

**TERMITAS EN CULTIVOS DE CÍTRICOS DE LA REGIÓN CARIBE DE  
COLOMBIA: Distribución, Incidencia, Influencia del Manejo del Cultivo y del  
Ambiente**

**JUAN CARLOS ABADÍA LOZANO**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS – BIOLOGÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS  
SANTIAGO DE CALI  
2012**

**TERMITAS EN CULTIVOS DE CÍTRICOS DE LA REGIÓN CARIBE DE  
COLOMBIA: Distribución, Incidencia, Influencia del Manejo del Cultivo y del  
Ambiente**

**JUAN CARLOS ABADÍA LOZANO**

Tesis sometida a consideración del programa de Postgrado, Maestría en Ciencias – Biología  
para optar por el grado de:

Magister en Ciencias Biológicas

**Directora**

**PATRICIA CHACÓN DE ULLOA**

Bióloga, Ph.D.

**Codirectora**

**ÁNGELA M. ARCILA**

Bióloga, Ph.D.

**MAESTRÍA EN CIENCIAS – BIOLOGÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS**  
**MAYO, 2012**

## **Nota de Aprobación**

La tesis titulada “TERMITAS EN CULTIVOS DE CÍTRICOS DE LA REGIÓN CARIBE DE COLOMBIA: Distribución, Incidencia, Influencia del Manejo del Cultivo y del Ambiente” presentada por el estudiante JUAN CARLOS ABADÍA LOZANO, para optar el título de Magister en Ciencias Biológicas revisado por el jurado y calificado como:

## **Aprobado**

-----  
**PATRICIA CHACÓN DE ULLOA**

**Bióloga, Ph.D.**

**Directora**

-----  
**ÁNGELA M. ARCILA**

**Bióloga, Ph.D.**

**Codirectora**

-----  
**Jurado**

-----  
**Jurado**

## **DEDICATORIA**

A mi madre

A mi padre

A mi familia y amigos

## AGRADECIMIENTOS

A mi profesora y consejera Patricia Chacón de Ulloa, por su orientación y apoyo en la realización del presente trabajo.

A Ángela M. Arcila, una líder en investigación por su confianza y apoyo en el desarrollo de la maestría.

A todos mis profesores que contribuyeron en mi formación profesional.

A Cecilia Caicedo, una amiga y gran apoyo en momentos difíciles.

A los especialistas que colaboraron en la identificación taxonómica de las termitas hasta el nivel de especie, el Dr. Reginaldo Constantino (Universidad de Brasilia) por su ayuda con los géneros *Heterotermes*, *Nasutitermes* y *Neocapritermes*; el Dr. Rudolf H. Scheffrahn (Universidad de Florida) con *Amitermes* y *Rhynchotermes*; la Dra. Eliana M. Canello (Universidad de Sao Paulo) con *Orthognathotermes* y finalmente la Dra. Marisa V. Ferraz (Universidad de Sao Paulo) con el género *Coptotermes*.

A mis amigos Elizabeth Jiménez y Oscar Ascuntar por ayudarme con los mapas, a Jimmy Cabra y Laura Rengifo por las fotografías, a Leonardo y Carolina por compartir gratos momentos.

A Francisco Carrascal, Edison Castro, Yhon M. Ramírez, Francia E. Orozco, Álvaro Caicedo y Marlon J. Yacomelo por su ayuda en el trabajo de campo.

A los propietarios y administradores de las fincas citrícolas de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba y Magdalena por su apoyo y contribución.

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por la financiación del proyecto, el cual se desarrolló en convenio entre la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) y la Universidad del Valle, bajo la financiación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (contrato no. 071-2008L4687-3685).

## RESUMEN

Los cítricos son el segundo producto frutícola de importancia económica en Colombia, sin embargo, en la costa Caribe se presentan algunos problemas que han afectado su producción y entre dichos inconvenientes se ha mencionado a las termitas. El presente trabajo, el cual se encuentra dividido en dos capítulos, tuvo como finalidad establecer la identidad y distribución de las termitas asociadas a los principales cítricos cultivados en la región Caribe colombiana. Igualmente, analizar el efecto del manejo de la finca y de cinco variables abióticas (altitud, temperatura, precipitación, textura y pH del suelo), sobre la ocurrencia de termitas en cultivos de naranja. La zona de estudio correspondió a 17 municipios distribuidos en cinco departamentos, donde en total se muestrearon 61 fincas recolectándose 869 muestras de termitas. Tres especies (*Microcerotermes* cf. *arboreus*, *Heterotermes convexinotatus* y *Heterotermes tenuis*) fueron relevantes por su abundancia, distribución y por ser reportadas como problema fotosanitario en otros cultivos en Colombia. La modificación que ha sufrido el paisaje caribeño ha facilitado la dispersión de algunos grupos de termitas, principalmente de aquellas especies que se alimentan de madera y tienen anidación subterránea, por lo cual no se encontró una asociación significativa entre el manejo de la finca y la incidencia de termitas. La altitud, la temperatura y la textura del suelo fueron las variables abióticas que explicaron la interacción ambiente – ocurrencia de termitas. La presencia de termitas en los cultivos de cítricos puede ser considerada importante por lo que se hace necesario realizar más investigaciones y seguimiento de la dinámica poblacional de las especies más frecuentes. También se requiere de trabajos de impacto económico para determinar el estatus de plaga de las termitas involucradas.

**Palabras clave:** Agricultura, Dycitoptera, Incidencia termitas, Relación ambiente - termitas  
Relación manejo finca - termitas

## ABSTRACT

Second economical most important fruit from Colombia are the Citrus fruits. However, in the Caribbean coast of this country there are some problems that have affected the production, that is, the termites. This work is aimed to establish the identity and distribution of termites associated with the main citrus grown in the Colombian Caribbean region and also to analyze the association of farm management and five abiotic variables (altitude, temperature, precipitation, soil texture and pH) on the occurrence of termites in orange crops. The study area corresponded to 17 municipalities divided into five departments, for a total of 61 farms sampled, collecting 869 samples of termites. Three species (*Microcerotermes* cf. *arboreus*, *Heterotermes convexinotatus* and *Heterotermes tenuis*) were notorious for their abundance, distribution and also to be reported as phytosanitary problems in other crops in Colombia. The Caribbean landscape change has allowed the scattering of some groups, mainly those termites that eat wood and are subterranean nesting, whereby there was no significant association between farm management and the occurrence of termites. The altitude, temperature and soil texture were the abiotic variables that explained the environment – occurrence interaction of termites. The presence of termites in citrus crops can be considered important to avoid problems in the crops; even so it is necessary further research and monitoring of population dynamics of the most frequent species. It also requires an economic impact analysis to determine the pest status of the termites involved.

**Key words:** Agriculture, Dycitoptera, Incidence termite, Relationship environment – termites, Relationship management farm – Termite

## CONTENIDO

|               |                                                                                                                                                            | pág.      |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>      | <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                                                                                                                                   | <b>1</b>  |
| <b>2</b>      | <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                                                                                                                           | <b>4</b>  |
| 2.1           | Área de estudio.....                                                                                                                                       | 4         |
| 2.2           | Muestreo.....                                                                                                                                              | 7         |
| <b>CAP. I</b> | <b>IDENTIFICACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y NOTAS SOBRE LAS<br/>TERMITAS ASOCIADAS A CULTIVOS DE CÍTRICOS DE<br/>LA COSTA CARIBE DE COLOMBIA.....</b>                | <b>8</b>  |
|               | <b>RESUMEN.....</b>                                                                                                                                        | <b>8</b>  |
|               | <b>ABSTRACT.....</b>                                                                                                                                       | <b>9</b>  |
| <b>3</b>      | <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                                                                                                                                   | <b>10</b> |
| <b>4</b>      | <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                                                                                                                           | <b>11</b> |
| 4.1           | Muestreo de termitas.....                                                                                                                                  | 11        |
| 4.2           | Análisis de resultados.....                                                                                                                                | 12        |
| <b>5</b>      | <b>RESULTADOS.....</b>                                                                                                                                     | <b>13</b> |
| 5.1           | Generalidades de los cultivos.....                                                                                                                         | 13        |
| 5.2           | Composición de la termitofauna en los cultivos de cítricos.....                                                                                            | 17        |
| 5.3           | Distribución geográfica y frecuencia de ocurrencia de la<br>termitofauna.....                                                                              | 19        |
| 5.4           | Comparación estadística de la ocurrencia de termitas.....                                                                                                  | 26        |
| 5.5           | Descripción del tipo de nido, hábitos de nidificación y de las<br>principales características morfológicas de las especies de termitas<br>encontradas..... | 26        |
| <b>6</b>      | <b>DISCUSIÓN.....</b>                                                                                                                                      | <b>32</b> |
| 6.1           | Generalidades sobre los cultivos de cítricos muestreados.....                                                                                              | 32        |
| 6.2           | Termitofauna.....                                                                                                                                          | 32        |
| 6.3           | Generalidades de las termitas encontradas.....                                                                                                             | 34        |
| <b>7</b>      | <b>CONCLUSIONES.....</b>                                                                                                                                   | <b>36</b> |
| <b>8</b>      | <b>LITERATURA CITADA.....</b>                                                                                                                              | <b>37</b> |

|                |                                                                                                                                        |           |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAP. II</b> | <b>EFFECTO DEL MANEJO DE LAS FINCAS CITRICOLAS Y DE VARIABLES ABIOTICAS SOBRE LA OCURRENCIA DE TERMITAS DEL CARIBE COLOMBIANO.....</b> | <b>43</b> |
|                | <b>RESUMEN.....</b>                                                                                                                    | <b>43</b> |
|                | <b>ABSTRACT.....</b>                                                                                                                   | <b>43</b> |
| <b>9</b>       | <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                                                                                                               | <b>44</b> |
| <b>10</b>      | <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                                                                                                       | <b>46</b> |
| 10.1           | Muestreo.....                                                                                                                          | 46        |
| 10.2           | Análisis de resultados.....                                                                                                            | 47        |
| 10.2.1         | Caracterización de las fincas y tipologías.....                                                                                        | 47        |
| 10.2.2         | Grupos Funcionales.....                                                                                                                | 47        |
| 10.2.3         | Asociación manejo de la finca – ocurrencia de termitas.....                                                                            | 48        |
| 10.2.4         | Efecto del ambiente sobre la ocurrencia de termitas.....                                                                               | 48        |
| <b>11</b>      | <b>RESULTADOS.....</b>                                                                                                                 | <b>48</b> |
| 11.1           | Descripción general de las fincas.....                                                                                                 | 48        |
| 11.2           | Tipologías.....                                                                                                                        | 49        |
| 11.2.1         | Caracterización de las seis tipologías.....                                                                                            | 51        |
| 11.3           | Grupos Funcionales.....                                                                                                                | 52        |
| 11.4           | Asociación manejo de la finca - ocurrencia de termitas.....                                                                            | 53        |
| 11.5           | Efecto del ambiente sobre la ocurrencia de termitas.....                                                                               | 53        |
| <b>12</b>      | <b>DISCUSIÓN.....</b>                                                                                                                  | <b>56</b> |
| 12.1           | Tipologías – Ocurrencia de termitas.....                                                                                               | 56        |
| 12.2           | Ambiente – Ocurrencia de Termitas.....                                                                                                 | 57        |
| <b>13</b>      | <b>CONCLUSION.....</b>                                                                                                                 | <b>59</b> |
| <b>14</b>      | <b>LITERATURA CITADA.....</b>                                                                                                          | <b>59</b> |
| <b>15</b>      | <b>COMNETARIOS FINALES.....</b>                                                                                                        | <b>65</b> |
| <b>16</b>      | <b>LITERATURA GENERAL CITADA.....</b>                                                                                                  | <b>66</b> |
|                | <b>ANEXOS.....</b>                                                                                                                     | <b>77</b> |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>pág.</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Tabla 1</b> Localidades de muestreo agrupadas en cinco zonas.....                                                                                                                                                                                                                         | 5           |
| <b>Tabla 2</b> Localidades de muestreo y tamaño de muestra por tipo de cultivo y por departamento. No = Número; Árb/Dep = Árboles por Departamento...                                                                                                                                        | 14          |
| <b>Tabla 3</b> Termitas asociadas a cuatro cultivos de cítricos en la costa Caribe de Colombia y frecuencia de recolecta (%).....                                                                                                                                                            | 18          |
| <b>Tabla 4</b> Termitas encontradas en los cultivos de naranja ( <i>Citrus sinensis</i> ), frecuencia de ocurrencia y grupos funcionales. I = sustrato menos humificado (termitas inferiores), II = madera (termitas superiores), III = madera deteriorada, IV = se alimentan del suelo..... | 53          |
| <b>Tabla 5</b> Datos de las variables abióticas evaluadas en los cultivos de naranja de la costa Caribe de Colombia para analizar la relación ambiente – ocurrencia de termitas. F = Franco.....                                                                                             | 54          |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | pág. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Figura 1</b> Municipios de estudio distribuidos en cinco departamentos (Atlántico, Bolívar, César, Córdoba y Magdalena) de la región Caribe de Colombia                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6    |
| <b>Figura 2</b> Distribución por categorías de edad de los huertos de cítricos visitados en 61 fincas de la costa Caribe de Colombia. Total fincas: 61.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 16   |
| <b>Figura 3</b> Distribución de los huertos de cítricos por categorías de edad en 61 fincas muestreadas en la costa Caribe de Colombia.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 17   |
| <b>Figura 4</b> Frecuencia de ocurrencia de termitas (%) en 17 municipios de cinco departamentos de la costa Caribe de Colombia.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 19   |
| <b>Figura 5</b> Mapas de distribución e incidencia para las especies de termitas encontradas asociadas a cuatro cultivos de cítricos de la costa Caribe de Colombia.....                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 20   |
| <b>Figura 6</b> Forma de anidar más frecuente de las especies de termitas recolectadas en los diferentes cultivos de cítricos de la costa Caribe de Colombia....                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 26   |
| <b>Figura 7</b> <i>M. cf arboreus</i> . <b>a.</b> Vista dorsal de la cabeza del soldado; <b>b.</b> Nido de la especie.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 27   |
| <b>Figura 8</b> Género <i>Heterotermes</i> . <b>a.</b> <i>H. convexinotatus</i> , vista dorsal de la cabeza del soldado y vista lateral del abdomen. Detalle de la mandíbula y la no presencia visible de setas en los tergitos; <b>b.</b> <i>H. tenuis</i> , vista dorsal de la cabeza del soldado y vista lateral del abdomen. Detalle de la mandíbula y la presencia visible de setas en los tergitos; <b>c.</b> Galerías típicas de las dos especies..... | 28   |
| <b>Figura 9</b> Vista lateral de soldado de <i>Nasutitermes nigriceps</i> , detalle del nasute...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 29   |
| <b>Figura 10</b> <i>Amitermes foreli</i> . <b>a.</b> Vista dorsal del soldado; <b>b.</b> Montículo sobre árbol de limón pajarito ( <i>Citrus aurantifolia</i> ); <b>c.</b> Vista dorsal del soldado de <i>A. amicki</i> .....                                                                                                                                                                                                                                 | 29   |
| <b>Figura 11</b> <b>a.</b> <i>Coptotermes testaceus</i> , vista frontal de la cabeza del soldado, detalle del poro frontal; <b>b.</b> <i>C. crassus</i> , vista dorsal; <b>c.</b> Tronco de árbol de limón pajarito ( <i>Citrus aurantifolia</i> ), detalle de herida por gomosis.....                                                                                                                                                                        | 30   |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 12</b> | <b>a.</b> Vista dorsal del soldado de <i>Neocapritermes longinotus</i> , detalle de las mandíbulas asimétricas; <b>b.</b> Vista lateral del soldado de <i>Termes panamaensis</i> detalle del proceso cónico en la cabeza y de las largas y simétricas mandíbulas..... | 31 |
| <b>Figura 13</b> | Vista dorsal del soldado mayor y menor de <i>Rhynchotermes bulbinasus</i> ..                                                                                                                                                                                          | 31 |
| <b>Figura 14</b> | Dendrograma de las tipologías conformadas de acuerdo a las características y manejo de los naranjales de la costa Caribe de Colombia, variables que fueron reducidas a once componentes principales.....                                                              | 50 |
| <b>Figura 15</b> | Tri-plot de la relación entre variables abióticas ambientales y la presencia de termitas (riqueza y ocurrencia) en cultivos de naranja de la costa Caribe de Colombia.....                                                                                            | 56 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Anexo A</b> Encuesta de Caracterización de las fincas a estudiar.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 77   |
| <b>Anexo B</b> Coordenadas de las 61 fincas muestreadas y el tipo de cultivo<br>revisado (X). L. pajarito = Limón pajarito, L. Tahití = Limón<br>Tahití.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 83   |
| <b>Anexo C</b> Datos de la frecuencia de ocurrencia (Fre./Ocu. %) de termitas en<br>los cultivos de naranja ( <i>Citrus sinensis</i> ) para la comparación<br>estadística. Transformación mediante la función arcoseno<br>( $p' = \arcsin\sqrt{p}$ ; donde, $p$ es el porcentaje de frecuencia de<br>ocurrencia y $p'$ es el valor transformado). Cat./Edad = Categoría<br>de edad : joven (2 meses – 5 años), maduro (6 – 15 años) y viejo<br>(16 años o más). Ausencia del dato (-). ....                                                                             | 85   |
| <b>Anexo D</b> Datos de la frecuencia de ocurrencia (Fre./Ocu. %) de termitas en<br>los cultivos de limón (L.p.= limón pajarito ( <i>Citrus aurantifolia</i> ),<br>L.T. = Limón Tahití ( <i>Citrus latifolia</i> )) para la comparación<br>estadística. Transformación mediante la función arcoseno<br>( $p' = \arcsin\sqrt{p}$ ; donde, $p$ es el porcentaje de frecuencia de<br>ocurrencia y $p'$ es el valor transformado). Cat./Edad = Categoría<br>de edad : joven (2 meses – 5 años), maduro (6 – 15 años) y viejo<br>(16 años o más). Ausencia del dato (-)..... | 87   |
| <b>Anexo E</b> Supuestos de normalidad de los porcentajes de frecuencia de<br>ocurrencia transformados.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 88   |
| <b>Anexo F</b> Análisis de componentes principales de las características y<br>variables del manejo de los cultivos de naranja ( <i>Citrus sinensis</i> )<br>estudiados en la costa Caribe de Colombia.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 89   |

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo G</b> | Valores de Correlación entre variables de las áreas cultivadas y los componentes principales. <b>e</b> = Autovectores,<br>Cul.citri_otras.especies = Cultivo cítrico y otras especies vegetales, Área_veg_natural = área de vegetación natural, Época_apar_termitas = época aparición de termitas, Tipo_man_termitas = tipo de manejo para las termitas, Fre_man_termitas = frecuencia de manejo para las termitas..... | 90 |
| <b>ANEXO H</b> | Análisis de la varianza multivariado (MANOVA) de las seis tipologías determinadas de acuerdo a las características y variables del manejo de los cultivos de naranja ( <i>Citrus sinensis</i> ) evaluados en la costa Caribe de Colombia.....                                                                                                                                                                           | 91 |
| <b>ANEXO I</b> | Valores del análisis discriminante de las seis tipologías determinadas de acuerdo a las características y variables del manejo de los cultivos de naranja ( <i>Citrus sinensis</i> ) evaluados en la costa Caribe de Colombia.....                                                                                                                                                                                      | 92 |

## 1 INTRODUCCIÓN

Los cítricos son el principal cultivo de frutas en el mundo y en la costa Caribe de Colombia se cultivan pomelo (*Citrus grandis*), limón pajarito (*Citrus aurantifolia*) y principalmente naranja (*Citrus sinensis*) (Gómez 2008). De las 35.452 has plantadas en naranjas a nivel nacional, la costa Caribe por departamentos contribuye con 8.702 Ha. (24.5%), distribuidos así: Magdalena, 1.573 Ha., Bolívar, 4.480 Ha.; Cesar, 2.005 Ha; Córdoba, 335 Ha; Atlántico, 21 Ha; Sucre, 142 Ha.; y la guajira, 146 Ha. (Gómez 2008). La producción en la región de la costa Caribe asciende a 96.642 ton/año, en donde el principal productor de naranja lo constituye Bolívar y Magdalena con 64.617 y 25.168 ton, respectivamente, que en su mayor porcentaje se localiza en las zonas productoras de la subregión Depresión Momposina (Gómez 2008). Según indicadores del Observatorio Agrocadenas Colombia para el año 2005, los mayores productores mundiales de cítricos fueron Brasil y Estados Unidos mientras que Colombia ocupó el puesto 32 con una tasa de crecimiento negativa (MADR 2005).

Los citricultores de la zona Caribe de Colombia han argumentado que la principal limitante para la producción son enfermedades y las plagas insectiles, entre las cuales las termitas tienen la mayor presencia (Páez *et al.* 2004). Estos insectos cuya posición filogenética se ha debatido durante mucho tiempo y que hoy en día forman parte del orden Dytioptera (junto con las cucarachas y las mantis) (Inward *et al.* 2007, Legendre *et al.* 2008), son de color pálido y de cuerpo poco esclerotizado (Randall 2000). Las termitas son abundantes y diversas en la región Neotropical, principalmente en bosques lluviosos y sabanas de sur América. Se estima alrededor de 500 especies agrupadas en 83 géneros para el Neotrópico (Constantino 1998). De las 2600 especies descritas en el mundo, solo 185 son consideradas plagas ya sea en cultivos agrícolas o en ambientes urbanos (UNEP/FAO 2003).

Las termitas viven en nidos llamados termiteros, donde se encuentran cuatro tipos de individuos o castas, cada una especializada en una determinada función. La primera casta la forman los reproductores (rey y reina), que constituyen una única pareja encargada de

generar continuamente nuevos individuos y de cohesionar la colonia. La segunda son las obreras que tienen a su cargo todos los trabajos de la colonia, desde el mantenimiento y la ampliación del termitero hasta la búsqueda de recursos e incluso la alimentación y cuidado del resto de castas. La tercera casta la constituyen los soldados cuya misión es salvaguardar la colonia de los peligros del exterior o de invasores. Finalmente, la cuarta casta son las ninfas, que son las que darán origen a nuevos reproductores (Issa 2002, UNEP/FAO 2003, Eggleton 2011).

Los insectos en cuestión pueden alimentarse de detritus; consumen plantas y árboles muertos así como las partes secas de árboles vivos (Donovan *et al.* 2001, Eggleton 2011). Las termitas que se alimentan de madera y otros materiales celulósicos degradan la celulosa gracias a su asociación simbiótica con protozoarios, bacterias y levaduras que viven dentro de su tracto intestinal (Donovan *et al.* 2000, UNEP/FAO 2003, Eggleton 2011). Algunas especies de termitas son consideradas plagas y provocan en los cultivos daño a las raíces, hojas, tallos y tejido leñoso; y ahuecamiento del tronco de árboles. Además, la construcción de grandes termiteros se considera un obstáculo para el uso de maquinaria en los campos, reduce la superficie utilizable del terreno y provee refugio a serpientes, escorpiones, arañas, entre otros (Constantino 2002a).

Según la UNEP/FAO (2003), África es el continente donde se presenta con mayor frecuencia problemas con termitas a nivel agrícola. Por su parte, en el territorio Australiano se estima que el costo para el manejo y reparación de daños ocasionados por las termitas supera los 100 millones de dólares. En Asia, China y Japón son los países que más invierten dinero en el control de las termitas plaga (UNEP/FAO 2003). En Europa la introducción de otras especies ha empezado a afectar la industria en Alemania e Inglaterra. Para las Américas, solo en Estados Unidos se gasta más de un billón de dólares en el manejo y control de termitas que afectan las construcciones en madera y la agricultura. Finalmente, en Sur América un total de 77 especies de termitas son reportadas como plaga correspondiendo al 19% de todas las especies registradas para la zona.

La bibliografía en cuanto a las termitas como plagas de cultivos de cítricos es escasa, pero se consideran un problema en diferentes partes del mundo como Florida (U.S.A) (Stansly *et al.* 2001), Texas (U.S.A), Israel, Malasia, Australia, Surinam, Arabia y Nigeria (Harris 1969). En México, la especie *Reticulitermes flavipes* es considerada la principal plaga en cultivos de limón (Carrillo 2003, Ruiz *et al.* 2006) y *Coptotermes gestroi* en mandarina (Aguilera 2010).

En la costa Caribe colombiana, según Páez *et al.* (2004) la presencia de termitas en cultivos de cítricos oscila entre el 20 y el 35%. Abadía y Arcila (2009) en un estudio preliminar en cultivos de limas ácidas, en los departamentos de Atlántico y Magdalena, registraron una especie de *Microcerotermes* y a *Heterotermes convexinotatus* con una frecuencia de captura de 40% y 26% respectivamente. López y Arcila (2008) mencionan que las especies pertenecientes al género *Heterotermes*, causan heridas que favorecen la entrada de patógenos del suelo, como es el caso del hongo *Phytophthora* sp., agente causal de la gomosis de los cítricos. Sin embargo, no se ha cuantificado el efecto del ataque de termitas sobre la producción por hectárea y su impacto económico. Por lo que, no existen estudios de identificación y estatus de plagas de las especies involucradas.

El conocer la biología y el hábito de las termitas es fundamental para establecer medidas de control (Morales 2003). No obstante, la falta de entendimiento taxonómico de los grupos de termitas tropicales ha dificultado su estudio y manejo (López y Arcila 2008), situación que se incrementa por la alta diversidad del grupo, lo cual hace que muchas especies no estén descritas o su descripción sea muy pobre (Constantino 2002a). En Sur América, la investigación en termitas se concentra en Brasil, mientras que la fauna y problemas ocasionados por termitas en países como Colombia son prácticamente desconocidos (Constantino 2002a). En estas circunstancias es difícil recolectar información biológica y de importancia económica para cada especie (UNEP/FAO 2003). Ante la mencionada situación, la presente investigación tuvo como objetivo identificar y establecer la distribución e incidencia de las especies de termitas asociadas a cultivos de cítricos en la región Caribe colombiana. Igualmente, analizar el efecto del manejo de las fincas citrícolas

y de factores abióticos como temperatura, precipitación, altitud y textura y pH del suelo sobre la incidencia de termitas (frecuencia de captura y riqueza) en los cultivos.

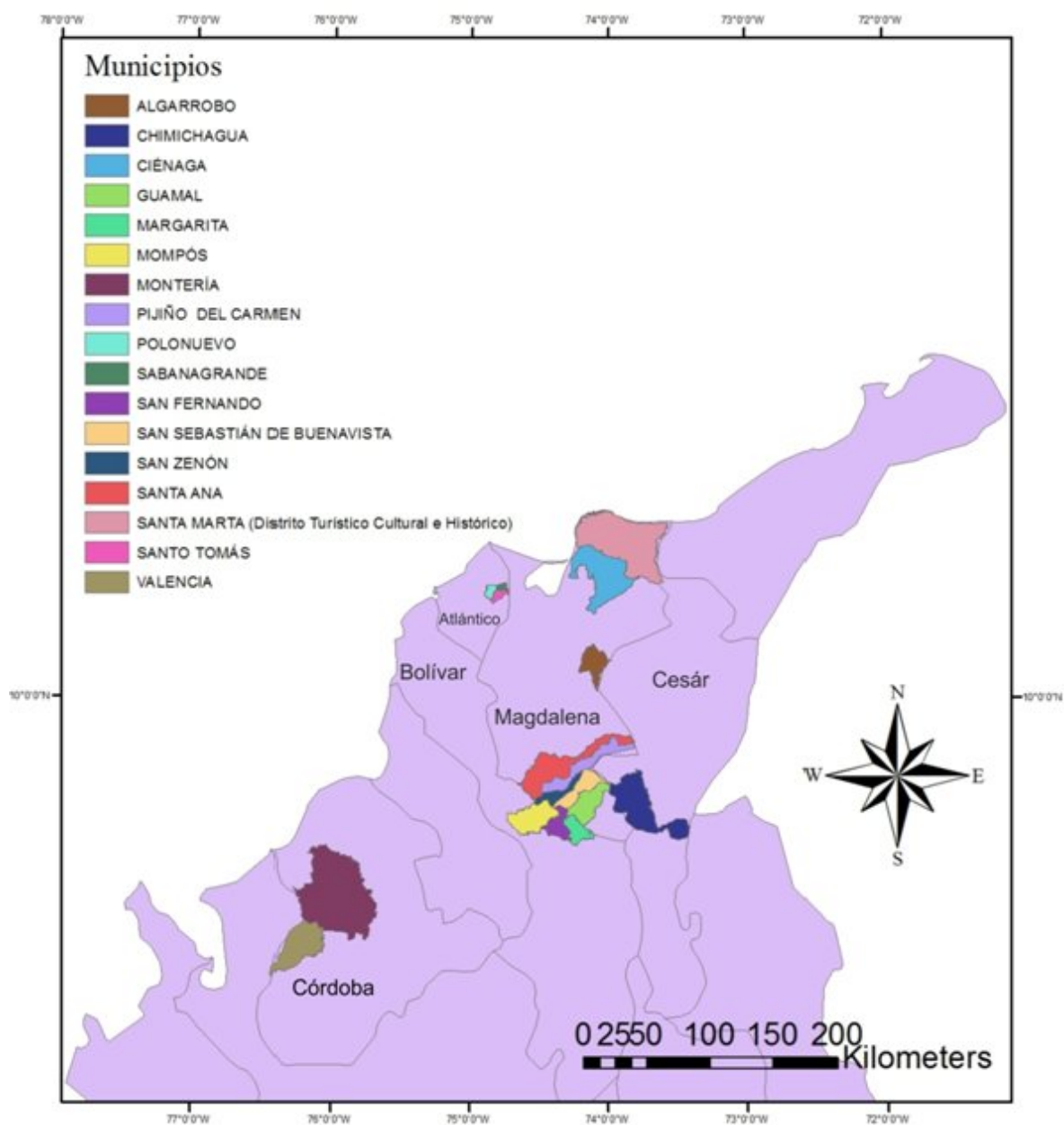
## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Área de estudio:

El área de estudio se encuentra ubicada entre los 0 - 500 msnm, lo cual corresponde al piso térmico cálido con una temperatura promedio anual de 27 a 30 °C. La humedad relativa disminuye de sur a norte en la Costa Atlántica, en los departamentos del Magdalena y Atlántico oscila entre 70% y 86%, mientras que en Córdoba los valores son mayores entre el 86% y 89 %. La distribución de las lluvias tiende a ser unimodal con un período de sequía que va de noviembre a abril y uno de lluvias de mayo a octubre, aunque en el departamento del Magdalena se presenta un corto período de verano adicional entre julio y agosto y los meses de abril y noviembre son de transición (Páez *et al.* 2004). Los muestreos se realizaron en 17 localidades abarcando los departamentos del Magdalena, Córdoba, Atlántico, Cesar y Bolívar (Tabla 1, Figura1), donde se ubicaron los principales cultivos escogidos: Naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), Lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), Lima ácida pajarito (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swing) y Pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck).

**Tabla 1.** Localidades de muestreo agrupadas en cinco zonas (Páez *et al.* 2004).

| <b>Zona</b>                | <b>Municipios</b>                                                                                                                                                     | <b>Características</b>                                                                                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Norte del Magdalena        | Santa Marta y Ciénaga                                                                                                                                                 | Área citrícola 460 Ha. principalmente limas ácidas.                                                                        |
| Centro del Magdalena       | Municipio de Algarrobo                                                                                                                                                | Área citrícola 120 Ha. compuesta por naranja valencia (52%), limas ácidas (37%) y toronja (11%).                           |
| Depresión Momposina        | Guamal, San Sebastián, Santa Ana, San Zanón y Pijiño del Carmen (Dep. de Magdalena); Margarita, Mompós y San Fernando (Dep. de Bolívar) y Chimichagua (Dep. de Cesar) | Área citrícola 2900 Ha. en su mayoría naranja valencia (93%) y en algunos casos arreglos de naranja con limas ácidas (7%). |
| Departamento del Atlántico | Santo Tomás, Sabanagrande y Polonuevo                                                                                                                                 | Área citrícola 609 Ha. exclusivamente lima ácida criolla o limón común                                                     |
| Departamento de Córdoba    | Montería y Valencia                                                                                                                                                   | Área citrícola 375 Ha. principalmente naranja.                                                                             |



**Figura 1.** Municipios de estudio distribuidos en cinco departamentos (Atlántico, Bolívar, César, Córdoba y Magdalena) de la región Caribe de Colombia.

## **2.2 Muestreo:**

Se realizó una visita de caracterización de las fincas a estudiar con el objetivo de especificar el tipo y situación actual del cultivo, en cuanto a problemas fitosanitarios y medidas de control (Anexo A).

En general se ubicaron las tres fincas de mayor extensión en área cultivada en cítricos, algunas fincas presentaron dos de los tres cultivos escogidos (naranja, limas ácidas y/o pomelo). Se visitaron en total 61 fincas, 28 de ellas en el departamento de Magdalena donde siete se encuentran en el municipio de Ciénaga. Dicho municipio contó con un número mayor de huertos por su gran extensión, por lo que se requería representar la variabilidad local (Anexo B). Se hizo un único muestreo por finca, estos fueron divididos en dos fases y se realizaron en época seca debido a la facilidad para desplazarse en la zona de estudio. La primera fase se llevo a cabo entre los meses de abril y noviembre del año 2009; se visitaron diez municipios, principalmente los que poseen cultivos de limas ácidas. La segunda fase se llevo a cabo entre los meses de junio y agosto del año 2010; se ubicaron las fincas de los siete municipios restantes, los cuales se concentraron en la depresión momposina y cuyo cultivo es naranja (Figura 1, Anexo B)

## CAPITULO I

### IDENTIFICACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y NOTAS SOBRE LAS TERMITAS ASOCIADAS A CULTIVOS DE CÍTRICOS DE LA COSTA CARIBE DE COLOMBIA

#### RESUMEN

Con el objetivo de establecer la identidad, frecuencia de ocurrencia y distribución de las termitas asociadas a cuatro tipos de cultivos de cítricos en la costa Caribe de Colombia, se muestrearon 64 huertos distribuidos en 61 fincas de cinco departamentos (Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba y Magdalena). Se utilizó el método de búsqueda exhaustiva de nidos y galerías de termitas en el árbol del cítrico y sus alrededores. Con la frecuencia de ocurrencia se realizaron mapas de distribución y mediante análisis de varianza se comparó la incidencia de termitas entre especies de cítricos, categorías de edad del cultivo y entre zonas de muestreo (departamento y municipio). Para las mencionadas comparaciones no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En total, se revisaron 1975 árboles de los cuales 899 presentaron termitas; el 64% correspondió a los huertos de naranja, el 27,3% a los de limón pajarito y el 8,7% restante a los cultivos de limón Tahití y pomelo. En las muestras se encontraron representadas dos familias: Termitidae (57%) con diez géneros (*Anoplotermes*, *Armitermes*, *Cortaritermes*, *Microcerotermes*, *Nasutitermes*, *Neocapritermes*, *Orthognathotermes*, *Ruptitermes*, *Rhynchotermes* y *Termes*) y Rhinotermitidae (43%) con dos géneros (*Coptotermes* y *Heterotermes*). Se identificaron 17 especies destacándose por su abundancia y amplia distribución en el área de estudio *Microcerotermes* cf. *arboreus* (59%), *Heterotermes convexinotatus* (38.50%) y *Heterotermes tenuis* (27.50), las cuales tienen en común su tipo de anidación subterránea. La presencia de *M. cf. arboreus*, *H. convexinotatus*, *H. tenuis*, *Coptotermes testaceus*, *Coptotermes crassus* y *Amitermes foreli* constituyen los hallazgos más importantes del

trabajo, ya que se reportan como especies de importancia forestal en Colombia, por lo que se recomienda seguir realizando estudios en cultivos de cítricos.

**Palabras claves:** Nido, Plaga, Termitidae, Rhinotermitidae

## ABSTRACT

It was conducted a study to establish the identity, occurrence and distribution of termites associated with four types of citrus crops on the Caribbean coast of Colombia, were sampled 64 crops distributed in 61 farms in five departments (Atlantico, Bolivar, Cesar, Cordoba, and Magdalena). We used the method of exhaustive search of termite nests and galleries in the citrus tree and around. It was made the distribution maps with the occurrence of termites and with the ANOVA to compare the occurrence of termites among citrus species, age categories of the crop and between sampling areas (department and municipality). For the above comparisons are not statistically significant differences. In total, 1975 trees were reviewed from which 899 had termites, 64% came from the crops of orange, 27.3% from common lemon tree and the remaining 8,7% from Tahiti lemon crop and grapefruit. The samples were represented two families: Termitidae (57%) with ten genera (*Anoplotermes*, *Armitermes*, *Cortaritermes*, *Microcerotermes*, *Nasutitermes*, *Neocapritermes*, *Orthognathotermes*, *Ruptitermes*, *Rhynchotermes* and *Termes*) and Rhinotermitidae (43%) with two genera (*Coptotermes* and *Heterotermes*).

It was identified 17 species which were important for their abundance and wide distribution in the study area *Microcerotermes* cf. *arboreus* (59%), *Heterotermes convexinotatus* (38.50%) and *Heterotermes tenuis* (27.50%), which also have in common their type of subterranean nesting. The presence of *M.* cf. *arboreus*, *H.* *convexinotatus*, *H.* *Coptotermes testaceus tenuis*, *Coptotermes crassus* and *Amitermes foreli* are the most important findings of this work, because these termites are reported as important species for the Colombian forested, so it is recommended to do further research.

**Key words:** Nest, Plague, Termitidae, Rhinotermitidae

### 3 INTRODUCCIÓN

Las termitas son uno de los principales elementos de la fauna del suelo y desempeñan un rol importante como organismos descomponedores (Staley y Oriens 1992, Calderón y Constantino 2007, Eggleton 2011). La actividad de dichos insectos acelera el ciclo de nutrientes y provee de estructura y fertilidad al suelo (Wood y Sands 1978, Constantino y Acioli 2006). Sin embargo, algunas especies de termitas son consideradas plaga en diferentes partes del mundo, lo cual ha ocurrido como consecuencia del desplazamiento de su hábitat natural, donde se ha removido la vegetación nativa privando a las termitas de sus recursos alimenticios (Wood 1978, Wood y Pearce 1991, Constantino 2002a, Issa 2002).

En Sur América, la fauna y los problemas ocasionados por termitas en agroecosistemas son virtualmente desconocidos (Constantino 2002a). En Colombia, se han encontrado de algunas especies de termitas que en otros países ya se conocen por afectar la agricultura; es el caso de *Comatermes perfectus* (Hagen) en café (*Coffea* sp.) (Weidner 1980), *Neotermes castaneus* (Burmeister, 1839) en frutales (Bequaert 1925), *Coptotermes niger* (Snyder, 1922) en frutas y palmas (Araujo 1970), *Coptotermes testaceus* (Linnaeus, 1758) en yuca (*Manihot sculenta*), caucho (*Hevea brasiliensis*) y eucalipto (*Eucalyptus* sp.) (Bandeira 1981; Bandeira *et al.* 1989; Santos *et al.* 1990), *Heterotermes convexinotatus* (Snyder, 1924) en maracuyá (*Passiflora edulis*) y maíz (*Zea mays*) (Bandeira *et al.* 1989; Belloti *et al.* 2002) y *Amitermes foreli* (Wasmann, 1902) en maracuyá (*Passiflora edulis*) (Domínguez-Gil y McPheron 1992). Concretamente en agroecosistemas colombianos se ha mencionado la presencia de termitas en caña de azúcar y maracuyá (Belloti *et al.* 2002), entre otros cultivos, pero solo existen estimativos de las pérdidas ocasionadas en yuca las cuales alcanzan un 40% en producción y entre 46-100% en material de siembra almacenado (Belloti *et al.* 2002). Mientras que para cultivos forestales principalmente en eucalipto (*Eucalyptus* spp.) y *Acacia mangium*, los estudios de termitas se han centrado en identificar las especies asociadas y caracterizar el daño que ocasionan al fuste, follaje y semillas del árbol (Madrigal 1989, Madrigal 2003, Gutiérrez *et al.* 2004, Nieto y Gasca 2010, Lores y Pinzón 2011).

En la costa Caribe de Colombia, los citricultores han mencionado a las plagas (ácaros, cochinillas, trips, hormigas, termitas, entre otros) y a las enfermedades (gomosis, virus de la tristeza, exocortis y psoriasis) como las principales limitantes en la producción, pero no hay estudios detallados por lo que no se aplican criterios adecuados para su evaluación y manejo (Páez *et al.* 2004). Los pocos estudios realizados en los cítricos de la región Caribe colombiana con termitas, indican que las especies pertenecientes al género *Heterotermes*, además de ocasionar el debilitamiento y posible muerte de la planta, causan heridas que favorecen la entrada de patógenos del suelo, como es el caso del hongo *Phytophthora* sp., agente causal de la gomosis de los cítricos (López y Arcila 2008). Por otro lado, Abadía y Arcila (2009) en un trabajo llevado a cabo en cultivos de limón en los departamentos de Atlántico y Magdalena, obtuvieron incidencia de termitas mayores al 40%, por lo que recomendaron realizar más investigaciones y hacer un seguimiento de las poblaciones de las especies más frecuentes. No obstante, todavía no se conocen estudios de identificación y estatus de plagas de las especies de termitas asociadas a los cítricos de la costa Caribe de Colombia.

El presente trabajo se centra en la región Caribe de Colombia donde se exploran los cultivos de cuatro especies de cítricos de diferentes edades; y se establece la identidad y frecuencia de ocurrencia de las termitas asociadas. Además, se dan los principales caracteres morfológicos de las especies de termitas, su tipo de nido y su distribución e incidencia mediante mapas digitales.

## **4 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Muestreo de termitas:**

Los cultivos de cítricos se separaron en tres categorías según la edad del huerto: joven (2 meses – 5 años), maduro (6 – 15 años) y viejo (16 años o más). En cada finca se demarcó el perímetro del área cultivada, para lo cual se utilizó un GPS (Garmin Map 76 CSx) y se

trazaron tres transectos paralelos (distanciados aproximadamente 14 m entre sí), donde se contó el número de árboles y se escogieron de forma aleatoria, diez números que corresponderían a los árboles a revisar por transecto, procurando completar 30 árboles por finca. Se hizo una inspección meticulosa de cada uno de los árboles buscando termiteros y/o señales de daño por termitas; así mismo se registraron los árboles vecinos y troncos en el suelo en un radio de seis metros alrededor del árbol muestreado. En caso de encontrar termitas, éstas se asignaron al árbol muestreado. Cuando se encontraron termiteros y/o galerías, se tomaron muestras de obreras, soldados y alados, los cuales fueron depositados en tubos eppendorf que contenían alcohol al 80% para su posterior identificación hasta género o especie. Igualmente se tomó nota del tipo de nido (subterráneo, arbóreo, montículo) y de comportamientos mostrados por las termitas en el momento de su recolecta.

#### **4.2 Análisis de resultados:**

La determinación de las especies hasta el nivel de género se realizó con la ayuda de la clave de Constantino (2002b). Para el nivel de especie se consultaron descripciones taxonómicas como las de Krishna y Araujo (1968), Scheffrahn *et al.* (1999), Ferraz (2000), Constantino (2001), Rocha y Canello (2009) y Scheffrahn (2010). La colección se encuentra preservada en el museo de Entomología de la Universidad del Valle (MUSENUV) y un duplicado en CORPOICA sede Caribia en el departamento del Magdalena.

Se tomó como unidad muestral el árbol, registrando las diferentes especies de termitas. Mediante estadística descriptiva se calculó la frecuencia de ocurrencia (incidencia)  $[(\text{número de árboles con termitas} / \text{total de árboles muestreados}) * 100]$  de termitas en los tres cultivos, edad del cultivo, el departamento y municipio. Igualmente, con los resultados de incidencia y en las zonas geográficas de los isópteros capturados, se procedió a la realización de mapas de distribución con una resolución de 1:500.000 y se empleó el programa ArcGIS versión 10.

Mediante análisis de varianza se comparó la incidencia de termitas entre especies de cítricos, categorías de edades del cultivo y entre zonas de muestreo (departamento y municipio). El primer paso para la comparación fue transformar los porcentajes de frecuencia de captura a la función arcoseno ( $p' = \arcsin\sqrt{p}$ ; donde,  $p$  es el porcentaje de frecuencia de ocurrencia y  $p'$  es el valor transformado) (Zar 1996) (Anexo C y D). Luego, los datos transformados fueron sometidos a los supuestos de normalidad para lo cual se utilizó el gráfico de probabilidad normal y la prueba de Shaphiro Wilk (RJ); para la homogeneidad de varianzas se aplicó la prueba de Bartlett para los cultivos de naranja y la prueba de F para los cultivos de limón. Finalmente, la prueba de corridas por encima y por debajo (K), con el fin de validar el supuesto de independencia (Zar 1996) (Anexo E). Los análisis de normalidad y de varianza fueron realizados con el programa Minitab 15. Es de aclarar que los análisis solo se hicieron para cultivos de naranja y limón (pajarito y Tahití), no se tuvo en cuenta los cultivos de pomelo debido a su poca representatividad. Igualmente ocurrió con las fincas que no contaron con el dato de categoría de edad.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Generalidades de los cultivos

En total se visitaron 64 huertos distribuidos en 61 fincas de 17 municipios y cinco departamentos. Predominó el cultivo de naranja al encontrarse en 39 fincas en las que se muestrearon 1170 árboles. El segundo lugar lo ocupó el cultivo de limón pajarito (20 fincas y 587 árboles), seguido de pomelo (cinco fincas y 128 árboles) y por último el limón Tahití (tres fincas y 90 árboles) (Tabla 2).

El departamento del Magdalena fue el que más aportó muestras con un total de 925 árboles abarcando 28 fincas. En dicha zona se observaron los cuatro cultivos de cítricos investigados, el 63,7% fue de naranja, seguido de limón pajarito (28,7%) y menos del 5% para los otros dos cultivos. En el municipio de Ciénaga solo se encontraron fincas de limas

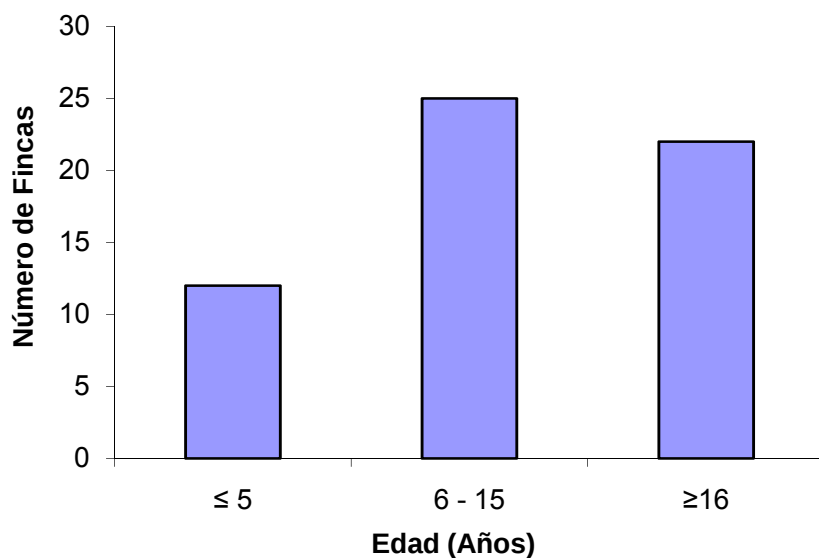
ácidas mientras que en los municipios que forman parte de la depresión momposina solo se halló naranja. También en los departamentos de Bolívar, Cesar y Córdoba predominaron los huertos de naranja, aunque en Córdoba los cultivos de pomelo aportaron el 12,5%. Las limas ácidas, principalmente limón pajarito con el 73,3% fue característico en el departamento del Atlántico, donde el porcentaje restante se dividió entre los cultivos de limón Tahití y pomelo (13,3% para cada uno) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Localidades de muestreo y tamaño de muestra por tipo de cultivo y por departamento. No = Número; Árb/Dep = Árboles por Departamento

|              |              |                | No. ÁRBOLES MUESTREADOS |        |         |        |                   |
|--------------|--------------|----------------|-------------------------|--------|---------|--------|-------------------|
|              |              |                | CULTIVO                 |        |         |        |                   |
| DEPARTAMENTO | MUNICIPIO    | FINCA          | Limón<br>pajarito       | Tahití | Naranja | Pomelo | Total<br>Árb/Dep. |
| Atlántico    | Polo Nuevo   | El Agosto      | 30                      |        |         |        | 450               |
|              |              | El Combo       | 30                      |        |         |        |                   |
|              |              | Motea          | 30                      |        |         |        |                   |
|              |              | San Jorge      |                         |        |         | 30     |                   |
|              | Sabanagrande | Atlanta        | 30                      |        |         |        |                   |
|              |              | El Paraíso     |                         |        |         | 30     |                   |
|              |              | La Esperanza   | 30                      |        |         |        |                   |
|              |              | Villa Rosamary | 30                      |        |         |        |                   |
|              | Santo Tomás  | Caña Fistula   | 30                      |        |         |        |                   |
|              |              | La Bonguita    |                         | 30     |         |        |                   |
|              |              | La Lucha       | 30                      |        |         |        |                   |
|              |              | La Quinta      | 30                      | 30     |         |        |                   |
|              |              | Santa Josefa   | 30                      |        |         |        |                   |
|              |              | San Luis       | 30                      |        |         |        |                   |
| Bolívar      | San Fernando | La Lucha       |                         |        | 30      | 270    |                   |
|              |              | Dios Me Ve     |                         |        | 30      |        |                   |
|              |              | El Cascajal    |                         |        | 30      |        |                   |
|              | Mompós       | El Naranjal    |                         |        | 30      |        |                   |
|              |              | El Mangal      |                         |        | 30      |        |                   |
|              |              | San Diego      |                         |        | 30      |        |                   |
|              | Margarita    | San Vicente    |                         |        | 30      |        |                   |
|              |              | Lote 1         |                         |        | 30      |        |                   |
| Lote 2       |              |                |                         | 30     |         |        |                   |

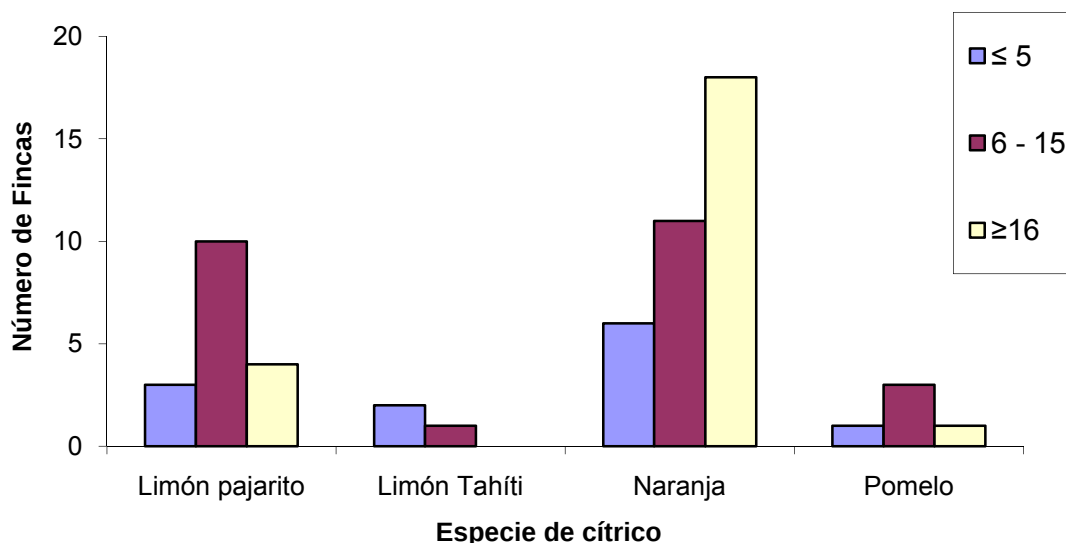
|               |                   |                  |     |    |      |     |      |
|---------------|-------------------|------------------|-----|----|------|-----|------|
| Cesar         | Chimichagua       | El Preludio      | 30  |    |      |     |      |
|               |                   | Trinidad         | 30  |    |      | 90  |      |
|               |                   | El Almendro      | 30  |    |      |     |      |
| Córdoba       | Montería          | Betania          | 30  |    |      |     |      |
|               |                   | Villa Margarita  | 30  |    |      |     |      |
|               |                   | Ucrania          | 30  | 30 |      |     |      |
|               | Valencia          | La Iglesia       | 30  |    |      | 240 |      |
|               |                   | Villa Mary       | 30  |    |      |     |      |
|               |                   | Vivero Municipal | 30  |    |      |     |      |
|               |                   | La Ceiba         | 30  |    |      |     |      |
|               |                   |                  |     |    |      |     |      |
| Magdalena     | Ciénaga           | La Gloria        | 30  |    |      |     |      |
|               |                   | La Granja        | 17  |    |      |     |      |
|               |                   | La María         | 30  |    |      |     |      |
|               |                   | La Salvación     | 30  |    |      |     |      |
|               |                   | Los Recuerdos    | 30  |    |      |     |      |
|               |                   | Las Margaritas   | 30  |    |      |     |      |
|               |                   | Zoila Rosa       | 30  |    |      |     |      |
|               | Santa Marta       | El Centro        | 30  |    | 30   |     |      |
|               |                   | Rura Exporta     | 30  | 30 |      |     |      |
|               |                   | La Gallega       |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | San José         |     |    | 30   |     |      |
|               | San Sebastián     | Bellavista       |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | El Totumo        |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | Flores del Mayal |     |    | 30   | 8   |      |
|               | Guamal            | El Corocito      |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | Las Brisas       |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | Tamacal          |     |    | 30   | 30  |      |
|               | Algarrobo         | El Porvenir      |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | Pía Monte        |     |    | 30   |     |      |
|               | Santa Ana         | Santa Marta      |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | San Pedro        |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | Los Naranjos     |     |    | 30   |     |      |
|               | Pijiño del Carmen | Halago           |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | Normandía        |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | Fundación        |     |    | 30   |     |      |
|               | San Zenón         | El Naranjal      |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | Villa Kary       |     |    | 30   |     |      |
|               |                   | El Naranjal      |     |    | 30   |     |      |
| Total árboles |                   |                  | 587 | 90 | 1170 | 128 | 1975 |

La mayoría de las fincas (79%) tenían huertos con árboles de edad madura (6-15 años) y viejos, mientras que solo 13 fincas (21%) presentaron árboles jóvenes ( $\leq 5$  años) (Figura 2).



**Figura 2.** Distribución por categorías de edad de los huertos de cítricos visitados en 61 fincas de la costa Caribe de Colombia. Total fincas: 61

Las fincas con cultivos de naranja, limón pajarito y pomelo, presentaron las tres categorías de edad. Alrededor de 18 fincas con huertos de naranja tenían árboles considerados viejos ( $\geq 16$  años); mientras que la mayoría de las fincas de limón pajarito y pomelo se encontraron en edad madura (5-15 años). No se hallaron fincas con cultivos de limón Tahití en edad madura (Figura 3).



**Figura 3.** Distribución de los huertos de cítricos por categorías de edad en 61 fincas muestreadas en la costa Caribe de Colombia.

## 5.2 Composición de la termitofauna en los cultivos de cítricos

De los 1975 árboles muestreados (Tabla 2), el 45.5% presentaron termitas obteniéndose un total de 899 muestras: el 64% provienen de los huertos de naranja, el 27,3% del limón pajarito y el 8,7% restante de los cultivos de limón Tahítí y pomelo. En las muestras se encuentran representadas dos familias: Termitidae (57%) y Rhinotermitidae (43%) (Tabla 3). Se identificaron 17 especies de termitas, trece de Termitidae y cuatro de Rhinotermitidae. La frecuencia de recolecta fue superior al 41% en los cultivos de limón y naranja; mientras que en los huertos de pomelo se obtuvo un porcentaje de 37,2%. La mayor riqueza de especies se encontró en los cultivos de naranja (14 especies), seguido por el limón pajarito y pomelo (9 especies) y por último el limón Tahítí (6 especies) (Tabla 3).

Seis especies fueron comunes a los cuatro cultivos, la especie *Microcerotermes* cf. *arboreus* fue más abundante en árboles de limas ácidas con una frecuencia de recolecta de

20% en cada huerto. Por otro lado, de las dos especies de *Heterotermes*, segundas en importancia de aparición, una especie se destacó en los huertos de naranja (*H. tenuis* 11,6%) y la segunda en los huertos de limón Tahití (*H. convexinotatus* 15,6%). La especie *Termes panamaensis* fue más frecuente en los árboles de pomelo (8,6%); por su parte *Nasutitermes nigriceps* lo fue en naranja (6,41%) y por último, con un porcentaje más bajo (1,11%) la especie *Coptotermes testaceus* fue más frecuente en el limón Tahití. Algunas especies solo tuvieron uno o dos eventos de captura y fueron exclusivas para algún tipo de cultivo; tal es el caso de *Anoplotermes* sp. y *Cortaritermes* sp1, que solo se capturaron una vez en cultivos de naranja. Por otro lado, las especies *Rhynchotermes bulbinasus*, *Coptotermes crassus* y *Nasutitermes guayanae*, solo se evidenciaron en los naranjales y tuvieron varios eventos de captura. *Amitermes amicki* y *Neocapritermes longinotus* solo se observaron en huertos de limón pajarito y *Orthognathotermes wheeleri* solamente en pomelo (Tabla 3).

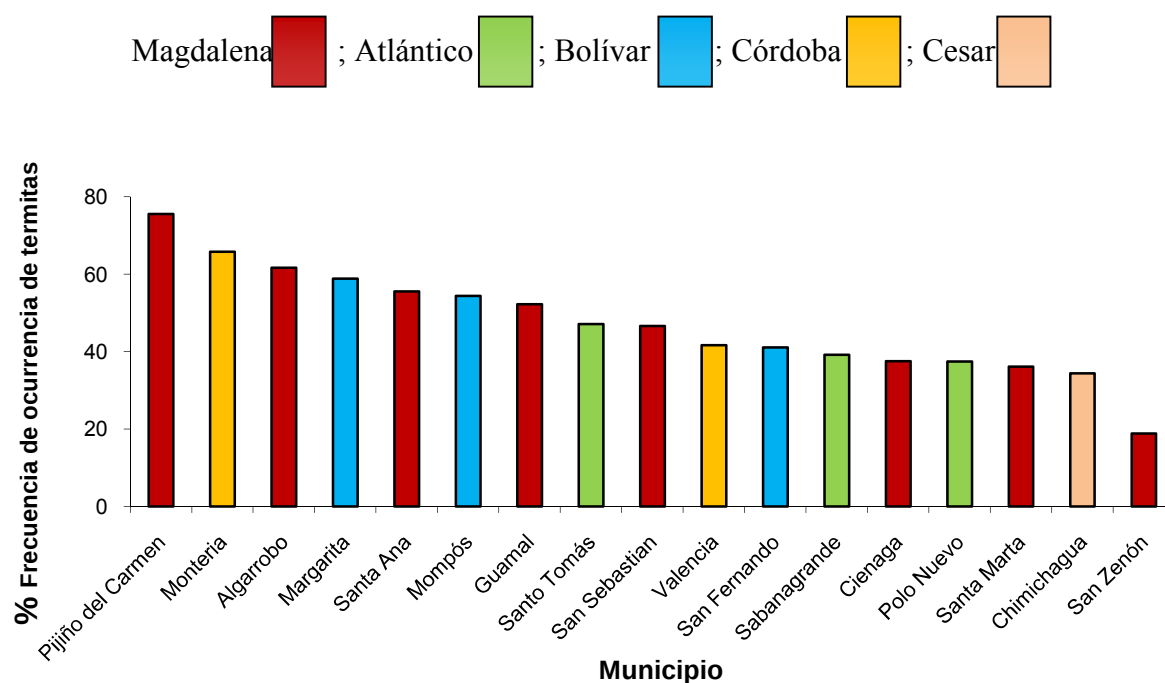
**Tabla 3.** Termitas asociadas a cuatro cultivos de cítricos en la costa Caribe de Colombia y frecuencia de recolecta (%).

| Familia    | Especie                                                    | Frecuencia de recolecta % |        |         |        |
|------------|------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|---------|--------|
|            |                                                            | Limón                     |        |         |        |
|            |                                                            | pajarito                  | Tahití | Naranja | Pomelo |
| Termitidae | <i>Amitermes amicki</i> (Scheffrahn, Su & M, 1999)         | 0,17                      |        |         |        |
|            | <i>Amitermes foreli</i> (Wasmann, 1902)                    | 3,17                      |        | 8,72    | 2,34   |
|            | <i>Anoplotermes</i> sp. 1                                  |                           |        | 0,09    |        |
|            | <i>Anoplotermes</i> sp. 2                                  |                           |        | 0,09    |        |
|            | <i>Cortaritermes</i> sp. 1                                 |                           |        | 0,09    |        |
|            | <i>Microcerotermes</i> cf. <i>arboreus</i> (Emerson, 1925) | 20,17                     | 20,00  | 9,15    | 9,40   |
|            | <i>Nasutitermes guayanae</i> (Holmgren, 1910)              |                           |        | 0,94    |        |
|            | <i>Nasutitermes nigriceps</i> (Haldeman, 1853)             | 1,17                      | 3,33   | 6,41    | 2,34   |
|            | <i>Neocapritermes longinotus</i> (Snyder, 1926)            | 0,17                      |        |         |        |
|            | <i>Orthognathotermes wheeleri</i> (Snyder, 1923)           |                           |        |         | 0,80   |
|            | <i>Ruptitermes</i> sp. 1                                   |                           |        | 0,09    | 0,80   |
|            | <i>Rhynchotermes bulbinasus</i> (Scheffrahn, 2010)         |                           |        | 1,79    |        |
|            | <i>Termes panamaensis</i> (Snyder, 1923)                   | 0,33                      | 1,11   | 0,43    | 8,60   |

|                        |                                                   |              |              |              |              |
|------------------------|---------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Rhinotermitidae</b> | <i>Heterotermes convexinotatus</i> (Snyder, 1924) | 10,00        | 15,56        | 7,44         | 5,50         |
|                        | <i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen, 1858)          | 5,83         | 3,33         | 11,62        | 6,67         |
|                        | <i>Coptotermes crassus</i> (Snyder, 1922)         |              |              | 1,62         |              |
|                        | <i>Coptotermes testaceus</i> (Linnaeus, 1758)     | 0,83         | 1,11         | 0,68         | 0,8          |
|                        | <b>Total frecuencia de recolecta/cultivos (%)</b> | <b>41,84</b> | <b>44,44</b> | <b>49,16</b> | <b>37,25</b> |

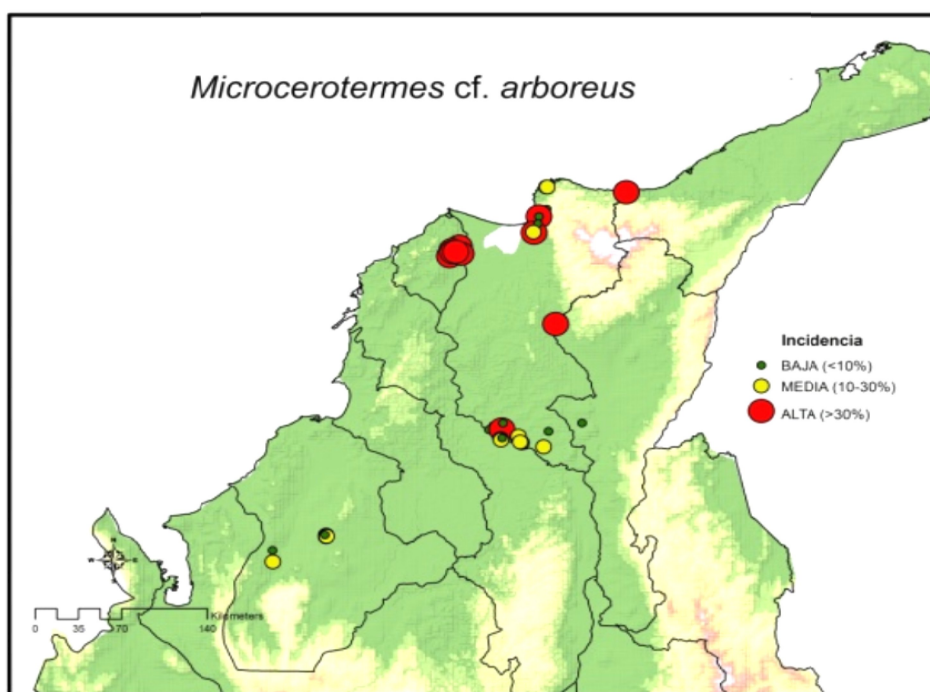
### 5.3 Distribución geográfica y frecuencia de ocurrencia de la termitofauna

Los departamentos de Córdoba y Bolívar mostraron la mayor frecuencia de ocurrencia de termitas (> 50%), seguido por los departamentos del Atlántico y Magdalena con 46% y 43% respectivamente, mientras que el departamento del Cesar presentó el menor valor (35%). En cuanto a los municipios, el municipio de Pijiño del Carmen con un 75% presentó la mayor infestación por termitas, seguido de Montería, Algarrobo y Margarita (> 59%) mientras que San Zenón, no alcanzó ni el 20% (Figura 4).

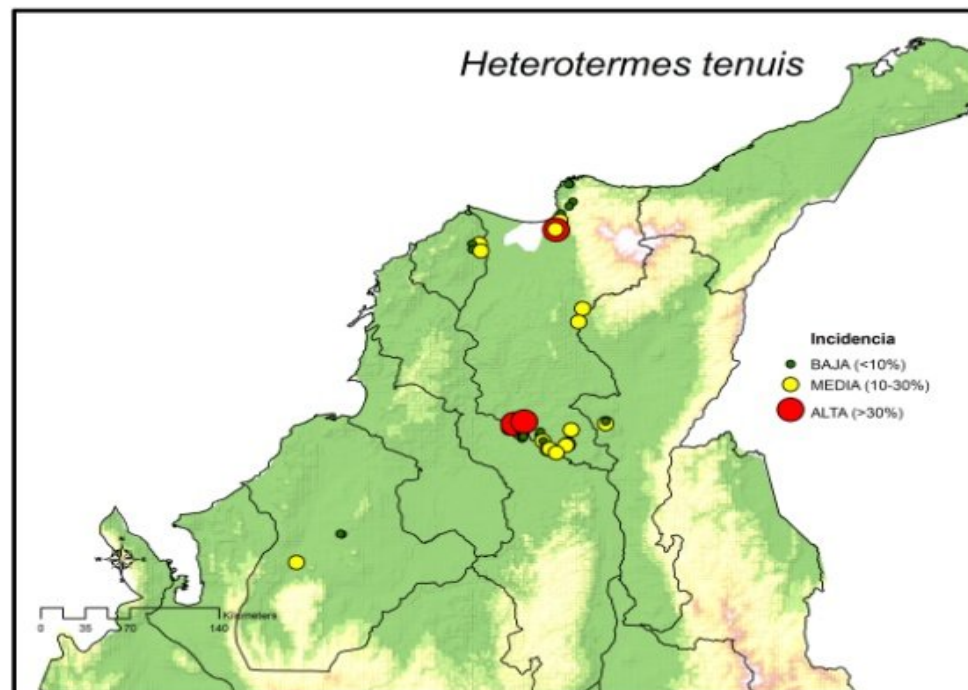
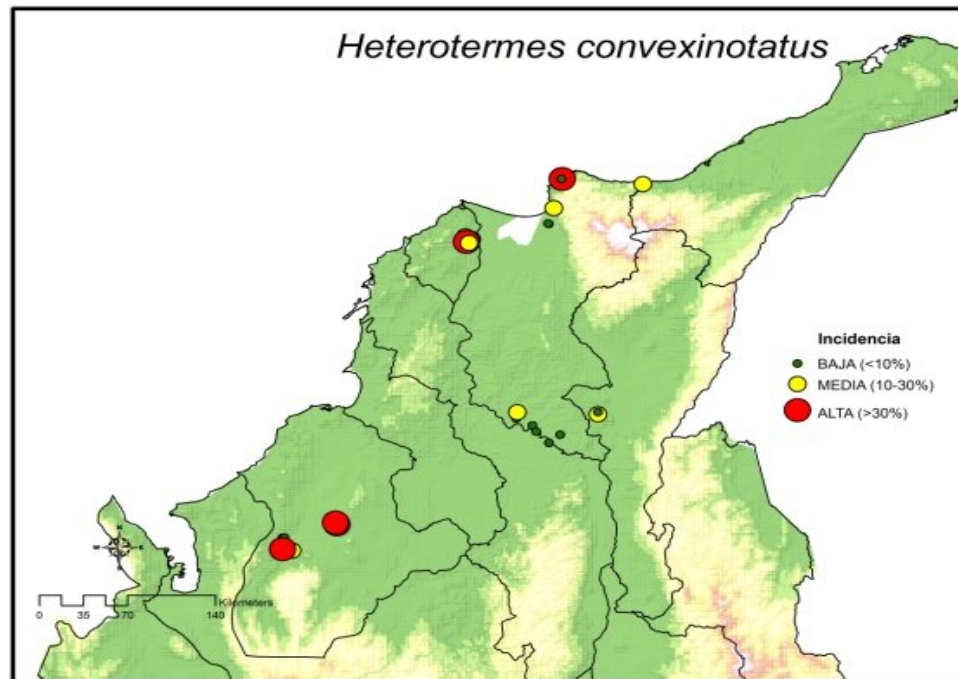


**Figura 4.** Frecuencia de ocurrencia de termitas (%) en 17 municipios de cinco departamentos de la costa Caribe de Colombia.

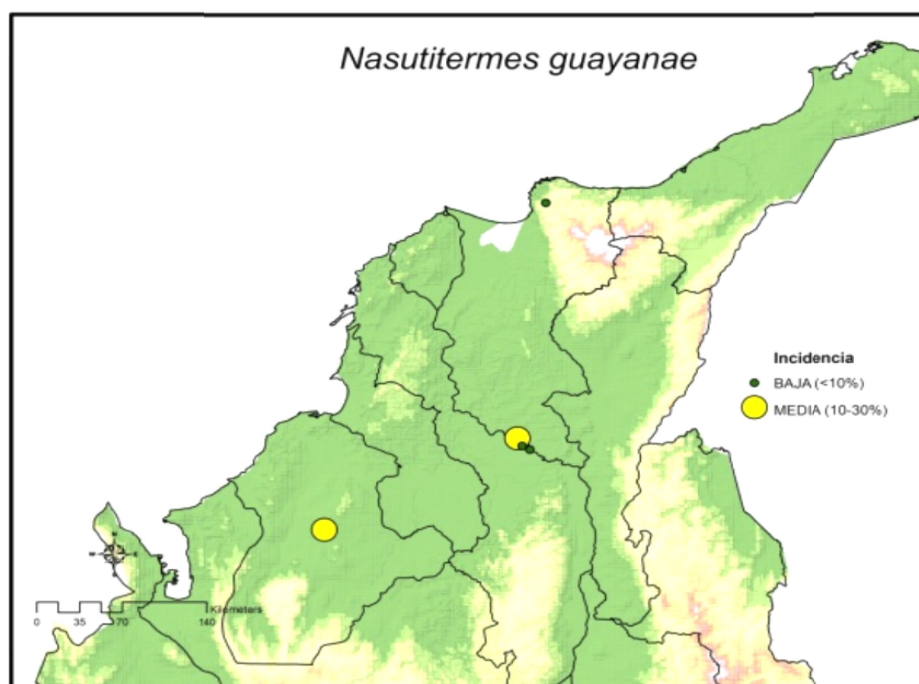
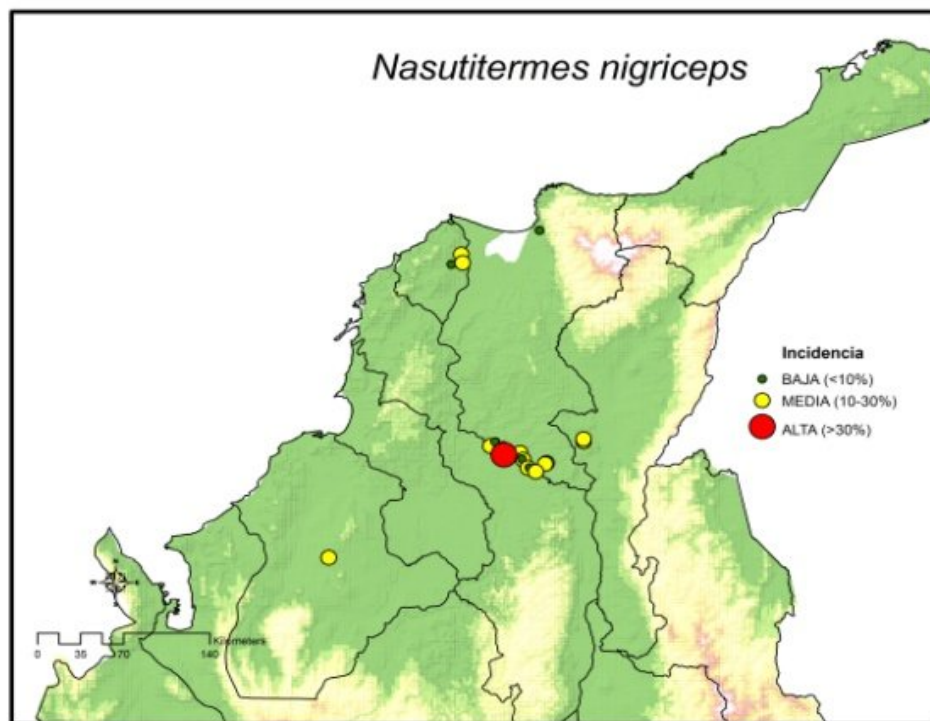
En los mapas de distribución no solo se detalla la presencia de la especie en un lugar, igualmente se puede apreciar, por medio del color y el tamaño del círculo, el rango de incidencia de dicha especie en la finca muestreada (Figura 5). Así, *M. cf. arboreus* fue más frecuente en las fincas citrícolas del departamento del Atlántico y en algunas fincas del Magdalena, con un porcentaje de incidencia mayor al 30%; mientras que su ocurrencia fue mucho menor en las fincas de Córdoba. *H. convexinotatus* por ejemplo, se halló en los cinco departamentos estudiados pero su incidencia fue mayor en Córdoba (> 30%). Caso contrario, se evidenció con *C. crassus* y *R. bulbinasus*, las cuales solo se encontraron en los huertos de la depresión momposina con una incidencia considerada media (10 – 30 %). Por su parte, siete especies solo se hallaron en una o dos fincas, por ende son las de menor distribución y fueron denominadas como las especies menores. Entre ellas se destaca *Ruptitermes* sp. 1 encontrada en una finca del municipio de Valencia y de Sabanagrande.



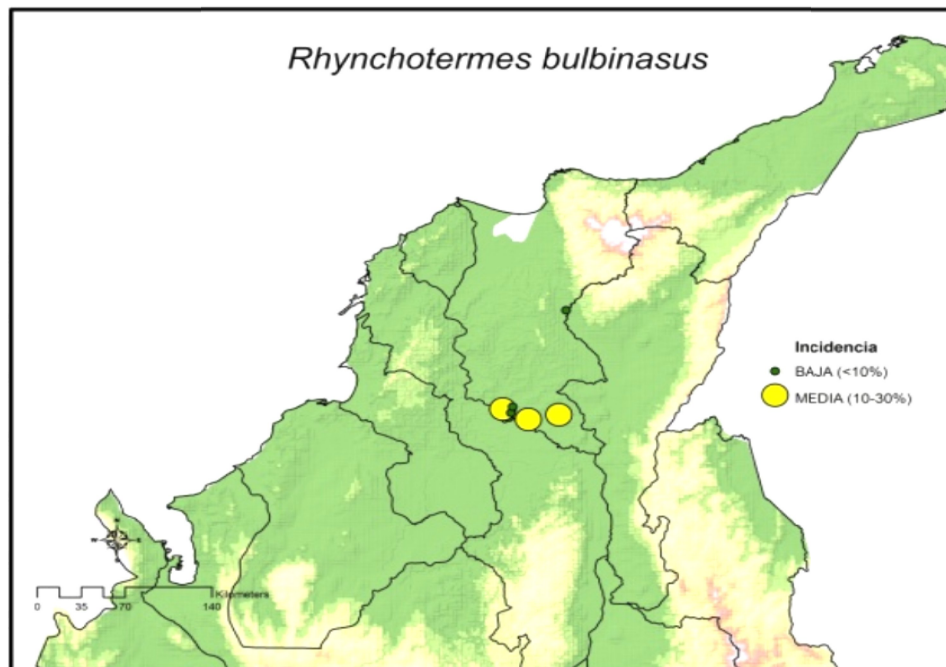
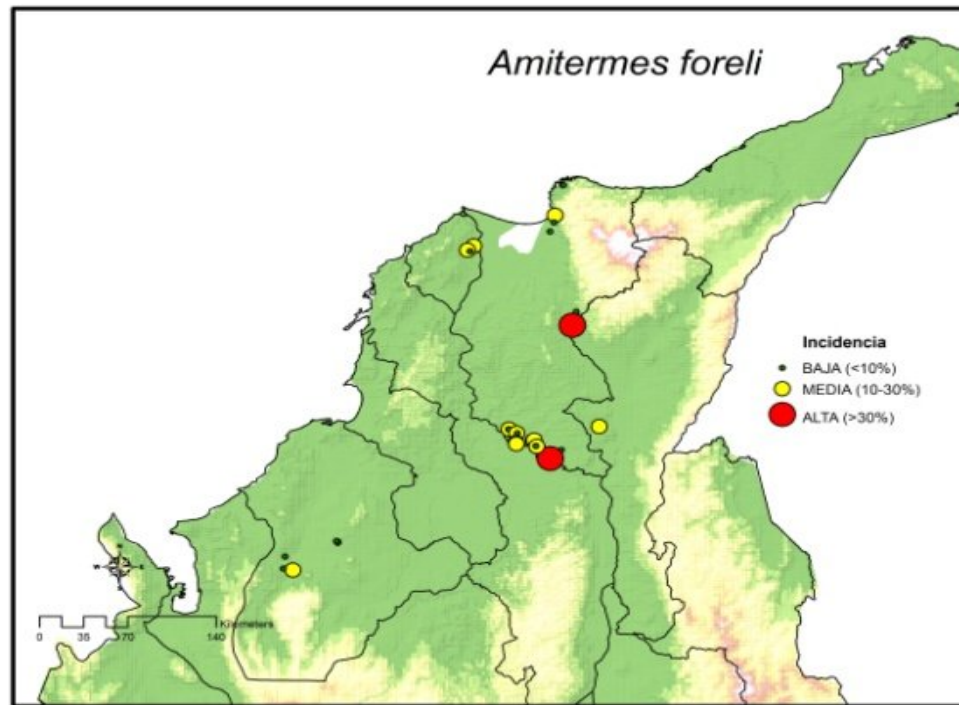
**Figura 5.** Mapas de distribución e incidencia para las especies de termitas encontradas asociadas a cuatro cultivos de cítricos de la costa Caribe de Colombia.



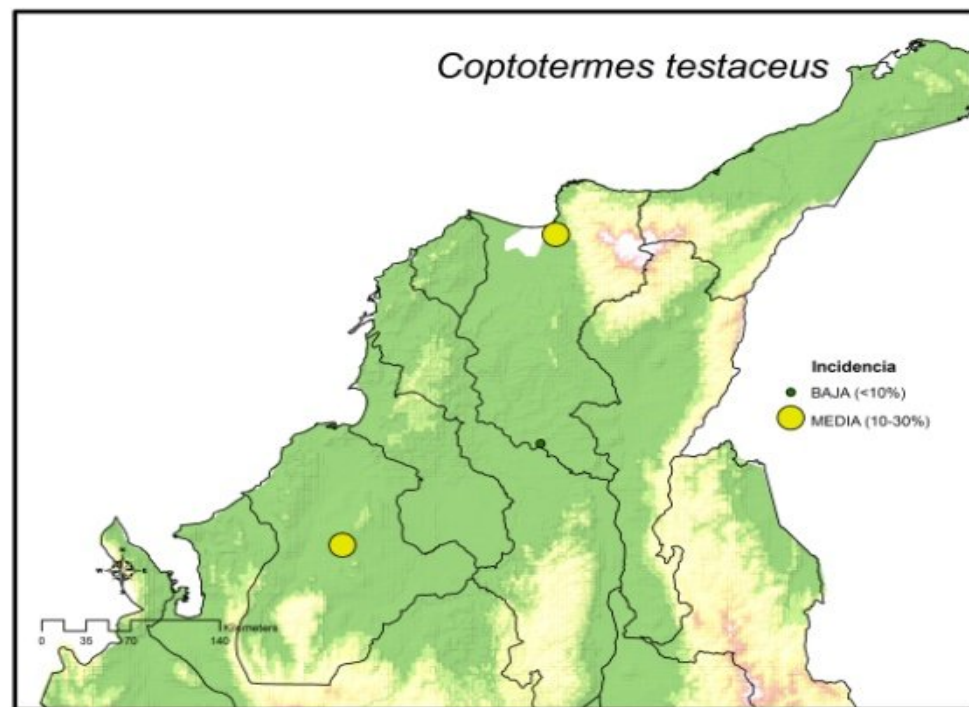
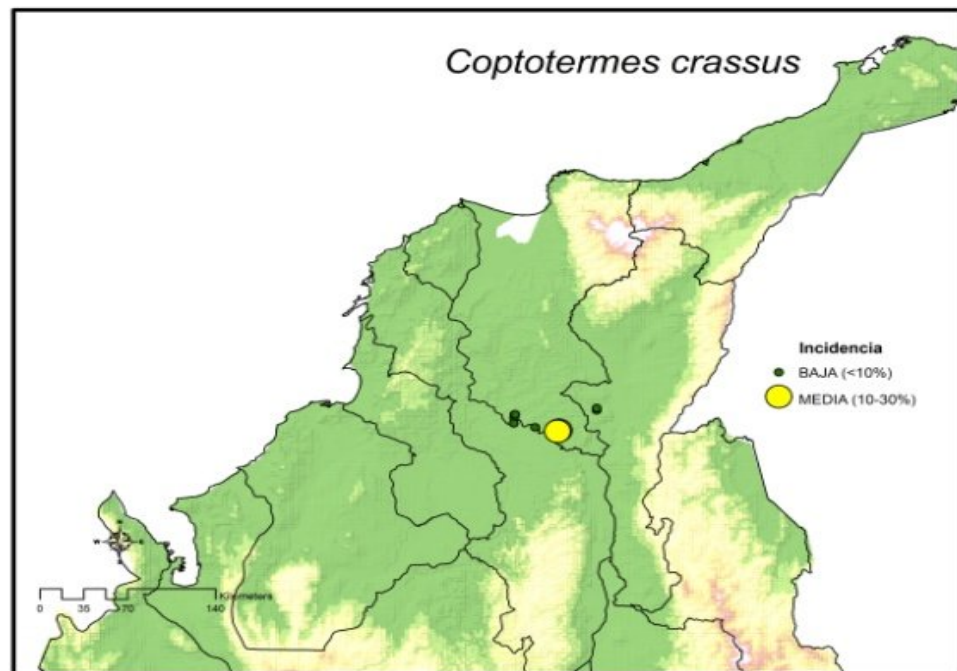
Continuación Figura 5.



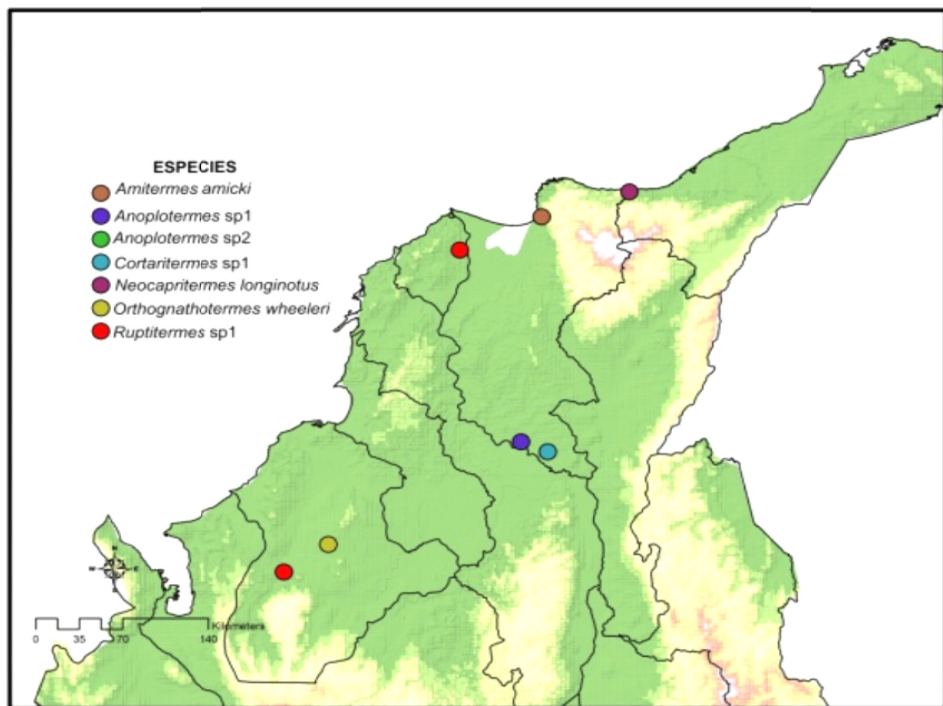
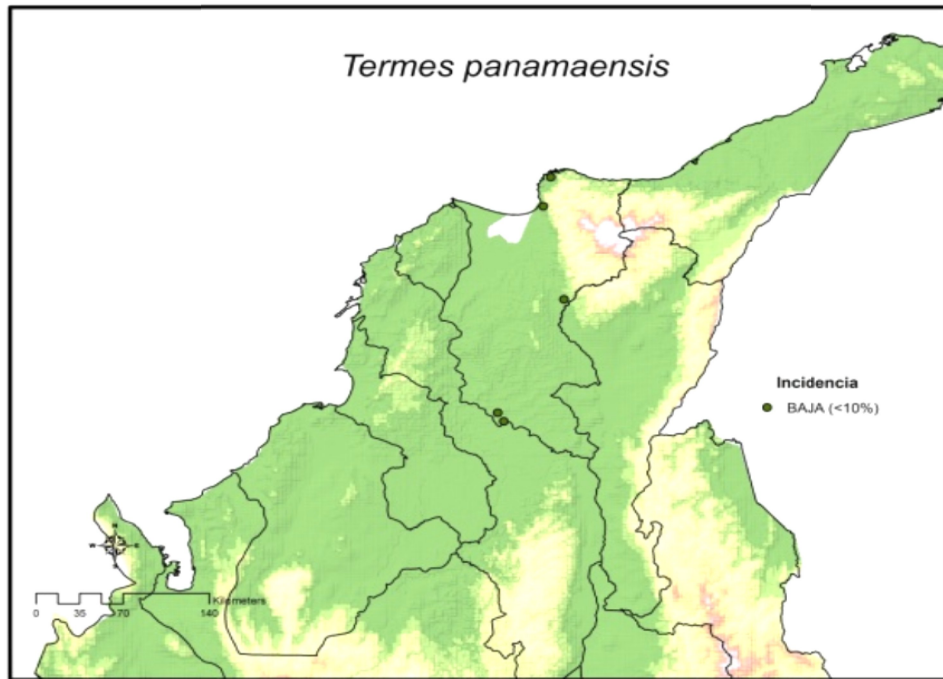
Continuación Figura 5.



Continuación Figura 5.



Continuación Figura 5.



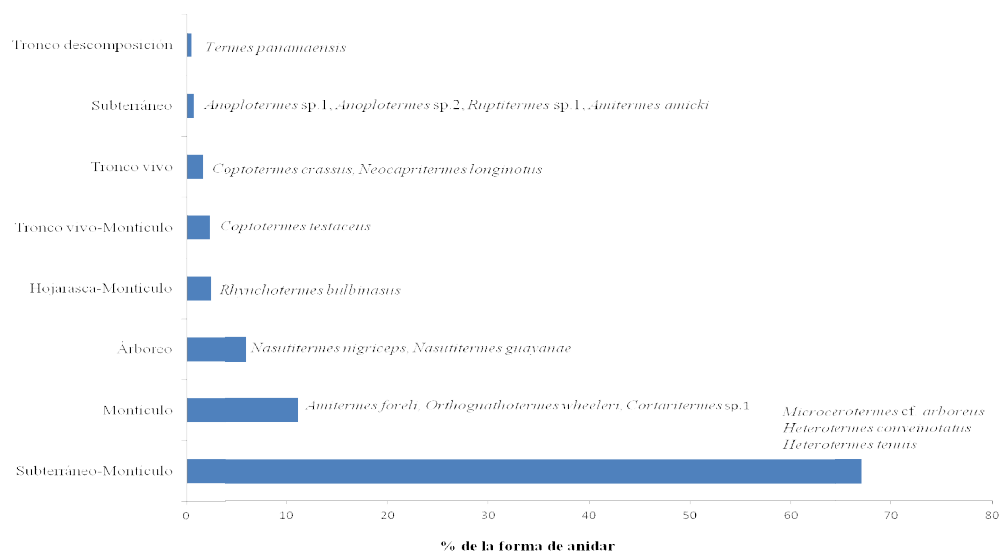
Continuación Figura 5.

## 5.4 Comparación estadística de la ocurrencia de termitas

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en las comparaciones realizadas según la especie de cítrico (naranja y limón) ( $F_{0.05(2), 1,60} = 0,28$ ,  $p = 0,599$ ), la categoría de edad del cultivo ( $F_{0.05(2), 2,56} = 2,01$ ,  $p = 0,144$ ) y las zonas geográficas (departamento,  $F_{0.05(2), 4,57} = 0,59$ ,  $p = 0,671$ ; municipio,  $F_{0.05(2), 16,45} = 1,13$ ,  $p = 0,356$ ) (Anexo C y D).

## 5.5 Descripción del tipo de nido, hábitos de nidificación y de las principales características morfológicas de las especies de termitas encontradas.

Los nidos y galerías subterráneas junto con los montículos fueron las formas de anidar más comunes (más del 65%). Especies como *M. cf. arboreus* y las del género *Heterotermes* evidenciaron plasticidad en sus requerimientos de anidación, ya que se recolectaron en los dos tipos de nidos anteriormente descritos. En cambio, los nidos arbóreos, el uso de troncos en descomposición y el interior de troncos vivos no fueron muy visibles y se consideraron hábitats exclusivos para algunas especies (Figura 6).



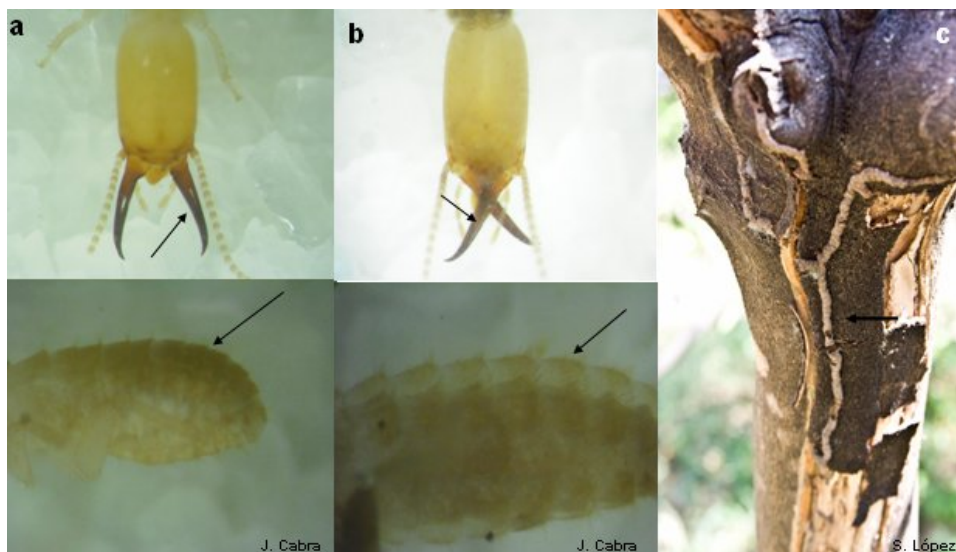
**Figura 6.** Forma de anidar más frecuente de las especies de termitas recolectadas en los diferentes cultivos de cítricos de la costa Caribe de Colombia.

Los soldados de la especie *M. cf. arboreus* se caracterizan por tener unas fuertes mandíbulas aserradas y por presentar una coloración oscura en el extremo frontal de la cabeza vista dorsalmente. Sus grandes nidos se ubican sobre el tronco de los árboles, alcanzan una longitud de 60 cm, son de color marrón y de apariencia seca con pequeñas proyecciones tubulares de forma irregular. En el interior se observaron numerosas cámaras de color oscuro y aspecto húmedo (Figura 7).



**Figura 7.** *M. cf. arboreus*. **a.** Vista dorsal de la cabeza del soldado; **b.** Nido de la especie.

*H. convexinotatus* (Figura 8a) se diferencia de *H. tenuis* (Figura 8b) por la presencia de setae microscópicas en la superficie de los tergitos, mientras que en *H. tenuis* estos son largos. La presencia de estas dos especies se detectó por la construcción de largas y estrechas galerías sobre el tronco y ramas de los árboles (Figura 8c). No se visualizó una estructura que representara el nido.



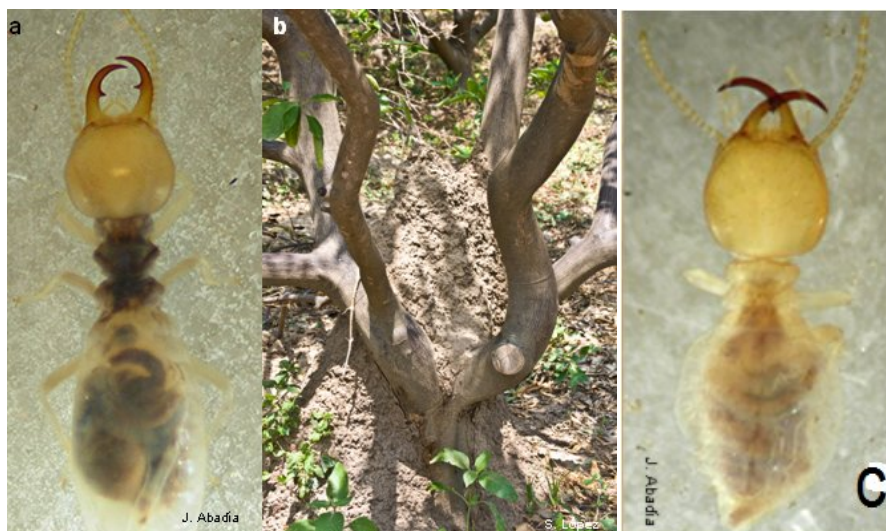
**Figura 8.** Género *Heterotermes*. **a.** *H. convexinotatus*, vista dorsal de la cabeza del soldado y vista lateral del abdomen. Detalle de la mandíbula y la no presencia visible de setas en los tergitos; **b.** *H. tenuis*, vista dorsal de la cabeza del soldado y vista lateral del abdomen. Detalle de la mandíbula y la presencia visible de setas en los tergitos; **c.** Galerías típicas de las dos especies.

Setae largas dispersas en la cabeza y en la superficie de los tergitos presenta la especie *N. nigriceps* (Figura 9), mientras que *N. guayanae* en vista lateral solo se observa una seta larga sobre los tergitos. Los nidos de ambas especies se ubicaban en el dosel del cítrico, eran de textura acartonada y de forma ovoide del cual se desprendían galerías que recorrían ramas y troncos. Dichas galerías eran tres veces más anchas que las visualizadas con las especies del género *Heterotermes*.



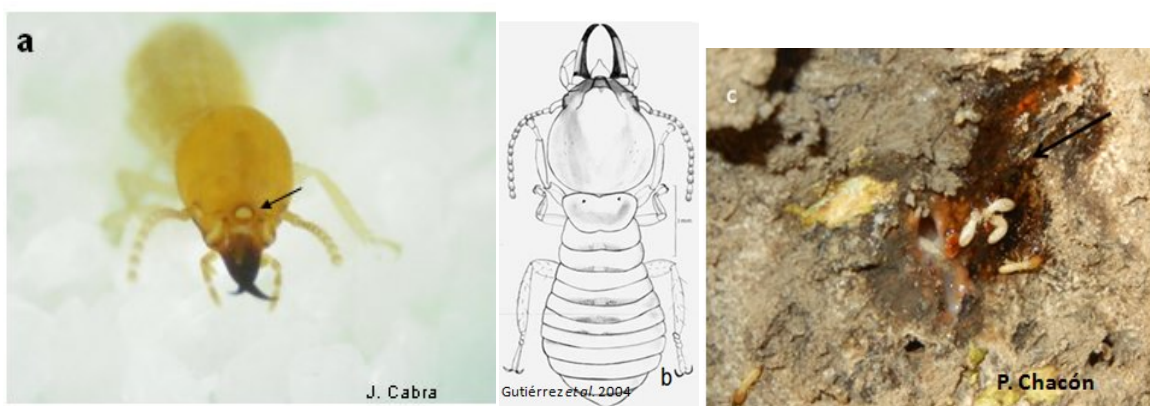
**Figura 9.** Vista lateral de soldado de *Nasutitermes nigriceps*, detalle del nasute.

Los soldados del género *Amitermes* pudieron ser identificados en campo por tener mandíbulas con forma de gancho y por su gran agresividad. Los montículos en el suelo con un alto grado de dureza fueron los nidos típicos de *A. foreli* (Figura 10a y b). Caso contrario, *A. amicki* (Figura 10c) fue recolectada de un nido subterráneo. Ambas especies se pueden diferenciar por su forma de anidar y porque *A. amicki* (ancho máximo de la cabeza 0.91 – 0.98 mm, Scheffrahn *et al.* 1999) es de talla mucho más pequeña que *A. foreli* (ancho máximo de la cabeza 1.38 – 1.50 mm, Light 1932).



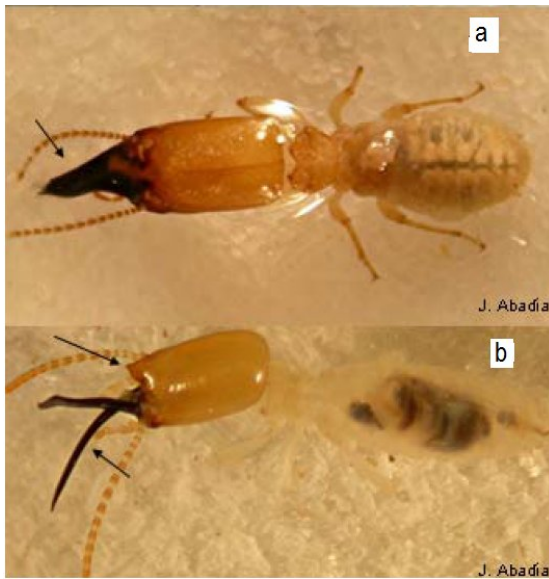
**Figura 10.** *Amitermes foreli*. **a.** Vista dorsal del soldado; **b.** Montículo sobre árbol de limón pajarito (*Citrus aurantifolia*); **c.** Vista dorsal del soldado de *A. amicki*.

Los soldados del género *Coptotermes* se caracterizan porque al ser perturbados expulsan una gran gota de líquido blanco de su prominente fontanela. *C. testaceus* se diferencia de *C. crassus* en su menor talla y en que el abdomen es más angosto que ancho (Figura 11a y b). Las dos especies encontradas fueron capturadas al interior de troncos vivos de árboles maduros y enfermos con gomosis (Figura 11c).



**Figura 11.** a. *Coptotermes testaceus*, vista frontal de la cabeza del soldado, detalle del poro frontal; b. *C. crassus*, vista dorsal; c. Tronco de árbol de limón pajarito (*Citrus aurantifolia*), detalle de herida por gomosis.

*N. longinotus* (Figura 12a), cuyos soldados poseen mandíbulas asimétricas, fueron recolectadas cerca de la raíz del limonero. Un proceso frontal cónico en la cabeza y mandíbulas largas y simétricas diferencian a los soldados de *T. panamaensis* (Figura 12b), los cuales fueron encontrados en troncos en descomposición.



**Figura 12. a.** Vista dorsal del soldado de *Neocapritermes longinotus*, detalle de las mandíbulas asimétricas; **b.** Vista lateral del soldado de *Termes panamaensis* detalle del proceso cónico en la cabeza y de las largas y simétricas mandíbulas.

Los soldados de *R. bulbinasus* (Figura 13) se caracterizaron por sus fuertes mandíbulas y por su tubo frontal muy largo y dilatado hacia el ápice. Los individuos de la especie fueron recolectados cuando forrajearon sobre la pastura y/o hojarasca. Un comportamiento para destacar fue el hecho de que los soldados resguardaban la pista de forrajeo muy similar a lo observado en las hormigas legionarias del género *Eciton*.



**Figura 13.** Vista dorsal del soldado mayor y menor de *Rhynchotermes bulbinasus*.

Finalmente, los soldados de *Cortaritermes* sp.1 se identificaron por las numerosas setae cortas sobre su cabeza ovalada y en la parte superior del nasus. Esta especie fue recolectada en un nido epigeo de textura arenosa y de menos dureza que los de *A. foreli*. En contraste, las especies del género *Anoplotermes* y la especie *Ruptitermes* sp.1 se distinguieron por no poseer soldados y tener nidos subterráneos difusos. El género *Anoplotermes* se diferencia de *Ruptitermes* en que presenta la tibia anterior dilatada.

## 6 DISCUSIÓN

### 6.1 Generalidades sobre los cultivos de cítricos muestreados

En la costa Caribe se cultivan pomelo (*Citrus grandis*), limas ácidas y principalmente naranja (*Citrus sinensis*), la cual constituye el 24.5% de la producción nacional (MADR 2005). Razón por la cual se encontraron más huertos de naranja (39 fincas, Tabla 1 y 2), de las tres categorías de edad principalmente con árboles viejos (Figura 3). Por su parte, el limón Tahití (*Citrus latifolia*) se ha convertido en el producto líder de exportación dentro de la cadena de cítricos en Colombia, y por lo tanto, el gobierno ha priorizado su producción (MADR 2005). Lo que explicaría el por qué los huertos muestreados de dicho cítrico fueron pocos (Tabla 2) y tenían árboles jóvenes (Figura 3), pues es un cultivo que está empezando a desarrollarse en región estudiada. Se puede inferir que el limón pajarito y el pomelo se han convertido en frutas poco atractivas para el mercado consumidor por lo que su cultivo ha venido disminuyendo.

### 6.2 Termitofauna

Las termitas son abundantes y diversas en muchas partes de Sur América, particularmente en bosques tropicales bajos, savanas y pastizales (Constantino 2002a). La familia Termitidae no posee protozoos flagelados en el tubo digestivo, aunque sí bacterias que transforman la celulosa (Donovan *et al.* 2000). La gran gama y variedad de dietas han

permitido su éxito evolutivo, abarcando aproximadamente el 70% de todas las especies a nivel mundial, siendo la familia más diversa abundante y especializada (Donovan *et al.* 2000). Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por la literatura ya que fue dicha familia la de mayor riqueza y frecuencia de recolecta (Tabla 3). Mientras tanto, la familia Rhinotermitidae, la cual si posee simbiosis en el intestino y por lo tanto consideradas como termitas inferiores; su dieta se basa primordialmente en madera (Donovan *et al.* 2000). Por sus hábitos alimenticios y el intercambio comercial, varias especies de Rhinotermitidae se han venido consolidando como plagas en sistemas agroforestales y ambientes urbanos (Constantino 2002a; Issa 2002; Rouland 2011, Abadía *et al.* 2011). Por consiguiente, y como lo mencionan Abadía y Arcila (2009), son especies exitosas en la colonización de hábitats, especialmente aquellos sometidos a perturbaciones antropogénicas, lo que explicaría el haber obtenido una frecuencia de captura alta con poca riqueza en comparación con la familia Termitidae (Tabla 3).

El no encontrar diferencias estadísticamente significativas entre el porcentaje de ocurrencia de termitas y el tipo de cultivo (naranja y limón), la categoría de edad y la zona geográfica (municipio y departamento), refleja el éxito de algunas especies en expandir sus poblaciones en la zona de estudio. Por lo que se infiere, que cuentan con las condiciones climáticas (temperatura, humedad, precipitación) y paisajísticas (perturbación del suelo y vegetación) adecuadas para su total desarrollo (Constantino 2002a; Rouland 2011). Esto se evidencia con las tres especies más frecuentes en el presente estudio, *M. cf. arboreus* y las dos especies del género *Heterotermes* (Tabla 3), que han infestado los troncos de los cítricos y poseen una amplia distribución e importante presencia tanto en los departamentos como en los municipios evaluados (Figura 5). Igualmente, se debe de tener en cuenta aspectos importantes del manejo de las fincas, tales como el tipo de riego, control de plagas, enfermedades y malezas, y la limpieza de los residuos de poda. Las anteriores prácticas de cultivo podría beneficiar o perjudicar la presencia de los isópteros; por ejemplo, el riego por inundación puede proveer la humedad requerida por las termitas y el no manejo de los residuos de poda sería un foco atractivo para la colonización de éstos insectos.

### 6.3 Generalidades de las termitas encontradas

En cuanto a las especies recolectadas se pueden hacer interesantes anotaciones respecto a su grado de importancia económica para Colombia y resolución taxonómica. Por ejemplo, *Microcerotermes arboreus* es considerada una plaga menor de la fruta de la pasión (*Passiflora edulis*) en Trinidad, Guyanas y la Amazonía (Constantino 2002a), en el país se ha registrado el género causando problemas en cultivos de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) en el departamento del Magdalena (Gutiérrez *et al.* 2004). Igualmente se menciona la presencia del isóptero en ambientes urbanos de la ciudad de Cali (Abadía *et al.* 2011). La taxonomía del género *Microcerotermes* es confusa y requiere de revisión urgente (Constantino 2002a). Por el contrario, el género *Heterotermes* tiene importancia económica en Sur América por lo que su taxonomía ha sido bien estudiada (Constantino 2001, Constantino 2002a). Para Colombia, *Heterotermes* se asocia con daños en plantaciones de eucaliptos en la Orinoquia (Nieto & Gasca 2010) y en la Costa Atlántica (Madrigal 1989). En cuanto a las especies encontradas, *Heterotermes convexinotatus* se menciona como un potencial agente dañino en cultivos de *Acacia magium* de la costa Atlántica y la Orinoquia (Lores y Pinzon 2011). También, se ha reportado en zonas urbanas en las ciudades de Cali, Cúcuta, Paraguachón y Santa Marta (Abadía *et al.* 2011). La especie *Heterotermes tenuis* se le ha relacionado con daños en la raíz del árbol del caucho (*Hevea brasiliensis*) en la amazonía colombiana (Sterling *et al.* 2011). Tanto el género *Microcerotermes* como las dos especies de *Heterotermes* son los isópteros más frecuentes en cultivos de limas ácidas en los departamentos de Atlántico y Magdalena (Abadía y Arcila 2009), lo cual es congruente con los resultados encontrados en el presente estudio que barca una amplia región. Además, la ocurrencia de *Heterotermes* en árboles maduros y enfermos de gomosis también fue observada por López y Arcila (2008) aunque no se explica el porqué de dicha asociación.

*Nasutitermes nigriceps* con el 13,25% de ocurrencia se ubicó en la cuarta posición (Tabla 3) y al igual que *Nasutitermes guayanae* fueron encontradas en nidos arbóreos como era de esperarse para éste género (Issa 2002) cuya taxonomía es poco clara y requiere de revisión (Constantino 2002a). Hasta el momento, en Colombia no se ha reportado ninguna de las

dos especies de *Nasutitermes* ocasionando problemas a la agricultura, aunque el género se ha asociado con daños y mortalidad de plántulas de *Acacia magium*, sin conocerse la magnitud de los ataques (Lores y Pinzon 2011).

El recolectar otras especies en los montículos de *Amitermes foreli* (Figura 6), coincide con lo registrado por Parra (1993), quien informó que nidos de *Amitermes* sirven de hospedante a colonias de *Microcerotermes* y *Heterotermes*. Lo mismo reporta Scheffrahn (2010) para *Rynchotermes bulbinasus*. La especie *A. foreli* se ha convertido en un referente importante para Colombia ya que fue reconocida como plaga en *Eucalyptus tereticornis* (Madrigal 1989) y continúa siendo un problema en plantaciones de eucalipto (Gutiérrez *et al.* 2004).

Las secreciones de color blanco observadas en el presente estudio en las especies del género *Coptotermes*, según Nicle y Collins (1988), son usadas como defensa química contra otros insectos. Al igual que con las especies de *Heterotermes*, las de *Coptotermes* también se encontraron asociadas a árboles maduros y enfermos con mogosis. Tanto *C. testaceus* como *C. crassus* se han registrado en el país como agentes dañinos en cultivos forestales (Garzón y Eslava 2000, Gutiérrez *et al.* 2004, Lorens y Pinzon 2011).

*Rynchotermes bulbinasus* es una especie relativamente nueva para la ciencia y muy poco lo que se sabe de su historia natural (Scheffrahn 2010). El tipo de hábitat y extraordinario comportamiento de forrajeo mencionado en el presente estudio, es referenciado por Scheffrahn (2010). Los géneros *Anoplotermes* y *Ruptitermes* (familia: Termitidae, subfamilia: Apicotermitinae), son carentes de soldados, se alimentan de humus y de partículas de suelo (Constantino 2002a). Su biología y taxonomía es enigmática, es un grupo caótico donde su identificación en muchos casos, es imposible (Constantino 2002a). Los hábitats en los que fueron capturadas las especies *A. amicki*, *N. longinotus*, *O. wheeleri*, *T. panamaensis* coinciden con los que se describen en la literatura (Krishna y Araujo 1968, Araujo 1970, Scheffrahn *et al.* 1999, Ayestaran y Diehl 2009, Rocha y Canello 2009). Ninguna de las especies anteriormente mencionadas se han reportado como agentes causales de daños en la agricultura, en cultivos forestales y ambientes urbanos en

Colombia. Finalmente, el género *Cortaritermes* es un nuevo registro para Colombia pues su distribución se había limitado a Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay (Constantino 2002b, Vargas *et al.* 2005)

## 7 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en términos de diversidad registran 17 especies de termitas asociadas a cuatro cultivos de cítricos de la costa Caribe de Colombia. Igualmente se destaca el nuevo registro para el país del género *Cortaritermes*.

En general, los cuatro cultivos de cítricos estudiados presentaron porcentajes de ocurrencia de termitas significativa. Además, varias especies mostraron una amplia distribución y una abundancia alta en los diferentes municipios evaluados, principalmente las que tienen anidación tanto subterránea como en montículos.

*Microcerotermes* cf. *arboreus*, *Heterotermes convexinotatus*, *Heterotermes tenuis*, *Coptotermes testaceus*, *Coptotermes crassus* y *Amitermes foreli* constituyen los hallazgos más importantes del estudio. Los tres primeros por su abundancia, nidos establecidos y presencia directa en los troncos de los cítricos. Las especies del género *Coptotermes* por su asociación con árboles maduros y la gomosis; y *A. foreli* porque sus nidos son hospedantes de las tres especies más frecuentes. Además, estas seis especies han sido registradas como agentes problema en distintos sistemas forestales en Colombia.

En Colombia, existe una notable carencia de estudios sobre termitas tanto en diversidad como en establecer su impacto económico, por lo que el presente trabajo se convierte en un importante avance especialmente en agroecosistemas citrícolas; sin embargo, se requiere de más investigación y seguimiento de la dinámica poblacional de las especies más frecuentes encontradas en los cítricos de la costa Caribe de Colombia.

## 8 LITERATURA CITADA

- ABADÍA, J.C., C. GALVIS., A. M. ARCILA, Y P. CHACÓN DE ULLOA. 2011. *Heterotermes convexinotatus* (Isoptera: Rhinotermitidae) in Colombia: Distribution and Impact. Pp. 400, en: Proceeding of the 7<sup>th</sup> International Conference on Urban Pests (W. H. Robinson & A. E. de Carvalho Campos, eds.). Ouro Preto, Brazil, August, 7-10.
- ABADÍA, J. C. Y A. M. ARCILA. 2009. Termitas en cultivos de limón en los departamentos del Atlántico y Magdalena, Colombia. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle, 10(2): 36-46.
- ARAUJO, R. L. 1970. Termites of the neotropical region. Pp. 527-576, en: Biology of Termites (K. Krishns and M. F. Weesner, eds.). Academic Press. Nueva York, 643 pp.
- ArcGIS Desktop versión 10. <http://www.esri.com/> (consultada 5/12/2011)
- BANDEIRA, A. G. 1981. Ocorrência de cupins (Insecta, Isoptera) como pragas de mandioca em Bujaru. Pará. Acta Amazonica, 11: 149-152.
- BANDEIRA, A. G., I. GOMES, B. LISBOA AND S. SOUZA. 1989. Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém do Pará. EMBRAPA/CPATU. Boletim de Pesquisa, Belém, 4 (101): 1-25.
- BELLOTTI, C., B. ARIAS, O. VARGAS Y J. PEÑA. 2002. Pérdidas en rendimientos del cultivo de Yuca causadas por Insectos y ácaros. Pp. 204-219, en: La yuca en el tercer Milenio Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización Y Comercialización (B. Ospina y H. Ceballos, eds.). CIAT – CLAYUCA, 586 pp.
- BEQUAERT, J., 1925. *Neotermes injurious* to living guava tree, with notes on other Amazonian termites. Entomological News, 36: 298-294.

CALDERON, R. A. AND R. CONSTANTINO. 2007. A Survey of the Termite Fauna (Isoptera) of an Eucalypt Plantation in Central Brazil. *Neotropical Entomology*, 36(3): 391-395.

CONSTANTINO, R. 2001. Key to the soldiers of South American Heterotermes with a new species from Brazil (Isoptera: Rhinotermitidae). *Insect Systematics and Evolution*, 31: 463-472.

CONSTANTINO, R. 2002a. The pest termites of South America: Taxonomy, distribution and status. *Journal of applied Entomology*, 126: 355-365.

CONSTANTINO, R. 2002b. An illustrated key to Neotropical termite genera (Insecta: Isoptera) based primarily on soldiers. *Zootaxa*, 67: 1-40.

CONSTANTINO, R. AND A.N.S. ACIOLI. 2006. Termite diversity in Brazil (Insecta: Isoptera). Pp, 117-128, in: *Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems* (F. Moreira, J.O. Siqueira and L. Brussaard, eds.). CAB International, Wallingford, 28 pp.

DOMÍNGUEZ-GIL, O. AND A. MCPHERON. 1992. Arthropods associated with passion fruit in western Venezuela. *Florida Entomologist*, 75: 607-612.

DONOVAN, S., D. JONES., W. SANDS AND P. EGGLETON. 2000. Morphological Phylogenetics of termites (Isoptera). *Biological Journal of the Linnean Society*, 70: 467-513.

DONOVAN, S. E., P. EGGLETON AND D. E. BIGNELL. 2001. Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. *Ecological Entomology*, 26: 356-366.

EGGLETON, P. 2011. An Introduction Termites: Biology, Taxonomy and Funtional Morphology. Pp, 1-26, in: Biology of Termites: A Modern Synthesis ( D. E. Bignell; Y. Roisin and N. Lo, eds.). Springer Science + Business Media B.V., 592 pp.

FERRAZ, V. M. 2000. Estudo taxonomico e aspectos da biologia de *Coptotermes* Wasmann, 1986 (Isoptera, Rhinotermitidae) nas Américas. PhD Tese, Universidade de Sao Paulo, Brasil.

GARZÓN, F Y H. ESLAVA. 2000. Principales enfermedades y plagas en el cultivo de caucho *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss) Muel. Arg. con enfasis en la Amazonía Colombiana, Colombia, SINCHI.

GÓMEZ, B. G. 2008. Estado actual de la citricultura. Pp. 12-19, en: Tecnología para el cultivo de cítricos en la región Caribe colombiana (B. G. Gómez, A. Caicedo y G. L. F. Gil, eds.). CORPOICA, Estación Experimental CARIBIA, Magdalena (Colombia), 146 pp.

GUTIÉRREZ A. I., S. URIBE Y J. A. QUIROZ. 2004. Termitas asociadas a plantaciones de *Eucalyptus* spp. en una reforestadota en Magdalena, Colombia. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica), 72: 54-59.

ISSA, S. 2002. Plagas Agrícolas de Venezuela: Termitas Urbanas. Sociedad Venezolana de Entomología <http://atta.labb.usb.ve> (consultada 14/12/2011).

KRISHNA, K. AND R. L. ARAUJO. 1968. A revision of the neotropical termite genus *Neocapritermes* (Isoptera, Termitidae, Termitinae). Bulletin of the American Museum of Natural History, 138: 83-130.

- LÓPEZ, E. Y A. M. ARCILA. 2008. Principales plagas de los cítricos en la región Caribe de Colombia: Descripción y Manejo. Pp. 103-115, en: Tecnología para el cultivo de cítricos en la región Caribe colombiana (B. G. Gómez, A. Caicedo y G. L. F. Gil, eds.). CORPOICA, Estación Experimental CARIBIA, Magdalena (Colombia), 146 pp.
- LORES, A. Y O. PINZON. 2011. Insectos fitófagos en plantaciones comerciales de *Acacia mangium* Willd. en la Costa Atlántica y la Orinoquia Colombiana. Colombia Forestal, 14(2): 175-188.
- MADR, IICA. 2005. La competitividad de las cadenas agroproductivas en Colombia. Análisis de su estructura y dinámica (1991-2004). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Colombia <http://www.agrocadenas.gov.co> (consultada 14/12/2011).
- Minitab 15, versión de prueba obtenida de [www.minitab.com](http://www.minitab.com) (consultada 5/12/2011)
- MADRIGAL, A. 1989. Reconocimiento de insectos dañinos en plantaciones forestales de la Costa Atlántica Colombiana. Miscelánea Sociedad Colombiana de Entomología 12: 3-24.
- MADRIGAL, A. 2003. Insectos Forestales de Colombia, Biología, Hábitos, Ecología y Manejo, Medellín. Ed. Marin Vieco Ltda, 593 pp.
- NICKLE, D. A AND M. S. COLLINS. 1988. The Termite Fauna (Isoptera) in the Vecinity of Chamela, State of Jalisco, México. Folia Entomológica Mexicana, 77: 85-122.
- NIETO, V Y G. GASCA. 2010. Experiencias y avances en el manejo de *Eucalyptus pellita* F. Muell en la Orinoquia Colombiana, Bogota, CONIF- Ministerio de Agricultura - REFOCOSTA S.A.

PÁEZ, A. R., G. TORREGROZA, L. M. ROBLEDO, J. CUELLO, S. L. BUELVAS, A. CAICEDO, O. LOPÉZ, R. AVILA, Y N. VENEGAS. 2004. Caracterización de los sistemas de producción de Cítricos y Papaya en la región Caribe colombiana. Boletín de Investigación No 9. CORPOICA-PRONATTA, 104 pp.

PARRA, G. 1993. Termitas del área sur-occidental Colombiana y su importancia económica. Tesis Mag. Sc. Medellín, CO, INCIVA (Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales Francisco José de Caldas), Universidad de Antioquia.

ROCHA, M. M. AND E. M. CANCELLO. 2009. Revision of the Neotropical termite genus *Orthognathotermes* Holmgren (Isoptera: Termitidae: Termitinae). Zootaxa 2280: 1-26.

ROULAND, L., C. 2011. Termites as pest of agricultura. Pp, 499-517, in: Biology of Termites: A Modern Synthesis ( D. E. Bignell; Y. Roisin and N. Lo, eds.). Springer Science + Business Media B.V, 592 pp.

SANTOS, G. P., C. ZANUNCIO, N. ANJOS AND V. ZANUNCIO. 1990. Danos em povoamentos de *Eucalyptus grandis* pelo cupim-do-ceme *Coptotermes testaceus* Linneé, 1785 (Isoptera: Rhinotermitidae). Revista Arvore, 14: 155-163.

SCHEFFRAHN, R., SU, N. AND T. G. MYLES. 1999. *Amitermes amicki*, a new subterranean termite (Isoptera: Termitidae: Termitinae) from Aruba. Florida Entomologist, 82: 7-14.

SCHEFFRAHN, R. 2010. An extraordinary new termite (Isoptera: Termitidae: Syntermitinae: *Rhynchotermes*) from the pasturelands of northern Colombia. ZOOTAXA, 2387: 63-68.

STALEY, T. AND H. ORIAN. 1992. Evolution of the biosphere. Pp. 21-54, in: Global Biogeochemical Cycles (S. R. Buthcer; Y. Charlson; H. Orians and G. Wolfe, eds.). Academic Press Ltd. London, 377 pp.

STERLING, A., C. A. GOMEZ Y A. A. CAMPO. 2011. Patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) sobre *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) en *Hevea brasiliensis*. Revista Colombiana de Entomología, 37(1): 36-42.

VARGAS – NIÑO, A., O. D. SÁNCHEZ – MÚÑOZ Y F. J. SERNA – CARDONA. 2005. Lista de los géneros de Termitidae (Insecta: Isoptera) de Colombia. Biota Colombiana, 6: 181-190.

WEIDNER, H. 1980. Termites aus Kolumbie nach Beobachtungen von German o. Valenzuela una Fritz Schremmer. Anz. Schadlingskde, Pflanzenchutz, Umweltschutz, 53: 65-69.

WOOD, G. 1978. Food and feeding habits of termites. Pp. 55-80, in: Production ecology of ants and termites (M, Brian, ed.). Cambridge University Press, 401 pp.

WOOD, G. AND W. A. SANDS. 1978. The role of termites in ecosystems. Pp. 245-292, in: Production ecology of ants and termites (M, Brian, ed.). Cambridge University Press, 401 pp.

WOOD, G. AND J. PEARCE. 1991. Termites in Africa: The environmental impact of control measures and damage to crops tress, rangeland and rural buildings. Sociobiology, 13: 221-234.

ZAR, J. H. 1996. Biostatistical analysis. 3rd erition. New Yersey. Prentice Hall, 662 pp.

## CAPITULO II

### EFFECTO DEL MANEJO DE LAS FINCAS CITRICOLAS Y DE VARIABLES ABIOTICAS SOBRE LA OCURRENCIA DE TERMITAS EN EL CARIBE COLOMBIANO

#### RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto del manejo de las fincas y de cinco variables abióticas (altitud, temperatura, precipitación, textura y pH del suelo), sobre la presencia de termitas en cultivos de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). El Trabajo fue realizado en 36 fincas distribuidas en los departamentos de Bolívar, Córdoba, César y Magdalena. No se encontró asociación significativa entre el manejo de la finca y la ocurrencia de termitas (Chi cuadrado de Pearson,  $p = 0,2729$  y Chi cuadrado MV-G2,  $p = 0,2722$ ). En cuanto a la interacción ambiente – frecuencia y ocurrencia de termitas fueron atribuidas principalmente a las variables altitud, temperatura y textura del suelo.

**Palabras claves:** Grupo funcional, Madera, Tipología, Termitas subterráneas

#### ABSTRACT

This study evaluated the effect of farm management and five abiotic variables (altitude, temperature, precipitation, soil texture and pH) on the incidence of termites in crops of orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). This work was conducted on 36 farms in the departments of Bolivar, Cordoba, Cesar and Magdalena. There was no significant association between farm management and the occurrence of termites (Pearson Chi square,  $p = 0.2729$  and MV-G2 Chi square,  $p = 0.2722$ ). Regarding the environment – occurrence interaction of termites were attributed mainly to the variable altitude, temperature and soil texture.

**Key words:** Functional group, Wood, Typology, Subterranean termites

## 9 INTRODUCCIÓN

Colombia posee zonas cuyas condiciones naturales de suelo y clima las hacen óptimas para el cultivo de una amplia gama de productos citrícolas, pero existen múltiples factores limitantes y se requiere de soluciones tecnológicas adecuadas (Páez *et al.* 2004). Entre las limitantes para la producción de cítricos en la región Caribe, se mencionan a las termitas (Páez *et al.* 2004), aunque todavía no se han realizado estudios del estatus de plaga de las especies asociadas. Estos insectos sociales que habitan con preferencia en las zonas tropicales y subtropicales (Álvarez *et al.* 2005), tienen importancia ecológica relacionada con los ciclos biogeoquímicos y son considerados los principales agentes de la descomposición (Wood y Sands 1978, Staley y Orians 1992, Bignell y Eggleton 2000, Donovan *et al.* 2002). Actividades de las termitas como alimentarse del suelo y construir túneles subterráneos y montículos, contribuyen a mantener la estructura de macroporos y redistribuir la materia orgánica, mejorando la calidad y estabilidad del suelo (Lee y Wood 1971, Bignell y Eggleton 2000, Donovan *et al.* 2002). Dada la importancia que tienen las termitas, es indispensable entender cómo la intensificación del uso del suelo afecta el ensamblaje de termitas que han mostrado sensibilidad a la alteración de su hábitat (Bignell y Eggleton 2000, Bandeira *et al.* 2003).

La intensificación y expansión de la agricultura moderna incrementó el rendimiento de los cultivos, pero el aumento de la productividad ha conllevado a una simplificación de los sistemas agrícolas y a una mayor dependencia de aportes externos como los pesticidas y fertilizantes (Altieri, 1999). Esto ha provocado la dramática disminución del área de distribución y diversidad de animales y plantas. Igualmente ha favorecido la presencia de aquellas especies consideradas plagas (Hole *et al.* 2005). Por consiguiente, existe una creciente preocupación por la intensificación del uso del suelo y la pérdida de biodiversidad, ya que amenaza a la fertilidad del suelo y la sostenibilidad de la producción

agrícola (Giller *et al.* 1997, Matson *et al.* 1997). Dicha situación no es ajena para los cultivos de cítricos de la región Caribe de Colombia. En cuanto a las termitas, a nivel mundial, un pequeño porcentaje (menos del 7%) se ha favorecido de las condiciones actuales de la agricultura consolidándose como plagas agrícolas especialmente en lugares con temperatura y humedad elevada (Wood 1978, Wood y Pearce 1991, Constantino 2002a, Issa 2002).

Varios son los trabajos que se han realizado para determinar cuáles factores abióticos podrían ser manipulados para el control de las termitas, así como de aquellos que están estrechamente relacionados con la abundancia y distribución de éstos isópteros. Según Wilson (1971) y Randall (2000), una de las variables ambientales más importantes para la supervivencia de las termitas es la humedad ya que por tener cuerpos blandos y suaves pierden agua rápidamente al estar expuestos al aire. Por tal motivo las termitas construyen túneles protectores cuando se desplazan por áreas expuestas. Los mismos autores sugieren que otras variables importantes son la temperatura y el tipo de suelo que influyen en la capacidad de colonización de las termitas, aunque éstas sobreviven en variedad de suelos. Otras investigaciones mencionan factores como topografía, relaciones hídricas, lluvia y altitud (Salick y Yow-Pong 1984, Gathorne-Hardy *et al.* 2001, Palin *et al.* 2011), para una exitosa colonización y distribución. Aunque también se sugiere que las termitas pueden tener diferentes respuestas a los factores abióticos (temperatura, humedad y altitud) dependiendo del grupo funcional que se estudie, favoreciéndose algunos y perjudicándose otros (Gathorne-Hardy *et al.* 2001, Palin *et al.* 2011).

Bajo el anterior escenario, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del manejo de las fincas citrícolas y de cinco factores abióticos (altitud, temperatura, precipitación, textura y pH del suelo) sobre la ocurrencia de termitas en cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) de la costa Caribe de Colombia.

## 10 MATERIALES Y MÉTODOS

### 10.1 Muestreo

Dentro del área de estudio se seleccionaron las fincas cuyo cultivo de cítrico correspondía a naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) (Tabla 5) y se caracterizaron teniendo en cuenta las siguientes variables: ubicación de la finca, extensión (área total, área de cultivos, área de vegetación natural, área de lagunas y jagüeyes, área destinadas a otras actividades), características del cultivo (podas, tipo de reproducción, fertilización) y manejo de enfermedades y plagas (control y frecuencia), presencia de termitas (época de aparición, control y manejo) (Anexo A).

En cuanto a las variables abióticas, la altitud y la temperatura fueron registradas a partir de las mediciones realizadas con el GPS (Garmin Map 76 CSx). Los datos de precipitación media anual se obtuvieron de los registros del IDEAM. Para la textura y pH del suelo, se tomaron cinco submuestras a una profundidad entre 25 a 30 cm en diferentes puntos del cultivo, éstas se homogenizaron y se tomó aproximadamente 1 Kg que correspondería a la muestra de suelo. El análisis físico – químico de la muestra de suelo fue llevado a cabo en el laboratorio de suelos de CORPOICA sede Cereté (departamento de Córdoba). Los datos de las variables abióticas analizadas se consignan en la Tabla 5.

En cada finca se trazaron tres transectos paralelos y de forma aleatoria se escogieron diez árboles por transecto para tener un total de 30 árboles por finca. En cada árbol se registraron las diferentes especies de termitas (riqueza) y se calculó la frecuencia de ocurrencia [(número de árboles infestados con termitas/total de árboles muestreados)\*100] (Tabla 5).

## **10.2 Análisis de resultados**

### **10.2.1 Caracterización de las fincas y tipologías**

El enfoque tipológico ha sido utilizado en diversos campos de estudio con el fin de clasificar diferentes elementos mediante el análisis de relaciones y correspondencias entre las distintas variables estudiadas (Balzarini *et al.* 2008). Las tipologías se determinaron utilizando métodos multivariados con el programa estadístico InfoStat. Con el objetivo de reducir el número de las variables evaluadas para determinar las tipologías, se procedió a la realización del análisis de componentes principales. La agrupación de las fincas se realizó utilizando análisis de conglomerados, empleando como variables las componentes principales halladas previamente. A los grupos conformados por el cluster se les aplicó una MANOVA y así se determinaron las diferencias entre los grupos. Además la prueba de Hotelling corroboró si los grupos eran estadísticamente diferentes entre sí. Finalmente, se procedió a un análisis discriminante para verificar la significancia de la agrupación, es decir, si los grupos habían sido bien clasificados (Balzarini *et al.* 2008).

### **10.2.2 Grupos Funcionales**

Las termitas recolectadas fueron clasificadas en grupos funcionales con base en la lista sugerida por Donovan *et al.* (2001):

Grupo I: se alimentan de los sustratos menos humificados (termitas inferiores).

Grupo II: se alimentan de madera, hojarasca y pastos en estados muy deteriorados al borde del humus (Termitidae).

Grupo III: aprovechan la madera muy deteriorada y suelos con alto contenido orgánico.

Grupo VI: se alimentan de suelos con bajo contenido orgánico.

### **10.2.3 Asociación manejo de la finca – ocurrencia de termitas**

Con el fin de determinar algún tipo de relación entre las tipologías conformadas y la ocurrencia de termitas, primero se calculó la frecuencia de recolecta promedio de termitas de cada tipología ( $\sum$  % frecuencia de ocurrencia de termitas de las fincas/ Número de fincas) y luego se utilizó el estadístico Chi Cuadrado Pearson y Chi Cuadrado máximo verosímil o estadístico  $G^2$  (Chi cuadrado MV-G2). Los anteriores estadísticos tienen la ventaja de medir tipos generales de asociación (Balzarini *et al.* 2008).

### **10.2.4 Efecto del ambiente sobre la ocurrencia de termitas**

La interacción ambiente – ocurrencia de termitas fue analizada por medio de la prueba multivariada, regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS). La técnica es relativamente nueva, generaliza y combina el análisis de componentes principales y el análisis de regresión lineal. El objetivo es descubrir y reportar la naturaleza de las relaciones de variables predictoras con una o varias variables de respuesta (Balzarini *et al.* 2008). Para el presente trabajo las variables predictoras fueron los factores abióticos analizados y las variables de respuesta fueron la frecuencia de ocurrencia de termitas y la riqueza (Tabla 5).

## **11 RESULTADOS**

### **11.1 Descripción general de las fincas**

Las 37 fincas de naranja muestreadas en la costa Caribe de Colombia están distribuidas entre los 20 m y los 896 m de altitud, con un rango de extensión del cultivo de 0,25 a 40 ha. Dentro de otros rubros productivos se destacan el mango (*Mangifera indica*), banano (*Musa paradisiaca*), cacao (*Theobroma cacao*) y la yuca (*Manihot esculenta*).

Del total de las fincas, solo el 5,3% tiene bosque, área destinada para ganado (10,5%), musáceas (15. 8%), otros frutales y productos de pan coger (36,8%). Cabe señalar que en algunas fincas existen hasta siete tipos usos de suelo. Se determinó que de las 38 fincas encuestadas, el 47,4% combina los cultivos de naranja con otra actividad agrícola.

En el ámbito administrativo, más del 70% de las fincas están bajo la responsabilidad de administradores, cuyas familias residen en el lugar. Todas las fincas utilizan productos químicos, principalmente el organofosforado conocido comercialmente como lorsban, para el control de plagas.

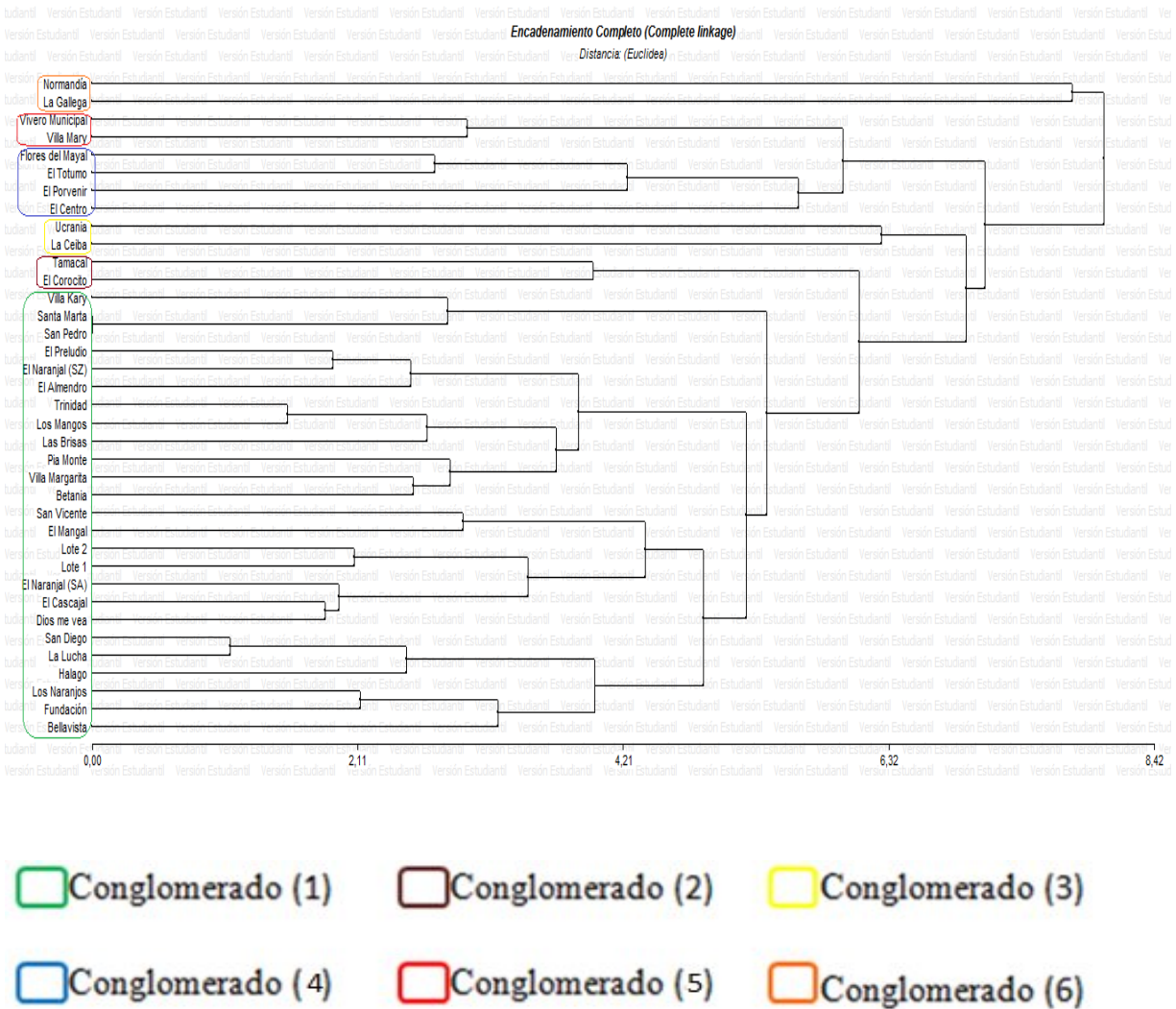
La propagación del cultivo ha sido por reproducción asexual utilizando como patrón el naranjo agrio (*Citrus aurantium*) y la mandarina cleopatra (*Citrus reshni*). En el 29% de los huertos no se utilizan fertilizantes, mientras que en el resto se emplea principalmente el triple 15 (NPK). Las podas son realizadas con el objetivo de sostenimiento, formación y sanitarias; y en el 58% de las fincas se practican.

## **11.2 Tipologías**

Once componentes principales explicaron el 86% de la variabilidad de los datos (Anexo F). En el primero y tercer componente se representa el peso más fuerte las variables de extensión de la finca como área de vegetación natural, extensión total, área de cítricos, área de lagunas y jagüeyes. Además de la altitud, la realización de podas, la textura del suelo y el manejo de plagas. El segundo componente se refiere al manejo de la fertilización (producto y frecuencia), igualmente la altitud y la presencia de podas en el cultivo. En el cuarto y quinto componente las variables extensión total de la finca y topografía tienen gran importancia. Aunque también se incluyen la frecuencia de manejo de termitas en el cuarto componente y en el quinto, la calidad del drenaje. El sexto componente está determinado por las variables manejo de enfermedades y manejo de plagas. El séptimo componente por la edad del cultivo y el tipo de manejo de termitas. La variable tipo de patrón para la propagación del cultivo fue la más influyente en el octavo componente. En el noveno y decimo componente, la variable control de malezas representa la mayor importancia.

Finalmente, el onceavo componente representa las variables relacionadas con termitas como el tipo y frecuencia de manejo (Anexo G).

El análisis de conglomerados con once componentes principales asoció las 37 fincas en seis grupos estadísticamente diferentes. El primer conglomerado consta de 25 fincas, el segundo, tercero, quinto y sexto conglomerado está conformado por dos fincas y el cuarto grupo por cuatro fincas (Figura 14).



**Figura 14.** Dendrograma de las tipologías conformadas de acuerdo a las características y manejo de los naranjales de la costa Caribe de Colombia, variables que fueron reducidas a once componentes principales.

Al realizar el análisis de varianza mutivariado (MANOVA) de los seis grupos conformados se encontró que tales grupos son estadísticamente diferentes ( $p = <0,0001$ ). La prueba de Hotelling ( $p = <0,05$ ) corroboró que los conglomerados formados eran estadísticamente diferentes entre sí (Anexo H).

El análisis discriminante indicó que cinco de los seis grupos fueron bien clasificados (0% de error), a excepción del grupo uno, donde una finca fue clasificada en el grupo cuatro (4% de error) (Anexo I).

#### **11.2.1 Caracterización de las seis tipologías**

De forma general, las fincas se han agrupado por diferencias entre una a tres variables; es así que la:

**Tipología 1.** Representa aquellas fincas en un rango de tamaño de 0.8 a 150 Ha y un área de cultivo en cítricos que va de 0.5 a 40 Ha, se caracterizan porque todas presentaron un manejo químico de plagas y control manual de malezas. Además, la no utilización de productos para fertilización.

**Tipología 2.** Son fincas con área citrícola mayores a 3 Ha, donde se hace un fuerte control sobre las plagas y las malezas, ya que utilizan la sinergia de los métodos manual, mecánico, químico y el control biológico.

**Tipología 3.** Fincas con una extensión de 100 Ha de las cuales 0.25 Ha corresponden a cultivos de naranja, presentan más de 20 Ha de vegetación natural y se caracterizan porque no tienen un control sobre las enfermedades que atacan al cultivo, pero tienen fertilización orgánica y poseen agua durante todo el año debido a la presencia de lagunas.

**Tipología 4.** Corresponde a fincas con un rango de cultivos en cítricos (naranja, limas ácidas y pomelo) que va desde las 0,25 a 10 Ha. Utilizan como producto de fertilización el triple 15 y el manejo de las termitas se hace cuando el daño es evidente o por la visualización de nidos.

**Tipología 5.** Son las fincas más pequeñas en extensión (menores a 9 ha) con un área en cítricos de 0,25 Ha y con árboles considerados jóvenes (menores a 5 años). La distancia de siembra está por fuera de lo normal en cuanto a huertos de cítricos se refiere (3 x 3 m), las podas son realizadas cada tres meses y las malezas son controladas de forma manual.

**Tipología 6.** Es un conglomerado con características similares al grupo 1. Posee las fincas de tamaño grande (entre 85 a 340 ha), pero menos de 2 ha corresponden a huertos de cítricos. La incidencia de termitas es considerada media – alta y su manejo es solo químico con el producto comercial lorsban.

### **11.3 Grupos Funcionales**

La mayoría de las termitas encontradas en los cultivos de naranja se ubicaron en los grupos funcionales **I** y **II**, es decir, las que se alimentan principalmente de madera y a su vez fueron las que obtuvieron la mayor frecuencia de ocurrencia (Tabla 4).

**Tabla 4.** Termitas encontradas en los cultivos de naranja (*Citrus sinensis*), frecuencia de ocurrencia y grupos funcionales. I = sustrato menos humificado (termitas inferiores), II = madera (termitas superiores), III = madera deteriorada, IV = se alimentan del suelo.

| Familia         | Especie                                                    | Frecuencia ocurrencia (%) | Grupo Funcional |
|-----------------|------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| Termitidae      | <i>Amitermes foreli</i> (Wasmann, 1902)                    | 8,72                      | II              |
|                 | <i>Anoplotermes</i> sp. 1                                  | 0,09                      | IV              |
|                 | <i>Anoplotermes</i> sp. 2                                  | 0,09                      | IV              |
|                 | <i>Cortaritermes</i> sp. 1                                 | 0,09                      | II              |
|                 | <i>Microcerotermes</i> cf. <i>arboreus</i> (Emerson, 1925) | 9,15                      | II              |
|                 | <i>Nasutitermes guayanae</i> (Holmgren, 1910)              | 0,94                      | II              |
|                 | <i>Nasutitermes nigriceps</i> (Haldeman, 1853)             | 6,41                      | II              |
|                 | <i>Ruptitermes</i> sp. 1                                   | 0,09                      | IV              |
|                 | <i>Rhynchotermes bulbinasus</i> (Scheffrahn, 2010)         | 1,79                      | II              |
|                 | <i>Termes panamaensis</i> (Snyder, 1923)                   | 0,43                      | III             |
| Rhinotermitidae | <i>Heterotermes convexinotatus</i> (Snyder, 1924)          | 7,44                      | I               |
|                 | <i>Heterotermes tenuis</i> (Hagen, 1858)                   | 11,62                     | I               |
|                 | <i>Coptotermes crassus</i> (Snyder, 1922)                  | 1,62                      | I               |
|                 | <i>Coptotermes testaceus</i> (Linnaeus, 1758)              | 0,68                      | I               |

#### 11.4 Asociación manejo de la finca - ocurrencia de termitas

No se detectó asociación significativa entre los seis conglomerados y la incidencia promedio de termitas, al aplicar la prueba Chi cuadrado de Pearson ( $p = 0,2729$ ) o Chi cuadrado MV-G2 ( $p = 0,2722$ ), por tanto no hay evidencias para rechazar la hipótesis nula de que el manejo de la finca no tiene efecto sobre la presencia y distribución de termitas.

#### 11.5 Efecto del ambiente sobre la ocurrencia de termitas

Referente a las variables abióticas analizadas, el 50% de las fincas presentaron suelo de textura franco, en algunos casos con mayor porcentaje de arena y en otros con mayor porcentaje de arcilla. El pH del suelo estuvo en un rango de 4,9 a 7,3; mientras que la temperatura promedio osciló entre los 28 y 37 °C. La precipitación media anual alcanzó un máximo de 2111mm en la finca la Ceiba, caso contrario para la finca Normandía que

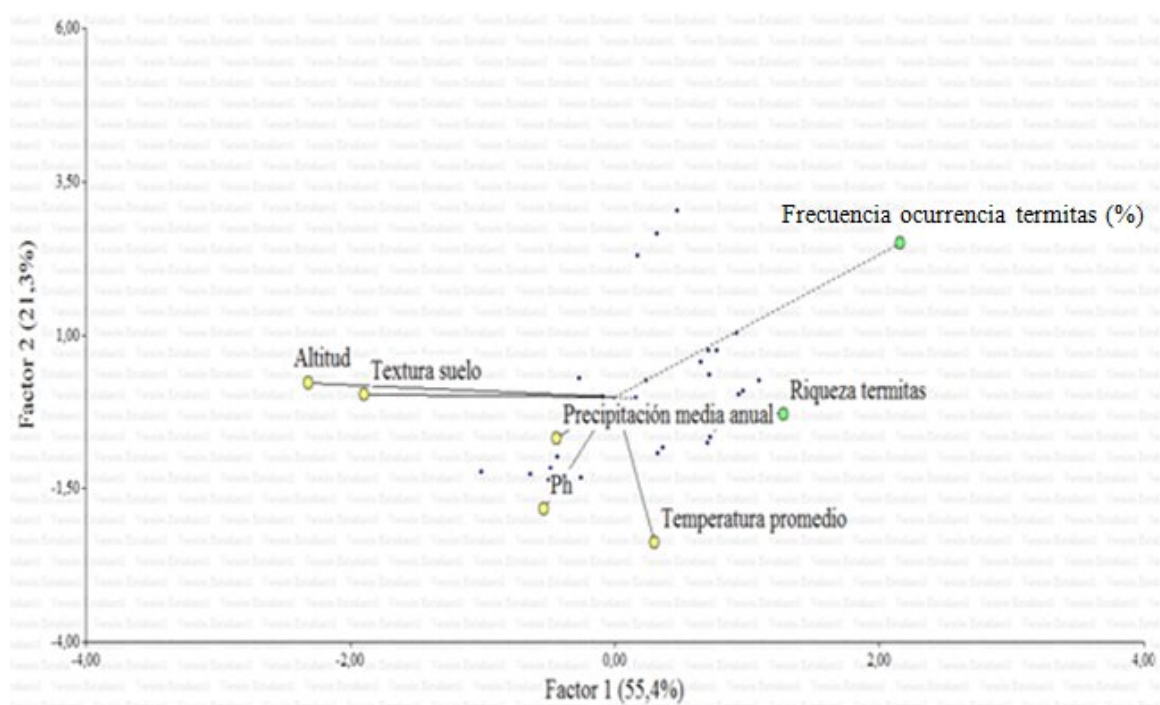
presentó el menor valor (800 mm). La altitud fue muy variable obteniendo fincas desde los 20 hasta los 890 m.s.n.m. En cuanto a las variables riqueza y frecuencia de ocurrencia de termitas, las fincas El Almendro y Los Mangos no presentaron termitas. Por otro lado, no existe una relación tan marcada entre la riqueza y la frecuencia de ocurrencia, ya que fincas con una mayor riqueza no necesariamente presentaron la mayor frecuencia de recolecta (Tabla 5).

**Tabla 5.** Datos de las variables abióticas evaluadas en los cultivos de naranja de la costa Caribe de Colombia para analizar la relación ambiente – ocurrencia de termitas. F = Franco

| Finca            | Textura del suelo | pH del suelo | Temperatura promedio (°C) | Precipitación media anual (mm) | Altitud (m) | Riqueza Termitas (S <sub>t</sub> ) | Frecuencia captura termitas (%) |
|------------------|-------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------|-------------|------------------------------------|---------------------------------|
| El Almendro      | F.Arenosa         | 5,8          | 32                        | 1500                           | 42          | 0                                  | 0                               |
| Trinidad         | F.Arenosa         | 6,4          | 32                        | 1300                           | 42          | 6                                  | 56,67                           |
| El Preludio      | F.Arenosa         | 5,8          | 32                        | 1200                           | 42          | 4                                  | 46,66                           |
| Tamacal          | Arenosa           | 6,3          | 32                        | 1600                           | 72          | 3                                  | 43,34                           |
| El Corocito      | Arenosa           | 5,8          | 37                        | 1600                           | 50          | 7                                  | 59,99                           |
| Las Brisas       | Arenosa           | 5,7          | 37                        | 1600                           | 47          | 4                                  | 53,34                           |
| San Vicente      | Arcilloso         | 6,7          | 36                        | 1250                           | 36          | 5                                  | 96,66                           |
| Lote 1           | Arcilloso         | 6,9          | 34                        | 1500                           | 32          | 4                                  | 43,33                           |
| Lote 2           | Arcilloso         | 6,7          | 34                        | 1500                           | 32          | 3                                  | 36,66                           |
| San Diego        | F.Arenosa         | 7            | 34                        | 1200                           | 34          | 3                                  | 50                              |
| El Mangal        | Arcilloso         | 7            | 35                        | 1250                           | 32          | 5                                  | 56,67                           |
| El Naranjal      | F.Arenosa         | 6,8          | 34                        | 1250                           | 32          | 4                                  | 56,67                           |
| Villa Margarita  | Arenosa           | 4,7          | 28                        | 1200                           | 50          | 4                                  | 70                              |
| Ucrania          | Arenosa           | 5,1          | 28                        | 1600                           | 50          | 6                                  | 73,33                           |
| Betania          | Arenosa           | 4,9          | 28                        | 1400                           | 50          | 5                                  | 63,33                           |
| Normandía        | F.Arenosa         | 6,4          | 34                        | 800                            | 30          | 4                                  | 63,33                           |
| Halago           | F.Arenosa         | 6,6          | 34                        | 1300                           | 34          | 6                                  | 79,99                           |
| Fundación        | F.Arenosa         | 6,3          | 34                        | 1100                           | 30          | 6                                  | 83,33                           |
| El Cascajal      | Arcilloso         | 7,3          | 34                        | 1300                           | 33          | 6                                  | 53,32                           |
| La Lucha         | Arcilloso         | 7,3          | 33                        | 1500                           | 34          | 3                                  | 30,01                           |
| Dios Me vea      | F.Arcilloso       | 6,8          | 34                        | 1500                           | 32          | 3                                  | 39,99                           |
| El Totumo        | Arenosa           | 6,4          | 32                        | 1250                           | 32          | 7                                  | 86,67                           |
| Flores del Mayal | Arenosa           | 6,7          | 32                        | 1250                           | 32          | 1                                  | 6,67                            |
| Bellavista       | Arenosa           | 6,7          | 32                        | 1250                           | 32          | 5                                  | 46,67                           |
| El Naranjal      | F.Arenosa         | 7,1          | 34                        | 1200                           | 33          | 4                                  | 26,67                           |

|                     |                           |     |    |      |     |   |       |
|---------------------|---------------------------|-----|----|------|-----|---|-------|
| Los Mangos          | F.Arenosa                 | 6,4 | 34 | 1200 | 34  | 0 | 0     |
| Villa Kary          | Arcilloso                 | 7,4 | 35 | 1400 | 30  | 4 | 29,99 |
| San Pedro           | F.Arenosa                 | 6,9 | 30 | 1200 | 22  | 5 | 63,33 |
| El Naranjal         | F.Arenosa                 | 7   | 33 | 1200 | 30  | 3 | 43,33 |
| Santa Marta         | F.Arenosa                 | 6,7 | 30 | 1200 | 22  | 5 | 60    |
| El Centro           | F.Arenosa                 | 7,6 | 32 | 439  | 20  | 4 | 76,67 |
| La Gallega          | F. Arenosa<br>F.Arcilloso | 6,3 | 26 | 1200 | 600 | 2 | 13,34 |
| San José            | F. Arenosa<br>F.Arcilloso | 5,7 | 28 | 1206 | 896 | 2 | 10    |
| La Ceiba            | Arenosa                   | 6,1 | 30 | 2111 | 50  | 5 | 70    |
| Villa Mary          | Arenosa                   | 5,8 | 32 | 1500 | 68  | 2 | 13,34 |
| Vivero<br>Municipal | F.Arenosa                 | 6,3 | 30 | 2000 | 68  | 3 | 73,33 |

La interacción ambiente – ocurrencia de termitas se explica en su totalidad a partir de las dos primeras componentes, según lo muestran los autovalores (Factor 1 = 55,4%; Factor 2 = 21,3%). Al analizar el eje 1 del tri-plot se puede apreciar que la riqueza y la frecuencia de ocurrencia de termitas tienen relación con la altitud y la textura del suelo. La segunda dimensión del tri-plot asocia la frecuencia de ocurrencia de termitas con la temperatura promedio. Las variables pH del suelo y precipitación promedio no resultaron importantes para explicar la asociación ambiente – ocurrencia termitas (Figura 15).



**Figura 15.** Tri-plot de la relación entre variables abióticas ambientales y la presencia de termitas (riqueza y ocurrencia) en cultivos de naranja de la costa Caribe de Colombia.

## 12 DISCUSIÓN

### 12.1 Tipologías –Ocurrencia de termitas

El uso del enfoque tipológico ha permitido clasificar en seis grupos las 36 fincas muestreadas, las cuales poseen en común la utilización de productos químicos ya sea para el control de plagas y enfermedades o el control de malezas. Igualmente, se ven reflejadas las diferencias en el uso del suelo y la intensidad del manejo de los cultivos. Por lo tanto, son zonas que han sido fuertemente modificadas y perturbadas para la agricultura y en algunas fincas citrícolas también se ha involucrado el ganado. La respuesta de las termitas a la fragmentación y perturbación del hábitat ha sido investigada principalmente en Brasil (DeSouza y Brown 1994, Eggleton *et al.* 1996, Brandão y Souza 1998, Bandeira *et al.*

2003). El patrón común es que la comunidad de termitas es altamente afectada por la perturbación y la fragmentación; y algunos grupos funcionales son más afectados que otros.

En la literatura se ha referenciado que sitios con altos grados de perturbación, especialmente los monocultivos, afectan de manera negativa aquellas termitas que se alimentan de hojarasca y de suelos con alto contenido orgánico. Sin embargo, algunas especies que se alimentan de madera pueden llegar a ser muy abundantes (Bandeira *et al.* 2003), fenómeno que se visualizó en el presente estudio (grupos funcionales I y II. Tabla 4).

Las alteraciones del ambiente pueden afectar a las termitas en sus recursos de alimentación, anidación y asociación con otras especies (Attignon *et al.* 2005). Por ejemplo, la disminución de la cobertura vegetal, menor cantidad de árboles leñosos y la reducción en la riqueza de especies de plantas, se combinan para producir una simplificación cada vez mayor de la estructura física del hábitat, que a su vez afecta al conjunto de termitas en distintas formas (Jones *et al.* 2003). Para nuestro caso de estudio, fue evidente que las termitas más frecuentes (*Microcerotermes cf. arboreus*, *Heterotermes tenuis*, *Heterotermes convexinotatus*, *Amitermes foreli* y *Nasutitermes nigriceps*) han aprovechado las condiciones del paisaje y han colonizado eficientemente las fincas evaluadas, lo que es corroborado al no encontrar diferencias entre la ocurrencia de termitas y el manejo de las fincas (las seis tipologías). Dichas especies se han consolidado como una amenaza agrícola en diferentes partes del mundo (Constantino 2002a, Issa 2002, Rouland 2011). Por lo que, su presencia en los huertos puede considerarse como una adaptación a áreas perturbadas y por lo tanto debe de mirarse con gran atención.

## **12.2 Ambiente – Ocurrencia de Termitas**

De las variables abióticas evaluadas, la altitud, la textura del suelo y la temperatura, fueron las que más estuvieron relacionadas con la riqueza y la frecuencia de ocurrencia de termitas (Figura 15), resultado esperado de acuerdo a la literatura. Muchos trabajos han referenciado

que la riqueza y la abundancia de termitas decrecen con el incremento en la altitud y a su vez se encuentra relacionado con la temperatura (Collins 1980, Thomas y Proctor 1997; Gathorne-Hardy *et al.* 2001, Palin *et al.* 2011). El rango altitudinal de las termitas es muy probable que este limitado por la temperatura, ya que a mayor altitud, menor es la temperatura y en ambientes muy fríos se reduciría la tasa metabólica del isóptero, afectando así la diversidad (Olso 1994, Gathorne-Hardy *et al.* 2001, Davies *et al.* 2003). Lo anterior se puede evidenciar en la Tabla 5, donde las fincas ubicadas en un rango altitudinal de los 32 a los 50 m y a una temperatura promedio entre los 32 y 37 °C presentaron la mayor riqueza y frecuencia de captura de termitas. Igualmente, otro factor a tener en cuenta según Gathorne-Hardy *et al.* (2001) son las estrategias de alimentación de los grupos funcionales I y II, ya que el hecho de construir nidos y galerías para una fácil asimilación del alimento sería un gasto alto de energía. Además, en laboratorio se ha demostrado que a altas temperaturas las termitas presentan una mayor actividad de forrajeo (Arab y Costa-Leonardo 2005). En el presente trabajo las termitas más importantes pertenecen a los grupos I y II (Tabla 4).

La textura del suelo es considerada como una de las variables críticas que influyen la actividad de forrajeo de las termitas, principalmente de aquellas de hábito subterráneo. Lee y Wood (1971), argumentan que las especies de termitas que construyen nidos subterráneos y epigeos requieren de la cantidad exacta de arena, limo y arcilla, para la construcción de nidos y las galerías asociadas. Sin embargo, se menciona que los isópteros subterráneos prefieren colonizar suelos arenosos (Wilson 1971, Randall 2000), y la explicación radica en la capacidad de remoción de las partículas de suelo. Granos de tierra muy grandes de remover limitarían la construcción de túneles y por ende la capacidad de moverse (Arab y Costa-Leonardo 2005). El hecho de que en los suelos de las fincas de naranja evaluadas predomine la textura franco, puede haber favorecido la presencia y la dispersión de las termitas de hábito subterráneo encontradas en el presente estudio; ya que los suelos francos presentan una proporción parecida de arcilla, arena y limo (Montenegro y Malagón 1990). Aunque, algunas fincas tienen mayor proporción de arena y otras de arcilla (Tabla 5). Finalmente, aunque la lluvia y el pH del suelo se han reportado como variables que también

influyen la presencia de termitas (Salick y Yow-Pong 1984), en la actual investigación no fueron importantes. Resultado similar obtuvieron Dawes-Gromadzki y Spain (2003), los cuales no encontraron relación entre la lluvia y la incidencia de termitas; argumentando que las fuertes precipitaciones causan inundaciones y saturan la superficie del suelo, reprimiendo la actividad de las termitas. En cuanto al pH del suelo se sugiere que los isópteros prefieren valores bajos por el hecho de que durante la digestión aumentan su pH intestinal (Davies *et al.* 2003). Sin embargo, las anteriores dos relaciones según sus autores requieren de verificación.

### **13 CONCLUSIÓN**

El manejo de la finca no fue un factor que influyera en la presencia o no de termitas, así mismo las variables abióticas que mostraron estar más relacionadas con la riqueza y ocurrencia de termitas en los naranjales evaluados fueron la altitud, la temperatura y la textura del suelo. Es de aclarar que los sitios estudiados han sido modificados para extender la frontera agrícola y ganadera. Por lo tanto, podría ser la condición actual de la zona de estudio lo que ha favorecido quizás no la riqueza pero si la abundancia y dispersión de aquellas termitas que se alimentan principalmente de madera (grupos funcionales I y II).

### **14 LITERATURA CITADA**

ALTIERI, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 74: 19-31.

ÁLVAREZ, C.S., R. SANTOS, P. VALVERDE, Y E. QUESADA. 2005. Selección de aislados de hongos Anámorficos entomopatógenos para el control de *Reticulitermes grassei* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 31(2): 299-307.

ATTIGNON, S. E., T. LACHAT, P. N. SINSIN, AND R. PEVELING. 2005. Termite assemblages in a West-African semi-deciduous forest and teak plantations. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 110: 318-326.

ARAB, A. AND A. M. COSTA-LEONARDO. 2005. Effect of biotic and abiotic factors on the tunneling behavior of *Coptotermes gestroi* and *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Behavioural Processes*, 70: 32-40.

BALZARINI M.G., L. GONZALEZ, M. TABLADA, F. CASANOVES, J. A. DI RIEN Y C. W. ROBLEDO. 2008. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina. [http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/Herramientas\\_Estadisticas/Manual.pdf](http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/Herramientas_Estadisticas/Manual.pdf) (consultada 14/12/2011).

BANDEIRA, A. C., A. VASCONCELLOS, M. SILVA, AND R. CONSTANTINO. (2003). Effects of hábitat disturbance on the termite fauna in a highland tropical forest in the Caatinga domain, Brazil. *Sociobiology*, 42: 117–127.

BIGNELL, D.E. AND P. EGGLETON. 2000. Termites in ecosystems. Pp. 363-408, in *Termites, Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology* (T. Abe, D. E. Bignell and M. Higashi, eds). Dordrecht The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. 466 pp.

BRANDAO, D. AND R. F. SOUZA. 1998. Effects of deforestation and implantation of pastures on the termite fauna in the Brazilian “cerrado” region. *Tropical Ecology*, 39: 175-178.

COLLINS, N. M. 1980. The distribution of soil macrofauna on the west ridge of Gunung (Mount) Mulu, Sarawak. *Oecologia*, 44: 263-275.

CONSTANTINO, R. 2002a. The pest termites of South America: Taxonomy, distribution and status. *Journal of applied Entomology*, 126: 355-365.

DAVIES, R. G., P. EGGLETON, D. T. JONES, F. J. GATHORNE-HARDY, AND L. M. HERNANDEZ. 2003. Evolution of termite functional diversity: Analysis and synthesis of local ecological and regional influences on local species richness. *J. Biogeogr.* 30: 847-877.

DAWES-GROMADZKI, T. AND A. SPAIN. 2003. Seasonal patterns in the activity and species richness of surface-foraging termites (Isoptera) at paper baits in a tropical Australian savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 19: 449-456.

DESOUZA, O. F. F AND V. K. BROWN. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology*, 10: 197-206.

DONOVAN, S. E., P. EGGLETON AND D. E. BIGNELL. 2001. Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. *Ecological Entomology*, 26: 356-366.

DONOVAN, S. E., P. EGGLETON, AND A. MARTIN. 2002. Species composition of termites of the Nyika plateau forests, northern Malawi, over an altitudinal gradient. *African Journal of Ecology*, 40: 379-385.

EGGLETON, P., D. E. BIGNELL, W. A. SANDS, N. A. MAWDSLEY, J. H. LAWTON, T. G. WOOD AND N. C. BIGNELL. 1996. The diversity, abundance and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, Southern Cameroon. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 351: 51-68.

GATHORNE-HARDY, F., SYAUKANI, AND P. EGGLETON. 2001. The effects of altitude and rainfall on the composition of the termites (Isoptera) of the Leuser Ecosystem (Sumatra, Indonesia). *Journal of Tropical Ecology*, 17: 379-393.

GILLER, K.E., M.H. BEARE, P. LAVELLE, A. M. IZAC AND M. J. SWIFT. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology*, 6: 3-16.

HOLE, D.G., A. J. PERKINS, J. D. WILSON, I. H. ALEXANDER, P. V. GRICE, P.V AND A. D. EVANS. 2005. Does organic farming benefit biodiversity?. *Biological Conservation*, 122: 113-130.

ISSA, S. 2002. Plagas Agrícolas de Venezuela: Termitas Urbanas. Sociedad Venezolana de Entomología <http://atta.labb.usb.ve> (consultada 14/12/2011).

JONES, D. T., F. X. SUSILO., D. E. BIGNELL., S. HARDIWINOTO., A. N. GILLISON AND P. EGGLETON. 2003. Termite assemblage collapse along a land-use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Ecology*, 40: 380-391.

LEE, K.E. AND T. G. WOOD. 1971. Physical and chemical effects on soils of some Australian termites, and their pedological significance. *Pedobiologia*, 11: 376-409.

MATSON, P.A., W. J. PARTON, A. G. POWER AND M. J. SWIFT. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277, 504-509.

MONTENEGRO G. H. Y C. D. MALAGÓN. 1990. Propiedades físicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Colombia. 797 pp.

OLSON, D. M. 1994. The distribution of leaf litter invertebrates along a neotropical altitudinal gradient. *Journal of Tropical Ecology*, 10: 129-150.

PÁEZ, A. R., G. TORREGROZA, L. M. ROBLEDO, J. CUELLO, S. L. BUELVAS, A. CAICEDO, O. LOPÉZ, R. AVILA, Y N. VENEGAS. 2004. Caracterización de los sistemas de producción de Cítricos y Papaya en la región Caribe colombiana. Boletín de Investigación No 9. CORPOICA-PRONATTA, 104 pp.

PALIN, O. F., P. EGGLETON, Y. MALHI, C. A. J. GIRARDIN, A. ROZAS-DÁVILA AND C. L. PARR. 2011. Termite Diversity along an Amazon-Andes Elevation Gradient, Peru. *Biotropica*, 43(1): 100-107.

RANDALL, C. 2000. Management of termites and other Word destroying pest. Michigan State University, 114 pp.

ROULAND, L., C. 2011. Termites as pest of agricultura. Pp, 499-517, in: *Biology of Termites: A Modern Synthesis* ( D. E. Bignell; Y. Roisin and N. Lo, eds.). Springer Science + Business Media B.V, 592 pp.

SALICK, J & YOW – PONG, T. 1984. An analysis of termite faunae in Malayan Rainforests. *Journal of Applied Ecology*, 21: 547-561.

Software Estadístico InfoStat, versión estudiantil. <http://www.infostat.com.ar> (consultada 5/12/2011)

STALEY, T. AND H. ORIAN. 1992. Evolution of the biosphere. Pp. 21-54, in: *Global Biogeochemical Cycles* (S. R. Buthcer; Y. Charlson; H. Orians and G. Wolfe, eds.). Academic Press Ltd. London, 377 pp.

THOMAS, L. AND J. PROCTOR. 1997. Invertebrates in the litter and soil on the ultramafic Mount Giting-Giting, Philippines. *Journal of Tropical Ecology*, 13:125-131.

WILSON, E. O. 1971. The social insects. Harvard University Press, Cambridge, MA, 548 pp.

WOOD, G. 1978. Food and feeding habits of termites. Pp. 55-80, in: Production ecology of ants and termites (M, Brian, ed.). Cambridge University Press, 401 pp.

WOOD, G. AND W. A. SANDS. 1978. The role of termites in ecosystems. Pp. 245-292, in: Production ecology of ants and termites (M, Brian, ed.). Cambridge University Press, 401 pp.

WOOD, G. AND J. PEARCE. 1991. Termites in Africa: The environmental impact of control measures and damage to crops tress, rangeland and rural buildings. Sociobiology, 13: 221-234.

## 15 COMENTARIOS FINALES

El método de la búsqueda exhaustiva en el árbol y su alrededor, permitió registrar la presencia de termitas directamente en los árboles de cítricos estudiados. El muestreo fue exitoso para visualizar aquellas especies de termitas que más se encuentran asociadas a los cultivos de cítricos de la costa Caribe de Colombia; igualmente para determinar su frecuencia de ocurrencia y distribución. Así mismo, el enfoque tipológico permitió clasificar las 36 fincas muestreadas en seis grupos según las características y variables de manejo de la finca.

Las condiciones ambientales sumado con la alta fragmentación y perturbación que ha sufrido la zona norte de Colombia pueden haber favorecido la distribución y aumento en las poblaciones de las especies *Microcerotermes* cf. *arboreus*, *Heterotermes convexinotatus*, *Heterotermes tenuis* y *Amitermes foreli*. Dichas especies se han reconocido en diferentes lugares del mundo como plagas en sistemas agrícolas y para Colombia se han reportado en diferentes sistemas productivos; sin embargo, no se cuenta con estudio alguno donde se verifique el estatus de plagas.

Se recomienda seguir investigando sobre las termitas asociadas a los cítricos de la costa Caribe de Colombia; es importante conocer acerca de su biología y requerimientos ambientales para un futuro control. Aunque en el presente trabajo no se puede confirmar que las termitas encontradas son una plaga, si es evidente su alto porcentaje de presencia; además no se puede desconocer la información negativa que reporta el citricultor sobre el insecto en sus cultivos y viviendas.

Para progresar más en las técnicas de protección de cultivos citrícolas, no sólo basta con identificar el insecto que los afecta negativamente, sino también conocer aquellas características tanto ambientales como biológicas que han permitido su éxito. Las prospecciones realizadas en los cultivos en los que se aplican y controlan a las termitas con insecticidas, priman aquellas especies más ubicuas adaptadas a estas perturbaciones; por lo

que se requiere de la búsqueda de otros mecanismos de control como por ejemplo el control biológico. Sin embargo, no basta con decidir cuáles son los entomófagos clave, también se requiere conocer aquellos factores favorecen su persistencia, como por ejemplo el hábitat.

## 16 LITERATURA GENERAL CITADA

ABADÍA, J.C., C. GALVIS., A. M. ARCILA, Y P. CHACÓN DE ULLOA. 2011.

*Heterotermes convexinotatus* (Isoptera: Rhinotermitidae) in Colombia: Distribution and Impact. Pp. 400, en: Proceeding of the 7<sup>th</sup> International Conference on Urban Pests (W. H. Robinson & A. E. de Carvalho Campos, eds.). Ouro Preto, Brazil, August, 7-10.

ABADÍA, J. C. Y A. M. ARCILA. 2009. Termitas en cultivos de limón en los departamentos del Atlántico y Magdalena, Colombia. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle, 10(2): 36-46.

AGUILERA, A. O. 2010. *Coptotermes gestroi* (Wasmman).

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/15/1454Coptotermes%20gestroi..pdf>  
(consultada 16/12/2011).

ALTIERI, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture Ecosystems and Environment, 74: 19-31.

ÁLVAREZ, C.S., R. SANTOS, P. VALVERDE, Y E. QUESADA. 2005. Selección de aislados de hongos Anámorficos entomopatógenos para el control de *Reticulitermes grassei* (Isoptera: Rhinotermitidae). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 31(2): 299–307.

ATTIGNON, S. E., T. LACHAT, P. N. SINSIN, AND R. PEVELING. 2005. Termite assemblages in a West-African semi-deciduous forest and teak plantations. Agriculture, Ecosystems and Environment, 110: 318-326.

ARAB, A. AND A. M. COSTA-LEONARDO. 2005. Effect of biotic and abiotic factors on the tunneling behavior of *Coptotermes gestroi* and *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae). Behavioural Processes, 70: 32-40.

ARAUJO, R. L. 1970. Termites of the neotropical region. Pp. 527-576, en: Biology of Termites (K. Krishns and M. F. Weesner, eds.). Academic Press. Nueva York, 643 pp. ArcGIS Desktop versión 10. <http://www.esri.com/> (consultada 5/12/2011)

AYESTARAN, L. V. AND E. DIEHL. 2009. Spatial distribution of *Costaritermes fulviceps* nest (Silvestri, 1901) (Isoptera; Termitidae, Nasutitermitinae) in coastal restinga áreas in Rio Grande do Sul State. Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia, 10 a 13 de setembro, São Lourenço – MG. [http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos\\_clae/131.pdf](http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_clae/131.pdf) (consultada 2/12/2011).

BALZARINI M.G., L. GONZALEZ, M. TABLADA, F. CASANOVES, J. A. DI RIEN Y C. W. ROBLEDO. 2008. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina. [http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/Herramientas\\_Estadisticas/Manual.pdf](http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/Herramientas_Estadisticas/Manual.pdf) (consultada 14/12/2011).

BANDEIRA, A. G. 1981. Ocorrência de cupins (Insecta, Isoptera) como pragas de mandioca em Bujaru. Pará. Acta Amazonica, 11: 149-152.

BANDEIRA, A. G., I. GOMES, B. LISBOA AND S. SOUZA. 1989. Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém do Pará. EMBRAPA/CPATU. Boletim de Pesquisa, Belém, 4 (101): 1-25.

BANDEIRA, A. C., A. VASCONCELLOS, M. SILVA, AND R. CONSTANTINO. (2003). Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland tropical forest in the Caatinga domain, Brazil. Sociobiology, 42: 117–127.

BELLOTTI, C., B. ARIAS, O. VARGAS Y J. PEÑA. 2002. Pérdidas en rendimientos del cultivo de Yuca causadas por Insectos y ácaros. Pp. 204-219, en: La yuca en el tercer Milenio Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización Y Comercialización (B. Ospina y H. Ceballos, eds.). CIAT – CLAYUCA, 586 pp.

BEQUAERT, J., 1925. *Neotermes injurious* to living guava tree, with notes on other Amazonian termites. Entomological News, 36: 298-294.

BIGNELL, D.E. AND P. EGGLETON. 2000. Termites in ecosystems. Pp. 363-408, in Termites, Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology (T. Abe, D. E. Bignell and M. Higashi, eds). Dordrecht The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. 466 pp.

BRANDAO, D. AND R. F. SOUZA. 1998. Effects of deforestation and implantation of pastures on the termite fauna in the Brazilian “cerrado” region. Tropical Ecology, 39: 175-178.

CALDERON, R. A. AND R. CONSTANTINO. 2007. A Survey of the Termite Fauna (Isoptera) of an Eucalypt Plantation in Central Brazil. Neotropical Entomology, 36(3): 391-395.

CARRILLO, L. 2003. Las Termitas se consolidan como plaga agrícola. Gaceta Universitaria. Junio. Universidad de Guadalajara.  
<http://www.gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/301/301-9.pdf>  
(consultada 16/12/2011).

COLLINS, N. M. 1980. The distribution of soil macrofauna on the west ridge of Gunung (Mount) Mulu, Sarawak. Oecologia, 44: 263-275

CONSTANTINO, R. 1998. Catalogo f the living termites of the New World (Insecta: Isoptera). Archivos de Zoología, 35 (2): 135-231.

CONSTANTINO, R. 2001. Key to the soldiers of South American Heterotermes with a new species from Brazil (Isoptera: Rhinotermitidae). *Insect Systematics and Evolution*, 31: 463-472.

CONSTANTINO, R. 2002a. The pest termites of South America: Taxonomy, distribution and status. *Journal of applied Entomology*, 126: 355-365.

CONSTANTINO, R. 2002b. An illustrated key to Neotropical termite genera (Insecta: Isoptera) based primarily on soldiers. *Zootaxa*, 67: 1-40.

CONSTANTINO, R. AND A.N.S. ACIOLI. 2006. Termite diversity in Brazil (Insecta: Isoptera). Pp, 117-128, in: *Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems* (F. Moreira, J.O. Siqueira and L. Brussaard, eds.). CAB International, Wallingford, 28 pp.

DAVIES, R. G., P. EGGLETON, D. T. JONES, F. J. GATHORNE-HARDY, AND L. M. HERNÁNDEZ. 2003. Evolution of termite functional diversity: Analysis and synthesis of local ecological and regional influences on local species richness. *J. Biogeogr*, 30: 847-877.

DAWES-GROMADZKI, T. AND A. SPAIN. 2003. Seasonal patterns in the activity and species richness of surface-foraging termites (Isoptera) at paper baits in a tropical Australian savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 19: 449-456.

DESOUZA, O. F. F AND V. K. BROWN. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology*, 10: 197-206.

DOMÍNGUEZ-GIL, O. AND A. MCPHERON. 1992. Arthropods associated with passion fruit in western Venezuela. *Florida Entomologist*, 75: 607-612.

DONOVAN, S., D. JONES., W. SANDS AND P. EGGLETON. 2000. Morphological Phylogenetics of termites (Isoptera). *Biological Journal of the Linnean Society*, 70: 467-513.

DONOVAN, S. E., P. EGGLETON AND D. E. BIGNELL. 2001. Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. *Ecological Entomology*, 26: 356-366.

DONOVAN, S. E., P. EGGLETON, AND A. MARTIN. 2002. Species composition of termites of the Nyika plateau forests, northern Malawi, over an altitudinal gradient. *African Journal of Ecology*, 40: 379-385.

EGGLETON, P., D. E. BIGNELL, W. A. SANDS, N. A. MAWDSLEY, J. H. LAWTON, T. G. WOOD AND N. C. BIGNELL. 1996. The diversity, abundance and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, Southern Cameroon. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 351: 51-68.

EGGLETON, P. 2011. An Introduction Termites: Biology, Taxonomy and Functional Morphology. Pp, 1-26, in: *Biology of Termites: A Modern Synthesis* ( D. E. Bignell; Y. Roisin and N. Lo, eds.). Springer Science + Business Media B.V., 592 pp.

FERRAZ, V. M., 2000. Estudo taxonomico e aspectos da biologia de *Coptotermes* Wasmann, 1986 (Isoptera, Rhinotermitidae) nas Américas. PhD Tese, Universidade de Sao Paulo, Brasil.

GARZÓN, F Y H. ESLAVA. 2000. Principales enfermedades y plagas en el cultivo de caucho *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss) Muel. Arg. con énfasis en la Amazonía Colombiana, Colombia, SINCHI.

- GATHORNE-HARDY, F., SYAUKANI, AND P. EGGLETON. 2001. The effects of altitude and rainfall on the composition of the termites (Isoptera) of the Leuser Ecosystem (Sumatra, Indonesia). *Journal of Tropical Ecology*, 17: 379-393.
- GÓMEZ, B. G. 2008. Estado actual de la citricultura. Pp. 12-19, en: *Tecnología para el cultivo de cítricos en la región Caribe colombiana* (B. G. Gómez, A. Caicedo y G. L. F. Gil, eds.). CORPOICA, Estación Experimental CARIBIA, Magdalena (Colombia), 146 pp.
- GILLER, K.E., M.H. BEARE, P. LAVELLE, A. M. IZAC AND M. J. SWIFT. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology*, 6: 3-16.
- GUTIÉRREZ A. I., S. URIBE Y J. A. QUIROZ. 2004. Termitas asociadas a plantaciones de *Eucalyptus* spp. en una reforestadota en Magdalena, Colombia. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (Costa Rica), 72: 54-59.
- HARRIS, W. V. 1969. Termites as pest Of Crops and Trees. Commonwealth Institute of Entomology, Londres, 41 pp.
- HOLE, D.G., A. J. PERKINS, J. D. WILSON, I. H. ALEXANDER, P. V. GRICE, P.V AND A. D. EVANS. 2005. Does organic farming benefit biodiversity?. *Biological Conservation*, 122: 113-130.
- INWARD, D., G, BECCALONI G, AND EGGLETON P. 2007 Death of an order: a comprehensive molecular phylogenetic study confirms that termites are eusocial cockroaches. *Biology Letters*, 3: 331-335.
- ISSA, S. 2002. Plagas Agrícolas de Venezuela: Termitas Urbanas. Sociedad Venezolana de Entomología <http://atta.labb.usb.ve> (consultada 14/12/2011).

JONES, D. T., F. X. SUSILO., D. E. BIGNELL., S. HARDIWINOTO., A. N. GILLISON AND P. EGGLETON. 2003. Termite assemblage collapse along a land-use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Ecology*, 40: 380-391.

KRISHNA, K., AND R. L. ARAUJO. 1968. A revision of the neotropical termite genus *Neocapritermes* (Isoptera, Termitidae, Termitinae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 138: 83-130.

LEE, K.E. AND T. G. WOOD. 1971. Physical and chemical effects on soils of some Australian termites, and their pedological significance. *Pedobiologia*, 11: 376-409.

LEGENDRE, F., M. F. WHITING, C. BORDEREAU, M. CANCELLO, T. EVANS AND P. GRANDCOLAS. 2008. The phylogeny of termites (Dictyoptera : Isoptera) based on mitochondrial and nuclear genes: implications for the evolution of the worker and pseudergate castes, and foraging behaviors. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48: 615-62.

LÓPEZ, E. Y A. M. ARCILA. 2008. Principales plagas de los cítricos en la región Caribe de Colombia: Descripción y Manejo. Pp. 103-115, en: *Tecnología para el cultivo de cítricos en la región Caribe colombiana* (B. G. Gómez, A. Caicedo y G. L. F. Gil, eds.). CORPOICA, Estación Experimental CARIBIA, Magdalena (Colombia), 146 pp.

LORES, A. Y O. PINZON. 2011. Insectos fitófagos en plantaciones comerciales de *Acacia mangium* Willd. en la Costa Atlántica y la Orinoquia Colombiana. *Colombia Forestal*, 14(2): 175-188.

MADR, IICA. 2005. La competitividad de las cadenas agroproductivas en Colombia. Análisis de su estructura y dinámica (1991-2004). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Colombia <http://www.agrocadenas.gov.co> (consultada 14/12/2011).

MADRIGAL, A. 1989. Reconocimiento de insectos dañinos en plantaciones forestales de la Costa Atlántica Colombiana. *Miscelánea Sociedad Colombiana de Entomología* 12: 3-24.

MADRIGAL, A. 2003. *Insectos Forestales de Colombia, Biología, Hábitos, Ecología y Manejo*, Medellín. Ed. Marin Vieco Ltda, 593 pp.

MATSON, P.A., W. J. PARTON, A. G. POWER AND M. J. SWIFT. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, **277**, 504-509.

MONTENEGRO G. H. Y C. D. MALAGÓN. 1990. *Propiedades físicas de los suelos*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Colombia. 797 pp.

Minitab 15, versión de prueba obtenida de [www.minitab.com](http://www.minitab.com) (consultada 5/12/2011)

MORALES, J. 2003. Control de termitas subterráneas: prevención es clave, nadie está libre. *Revista BIT*, 48-52.  
[http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/esco/Ingenieria\\_y\\_%20tec\\_construccion/060.pdf](http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/esco/Ingenieria_y_%20tec_construccion/060.pdf)  
(consultada 16/12/2011).

NICKLE, D. A & M. S. COLLINS. 1988. The Termite Fauna (Isoptera) in the Vecinity of Chamela, State of Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 77: 85-122.

OLSON, D. M. 1994. The distribution of leaf litter invertebrates along a neotropical altitudinal gradient. *Journal of Tropical Ecology*, 10: 129-150.

NIETO, V Y G. GASCA. 2010. Experiencias y avances en el manejo de *Eucalyptus pellita* F. Muell en la Orinoquia Colombiana, Bogota, CONIF- Ministerio de Agricultura - REFOCOSTA S.A.

PÁEZ, A. R., G. TORREGROZA, L. M. ROBLEDO, J. CUELLO, S. L. BUELVAS, A. CAICEDO, O. LOPÉZ, R. AVILA, Y N. VENEGAS. 2004. Caracterización de los sistemas de producción de Cítricos y Papaya en la región Caribe colombiana. Boletín de Investigación No 9. CORPOICA-PRONATTA, 104 pp.

PALIN, O. F., P. EGGLETON, Y. MALHI, C. A. J. GIRARDIN, A. ROZAS-DÁVILA AND C. L. PARR. 2011. Termite Diversity along an Amazon-Andes Elevation Gradient, Peru. *Biotropica*, 43(1): 100-107.

PARRA, G. 1993. Termitas del área sur-occidental Colombiana y su importancia económica. Tesis Mag. Sc. Medellín, CO, INCIVA (Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales Francisco José de Caldas), Universidad de Antioquia.

RANDALL, C. 2000. Management of termites and other Word destroying pest. Michigan State University, 114 pp.

ROCHA, M. M. AND E. M. CANCELLO. 2009. Revision of the Neotropical termite genus *Orthognathotermes* Holmgren (Isoptera: Termitidae: Termitinae). *Zootaxa* 2280: 1-26.

ROULAND, L., C. 2011. Termites as pest of agricultura. Pp, 499-517, in: *Biology of Termites: A Modern Synthesis* ( D. E. Bignell; Y. Roisin and N. Lo, eds.). Springer Science + Business Media B.V, 592 pp.

RUIZ, E., J. CORONADO Y S. MYARTSEVA. 2006. Situación actual del manejo de las plagas de los cítricos en Tamaulipas, México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (Costa Rica), 78: 94-101.

SALICK, J & YOW – PONG, T. 1984. An analysis of termite faunae in Malayan Rainforests. *Journal of Applied Ecology*, 21: 547-561.

SANTOS, G. P., C. ZANUNCIO, N. ANJOS AND V. ZANUNCIO. 1990. Danos em povoamentos de *Eucalyptus grandis* pelo cupim-do-ceme *Coptotermes testaceus* Linneé, 1785 (Isoptera: Rhinotermitidae). Revista Arvore, 14: 155-163.

SCHEFFRAHN, R., SU, N. AND T. G. MYLES. 1999. *Amitermes amicki*, a new subterranean termite (Isoptera: Termitidae: Termitinae) from Aruba. Florida Entomologist, 82: 7-14.

SCHEFFRAHN, R. 2010. An extraordinary new termite (Isoptera: Termitidae: Syntermitinae: *Rhynchotermes*) from the pasturelands of northern Colombia. ZOOTAXA, 2387: 63-68.

Software Estadístico InfoStat, versión estudiantil. <http://www.infostat.com.ar> (consultada 5/12/2011)

STALEY, T. AND H. ORIAN. 1992. Evolution of the biosphere. Pp. 21-54, in: Global Biogeochemical Cycles (S. R. Buthcer; Y. Charlson; H. Orians and G. Wolfe, eds.). Academic Press Ltd. London, 377 pp.

STANSLY, A., N. SU AND J. CONNER. 2001. Management of subterranean termites, *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in a Citrus orchard with hexamuflumuron bait. Crop Protection, 20: 199-206.

STERLING, A., C. A. GOMEZ Y A. A. CAMPO. 2011. Patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) sobre *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) en *Hevea brasiliensis*. Revista Colombiana de Entomología, 37(1): 36-42.

THOMAS, L. AND J. PROCTOR. 1997. Invertebrates in the litter and soil on the ultramafic Mount Giting-Giting, Philippines. Journal of Tropical Ecology, 13:125-131.

UNEP/FAO/Global IPM Facility Expert Group on Termite Biology and Management (2003). Finding Alternatives to Persistent Organic Pollutants (POPS) for Termite Management. United Nations Environment Programme / Food and Agriculture Organization of the United Nations /Global Integrated Pest Management Facility. United Nations Environment Programme.

[http://www.Chem.Unep.Ch/Pops/Termite/Termite\\_Fulldocument.pdf](http://www.Chem.Unep.Ch/Pops/Termite/Termite_Fulldocument.pdf) (consultada 16/12/2011).

VARGAS – NIÑO, A., O. D. SÁNCHEZ – MÚÑOZ Y F. J. SERNA – CARDONA. 2005. Lista de los géneros de Termitidae (Insecta: Isoptera) de Colombia. Biota Colombiana, 6: 181-190.

WEIDNER, H. 1980. Termites aus Kolumbie nach Beobachtungen von German o. Valenzuela una Fritz Schremmer. Anz. Schadlingskde, Pflanzenchutz, Umweltschutz, 53: 65-69.

WILSON, E. O. 1971. The social insects. Harvard University Press, Cambridge, MA, 548 pp.

WOOD, G. 1978. Food and feeding habits of termites. Pp. 55-80, in: Production ecology of ants and termites (M, Brian, ed.). Cambridge University Press, 401 pp.

WOOD, G. AND W. A. SANDS. 1978. The role of termites in ecosystems. Pp. 245-292, in: Production ecology of ants and termites (M, Brian, ed.). Cambridge University Press, 401 pp.

WOOD, G. AND J. PEARCE. 1991. Termites in Africa: The environmental impact of control measures and damage to crops tress, rangeland and rural buildings. Sociobiology, 13: 221-234.

ZAR, J. H. 1996. Biostatistical analysis. 3rd erition. New Yersey. Prentice Hall, 662 pp.

**Anexo A.** Encuesta de Caracterización de las fincas a estudiar.

**VISITA DE CARACTERIZACION FINCAS  
PYTO 2008L4687-3685**

**“Evaluación del estatus de plaga de las termitas arborícolas y subterráneas en cultivos de cítricos de la región Caribe de Colombia: Identificación, Distribución, Incidencia, Manejo e Impacto económico”**

**OBJETIVO:**

Caracterizar el tipo de cultivo y la situación actual del mismo, en cuanto a problemas fitosanitarios y medidas de control. Con la encuesta tratamos de establecer las debilidades en el sistema de producción; y basado en ello establecer un plan de mejoramiento continuo de la finca.

Fecha \_\_\_\_\_

Finca \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_

Vereda \_\_\_\_\_

**SISTEMA DE PRODUCCIÓN:**

Especie:      Naranja \_\_\_\_\_ Lima ácida criolla \_\_\_\_\_ Lima ácida pajarito \_\_\_\_\_  
                  Pomelo \_\_\_\_\_ otro (cual) \_\_\_\_\_

Tipo de cultivo: Monocultivo \_\_\_\_\_

Asociación con otros frutales (cuáles) \_\_\_\_\_

Asociación con cultivos pancoger (cuáles) \_\_\_\_\_

Mezcla de cítricos (cuáles) \_\_\_\_\_

**CONDICIONES AGROECOLOGICAS**

Altitud \_\_\_\_\_ (msnm) Temperatura (°C) \_\_\_\_\_ Precipitación \_\_\_\_\_ (mm)

**FORMA DE LLEGAR A LA FINCA**

Carretera \_\_\_\_\_ Trocha \_\_\_\_\_ Río \_\_\_\_\_

**1. INFORMACIÓN DEL AREA DE LA FINCA**

### 1.1 Distribución Finca

| AREA DE LA FINCA                       | PROPIAS<br>(HAS.) | ARRIENDO<br>(HAS.) |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Extensión total                        |                   |                    |
| Área de cítricos                       |                   |                    |
| Área de otros cultivos                 |                   |                    |
| Área de vegetación natural             |                   |                    |
| Área de construcción                   |                   |                    |
| Áreas de (lagunas, jagüeyes)           |                   |                    |
| Área mecanizable                       |                   |                    |
| Áreas destinadas a otras explotaciones |                   |                    |
| Existen planos de la finca             | si                | no                 |

### 1.2 Cercas:

Vivas (Km.) \_\_\_\_\_ Púas (Km.) \_\_\_\_\_

## 2. INFORMACIÓN SOBRE TIERRAS Y AGUAS

### Topografía:

Plana \_\_\_\_\_% Ondulada \_\_\_\_\_% Quebrada \_\_\_\_\_%

### Clase de suelos:

Franco ☐ Fr Arenoso ☐ Limoso ☐ Arcilloso ☐ Fr Arcilloso ☐

### Drenaje:

Bueno ☐ Regular ☐ Malo ☐

### Fuente de agua riego cultivos

Quebrada ☐ Pozo ☐ Aljibe ☐

### Tipo de Riego

Gravedad ☐ Aspersión ☐ Por Goteo ☐

### Fuente de agua para uso doméstico

Acueducto ☐ Quebrada ☐ Pozo ☐ Agua lluvia ☐

**Disponibilidad de agua para el verano:**

Para los cultivos Si ☐ No ☐ Fuente \_\_\_\_\_

**3. INFORMACIÓN SOBRE CULTIVO DE CÍTRICOS**

**3.1 Especies sembradas (has.)**

| Especie          | Hectáreas | Edad (años) | Prod. Aprox. (Ton/Ha) |
|------------------|-----------|-------------|-----------------------|
| Naranja          |           |             |                       |
| Lima A. Criollo  |           |             |                       |
| Lima A. Pajarito |           |             |                       |
| Otra (cual)      |           |             |                       |

**3.2 Siembra**

Número de árboles por Hectárea \_\_\_\_\_

Distancia de siembra \_\_\_\_\_

Propagación

Sexual (semilla) \_\_\_\_\_ Asexual (vegetativa ,injertación) \_\_\_\_\_

Tipo de patrón: \_\_\_\_\_

**3.3 Podas**

Realiza podas: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Tipo de podas: Formación \_\_\_\_\_ Sostenimiento \_\_\_\_\_ Sanitarias \_\_\_\_\_

Frecuencia podas: Trimestral \_\_\_\_\_ Semestral \_\_\_\_\_ Anual \_\_\_\_\_

**3.4 Fertilización** Si ☐ No ☐

Con qué? \_\_\_\_\_

Cada cuanto \_\_\_\_\_

### 3.5 Información sobre otros cultivos

Cultivos      Sí ☐      No ☐

Cuales \_\_\_\_\_

Fertiliza      Si ☐      No ☐

Con qué? \_\_\_\_\_ Cada cuanto \_\_\_\_\_

### 3.6 Presencia de enfermedades en cítricos ☐ Sí ☐ No

Gomosis \_\_\_\_\_ Virus Tristeza (CTV) \_\_\_\_\_ Antracnosis \_\_\_\_\_

Otras (cuales) \_\_\_\_\_

Como las maneja \_\_\_\_\_

Que aplica? \_\_\_\_\_

### 3.7 Presencia de plagas      Sí ☐      No ☐

Especifique:

Termitas \_\_\_\_\_ Minador \_\_\_\_\_ Hormigas \_\_\_\_\_ Mosca de la fruta \_\_\_\_\_

Piojo Blanco \_\_\_\_\_ Pulgón \_\_\_\_\_ Acaros \_\_\_\_\_ Polillas \_\_\_\_\_ M.Blanca \_\_\_\_\_

Como las maneja \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Que aplica? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 3.8 Si tiene Termitas, de acuerdo a la observación del citricultor

Incidencia de ataque: Alta \_\_\_\_\_ Media \_\_\_\_\_ Baja \_\_\_\_\_

Época aparición más frecuente: Lluviosa \_\_\_\_\_ Seca \_\_\_\_\_

Tipo de termitas: Arbórea \_\_\_\_\_ Subterránea \_\_\_\_\_ Montículo (tacanes) \_\_\_\_\_

Especie de cítrico más afectada: Todas por igual\_\_\_\_ Naranja\_\_\_\_ Criollo\_\_\_\_  
Pajarito\_\_\_\_ Otra (cual)\_\_\_\_\_

Tipo de manejo: Ninguno\_\_\_\_ Manual\_\_\_\_ Químico (cual)\_\_\_\_  
Biológico\_\_\_\_ Otro (cuál) \_\_\_\_\_

Frecuencia acciones de manejo: Nunca\_\_\_\_ Mensual\_\_\_\_ Trimestral\_\_\_\_  
Semestral\_\_\_\_ Anual\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

Coincide el ataque de termitas con alguna enfermedad: No\_\_\_\_ Si\_\_\_\_  
(cual)\_\_\_\_\_

**3.9 Control de malezas:** Manual ☐ Mecánico ☐ Químico ☐

**3.10 Renueva cultivos de cítricos?** Sí ☐ No ☐

**Como renueva?** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### 4. INFORMACION DE ASPECTOS MEDIO AMBIENTALES

##### Disposición de aguas servidas:

Pozo Séptico ☐ Tratamiento ☐ Cauce Natural ☐

##### Manejo de basuras:

Quema ☐ Recicla ☐ Relleno Sanitario ☐  
Botadero ☐ Entierra ☐

##### Manejo de Empaques de Productos químicos:

Enterrar ☐ Quema ☐ Otros ☐

**Manejo de cuencas o nacimientos de agua:** Sí ☐ No ☐

**Fecha de la visita:** Día \_\_\_\_\_ Mes \_\_\_\_\_ Año \_\_\_\_\_

**Propietario** \_\_\_\_\_

**Celular** \_\_\_\_\_

**E-mail** \_\_\_\_\_

**Anexo B.** Coordenadas de las 61 fincas muestreadas y el tipo de cultivo revisado (X). L. pajarito = Limón pajarito, L. Tahití = Limón Tahití.

| DEPARTAMENTO | MUNICIPIO    | FINCA           | CULTIVO     |           |         |        | COORDENADAS |           |
|--------------|--------------|-----------------|-------------|-----------|---------|--------|-------------|-----------|
|              |              |                 | L. pajarito | L. Tahití | Naranja | Pomelo | Latitud     | Longitud  |
| Atlántico    | Polo Nuevo   | El Agosto       | X           |           |         |        | 10,8123     | -74,83209 |
|              |              | El Combo        | X           |           |         |        | 10,7723     | -74,83303 |
|              |              | Motea           | X           |           |         |        | 10,7243     | -74,85094 |
|              |              | San Jorge       |             |           |         | X      | 10,7998     | -74,82805 |
|              | Sabanagrande | Atlanta         | X           |           |         |        | 10,7894     | -74,78613 |
|              |              | El Paraíso      |             |           |         | X      | 10,7802     | -74,79218 |
|              |              | La Esperanza    | X           |           |         |        | 10,7977     | -74,76852 |
|              |              | Villa Rosamary  | X           |           |         |        | 10,8002     | -74,77869 |
|              | Santo Tomás  | Caña Fistula    | X           |           |         |        | 10,7585     | -74,80559 |
|              |              | La Bonguita     |             | X         |         |        | 10,7513     | 74,78694  |
|              |              | La Lucha        | X           |           |         |        | 10,7551     | -74,82471 |
|              |              | La Quinta       | X           | X         |         |        | 10,7428     | -74,7662  |
|              |              | Santa Josefa    | X           |           |         |        | 10,7664     | -74,82314 |
|              |              | San Luis        | X           |           |         |        | 10,7555     | -74,82888 |
| Bolívar      | San Fernando | La Lucha        |             |           | X       |        | 9,22106     | -74,33586 |
|              |              | Dios Me Ve      |             |           | X       |        | 9,21858     | -74,33075 |
|              |              | El Cascajal     |             |           | X       |        | 9,2165      | -74,32572 |
|              | Mompós       | El Naranjal     |             |           | X       |        | 9,239       | -74,47517 |
|              |              | El Mangal       |             |           | X       |        | 9,24846     | -74,47899 |
|              |              | San Diego       |             |           | X       |        | 9,25328     | -74,46656 |
|              | Margarita    | San Vicente     |             |           | X       |        | 9,12306     | -74,235   |
|              |              | Lote 1          |             |           | X       |        | 9,15239     | -74,29061 |
|              |              | Lote 2          |             |           | X       |        | 9,154       | -74,28125 |
|              |              |                 |             |           |         |        |             |           |
| Cesar        | Chimichagua  | El Preludio     |             |           | X       |        | 9,3571      | -73,885   |
|              |              | Trinidad        |             |           | X       |        | 9,3741      | -73,885   |
|              |              | El Almendro     |             |           | X       |        | 9,3709      | -73,884   |
| Córdoba      | Monteria     | Betania         |             |           | X       |        | 8,45677     | -75,74941 |
|              |              | Villa Margarita |             |           | X       |        | 8,47227     | -75,75803 |
|              |              | Ucrania         |             |           | X       | X      | 8,46907     | -75,75025 |

|                   |                  |   |   |         |           |           |           |
|-------------------|------------------|---|---|---------|-----------|-----------|-----------|
| Valencia          | La Iglesia       |   |   | X       | 8,34611   | -76,13986 |           |
|                   | Villa Mary       |   |   | X       | 8,34873   | -76,12492 |           |
|                   | Vivero Municipal |   |   | X       | 8,2537    | -76,1382  |           |
|                   | La Ceiba         |   |   | X       | 8,24153   | -76,06899 |           |
| Magdalena         | La Gloria        | X |   |         | 11,0439   | -74,20045 |           |
|                   | La Granja        | X |   |         | 11,0439   | -74,20045 |           |
|                   | La María         | X |   |         | 11,0427   | -74,19959 |           |
|                   | La Salvación     | X |   |         | 10,9125   | -74,23574 |           |
|                   | Los Recuerdos    | X |   |         | 10,9136   | -74,2361  |           |
|                   | Las Margaritas   | X |   |         | 10,9855   | -74,20654 |           |
|                   | Zoila Rosa       | X |   |         | 10,9168   | -74,23995 |           |
|                   | El Centro        | X |   | X       | 11,2817   | -74,14501 |           |
|                   | Rura Exporta     | X | X |         | 11,2401   | -73,56399 |           |
|                   | La Gallega       |   |   | X       | 11,1391   | -74,11795 |           |
|                   | San José         |   |   | X       | 11,1032   | -74,14336 |           |
|                   | Bellavista       |   |   | X       | 9,26576   | -74,35216 |           |
|                   | El Totumo        |   |   | X       | 9,2678    | -74,34873 |           |
|                   | Flores del Mayal |   |   | X       | X         | 9,2912    | -74,34735 |
|                   | El Corocito      |   |   | X       | 9,18966   | -74,15431 |           |
|                   | Las Brisas       |   |   | X       | 9,18307   | -74,16473 |           |
|                   | Tamacal          |   |   | X       | X         | 9,30717   | -74,12905 |
|                   | El Porvenir      |   |   | X       | 10,1749   | -74,07719 |           |
|                   | Pía Monte        |   |   | X       | 10,2804   | -74,04895 |           |
|                   | Santa Marta      |   |   | X       | 9,3545    | -74,5318  |           |
| San Pedro         |                  |   | X | 9,35386 | -74,52804 |           |           |
| Los Naranjos      |                  |   | X | 9,32065 | -74,56443 |           |           |
| Halago            |                  |   | X | 9,32203 | -74,46817 |           |           |
| Pijiño del Carmen | Normandía        |   |   | X       | 9,3735    | -74,46078 |           |
| Fundación         |                  |   | X | 9,32158 | -74,47339 |           |           |
| El Naranjal       |                  |   | X | 9,29378 | -74,47592 |           |           |
| Villa Kary        |                  |   | X | 9,28297 | -74,48528 |           |           |
| Los Mangos        |                  |   | X | 9,29447 | -74,47906 |           |           |

**Anexo C.** Datos de la frecuencia de ocurrencia (Fre./Ocu. %) de termitas en los cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) para la comparación estadística. Transformación mediante la función arcoseno ( $p' = \arcsin\sqrt{p}$ ; donde,  $p$  es el porcentaje de frecuencia de ocurrencia y  $p'$  es el valor transformado). Cat./Edad = Categoría de edad : joven (2 meses – 5 años), maduro (6 – 15 años) y viejo (16 años o más). Ausencia del dato (-).

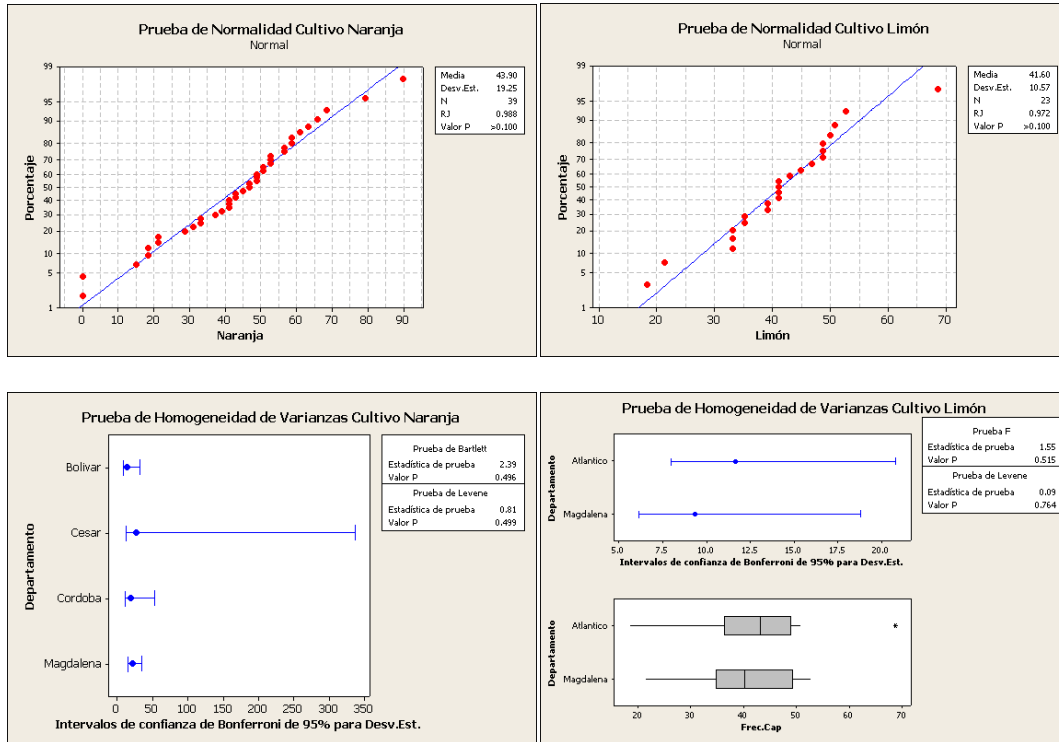
| CULTIVOS DE NARANJA |               |                  |               |                            |           |
|---------------------|---------------|------------------|---------------|----------------------------|-----------|
| Zona Geográfica     |               |                  |               |                            |           |
| Departamento        | Municipio     | Finca            | Fre./Ocu. (%) | Fre./Ocu. (%) Transformada | Cat./Edad |
| Bolívar             | San Fernando  | La Lucha         | 30,01         | 33,21                      | Viejo     |
|                     |               | Dios Me Ve       | 39,99         | 39,23                      | -         |
|                     |               | El Cascajal      | 53,32         | 46,89                      | Viejo     |
|                     | Mompós        | El Naranjal      | 56,67         | 48,85                      | Viejo     |
|                     |               | El Mangal        | 56,67         | 48,85                      | Maduro    |
|                     |               | San Diego        | 50,00         | 45,00                      | Viejo     |
|                     | Margarita     | San Vicente      | 96,66         | 79,53                      | Maduro    |
|                     |               | Lote 1           | 43,33         | 41,15                      | Viejo     |
|                     |               | Lote 2           | 36,66         | 37,29                      | Viejo     |
|                     | Cesar         | Chimichagua      | El Preludio   | 46,66                      | 43,11     |
| Trinidad            |               |                  | 56,67         | 48,85                      | Viejo     |
| Los Almendros       |               |                  | 0,00          | 0,00                       | Joven     |
| Córdoba             | Montería      | Betania          | 63,33         | 52,71                      | Maduro    |
|                     |               | Villa Margarita  | 70,00         | 56,79                      | Maduro    |
|                     |               | Ucrania          | 73,33         | 58,89                      | Viejo     |
|                     | Valencia      | La Iglesia       | 10,00         | 18,43                      | Joven     |
|                     |               | Villa Mary       | 13,34         | 21,39                      | Joven     |
|                     |               | Vivero Municipal | 73,33         | 58,89                      | Joven     |
|                     |               | La Ceiba         | 70,00         | 56,79                      | Joven     |
|                     |               |                  |               |                            |           |
| Magdalena           | Santa Marta   | El Centro        | 76,67         | 61,14                      | Maduro    |
|                     |               | La Gallega       | 13,34         | 21,34                      | Maduro    |
|                     |               | San José         | 10,00         | 18,43                      | Viejo     |
|                     | San Sebastián | Bellavista       | 46,67         | 43,11                      | Viejo     |
|                     |               | El Totumo        | 86,67         | 68,61                      | Maduro    |
|                     |               | Flores del Mayal | 6,67          | 15,00                      | Maduro    |

|                   |              |        |       |        |
|-------------------|--------------|--------|-------|--------|
| Guamal            | El Corocito  | 59,99  | 50,77 | Viejo  |
|                   | Las Brisas   | 53,34  | 46,89 | Viejo  |
|                   | Tamacal      | 43,34  | 41,15 | Maduro |
| Algarrobo         | El Porvenir  | 100,01 | 90,00 | Viejo  |
|                   | Pia Monte    | 23,33  | 28,86 | Joven  |
| Santa Ana         | Santa Marta  | 60,00  | 50,77 | -      |
|                   | San Pedro    | 63,33  | 52,71 | -      |
|                   | Los Naranjos | 43,33  | 41,15 | Viejo  |
| Pijiño del Carmen | Halago       | 79,99  | 63,43 | Viejo  |
|                   | Normandia    | 63,33  | 52,71 |        |
|                   | Fundación    | 83,33  | 65,88 | Viejo  |
| San Zenón         | El Naranjal  | 26,67  | 31,11 | Maduro |
|                   | Villa Kary   | 29,99  | 33,21 | Maduro |
|                   | Los Mangos   | 0,00   | 0,00  | Viejo  |

**Anexo D.** Datos de la frecuencia de ocurrencia (Fre./Ocu. %) de termitas en los cultivos de limón (L.p.= limón pajarito (*Citrus aurantifolia*), L.T. = Limón Tahíti (*Citrus latifolia*)) para la comparación estadística. Transformación mediante la función arcoseno ( $p' = \arcsin\sqrt{p}$ ; donde,  $p$  es el porcentaje de frecuencia de ocurrencia y  $p'$  es el valor transformado). Cat./Edad = Categoría de edad : joven (2 meses – 5 años), maduro (6 – 15 años) y viejo (16 años o más). Ausencia del dato (-).

| CULTIVOS DE LIMÓN |              |                     |               |                            |           |
|-------------------|--------------|---------------------|---------------|----------------------------|-----------|
| Zona Geográfica   |              | Finca               | Fre./Ocu. (%) | Fre./Ocu. (%) Transformada | Cat./Edad |
| Departamento      | Municipio    |                     |               |                            |           |
| Atlántico         | Polo Nuevo   | El Agosto           | 50,00         | 45,00                      | Viejo     |
|                   |              | El Combo            | 40,00         | 39,23                      | Maduro    |
|                   |              | Motea               | 53,33         | 46,89                      | -         |
|                   | Sabanagrande | Atlanta             | 30,00         | 33,21                      | -         |
|                   |              | La Esperanza        | 10,00         | 18,43                      | -         |
|                   |              | Villa Rosamary      | 86,67         | 68,61                      | Maduro    |
|                   | Santo Tomás  | Caña Fistula        | 43,33         | 41,15                      | Maduro    |
|                   |              | La Lucha            | 43,33         | 41,15                      | Viejo     |
|                   |              | La Quinta (L.p.)    | 56,67         | 48,85                      | Maduro    |
|                   |              | La Bonguita         | 59,99         | 50,77                      | Joven     |
|                   |              | La Quinta (L.T.)    | 30,00         | 33,21                      | Joven     |
|                   |              | Santa Josefa        | 56,66         | 48,85                      | Viejo     |
|                   |              | San Luis            | 46,67         | 43,11                      | Maduro    |
|                   | Ciénaga      | La Gloria           | 13,33         | 21,39                      | Joven     |
|                   |              | La Granja           | 58,81         | 50,07                      | Joven     |
|                   |              | La María            | 43,34         | 41,15                      | Maduro    |
|                   |              | La Salvación        | 33,33         | 35,24                      | Viejo     |
|                   |              | Los Recuerdos       | 63,33         | 52,71                      | Joven     |
|                   |              | Las Margaritas      | 29,99         | 33,21                      | Maduro    |
|                   |              | Zoila Rosa          | 56,67         | 48,85                      | Maduro    |
| Magdalena         | Santa Marta  | El Centro           | 39,99         | 39,23                      | Maduro    |
|                   |              | Rura Exporta (L.T.) | 43,34         | 41,15                      | Maduro    |
|                   |              | Rura Exporta (L.p.) | 33,33         | 35,24                      | Maduro    |

## Anexo E. Supuestos de normalidad de los porcentajes de frecuencia de ocurrencia transformados.



### Prueba de corridas para el cultivo de naranja

Corridas por encima y por debajo de  $K = 43.9005$   
 El número observado de corridas = 19  
 El número esperado de corridas = 20.3846  
 21 observaciones por encima de  $K$ , 18 por debajo  
 Valor  $P = 0.651$

### Prueba de corridas para el cultivo de limón

Corridas por encima y por debajo de  $K = 41.5957$   
 El número observado de corridas = 16  
 El número esperado de corridas = 12.3043  
 10 observaciones por encima de  $K$ , 13 por debajo  
 Valor  $P = 0.108$

**Anexo F.** Análisis de componentes principales de las características y variables del manejo de los cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) estudiados en la costa Caribe de Colombia.

| Datos estandarizados |            |                  |                       |              |
|----------------------|------------|------------------|-----------------------|--------------|
|                      | Eigenvalue | % Total varianza | Cumulative Eigenvalue | Cumulative % |
| 1                    | 3,920969   | 15,08065         | 3,92097               | 15,0807      |
| 2                    | 3,771453   | 14,50559         | 7,69242               | 29,5862      |
| 3                    | 2,453595   | 9,43690          | 10,14602              | 39,0231      |
| 4                    | 2,351301   | 9,04347          | 12,49732              | 48,0666      |
| 5                    | 2,124017   | 8,16929          | 14,62133              | 56,2359      |
| 6                    | 1,839404   | 7,07463          | 16,46074              | 63,3105      |
| 7                    | 1,513012   | 5,81928          | 17,97375              | 69,1298      |
| 8                    | 1,388837   | 5,34168          | 19,36259              | 74,4715      |
| 9                    | 1,040650   | 4,00250          | 20,40324              | 78,4740      |
| 10                   | 1,003011   | 3,85773          | 21,40625              | 82,3317      |
| 11                   | 0,863453   | 3,32097          | 22,26970              | 85,6527      |
| 12                   | 0,750939   | 2,88823          | 23,02064              | 88,5409      |
| 13                   | 0,586389   | 2,25534          | 23,60703              | 90,7963      |
| 14                   | 0,490387   | 1,88611          | 24,09742              | 92,6824      |
| 15                   | 0,468584   | 1,80225          | 24,56600              | 94,4846      |
| 16                   | 0,382432   | 1,47089          | 24,94843              | 95,9555      |
| 17                   | 0,316358   | 1,21676          | 25,26479              | 97,1723      |
| 18                   | 0,215866   | 0,83025          | 25,48066              | 98,0025      |
| 19                   | 0,173059   | 0,66561          | 25,65372              | 98,6681      |
| 20                   | 0,106523   | 0,40970          | 25,76024              | 99,0778      |
| 21                   | 0,101566   | 0,39064          | 25,86180              | 99,4685      |
| 22                   | 0,060281   | 0,23185          | 25,92208              | 99,7003      |
| 23                   | 0,052316   | 0,20122          | 25,97440              | 99,9015      |
| 24                   | 0,014017   | 0,05391          | 25,98842              | 99,9555      |
| 25                   | 0,007776   | 0,02991          | 25,99619              | 99,9854      |
| 26                   | 0,003807   | 0,01464          | 26,00000              | 100,0000     |

**Anexo G.** Valores de Correlación entre variables de las áreas cultivadas y los componentes principales. **e** = Autovectores, Cul.citri\_otras.especies = Cultivo cítrico y otras especies vegetales, Área\_veg\_natural = área de vegetación natural, Época\_apar\_termitas = época aparición de termitas, Tipo\_man\_termitas = tipo de manejo para las termitas, Fre\_man\_termitas = frecuencia de manejo para las termitas.

| Variables                | e1     | e2     | e3     | e4     | e5     | e6     | e7     | e8     | e9     | e10    | e11    |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cul.citri_otras.especies | -0,187 | -0,315 | 0,466  | -0,188 | -0,317 | -0,093 | -0,264 | -0,351 | 0,328  | 0,053  | 0,160  |
| Altitud                  | 0,593  | 0,710  | -0,079 | -0,154 | -0,081 | 0,157  | 0,137  | -0,151 | 0,019  | 0,036  | 0,009  |
| Extensión total          | 0,521  | -0,129 | 0,156  | -0,420 | 0,572  | -0,207 | -0,176 | -0,037 | -0,045 | -0,063 | -0,141 |
| Área de cítricos         | 0,519  | -0,254 | 0,534  | 0,341  | -0,026 | -0,101 | -0,120 | 0,125  | -0,201 | -0,127 | -0,010 |
| Área de otros cultivos   | 0,475  | -0,422 | 0,434  | 0,172  | 0,106  | -0,094 | 0,182  | -0,210 | -0,131 | -0,016 | -0,047 |
| Área_veg_natural         | 0,666  | 0,418  | -0,018 | 0,096  | 0,099  | -0,083 | 0,332  | 0,269  | -0,037 | -0,093 | -0,167 |
| Área_lagunas_jagüeyes    | 0,469  | -0,287 | 0,556  | 0,253  | 0,134  | -0,090 | 0,073  | 0,118  | -0,149 | 0,320  | 0,142  |
| Topografía               | 0,320  | 0,268  | 0,030  | -0,589 | 0,473  | -0,193 | -0,153 | -0,236 | 0,227  | -0,061 | -0,086 |
| Textura de Suelo         | 0,587  | -0,206 | -0,171 | -0,108 | -0,345 | -0,280 | -0,300 | 0,052  | 0,148  | -0,166 | -0,217 |
| Calidad del Drenaje      | -0,444 | 0,168  | 0,009  | 0,035  | 0,668  | -0,044 | 0,286  | -0,178 | -0,057 | -0,045 | 0,330  |
| Tipo de riego            | -0,482 | 0,111  | -0,175 | -0,318 | -0,234 | -0,228 | -0,051 | -0,045 | -0,115 | 0,396  | -0,293 |
| Agua en verano           | -0,372 | -0,031 | 0,383  | -0,514 | 0,030  | 0,112  | -0,179 | 0,324  | 0,141  | -0,168 | -0,207 |
| Edad del cultivo         | -0,153 | -0,202 | 0,377  | -0,257 | -0,364 | -0,252 | 0,576  | -0,143 | 0,177  | -0,021 | 0,062  |
| Distancia de siembra     | -0,292 | -0,300 | 0,209  | -0,335 | 0,145  | -0,122 | 0,124  | -0,056 | -0,440 | 0,337  | -0,341 |
| Tipo patrón              | -0,341 | 0,212  | 0,085  | -0,126 | 0,082  | -0,389 | 0,169  | 0,668  | -0,071 | -0,322 | 0,023  |
| Poda                     | 0,530  | 0,721  | 0,018  | -0,195 | -0,052 | 0,172  | 0,159  | -0,185 | 0,073  | 0,032  | -0,041 |
| Frecuencia_poda          | 0,369  | 0,438  | 0,294  | -0,365 | -0,400 | -0,080 | 0,092  | 0,077  | -0,100 | 0,220  | 0,184  |
| Fertilización            | -0,333 | 0,737  | 0,341  | 0,261  | 0,029  | -0,225 | -0,165 | -0,057 | -0,115 | -0,038 | -0,090 |
| Producto_fertilización   | -0,328 | 0,733  | 0,297  | 0,232  | -0,083 | -0,306 | -0,207 | -0,086 | -0,159 | 0,006  | 0,002  |
| Frecuencia_fertilización | -0,291 | 0,635  | 0,421  | 0,277  | 0,017  | -0,128 | -0,214 | -0,124 | 0,146  | -0,008 | -0,020 |
| Manejo_enfermedades      | 0,019  | 0,188  | -0,016 | 0,043  | -0,042 | 0,716  | -0,252 | -0,136 | -0,384 | -0,116 | -0,129 |
| Manejo de plagas         | 0,068  | -0,061 | 0,519  | -0,025 | -0,089 | 0,473  | -0,306 | 0,371  | 0,163  | 0,107  | 0,060  |
| Época_apar_termitas      | -0,325 | -0,100 | 0,487  | -0,302 | 0,291  | 0,410  | 0,171  | -0,199 | -0,017 | -0,280 | -0,069 |
| Tipo_man_termitas        | 0,176  | -0,059 | -0,211 | -0,261 | 0,336  | -0,257 | -0,510 | 0,093  | -0,146 | 0,178  | 0,394  |
| Fre_man_termitas         | -0,022 | 0,181  | 0,004  | -0,645 | -0,300 | 0,241  | 0,094  | 0,204  | -0,255 | 0,003  | 0,342  |
| Control de malezas       | 0,042  | -0,200 | -0,043 | -0,173 | -0,421 | -0,301 | -0,144 | -0,342 | -0,417 | -0,495 | 0,114  |

**Anexo H.** Análisis de la varianza multivariado (MANOVA) de las seis tipologías determinadas de acuerdo a las características y variables del manejo de los cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) evaluados en la costa Caribe de Colombia.

**Cuadro de Análisis de la Varianza (Wilks)**

| F.V.         | Estadístico | F     | gl(num) | gl(den) | p       |
|--------------|-------------|-------|---------|---------|---------|
| Conglomerado | 1,4E-04     | 10,67 | 55      | 101     | <0,0001 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)**

| F.V.         | Estadístico | F    | gl(num) | gl(den) | p       |
|--------------|-------------|------|---------|---------|---------|
| Conglomerado | 3,73        | 6,69 | 55      | 125     | <0,0001 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)**

| F.V.         | Estadístico | F     | gl(num) | gl(den) | p       |
|--------------|-------------|-------|---------|---------|---------|
| Conglomerado | 52,13       | 18,39 | 55      | 97      | <0,0001 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (Roy)**

| F.V.         | Estadístico | F     | gl(num) | gl(den) | p       |
|--------------|-------------|-------|---------|---------|---------|
| Conglomerado | 39,04       | 88,74 | 11      | 25      | <0,0001 |

**Prueba Hotelling Alfa=0,05**

Error: Matriz de covarianzas común gl: 31

| Conglomerado | e1    | e2    | e3    | e4   | e5        | e6    | e7    | e8    | e9    | e10   | e11   | n  |   |
|--------------|-------|-------|-------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|---|
| 4            | 1,18  | -0,48 | -0,86 | -0,5 | -2,70E-05 | -0,28 | 0,42  | 1,7   | -0,3  | -0,87 | -0,27 | 4  | A |
| 5            | 0,71  | -0,37 | -2,42 | 2,29 | 1,28      | 1,38  | -1,48 | -0,34 | 1,44  | -0,52 | 1,28  | 2  | B |
| 6            | 3,63  | 3,77  | 0,2   | -3,4 | 2,14      | -0,51 | -0,33 | -1,23 | 0,87  | -0,15 | -0,32 | 2  | C |
| 1            | -0,83 | -0,05 | 0,14  | 0,09 | -0,26     | 0,09  | 0,17  | -0,13 | 0,14  | 0,17  | -0,19 | 25 | D |
| 2            | 0,47  | 0,39  | 0,21  | 0,1  | -2,12     | -1,4  | -1,61 | -0,81 | -1,76 | -1,31 | 1,3   | 2  | E |
| 3            | 3,24  | -2,22 | 1,98  | 0,93 | 2         | -0,03 | 0,42  | 0,67  | -1,77 | 1,55  | 0,61  | 2  | F |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Anexo I.** Valores del análisis discriminante de las seis tipologías determinadas de acuerdo a las características y variables del manejo de los cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) evaluados en la costa Caribe de Colombia.

**Autovalores de Inv(E)H**

| Autovalores | %     | % acumulado |
|-------------|-------|-------------|
| 39,04       | 74,90 | 74,90       |
| 7,45        | 14,29 | 89,19       |
| 2,67        | 5,12  | 94,31       |
| 2,06        | 3,95  | 98,26       |
| 0,90        | 1,74  | 100,00      |

**Tabla de clasificación cruzada**

| Grupo | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Total | Error(%) |
|-------|----|---|---|---|---|---|-------|----------|
| 1     | 24 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 25    | 4,00     |
| 2     | 0  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2     | 0,00     |
| 3     | 0  | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2     | 0,00     |
| 4     | 0  | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4     | 0,00     |
| 5     | 0  | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2     | 0,00     |
| 6     | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2     | 0,00     |
| Total | 24 | 2 | 2 | 5 | 2 | 2 | 37    | 2,70     |