larvas de Diptera producen cantidades considerables de amonio libre, compuesto que es muy toxico para los coleópteros. Según Byrd and Castner<sup>69</sup>, los individuos de la familia Histeridae, son comunes en excrementos y materia orgánica en descomposición. Las larvas y adultos son depredadoras de larvas y pupas de moscas, además se han observado alimentándose de larvas de Dermestidae.

---

<sup>66</sup> SMITH, Op.cit., p. 11.

<sup>67</sup> PAYNE AND KING, citados por: SMITH, Op.cit., p. 41.

<sup>68</sup> CROWSON, citado por: SMITH, Op.cit., p. 11.

<sup>69</sup> BYRD and CASTNER, Op.cit., p. 70.

Figura 44. Ejemplar del orden Coleoptera, familia Histeridae



Staphilinidae (Figura 45) fue el grupo más abundante con el 52.24% de los individuos capturados en la fase de campo (Figura 48). Además fue el segundo grupo que se presentó al cadáver, su condición depredadora fue muy conspicua generando una presión considerable en la población de larvas durante la fase enfisematosa y de putrefacción activa, incluso se observaron individuos solitarios durante los inicios y finales de la etapa de putrefacción seca. De acuerdo con Nuorteva<sup>70</sup>, éste grupo puede causar una marcada reducción en la cantidad de larvas de Diptera debido a la depredación. Al igual que en éste estudio, Olaya en 1999 y Ruiz en el 2003 observaron éstos individuos durante los primeros días de descomposición. Wolff et al. en el 2001 encontró éstos coleópteros durante la fase de descomposición activa del cadáver de un cerdo. Esta apreciación concuerda con lo observado en esta investigación.

Figura 45. Ejemplar del orden Coleoptera, familia Staphilinidae



---

<sup>70</sup> NUORTEVA, citado por: SMITH, Op.cit., p. 51.

Otra familia de Coleoptera relevante en éste estudio, resulto ser Silphidae (Figura 46) con el 2.14% de los individuos totales del orden Coleoptera capturados, como lo ilustra la figura 48. Estos individuos llegaron un día después que los Staphilinidae, observados en parejas. Según Bedick et al<sup>71</sup>. quien ha realizado estudios sobre los Silphidae Norteamericanos, describe que éstos individuos llegan al cadáver en la noche y en parejas antes que los Diptera. Macho y hembra se disponen a enterrar el cadáver (pequeños mamíferos regularmente), evitando de esta manera que el recurso sea colonizado por las larvas de Calliphoridae y garantizar el posterior desarrollo de sus larvas en ausencia de competencia interespecífica. Teniendo en cuenta a Byrd and Castner<sup>72</sup> los hábitos de los Silphidae no han sido enteramente observados, sin embargo, muchas especies son atraídas por cadáveres en descomposición de animales pequeños.

Figura 46. Ejemplar del orden Coleoptera, familia Silphidae



Los Silphidae se constituyeron en un depredador más de las larvas de *Lucilia* sp. y *Chrysomya*, presentándose en el cadáver a partir del tercer día (estado enfisematoso) hasta el sexto, correspondiente al inicio de la fase de descomposición activa. Su ausencia en los días posteriores de la descomposición, se debe básicamente a que las altas temperaturas producidas por la actividad metabólica de las grandes masas larvales establecidas tras el colapsamiento del cadáver, y esto sumado a “la producción de amonio libre, hacen el recurso inaccesible para éstos coleópteros”<sup>73</sup>.

---

<sup>71</sup> BEDICK et al, Op.cit., p.50.

<sup>72</sup> BYRD and CASTNER, Op.cit., p. 62.

<sup>73</sup> CROWSON, citado por: SMITH, Op.cit., p. 11.

Dermestidae (Figura 47), tuvo una abundancia del 30.74% con respecto al total de individuos capturados (Figura 48). Por su parte constituyó el grupo necrófago más importante durante el estado de descomposición seca, aunque pueda ser depredador<sup>74</sup>. Durante éste estudio, los adultos de esta familia se presentaron a partir del sexto día de la descomposición y siguieron arribando el cadáver durante las fases de descomposición activa y putrefacción seca. Las primeras larvas, se presentaron al inicio de la fase de putrefacción seca, y los adultos presentaron su mayor abundancia hacia el final de esta fase, como lo ilustra la figura 49.

Figura 47. Ejemplar del orden Coleoptera, familia Dermestidae



Dermestidae ha sido citado en numerosas ocasiones como consumidor de los restos secos. Teniendo en cuenta a Byrd and Castner<sup>75</sup>, las larvas de éstos coleópteros son habitantes típicos de cadáveres durante la etapa seca y esquelética de descomposición, incluso las larvas y adultos se han encontrado asociados a los remanentes cadavéricos después de un periodo de varios años. La familia Dermestidae fue observada por Olaya en 1999, Wolff et al. en el 2001, Camacho en el 2003 y Ruiz en el 2003. Según Centeno et al<sup>76</sup>. la familia Dermestidae se presenta en cadáveres principalmente en verano, a diferencia de Staphilinidae que lo hace durante todo el año.

---

<sup>74</sup> SMITH, Op.cit., p. 11.

<sup>75</sup> BYRD and CASTNER, Op.cit., p. 66.

<sup>76</sup> CENTENO, N. D; MALDONADO, M and OLIVA A. Preliminary findings of necrophagous fauna on domestic pig in Argentina. En: XXI International Congress of Entomology. Vol. 2, No. 758 (2000); Abstract 3005.

Figura 48. Abundancia relativa de las familias del orden Coleoptera a través del proceso de descomposición. Los porcentajes han sido tomados con respecto al total de individuos capturados.

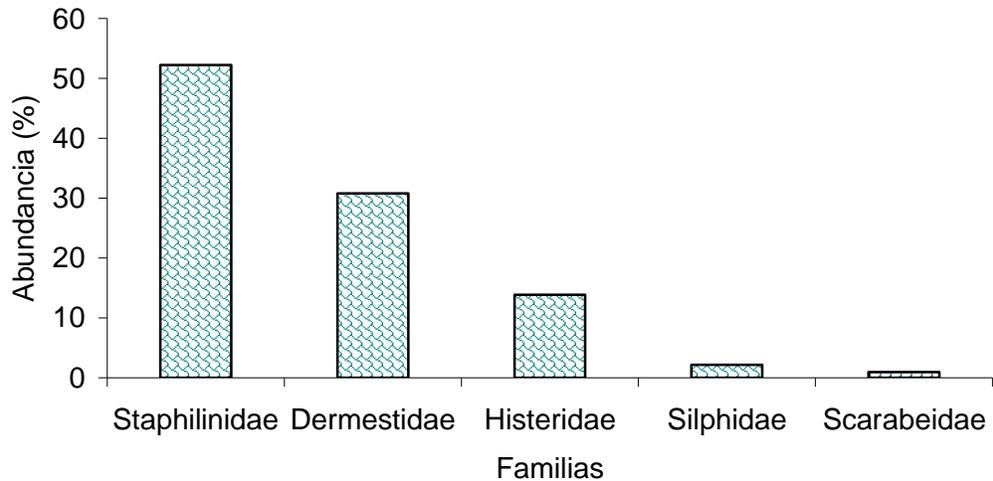
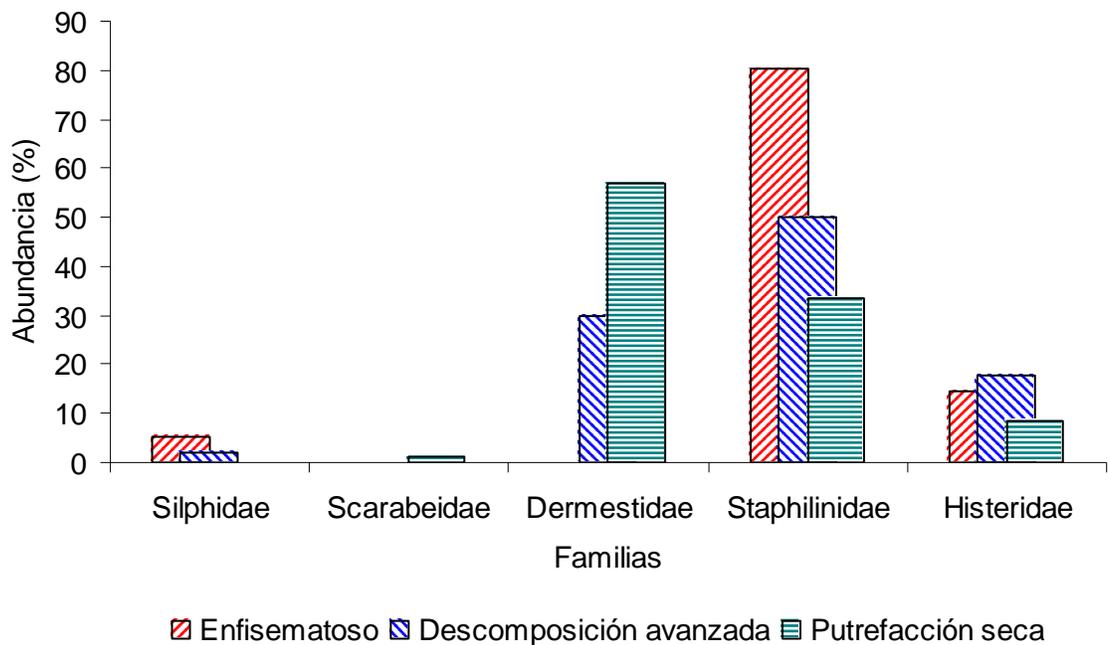


Figura 49. Abundancia relativa de las diferentes familias de Coleoptera en cada una de las fases de descomposición. Los porcentajes han sido tomados con respecto al total de individuos capturados.



Este estudio se centró en la descripción de las relaciones entre los grupos de insectos más importantes en el ámbito forense, teniendo como marco de

referencia los trabajos realizados en Colombia. Se puede observar que los órdenes más importantes de insectos asociados a la descomposición del cerdo (*Sus scrofa*) en condiciones de campo difieren muy poco de los reportados por Olaya (1999), Wolff et al. (2001), Camacho (2003) y Ruiz (2003). Esto corrobora el hecho de poder usar modelos animales como fuentes confiables de información acerca de la entomofauna asociada a la descomposición de cadáveres humanos, teniendo en cuenta que además del modelo usado, hay muchos más factores involucrados en las relaciones ecológicas de los grupos a estudiar.

## CONCLUSIONES

Los Diptera presentaron una fuerte tendencia a conservar los lugares de oviposición en los cadáveres a pesar de las variaciones intrínsecas del proceso de descomposición.

De los Calliphoridae colectados se identificaron cuatro géneros de importancia forense; *Lucilia sp.*, *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya rufifacies* y *Chrysomya putoria*. Para la zona biogeográfica donde se realizó el presente estudio.

La mayoría de las familias de importancia forense colectadas durante la sucesión de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) correspondieron a hábitos necrófagos, depredadores y algunas incidentales. De los primeros, los Diptera de la familia Calliphoridae se constituyeron indiscutiblemente en los primeros colonizadores del cadáver. Por su parte los Coleoptera de hábitos necrófagos como Dermestidae y los depredadores como Silphidae, Histeridae y Staphilinidae lo hicieron a partir de la etapa enfisematosa hasta la etapa de putrefacción seca.

En el cerdo de muestreo, los fenómenos cadavéricos de descomposición evolucionaron más lentamente con respecto al cerdo de control. La perturbación del primero, debida a factores como la manipulación inherente a la recolección de muestras, sumado a la presencia de depredadores como Hymenoptera (*Labidus sp.*) de la familia Formicidae, provocaron una considerable disminución en la población de las larvas necrófagas de Calliphoridae, las cuales por su voracidad se constituyen en las principales reductoras del cadáver durante las fases iniciales del proceso de descomposición. Por el contrario, en el cerdo de control los fenómenos cadavéricos se presentaron de manera más temprana. La nula manipulación, y la ausencia de una colonia de formícidos depredadores, mantuvieron densas masas de larvas necrófagas que ejercieron una reducción mayor en el cadáver.

Teniendo en cuenta la abundancia, se determinó que el orden Diptera alcanzó el máximo de actividad durante los estados iniciales, y el orden Coleoptera durante los procesos de descomposición activa y putrefacción seca de descomposición.

La baja correlación de las temperaturas ambiental y larval en los diferentes estados de descomposición, concluye que cada una de estas variables se comportó de manera independiente en este trabajo.

La base de datos elaborada con la información recolectada en el presente trabajo es un primer aporte para el establecimiento de patrones de sucesión y abundancia en Nariño, sirviendo como modelo en estudios posteriores, y constituye una

herramienta pedagógica para el conocimiento entomológico y ecológico de la sucesión de fauna cadavérica.

## **RECOMENDACIONES**

Continuar con la elaboración de estudios de la sucesión de entomofauna cadavérica en otras regiones bioclimáticas del departamento de Nariño.

Construir curvas de crecimiento y desarrollo de los Díptera catalogados de importancia forense a diferentes temperaturas, que nos permitan establecer el Intervalo Postmortem o IPM.

## BIBLIOGRAFÍA

ALLAIRE, M. T. Postmortem Interval (PMI) Determination at Three Biogeoclimatic Zones in Southwest Colorado. Louisiana 2002, 69 p. Thesis (Master of Anthropology): Louisiana State University, Department of Geography and Anthropology.

BARRETO, M and BURBANO, M. Flies (Calliphoridae, Muscidae) and Beetles (Silphidae) from humans cadavers in Cali, Colombia. En: Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. Vol. 97, No. 1 (2002); 218 p.

BEDICK, J. C; RATCLIFFE, B. C, HOBACK, W. W and HIGLEY, L. G. Distribution, ecology, and population dynamics of the American burying beetle [*Nicrophorus americanus* Olivier (Coleoptera, Silphidae)] in south-central Nebraska, United States of America. En: Journal of Insect Conservation. Vol 3 (1999); 245 p.

BENECKE, M. A brief history of forensic entomology. En: Forensic Science International. Vol 120 (2001a); 16 p.

BYRD, J. H and CASTNER, J. L (eds). Entomological evidence: the utility of arthropods in legal investigation. CRC Press, Washington DC, 2000. 418 p.

CAMACHO, G. Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclos de vida de las primeras especies colonizadoras, utilizando como biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa*) en la sabana de Bogotá. Santa fe de Bogota 2003, 106 p. Trabajo de grado (Licenciado en ciencias): Universidad Distrital de Colombia, Facultad de ciencias de la educación.

CARREJO, N y GONZALEZ, R. Introducción al conocimiento de los Díptera. 1ra edición, Cali. Centro editorial Universidad del Valle. (serie investigaciones), 1992. 197 p.

CARVALHO, L. M. L; THYSSEN, P. J, LINHARES, A. X. A and PALLARES, F. A. B. Checklist of Arthropods Associated with Pig Carrion and Human Corpses in Southeastern Brazil. En: Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. Vol 95, No. 1 (2000); 148 p.

CATTS, E. P and HASKELL, H. Entomology and death: a procedural guide. Clemson, South Carolina: Joyce's Print Shop, 1990. 182 p.

\_\_\_\_\_ and GOFF, M. L. Forensic Entomology in Criminal Investigations. En: Annual Review of Entomology. Vol. 37, No. 2 (1992); 258 p.

CENTENO, N. D. La sinantropía de Calliphoridae (Insecta: Diptera) en Hudson, Argentina. En: Resúmenes del V Congreso Argentino de Entomología. Buenos Aires, Argentina, Marzo, 2002. 433 p.

\_\_\_\_\_; MALDONADO, M and OLIVA A. Preliminary findings of necrophagous fauna on domestic pig in Argentina. En: XXI International Congress of Entomology. Vol. 2. No. 758 (2000); 506 p. Abstract 3005.

CORNABY, B. W. Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. En: Biotropica. Vol. 6, No. 1 (1974); 105p.

FARIA, L and GODOY, W. A. Prey choice by facultative predator larvae of *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae). En: Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. Vol. 96, No. 6 (2001); 1152 p.

FISHER, P; WALL, R and ASHWORTH, J. R. Attraction of the sheep blowfly, *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) to carrion bait in the field. En: Bulletin of entomological Research, 1998. 872 p.

GRASSBERGER, M; FRIEDRICH, E and REITIER, C. The blowfly *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) as a new forensic indicator in Central Europe. En: International Journal of legal Medicine. Vol. 117, No. 2 (2003); 103 p.

HALL, R. D. Chapter 1: Medicocriminal Entomology. En: CATTs, P. E and HASKELL, N. H (eds). Entomology and death: a procedural guide. South Carolina. Clemson: Joyce's print Shop, 1990. 256 p.

HANSON, P. La sistemática aplicada al estudio de la biología de los parasitoides. En: Manejo integrado de plagas. Costa Rica. Vol 15 (1990); 96 p.

HASKELL, N. H; SCHOENLY, K. G and HALL, R. D. Testing reliability of animal models in research and training programs in forensic entomology, part II, final report. United States of America: National Criminal Justice Reference Service (NCJRS). 2002. 304 p. N° 192281

HUCKETT, H. C and VOCKEROTH, J. R. Muscidae. En: McAlpine J. F; Peterson B. V, SHEWELL, G. E, TESKEY, H. J, VOCKEROTH, J. R and WOOD, D. M. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematics Research Institute. Ottawa, Ontario, 1987. v.2, 1305 p.

JAMES, M. T. Stratiomyidae. En: McAlpine J. F; Peterson B. V, SHEWELL, G. E, TESKEY, H. J, VOCKEROTH, J. R and WOOD, D. M. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematics Research Institute. Ottawa, Ontario, 1981. v.1, 1152 p.

JIRON, L. F and CARTIN, V. M. Insect succession in the decomposition of a mammal in Costa Rica. En: New York Entomological Society. Vol. 89, No. 3 (1981); 210 p.

KEH, B. Scope and applications of forensic entomology. En: Annual Review of Entomology. Vol 30 (1985); 168 p.

LORD, W. D; GOFF, M. L and ADKINS, T. R. The Black Soldier Fly *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) As a potential measure of human postmortem interval: Observations and Case Histories. En: Journal of Forensic Sciences. Vol. 39, No. 1 (1994); 413 p.

MALDONADO, A. M. Breve revisión de los métodos de investigación en entomología forense. Buenos Aires, 1996, 33 p. Monografía (Entomología Forense). Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias. Area de Entomología.

McALPINE, J. F. Piophilidae. En: McAlpine J. F; Peterson B. V, SHEWELL, G. E, TESKEY, H. J, VOCKEROTH, J. R and WOOD, D. M. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematics Research Institute. Ottawa, Ontario, 1987. v.2, 1254 p.

OLAYA, L. A. Estudio de la entomofauna sucesional en los cadáveres de dos canidos en condiciones de campo. Santiago de Cali 1999, 96 p. Trabajo de grado (Biólogo): Universidad del valle, Facultad de ciencias. Departamento de Biología.

PAGANELLI, C and SABROSKY, C. *Hippelates* flies (Diptera: Chloropidae) possibly associated with Brazilian purpuric fever. En: Entologist. Soc. Wash, 1993. 235 p.

PETERSON, B. V. Phoridae. En: McAlpine J. F; Peterson B. V, SHEWELL, G. E, TESKEY, H. J, VOCKEROTH, J. R and WOOD, D. M. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematics Research Institute, Ottawa, Ontario, 1987. v.2, 987 p.

RESTREPO, F; VALDERRAMA, R and MARIN M. Artrópofauna cadavérica asociada con los estados de descomposición del intervalo post-mortem en el cerdo *Sus scrofa*, en dos medios ecológicos diferentes. En: Resúmenes XXVII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, 2000. 302 p.

RUIZ, C. Estudio de la Entomofauna Sucesional Asociada a la Descomposición de un Cadáver de Cerdo (*Sus scrofa*) en Condiciones de Campo. Santiago de Cali 2003, 68 p. Trabajo de grado (Biólogo): Universidad del Valle, Facultad de ciencias. Departamento de Biología.

SHEWELL, G. E. Calliphoridae and Sarcophagidae. En: McAlpine J. F; Peterson B. V, SHEWELL, G. E, TESKEY, H. J, VOCKEROTH, J. R and WOOD, D. M. Manual of Nearctic Diptera. Biosystematics Research Institute. Ottawa, Ontario, 1987. v.2, 1458 p.

SMITH, K. G. V. A Manual of Forensic Entomology. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1986. 205 p.

SPENCER, J. The nocturnal oviposition behaviour of blowflies in the southwest of Britain during the months of August and September. London, 2002. 69 p. Thesis (Master of Entomology) Bournemouth University, School of Conservation Sciences.

STEYSKAL, G. C. Otitidae. En: McAlpine J. F; Peterson B. V, SHEWELL, G. E, TESKEY, H. J, VOCKEROTH, J. R and WOOD, D. M. Biosystematics Research Institute, Ottawa, Ontario, 1987. v.2, 876 p.

WELLS J. D; PAPE, T and SPERLING, F. A. H. DNA-based identification and molecular systematics of forensically important Sarcophagidae (Diptera). En: Journal of Forensic Sciences. Vol. 46, No. 5 (2001); 1134 p.

WOLFF, A; URIBE, M and ORTIZ, A. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. En : Forensic Science International. Vol 120 (2001); 74 p.

## ANEXOS

Anexo A. Datos metereológicos del mes de julio.

	T-max	T-min	T-promedio	T-cuerpo	%Humedad
7	20.5	14.1	17.30	36.8	-
08VII01	20.8	14.3	17.55	22.5	90.0
08VII02	22.8	14.6	18.71	18.5	88.0
08VII03	23.6	14.6	19.11	24.5	55.0
08VII04	20.5	14.2	17.35	22.8	85.0
08VII05	18.4	13.9	16.15	19.5	93.5
09VII01	17.5	13.6	15.55	27.5	93.5
09VII02	22.5	14.3	18.42	29.8	60.0
09VII03	22.2	14.2	18.21	30.2	61.0
09VII04	21.5	11.2	17.75	30.1	85.0
09VII05	20.5	12.4	17.25	28.6	98.0
10VII01	24.5	12.5	18.52	24.8	86.0
10VII02	26.7	13.9	20.30	25.8	65.0
10VII03	26.5	13.9	20.21	28.2	55.0
10VII04	25.2	14.1	19.65	29.4	70.0
10VII05	24.3	13.8	19.05	28.3	92.0
11VII01	24.5	14.1	19.31	26.5	85.0
11VII02	25.8	14.2	20.00	28.7	60.0
11VII03	25.8	14.1	19.95	28.8	70.0
11VII04	25.6	14.0	19.82	28.8	69.0
11VII05	24.4	13.9	19.15	27.2	93.5
12VII01	23.8	13.7	18.75	24.3	92.0
12VII02	26.5	14.3	20.40	31.5	55.0
12VII03	26.8	14.9	20.71	36.5	48.0
12VII04	28.4	14.6	21.51	35.1	40.0
12VII05	27.1	14.1	20.62	34.8	38.0
13VII01	26.3	14.0	20.15	33.9	23.0
13VII02	26.5	14.2	20.35	33.9	20.0
13VII03	26.5	14.2	20.35	35.4	20.5
13VII04	26.8	14.2	20.51	35.6	19.0
13VII05	25.9	14.1	20.00	35.2	21.0
14VII01	24.8	13.2	19.00	33.6	23.0
14VII02	25.6	14.1	19.85	34.8	28.0

Continuación Anexo A.

14VII03	26.3	14.6	20.62	36.2	23.0
14VII04	26.3	14.4	20.35	35.1	28.0
14VII05	24.1	13.6	18.85	32.6	65.0
15VII01	23.5	13.6	18.85	29.6	40.0
15VII02	26.8	14.3	20.55	34.6	32.0
15VII03	28.4	14.8	21.61	36.8	34.4
15VII04	28.1	14.5	21.31	35.2	26.0
15VII05	25.2	13.4	19.34	32.6	45.0
16VII01	26.1	13.8	19.95	31.4	48.0
16VII02	25.6	13.8	19.71	34.4	37.0
16VII03	26.7	14.2	20.45	35.6	38.0
16VII04	26.5	14.1	20.32	35.4	40.0
16VII05	24.3	13.8	19.05	33.6	87.0
17VII01	24.1	13.2	18.65	29.2	75.0
17VII02	26.1	13.8	19.95	33.7	55.0
17VII03	26.9	14.0	20.45	33.8	33.0
17VII04	26.8	14.3	20.55	34.1	26.0
17VII05	25.2	13.6	19.41	32.7	35.0
18VII01	25.1	13.4	19.25	29.4	45.0
18VII02	25.6	13.5	19.55	30.6	35.0
18VII03	26.8	14.0	20.43	34.8	25.0
18VII04	26.3	13.9	20.11	35.1	28.0
18VII05	25.6	13.6	19.61	33.5	32.0
19VII01	25.7	13.3	19.53	29.6	47.0
19VII02	25.8	13.4	19.61	30.4	40.0
19VII03	27.2	14.4	20.81	35.9	30.0
19VII04	27.3	14.4	20.85	36.2	29.0
19VII05	25.8	13.7	19.75	34.1	34.0
20VII01	25.3	13.6	19.45	28.4	50.0
20VII02	26.4	14.3	20.35	31.2	35.0
20VII03	27.8	14.6	21.21	34.8	27.0
20VII04	27.8	14.5	21.15	35.1	29.0
20VII05	25.4	14.1	19.75	34.6	35.0
21VII01	24.5	13.1	18.81	27.3	65.0
21VII02	26.6	14.3	20.45	29.8	35.0
21VII03	26.6	14.3	20.45	30.3	35.0
21VII04	26.1	14.1	20.12	30.5	34.0
21VII05	25.3	13.9	19.61	29.2	38.0

Continuación Anexo A.

22VII01	25.9	14.5	25.92	27.9	75.0
22VII02	27.6	14.6	27.61	33.9	34.0
22VII03	27.9	16.5	27.91	34.8	35.0
22VII04	25.8	14.5	25.82	33.6	38.0
23VII01	26.4	14.2	26.42	27.7	63.0
23VII02	26.6	14.7	26.64	29.2	62.0
23VII03	27.9	13.2	21.45	32.4	55.0
23VII04	26.7	13.8	26.75	29.2	90.0
24VII01	24.6	13.6	24.65	27.6	75.0
24VII02	24.9	14.1	24.91	28.9	47.0
24VII03	25.2	15.2	20.62	34.5	42.0
24VII04	24.5	14.2	24.54	31.2	88.0
25VII01	25.2	13.1	19.22	26.4	58.0
25VII02	26.1	14.4	20.31	30.4	60.0
25VII03	27.6	15.2	21.42	35.2	32.0
25VII04	26.1	14.2	20.05	31.5	70.5
26VII01	26.2	14.3	20.11	30.1	48.0
26VII02	27.2	15.3	21.33	34.8	35.0
26VII03	27.8	16.2	22.12	36.8	26.0
26VII04	25.8	14.2	20.00	32.3	80.0
27VII01	26.5	14.6	20.05	29.2	28.0
27VII02	27.4	15.8	21.15	35.2	24.0
27VII03	27.8	16.3	22.82	38.6	21.0
27VII04	25.2	14.3	19.85	34.1	28.0
30VII01	26.1	14.2	20.01	29.3	65.0
30VII02	26.5	14.5	20.22	35.2	52.6
30VII03	25.6	14.2	19.45	32.2	60.0

Anexo B. Estadística descriptiva para los datos metereológicos del mes de julio.

		T-máx.	T-promedio	T-min.	T-suelo	T-cuerpo	%Hum
Media		25.655	21.49	14.52	17.72	31.77	50.53
Intervalo de confianza	-95%	24.938	20.77	13.87	16.95	30.48	42.82
	95%	26.373	22.22	15.12	18.48	33.07	58.25
Mediana		26.050	21.75	14.13	18.06	32.61	48.62
Mínimo		20.840	17.64	13.64	14.37	24.10	20.07
Máximo		26.900	23.87	20.52	20.20	36.80	79.50
Cuartil inferior		25.480	20.52	13.94	16.08	29.62	35.20

Continuación Anexo B.

Cuartil superior	26.54	23.01	14.370	19.30	34.08	63.00
Rango	6.060	6.23	6.880	5.830	12.70	58.80
Rango de los cuartiles	1.060	2.50	0.430	3.220	4.460	27.82
Varianza	2.616	2.68	1.988	3.004	8.588	302.70
Desviación estándar	1.610	1.63	1.410	1.730	2.930	17.39
Error estándar	0.340	0.34	0.300	0.360	0.640	3.70
Curtosis	5.590	-0.03	17.61	-1.240	0.880	-1.05

Anexo C. Datos metereológicos del mes de agosto.

Día	T-max	T-promedio	T-min	%Humedad
1	27.5	20.5	14.0	59.21
2	29.0	21.6	13.5	55.65
3	26.5	20.6	14.5	35.48
4	27.5	21.4	16.5	35.24
5	28.5	20.0	14.0	60.22
6	26.0	19.0	14.0	33.00
7	24.0	17.6	13.5	44.81
8	24.0	18.6	14.0	61.86
9	29.0	22.7	14.0	35.24
10	27.0	21.8	19.0	41.41
11	29.9	23.4	18.0	36.33
12	28.0	21.7	14.5	59.22
13	28.0	21.6	14.0	36.00
14	28.0	21.0	16.0	57.86
15	29.0	22.1	15.3	45.53
16	27.3	21.7	16.0	41.42
17	29.0	22.0	15.0	44.81
18	27.5	21.5	15.5	63.00
19	26.0	21.4	14.5	47.25
20	27.0	21.4	16.0	51.23
21	27.5	22.0	15.0	49.22
22	28.0	23.1	17.5	50.11
23	29.0	22.9	15.0	47.93
24	27.6	21.4	15.0	47.82
25	27.0	22.2	17.5	35.25
26	29.0	22.8	16.0	49.76

Anexo D. Estadística descriptiva para los datos metereológicos del mes de agosto.

		T-máx.	T-promedio	T-min.	T-suelo	%Hum
Media		26.23	19.31	14.30	15.69	51.74
Intervalo de confianza	-95%	25.64	18.29	13.76	14.74	46.24
	95%	26.82	20.32	14.83	16.64	57.23
Mediana		26.08	19.65	14.21	15.41	51.49
Mínimo		24.53	17.33	13.20	14.00	36.33
Máximo		27.50	21.26	15.90	17.66	61.86
Cuartil inferior		25.90	18.00	13.93	14.66	47.93
Cuartil superior		26.93	20.56	14.46	17.16	57.86
Rango		2.970	3.930	2.700	3.660	25.53
Rango de los cuartiles		1.030	2.560	0.530	2.500	9.930
Varianza		0.670	2.020	0.550	1.770	58.97
Desviación estándar		0.800	1.420	0.740	1.330	7.670
Error estándar		0.260	0.449	0.234	0.421	2.428
Curtosis		1.238	-1.701	1.704	-1.536	0.441

Anexo F. Desarrollo de Calliphoridae (*Lucilia* sp.) durante el proceso de descomposición.

Temperatura °C	Día	Día hora	Huevo	Larva	Pre-Pupa	Pupa	Imago
17.3	0	07VII/12:40	■ ■ ■ ■				
17.55		08VII/07:00		■ ■ ■ ■			
18.71		08VII/010:00		■ ■ ■ ■			
19.11	1	08VII/13:00		■ ■ ■ ■			
17.35		08VII/16:00		■ ■ ■ ■			
16.15		08VII/19:00		■ ■ ■ ■			
15.55		09VII/31:00		■ ■ ■ ■			
18.42		09VII/34:00		■ ■ ■ ■			
18.21	2	09VII/37:00		■ ■ ■ ■			
17.75		09VII/40:00		■ ■ ■ ■			
17.25		09VII/43:00		■ ■ ■ ■			
18.52		10VII/55:00		■ ■ ■ ■			
20.30		10VII/58:00		■ ■ ■ ■			
20.21	3	10VII/61:00		■ ■ ■ ■			
19.65		10VII/64:00		■ ■ ■ ■			
19.05		10VII/67:00		■ ■ ■ ■			
19.31		11VII/79:00		■ ■ ■ ■			
20		11VII/80:00		■ ■ ■ ■			
19.95	4	11VII/83:00		■ ■ ■ ■			
19.82		11VII/86:00		■ ■ ■ ■			
19.15		11VII/89:00		■ ■ ■ ■			
18.75	5	12VII/101:00		■ ■ ■ ■			
20.40		12VII/104:00		■ ■ ■ ■			

Continuación anexo F

Temperatura °C	Día	Día hora	Huevo	Larva	Pre-Pupa	Pupa	Imago
20.71		12VII/107:00					
21.51		12VII/110:00					
20.62		12VII/113:00					
20.15		13VII/125:00					
20.35		13VII/128:00		L3			
20.35	6	13VII/131:00					
20.51		13VII/134:00					
20		13VII/137:00					
19		14VII/149:00					
19.85		14VII/152:00					
20.62	7	14VII/155:00					
20.35		14VII/158:00					
18.85		14VII/161:00					
18.85		15VII/173:00					
20.55		15VII/176:00					
21.61	8	15VII/179:00					
21.31		15VII/182:00					
19.34		15VII/185:00					
19.95		16VII/197:00					
19.71		16VII/200:00					
20.45	9	16VII/203:00					
20.32		16VII/206:00					
19.05		16VII/209:00					
18.65		17VII/221:00					
19.95		17VII/224:00					
20.45	10	17VII/227:00					
20.55		17VII/230:00					
19.41		17VII/233:00					
19.25		18VII/245:00					
19.55		18VII/248:00					
20.43	11	18VII/251:00					
20.11		18VII/254:00					
19.61		18VII/257:00					
19.53		19VII01/269:00					
19.61		19VII/272:00					
20.81	12	19VII/275:00					
20.85		19VII/278:00					
19.75		19VII/281:00					
19.45		20VII/293:00					
20.35		20VII/296:00					
21.21	13	20VII/299:00					
21.15		20VII/302:00					
19.75		20VII/305:00					
18.81	14	21VII/317:00					
20.45		21VII/320:00					

Continuación anexo F

Temperatura °C	Día	Día hora	Huevo	Larva	Pre-Pupa	Pupa	Imago
20.12		21VII/326:00				██████████	██████████
19.61		21VII/329:00				██████████	██████████
25.92		22VII/341:00				██████████	██████████
27.61	15	22VII/350:00				██████████	██████████
27.91		22VII/353:00				██████████	██████████
25.82	16	23VII/365:00				██████████	██████████
26.42	17	24VII/385:00					
26.64	18	25VII/409:00					
21.45	19	26VII/433:00					██████████
Σ19.666°C							