

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE  
ÁCAROS DEL POLVO CASERO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

RICARDO PAREDES LEÓN



DIRECTORA DE TESIS DRA. TILMA PÉREZ ORTIZ



JULIO 2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA**  
**Jefa de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: Estado actual del conocimiento sobre ácaros del polvo casero

realizado por Ricardo Paredes León

con número de cuenta 9416060-8 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

**A t e n t a m e n t e**

Director de Tesis  
 Propietario

Dra. Tila María Pérez Ortiz

*T. Pérez Ortiz*

Propietario

Dr. Juan Bibiano Morales Malacara

*J. Morales Malacara*

Propietario

Dra. Ana Hoffmann Mendizábal

*A. Hoffmann Mendizábal*

Suplente

Dr. Alvaro Román Osornio Vargas

*A. Román Osornio Vargas*

Suplente

Biol. Griselda Montiel Parra

*G. Montiel Parra*

**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**U. N. A. M.**

**Consejo Departamental de Biología**

*E. Novelo Maldonado*



**Dr. Eberto Novelo Maldonado DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

**“ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE ÁCAROS DEL  
POLVO CASERO”**

## DEDICATORIA

### **A mis papás:**

*Maria Elena y Rafael Hernán:* Por brindarme la oportunidad de disfrutar de la vida. Con infinito agradecimiento por siempre dejarme hacer lo que me gusta supervisando que lo hiciera de la mejor manera posible. Por estar conmigo y por saber mantener la unidad familiar siempre en todo momento. Por su infinito amor, comprensión, apoyo y paciencia ante tantos años de escuela. Y sobre todo por ser los mejores padres del mundo. Gracias por todo.

### **A mis hermanos:**

*Francisco Rafael y María Elena II:* Por todos los momentos que hemos pasado juntos esperando que esto les deje claro que lo que se propongan lo pueden lograr.

### **A mi sobrino (a):**

Con la ilusión de conocerte pronto para brindarte todo el cariño posible.

### **A mi novia:**

*Elisa:* Por ser parte fundamental en mi vida. Por toda tu paciencia, cariño, comprensión, ayuda, amor, por todo gracias. Gracias por compartir conmigo estos cinco años. Te amo.

### **A mis abuelos:**

*Humberto, Mercedes y Francisca:* Por ser los abuelos mas consentidores y también por hacerme saber que siempre puedo contar con ustedes. En especial a Mercedes (mamá) por ser una persona única, por todo su cariño, por ser una persona que no se vence ante nada, por su alegría y por todas las pachangas y partidos que hemos disfrutado.

### **A mis tíos y primos:**

A todos mis tíos y tías de la familia Paredes y de la familia León y algunos otros como los de la familia Barbosa por compartir conmigo muchos momentos y por animarme siempre a continuar con mis estudios. A mis tíos León por todo lo compartido desde la infancia. Quiero dedicar este trabajo principalmente al recuerdo de mi tío Armando quien con su cariño y sus enseñanzas me dejo bien claro que la vida es para disfrutarse. También en especial a mis tíos Enrique y Laura a manera de reconocimiento por saber enfrentar valientemente las adversidades que se atraviesan en el camino. Por último, a manera de agradecimiento a mi tía Gloria por toda su ayuda durante algunas tareas que sin deberla le tocó mecanografiar. Muchas gracias a todos y a mantener siempre esa unión.

A mis veinticuatro primos Paredes y en su caso a su respectiva progenie. A mis diecinueve primos León. A todos ustedes con el recuerdo de todos los momentos compartidos desde la infancia hasta ahora. Esperando que esto les anime a conseguir las metas que se propongan.

### **A las inquilinas:**

*Mafalda y Tabata:* Por esos recibimientos tan emotivos que me hacen olvidar el mal humor y a la vez recordar lo reconfortante que es estar en casa con toda la familia.

## AGRADECIMIENTOS

A Tila María Pérez Ortiz por aceptar dirigir este trabajo, permitirme ser parte de la Colección Nacional de Ácaros (CNAC), hacer uso de estas instalaciones y por brindarme su amistad.

Al Dr. Juan B. Morales Malacara, a la Dra. Anita Hoffmann Mendizábal, al Dr. Alvaro R. Osornio Vargas y a la Biol. Griselda Montiel Parra por la paciencia de revisar este trabajo y por sus comentarios y consejos.

A Griselda Montiel Parra por todo su apoyo durante esta estancia en la CNAC. Por todos sus comentarios y por compartir parte de su conocimiento.

A Naomi Cuervo Pineda del Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba por todos sus comentarios tan enriquecedores y mostrar siempre ese interés por aportar y participar en este proyecto.

A la Dra. Ma. Eugenia Casanueva del Departamento de Zoología, Universidad de Concepción, Chile por sus comentarios, aportaciones y por su amabilidad.

A los profesores del taller Ácaros y arácnidos: sus biorrelaciones e importancia como bioindicadores en particular a Gerardo Rivas L. por su dedicación hacia nosotros. A los compañeros del mismo: Marcia, Carlos, Iván, Jorge y José Antonio (compa gracias por las escaneadas).

A mis compañeros de la CNAC, los famosos monstruos de Tila: Griselda, Laura, Flor, Margarita, Ofelia, César, Edmundo, José Luis, Gabriel y Carlos por crear un ambiente de trabajo agradable en la colección.

A mis compañeros de la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNR) principalmente a Víctor Hugo, Víctor y Sr. Armando por su apoyo durante mi estancia en dicha colección.

A mis compañeros de generación y anexas de la Facultad de Ciencias, UNAM por hacer las semanas menos tediosas y llenar todas esas tardes de alegría y de carnaval: Elisa, Florencia, Jorge, Arturo, Anahí, Luis Antonio, José Antonio, Marcia, Gabriela, Esteban, José Luis, Israel, Donaji, Rodrigo, Diego, Maripili, Iván, Paty, Alejandro, Karina y César.

A la Sociedad Latinoamericana de Acarología (SLA).

# ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE ÁCAROS DEL POLVO CASERO

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION SOBRE ÁCAROS DEL POLVO</b> .....	7
2.1 PRIMERAS INVESTIGACIONES SOBRE EL POLVO, ÁCAROS Y ASMA	
2.2 INVESTIGACIONES EN HOLANDA Y JAPÓN	
2.3 LA "EXPLOSIÓN" DE 1970	
2.4 AVANCES EN LA FISIOLÓGÍA DE LOS ÁCAROS DEL POLVO CASERO	
2.5 ANÁLISIS DE ALERGENOS Y GUANINA	
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	13
3.1 OBJETIVO GENERAL	
3.2 OBJETIVOS PARTICULARES	
<b>4 MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	14
4.1 ELECCIÓN DE LOS SITIOS DE CONSULTA BIBLIOGRÁFICA	
4.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA	
4.3 OBTENCIÓN DE LA LITERATURA	
4.4 MANEJO DE LA INFORMACIÓN	
<b>5 RESULTADOS</b> .....	17
<b>5.1 BIOLOGÍA</b> .....	20
5.1.1 REPRODUCCIÓN	
5.1.2 DESARROLLO	
5.1.3 FISIOLÓGÍA	
5.1.4 CULTIVO	
5.1.5 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	

<b>5.2 TAXONOMÍA .....</b>	<b>30</b>
<b>5.2.1 MORFOLOGÍA GENERAL</b>	
<b>5.2.2 CLASIFICACIÓN DE PYROGLYPHIDAE</b>	
<b>5.2.2.1 Familia Pyroglyphidae Cunliffe, 1958</b>	
<b>5.2.2.2 Subfamilia Pyroglyphinae Cunliffe, 1958, Fain, 1988</b>	
<b>5.2.2.3 Subfamilia Dermatophagoidinae Fain, 1963, 1988</b>	
<b>5.2.2.4 Subfamilia Guatemalichinae Fain, 1988</b>	
<b>5.2.2.5 Subfamilia Onychalginiae Fain, 1988</b>	
<b>5.2.2.6 Subfamilia Paralopsinae Fain, 1988</b>	
<b>5.2.3 CLAVES PARA LAS SUBFAMILIAS DE PYROGLYPHIDAE</b>	
<b>5.2.4 CLAVES PARA GÉNEROS Y ESPECIES DE PYROGLYPHINAE</b>	
<b>5.2.4.1 Características de las especies de Pyroglyphinae encontradas en polvo casero</b>	
<b>5.2.5 CLAVES PARA GÉNEROS Y ESPECIES DE DERMATOPHAGOIDINAE</b>	
<b>5.2.5.1 Características de las especies de Dermatophagoidinae encontradas en polvo casero</b>	
<b>5.2.6 CLAVES PICTÓRICAS PARA ÁCAROS DEL POLVO</b>	
<b>5.3 ECOLOGÍA .....</b>	<b>63</b>
<b>5.3.1 CONCEPTOS GENERALES</b>	
<b>5.3.1.1 Distribución, abundancia y diversidad de especies</b>	
<b>5.3.1.2 El hábitat de los ácaros del polvo casero y sus componentes</b>	
<b>5.3.1.3 El polvo casero como una biocenosis</b>	
<b>5.3.2 TÉCNICAS DE MUESTREO DE POLVO CASERO Y DE ESTIMACIÓN DE FRECUENCIA, DENSIDAD Y DIVERSIDAD DE ESPECIES DE ÁCAROS</b>	
<b>5.3.2.1 Métodos de colecta de muestras de polvo y ácaros</b>	
<b>5.3.2.1.1 Método de Platts-Mills y de Weck</b>	
<b>5.3.2.1.2 "Heat escape method"</b>	
<b>5.3.2.1.3 "Mobility test"</b>	
<b>5.3.2.1.4 Modificación del "heat escape method"</b>	
<b>5.3.2.2 El programa de muestreo</b>	
<b>5.3.2.3 Tamaño y forma de las unidades de muestreo y unidades de medición: área, peso y volumen</b>	
<b>5.3.2.4 Extracción de ácaros de muestras de polvo para identificación y cuantificación</b>	
<b>5.3.2.4.1 Método de flotación</b>	

- 5.3.2.4.2 Método de tamizado y centrifugación
- 5.3.2.4.3 Método de suspensión
- 5.3.2.5 **Montaje, conteo e identificación de ácaros del polvo casero**
  - 5.3.2.5.1 Microscopía de luz
    - 5.3.2.5.1.1 Montaje de Hoyer
  - 5.3.2.5.2 Microscopía electrónica de barrido (SEM)
  - 5.3.2.5.3 Electroforesis de isoenzimas
  - 5.3.2.5.4 Análisis inmunoquímicos
- 5.3.3 **FACTORES QUE AFECTAN LA DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES DE ÁCAROS DOMÉSTICOS**
  - 5.3.3.1 **Distribución y abundancia de los ácaros en el polvo**
  - 5.3.3.2 **Dispersión y origen de la acarofauna del polvo casero**
  - 5.3.3.3 **Comportamiento**
  - 5.3.3.4 **Efectos de otras especies**
    - 5.3.3.4.1 Depredación, parasitismo y enfermedades
    - 5.3.3.4.2 Competencia con otras especies
    - 5.3.3.4.3 Interacciones con hongos
  - 5.3.3.5 **Factores físicos**
    - 5.3.3.5.1 El microclima de los hábitats de los ácaros del polvo casero
    - 5.3.3.5.2 Clima exterior: efectos de la altitud, ubicación geográfica y estaciones
    - 5.3.3.5.3 Fluctuaciones estacionales del clima interior y exterior, y dinámica de las poblaciones de ácaros

## **5.4 IMPORTANCIA MÉDICA E INMUNOLOGÍA ..... 96**

- 5.4.1 **INMUNOLOGÍA Y LAS BASES DE LA ALERGIA**
  - 5.4.1.1 **Estructura de los anticuerpos (inmunoglobulinas)**
  - 5.4.1.2 **Características y propiedades de la IgE**
  - 5.4.1.3 **Inmunógenos y antígenos**
  - 5.4.1.4 **Antigenicidad**
- 5.4.2 **LOS ÁCAROS Y LAS ENFERMEDADES ALÉRGICAS**
  - 5.4.2.1 **Rinitis alérgica**
  - 5.4.2.2 **Asma**
    - 5.4.2.2.1 **Asma extrínseca (asma bronquial)**
    - 5.4.2.2.2 **Asma intrínseca (asma no alérgica o idiopática)**

### 5.4.3 METODOS INMUNOLÓGICOS PARA EL USO DE ANTICUERPOS EN EL LABORATORIO

#### 5.4.3.1 Cuantificación del antígeno

##### 5.4.3.1.1 RIA directo

##### 5.4.3.1.2 ELISA o RIA competitivo

##### 5.4.3.1.3 ELISA o RIA tipo sandwich

#### 5.4.3.2 Identificación y caracterización de antígenos proteicos

##### 5.4.3.2.1 Inmunoprecipitación

##### 5.4.3.2.2 "Western blotting"

#### 5.4.4 INMUNOTERAPIA

### 5.5 BIOLOGÍA MOLECULAR Y DESARROLLO BIOTECNOLÓGICO DE LOS ALERGENOS DE ÁCAROS DEL POLVO CASERO ..... 107

#### 5.5.1 BIOLOGÍA MOLECULAR DE LOS ALERGENOS DE CASA

##### 5.5.1.1 Clonación de alergenios

##### 5.5.1.2 Sistema nomenclatural para nombrar a los alergenios

##### 5.5.1.3 Familias de proteínas y función

#### 5.5.2 LOS ÁCAROS COMO FUENTE DE MULTIPLES ANTIGENOS Y ALERGENOS

##### 5.5.2.1 Alergenios de ácaros del polvo casero

##### 5.5.2.2 Reactividad cruzada entre los alergenios de los ácaros

##### 5.5.2.3 Estructura de los alergenios

##### 5.5.2.4 Expresión de alergenios recombinantes *in vitro*

##### 5.5.2.5 Relevancia clínica

#### 5.5.3 INMUNOANÁLISIS PARA ALERGENOS DE CASA

##### 5.5.3.1 ELISA: El principal estándar para el análisis de los alergenios

##### 5.5.3.2 Alergenios estándar

##### 5.5.3.3 Funcionalidad de los análisis

##### 5.5.3.4 Pruebas rápidas para la detección de alergenios en casa

##### 5.5.3.5 Comercialización de inmunoanálisis y alergenios de ácaros del polvo casero

### 5.6 ESTUDIO DE LOS ÁCAROS DEL POLVO CASERO EN MÉXICO ..... 127

## 6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES ..... 141

7 <b><u>LITERATURA CITADA</u></b> .....	153
8 <b><u>ANEXOS</u></b> .....	156
<b>ANEXO 1. PÁGINAS WWW SOBRE ALERGIA, ASMA Y ÁCAROS</b>	
<b>ANEXO 2. RESULTADOS DE LA BUSQUEDA BIBLIOGRÁFICA</b>	

## RESUMEN

Se hizo una revisión bibliográfica a nivel mundial tratando de abarcar de una manera amplia el conocimiento generado anterior y recientemente sobre ácaros del polvo casero. Para esto se consultaron cuatro bases de datos bibliográficas (Biological Abstracts, Current Contents, Medline y Zoological Record de 1980 a 2001), así como bibliotecas y hemerotecas de varias Instituciones y Facultades. Con el propósito de abarcar y unificar la información generada se consiguieron principalmente los trabajos de revisiones de temas específicos, complementándolos con los recientes y los presentes en la hemeroteca de la Colección Nacional de Ácaros (CNAC). Adicionalmente toda la literatura se depositó en dicha colección y fue introducida a una base de datos computarizada (EndNote Plus 2.1). Se obtuvieron 2. 430 citas de artículos relacionados con ácaros del polvo, de estos se consiguieron 220 artículos que aunados a los ya existentes suman 310 depositados en la CNAC. La literatura resultante fue analizada para conformar seis temas básicos en los que esta estructurado este trabajo a manera de secciones. En la primera sección (Biología), se recaban los datos mas actuales sobre desarrollo, reproducción y distribución de los ácaros del polvo. En la segunda sección (Taxonomía), se presentan las características de Pyroglyphidae así como de las especies válidas (desde el punto de vista taxonómico) de ácaros del polvo casero que forman parte de ella. En la siguiente sección (Ecología), se dan las bases para hacer estudios ecológicos completos, así como datos obtenidos de estudios anteriores. En la cuarta sección (Inmunología e Importancia Médica), se destaca la importancia que tienen los ácaros como desencadenantes de síntomas de alergia así como conceptos básicos en inmunología (alergología). La quinta sección (Biología Molecular y Desarrollo Biotecnológico de los alérgenos), está enfocada a la biología y a la producción de los alérgenos aislados de los ácaros del polvo así como a las técnicas involucradas. En la última sección (Estudio de los ácaros del polvo casero en México), se hizo un análisis de los artículos producidos en nuestro país sobre ácaros del polvo, destacando sus aportaciones, así como sus deficiencias. Finalmente, con los resultados obtenidos se establecen las bases para desarrollar un proyecto en México en donde estén involucradas instituciones e investigadores de diferentes disciplinas.

## I INTRODUCCIÓN

Los Chelicerata, en donde se incluye a los ácaros que constituyen un grupo muy grande y complejo de animales que pertenecen al phylum Arthropoda, consiste de organismos que tienen partes bucales constituidas por los quelíceros y pedipalpos. Los quelíceros varían en estructura pero pueden consistir de dedos fijo y móvil (como tenaza) o estar modificados para perforar (como éstilete) o cortar (como hoz). Los quelicerados se dividen principalmente en : Merostomata (cacerolitas de mar), Pycnogonida (arañas marinas), Arachnida (arañas, alacranes, vinagrillos, arañas patcn.as, etc.) y Acarida (ácaros y garrapatas).

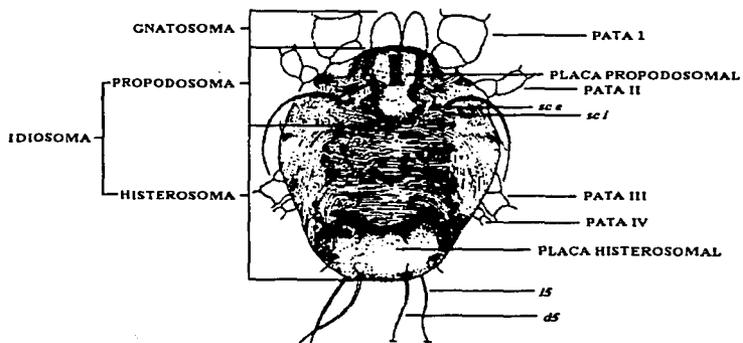
Acarida (ver figura 1) forma uno de los grupos de Chelicerata más grande y más diverso. Se distribuyen por todas partes y al igual que los insectos han colonizado exitosamente hábitats terrestres y acuáticos. Abundan en bosques y en suelos de hierbas y en acumulaciones temporales de residuos orgánicos. Muchas especies pasan parte o todo su ciclo de vida sobre árboles y arbustos mientras algunos son cavernícolas y otros se han adaptado a vivir en fuentes termales. Las formas acuáticas viven en agua dulce y salada. A diferencia de los arácnidos, los cuales son de vida libre, una gran cantidad de ácaros han desarrollado asociaciones íntimas con otros animales. Estas asociaciones van desde el comensalismo hasta el parasitismo mientras que muchas especies viven en hábitats temporales practicando la foresia, usando una gran cantidad de organismos vertebrados e invertebrados como vehículos para su dispersión. Las garrapatas parasitan una gran variedad de vertebrados. Esta diversificación evolutiva de Acarida en el número de formas de vida ha ido acompañada por una variedad de adaptaciones estructurales y de historias de vida. El primero afecta, por ejemplo, la forma del cuerpo y las partes bucales y el segundo se observa en estrategias que influyen la sobrevivencia y la reproducción (Evans, 1992).

Hasta el momento se han determinado alrededor de 35, 000 especies de ácaros, pero de acuerdo con la opinión de diversos especialistas, se piensa que existen desde 500, 000 hasta un millón de especies (Jonhston, 1982 in Hoffmann & López-Campos, 2000).

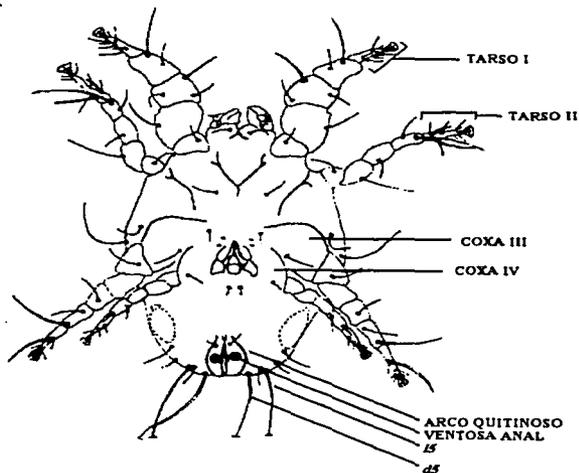
Tradicionalmente Acarida se ha dividido en Opilioacariformes, Parasitiformes y Acariformes aunque, en una de las clasificaciones mas actuales comprende dos grandes linajes, los Anactinotrichida (=Opilioacarida + Parasitiformes) y Actinotrichida (=Acariformes) (Evans, 1992):

### Superorden ANACTINOTRICHIDA

Orden Notostigmata (=Opilioacarida). Los estigmas están localizados sobre el idiosoma dorsal. Aquí se incluyen los ácaros más primitivos, que muestran todavía características de sus antepasados (Hoffmann, 1988).



A. *Dermatophagoides farinae*, macho en vista dorsal



B. *Dermatophagoides farinae*, macho en vista ventral

Fig. 1. Morfología general de un ácaro (tomada de Broswijk & Sinha, 1971). *sc e* = seda escapular externa; *sc i* = seda escapular interna; *l5* = seda lateral 5; *d5* = seda dorsal 5.

Orden Holothyrida (=Holothyroidea; Tetrastigmata). El idiosoma lleva cuatro pares de aberturas estigmas. Se encuentra en Australia, Nueva Zelanda y otras islas de la región, así como en la región neotropical de América (Hoffmann, 1988).

Orden Ixodida (=Metastigmata, Ixodoidea). La abertura respiratoria se localiza detrás de las patas IV. El grupo contiene las garrapatas blandas y duras, ectoparásitos de todos los vertebrados terrestres (Hoffmann, 1988).

Orden Mesostigmata (=Gamasida). El par de estigmas se localiza en la línea media del cuerpo lateral a las patas III y IV. También, caracterizados por un peritrema, tritosterno y una o más placas esclerosadas en la superficie dorsal. Hay muchas formas libres que constituyen parte de la fauna del suelo: muchas otras son foréticas. Estos ácaros pueden ser depredadores, algunos se nutren de desecho orgánicos y hongos, muchos son parásitos de reptiles, aves y mamíferos, y otros viven como endoparásitos (Hoffmann, 1988).

#### Superorden ACTINOTRICHIDA

Orden Prostigmata (=Actinedida + Tarsonemida). Los estigmas están localizados en el margen anterior del cuerpo (idiosoma). Algunas especies son parásitas, depredadoras de ácaros del polvo, etc. Es uno de los ordenes más grandes, con muchas especies depredadoras que viven en el suelo o sobre musgos, líquenes, etc.; otras prefieren áreas desérticas o la zona de mareas. Aquí se incluyen todas las especies fitófagas que constituyen plagas muy serias de diversos cultivos y de difícil control. Se incluyen asimismo todas las especies acuáticas. Hay también especies comensales y numerosas parásitas, muchas de las cuales sólo viven en estas condiciones en su etapa larval (Hoffmann, 1988).

Orden Astigmata (=Acaridida). Los ácaros de este grupo no tienen tracto respiratorio organizado y aberturas externas (estigmas). Con muchas especies de vida libre que se alimentan de granos, de materia orgánica en descomposición, de hongos y de alimentos almacenados o procesados. Gran número de especies se han adaptado a vivir entre las plumas de numerosas aves; otras son parásitas de insectos, crustáceos y de varias aves y mamíferos; a estos últimos les ocasionan diversos tipos de sarna; hay también especies endoparásitas de ciertas aves y mamíferos, así como comensales (Hoffmann, 1988). Aquí están incluidos los ácaros del polvo casero.

Orden Oribatida (=Cryptostigmata; Oribatei). Los estigmas están escondidos en la base de las patas (acetábulo). Son comúnmente conocidos como ácaros del suelo. Están fuertemente esclerosados, como escarabajos, y usualmente de color café los adultos. Son los ácaros más numerosos, frecuentes e importantes del suelo, que desempeñan un papel esencial en los procesos de descomposición e integración al suelo de la materia orgánica (Hoffmann, 1988).

**Tabla 1.** Algunos ejemplos de especies de ácaros domésticos. (Basada en Colloff, 1991; 1992; Spieksma, 1992 y Arlian, 1998)

ÁCAROS DOMESTICOS		
Ácaros del polvo casero	Ácaros de productos almacenados	Ácaros depredadores
<i>Dermatophagoides farinae</i>	<i>Acarus siro</i>	<i>Cheyletus eruditus</i>
<i>D. pteronyssinus</i>	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	
<i>Euroglyphus maynei</i>	<i>Lepidoglyphus destructor</i>	
	<i>Blomia tropicalis</i>	

Como ya se mencionó los ácaros del polvo casero pertenecen al orden Astigmata. Por otro lado algunos investigadores han adoptado el termino "ácaros domésticos" ("domestic mites" en inglés) propuesto durante el Second International Workshop on Dust Mite Allergens and Asthma para referirse a todas las especies de ácaros que aunque son de vida libre están en contacto estrecho con el hombre ya que viven en sus habitaciones. Dentro de este grupo, se distinguen tres conjuntos principales de ácaros: los del polvo casero ("house dust mites" en inglés), los de productos almacenados ("storage mites" en inglés) y los depredadores de los anteriores, estos últimos menos abundantes (ver Tabla 1). El término ácaros del polvo casero se refiere a las especies de ácaros domésticos de la familia Pyroglyphidae que repetidamente se ha encontrado que ocurren en las habitaciones humanas y que establecen poblaciones viables en casas. Los ácaros de productos almacenados, que han sido registrados de polvo casero, polvo de granjas, y otros ambientes ocupacionales, están considerados entre los ácaros domésticos y pertenecen principalmente a las familias Glycyphagidae, Acaridae y Chortoglyphidae. Los ácaros depredadores pertenecen a la familia Cheyletidae (Colloff, 1991; 1992; Spieksma, 1992).

Como anteriormente se dijo, los ácaros que viven en el polvo pertenecen a varias familias, de las cuales la más importante es Pyroglyphidae porque incluye a todas las especies responsables del síndrome llamado asma bronquial por el polvo de casas. Esta familia incluye hasta la fecha, 19 géneros y 49 especies; de estas 13 han sido encontradas en el polvo de casas (ver tabla 2) (Fain, 1990).

En este trabajo se utiliza el término ácaros del polvo casero en el sentido anteriormente descrito, es decir sólo para referirse a los miembros de la familia Pyroglyphidae habitantes del polvo casero.

Desde que se publicó formalmente por Voorhorst *et al.* (1964) que los ácaros que habitan en el polvo son los principales causantes de alergias en personas sensibles se han realizado muchos trabajos sobre diferentes temas involucrados con estos. Colloff (1991) menciona que la alergia a los ácaros domésticos es la causa principal de enfermedad en muchas partes del mundo

**Tabla 2.** Principales especies de ácaros piroglífidos del polvo casero responsables de enfermedades alérgicas (Tomado de Fain, 1990).

PYROGLYPHIDAE	
<b>DERMATOPHAGOIDINAE</b>	<b>PYROGLYPHINAE</b>
<i>Dermatophagoides</i>	<i>Huguesiella</i>
<i>D. pteronyssinus</i>	<i>H. africana</i>
<i>D. evansi</i>	<i>Euroglyphus</i>
<i>D. farinae</i>	<i>E. maynei</i>
<i>D. microceras</i>	<i>Gymnogylyphus</i>
<i>D. siboney</i>	<i>G. longior</i>
<i>D. neotropicalis</i>	
<i>Hirstia</i>	
<i>H. domicola</i>	
<i>Malayoglyphus</i>	
<i>M. intermedius</i>	
<i>M. carmelitus</i>	
<i>Sturnophagoides</i>	
<i>S. brasiliensis</i>	

y un enorme esfuerzo de investigación ha sido dedicado a su epidemiología, manejo, ecología, control e inmunoquímica de sus alérgenos. Además menciona que a partir de este momento se dió una explosión gigantesca de publicaciones, degenerándose incluso, hasta el punto en el cual hubo publicaciones de autores sin ninguna experiencia en acarología. Desde esos años muchos investigadores se empezaron a involucrar en el estudio de estos ácaros desde varias perspectivas, y se destacaron principalmente dos: el interés biológico-ecológico y el alergológico-inmunoquímico, los cuales a pesar de estar muy relacionados han estado separados desde entonces. Así lo expresa Arlian (1991) quien menciona que desde mediados de la década de 1970 ha habido grandes progresos en el entendimiento de la naturaleza fisicoquímica y la alergenicidad de los antígenos de ácaros y la respuesta inmune, igualmente mucho se ha aprendido acerca de la biología, ecología, y la prevalencia de ácaros como resultado de la investigación de acarólogos. A pesar de su dependencia en pacientes alérgicos a los ácaros, la mayoría de la investigación inmunoquímica se ha realizado por investigadores médicos, con poca intervención de acarólogos y, por lo tanto, ha sido publicada en revistas médicas y dirigida hacia investigadores clínicos y de práctica alergológica. Por otra parte, mucha de la investigación básica sobre la biología y ecología de los ácaros ha sido hecha por acarólogos y publicada en revistas de acarología o entomología. Desafortunadamente ha habido una interacción limitada entre los dos grupos, en

gran parte debido al enfoque bastante diferente de las respectivas disciplinas. Sin embargo, las herramientas fisicoquímicas e inmunológicas y las técnicas usadas para investigación médica y algunas especialidades entomológicas son similares. Por ejemplo, los procedimientos de muestreo usados para coleccionar polvo para la cuantificación de alérgenos, como parte de una prueba clínica de erradicación de ácaros, están sujetos exactamente a las mismas reglas teóricas y prácticas de muestreo, como los procedimientos para coleccionar polvo para estimar el tamaño poblacional de los ácaros. Así, un análisis de la ecología de ácaros del polvo casero puede ser de interés para algunas personas involucradas en la investigación de ácaros domésticos quienes no son principalmente ecólogos (Colloff, 1991). De este modo hay una oportunidad para una gran interacción futura entre individuos de las disciplinas acarológicas y médicas, en el entendimiento y el manejo de la alergia a los ácaros del polvo casero. Algunas excelentes revisiones detalladas sobre la biología y ecología de estos ácaros están disponibles para audiencias entomológicas y clínicas (Bronswijk & Sinha, 1971; Bronswijk *et al.*, 1971; Wharton, 1976; Arlian, 1989; 1991; Fain *et al.* 1990; Colloff, 1991; Hart 1992). Sin embargo, hay pocas revisiones disponibles sobre la inmunología de la alergia a los ácaros del polvo casero, particularmente para los entomólogos/acarólogos (Mosbeck, 1985; Platts-Mills & Chapman, 1987; Chapman, 2000).

Por otro lado, el estudio de los ácaros del polvo en México desde el punto de vista acarológico ha sido escaso y consta de trabajos esporádicos realizados durante las décadas 1970-1980 siendo el artículo más reciente el de Servín y Tejas (1991). Y en algunas publicaciones médicas mexicanas se han publicado resultados de pruebas cutáneas con extractos de ácaros.

Este trabajo tiene la finalidad por un lado de conjuntar la información originada recientemente en los diferentes campos involucrados en el estudio de los ácaros del polvo, sin olvidar trabajos clásicos; y por otro lado enfatizar el hecho de que estas áreas de investigación no son disciplinas aisladas, sino que todas están relacionadas con varios aspectos de la biología de los ácaros del polvo casero, y por lo tanto intenta ser una base tanto para acarólogos como para gente con orientación médica y biología molecular.

## **2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE ÁCAROS DEL POLVO**

### **2.1 PRIMERAS INVESTIGACIONES SOBRE EL POLVO, ÁCAROS Y ASMA**

Por siglos se ha conocido que la exposición de gente con asma a polvo casero puede precipitar "ataques de jadeo" (Major, 1953 in Colloff, 1991), aunque la investigación por una sustancia causativa sólo comenzó después de que Coca & Cooke (1922 in Colloff, 1991) esclarecieron que los ataques de asma estaban asociados con la exposición a los alérgenos y Kern (1921) sugirió la existencia de un alérgeno preciso en el polvo casero. Este período anunciaba el comienzo del muestreo de polvo en casas, métodos para reducir la exposición al polvo (van Leeuwen, 1924 in Colloff, 1991), e investigaciones de los factores que afectan la frecuencia de la positividad de las pruebas de piel a extractos de polvo casero entre gente con atopía, tales como el clima, la altitud y el tipo de suelo (factores que influyen en la humedad doméstica). El primer indicio de la implicación de los ácaros con el asma fue hecho por Ancona (1923), quien describió una "asma epidémica" entre aldeanos italianos que estaban manejando sacos que contenían granos fuertemente infestados con el ácaro tarsonémido *Pyemotes ventricosus* (Newport). Después, en 1924 van Leeuwen (Colloff, 1991) describió el caso histórico de un agricultor con asma que había inhalado polvo de avena que había sido fuertemente infestada con ácaros de productos almacenados *Acarus siro* y *Glycyphagus* sp.

En 1928 Dekker (Colloff, 1991) fue el primero en registrar ácaros en el polvo casero, cepillando camas y examinando este al microscopio. Él consideró que los ácaros eran una causa muy importante del asma; responsables en su estimación, de alrededor del 60% de sus casos. Recomendaba la limpieza intensiva para deshacerse de los ácaros y notificaba una marcada mejora clínica en muchos pacientes que realizaban este procedimiento.

El rol de los ácaros del polvo en la etiología de diversas manifestaciones respiratorias en el caso del hombre fue señalado por primera vez en 1944 por Carter, Wedd y d'Abreira bajo el nombre de acariasis pulmonar, en la isla de Ceylan (Fain, 1966b).

En 1956 *Dermatophagoides* fue registrado por primera vez en polvo de pisos y colchones por Baker *et al.* (Bronswijk & Sinha, 1971).

### **2.2 INVESTIGACIONES EN HOLANDA Y JAPÓN**

En 1962, el Dr. Voorhorst, Director del Institut d'Allergologie de Leiden y especializado en la cuestión del asma bronquial alérgica, formula una serie de conclusiones (Fain, 1966b):

- La inhalación de los polvos de casas puede desencadenar en personas sensibilizadas las reacciones alérgicas.

- El responsable de la sensibilización no es el polvo sino un alérgeno que se encuentra contenido en él, la cantidad de este varía según la casa y de donde provenga el polvo.
- Este alérgeno está distribuido en el mundo entero.
- Este alérgeno también ha sido encontrado en diversos productos conservados después de un cierto tiempo tales como plumas y fibras.
- La cantidad del alérgeno presente en los polvos no está en relación con el estado físico de estos polvos (si es fino o grueso).
- El alérgeno de polvo de casa parece ser una sustancia única y que difiere de los alérgenos producidos por hongos y otros ácaros.
- La tasa de alérgeno en el polvo aumenta en el curso del año, presentando su máximo en los mismos periodos en que los enfermos sensibilizados al alérgeno presentan más reacciones alérgicas. Esto sugería que la fuente del alérgeno era de naturaleza viviente.

El trabajo fue realizado en Leiden, Holanda y contrapuso la hipótesis de que los alérgenos del polvo casero eran producidos por un sistema biótico y no por una reacción química abiótica, como hipotetizaba Berrens en 1963 (Colloff, 1991). El grupo de Voorhorst había encontrado anteriormente que la alérgenicidad de los extractos de polvo casero estaba relacionada positivamente con la humedad en las casas de las cuales las muestras de polvo habían sido tomadas, y que ahí sucedían fluctuaciones estacionales en potencia que correlacionaban con la temperatura. Ellos sabían que los ácaros contenían alérgenos y que algunos eran encontrados en casas. Pero también estaban conscientes de que los ácaros de productos almacenados de los géneros *Glycyphagus*, *Acarus* y *Tyrophagus* contenían especies que producían alérgenos diferentes a los alérgenos del polvo casero. Suponían que otras, posiblemente especies desconocidas de ácaros podían estar presentes (Voorhorst *et al.*, 1969 in Colloff, 1991).

Para intentar descubrir la naturaleza de este alérgeno el Dr. Voorhorst en 1963 llama a dos biólogos (el Dr. Spieksma y Spieksma-Boezeman) y les encarga hacer un estudio sistemático de la fauna de los polvos de casa. Muy rápidamente, aparece que estos polvos contienen regularmente ácaros pertenecientes al género *Dermatophagoides*. Realizaron experimentos y pruebas cutáneas que reforzaban la idea de que los productos de excreción y de secreción de estos ácaros eran los responsables de los accidentes respiratorios (Fain, 1966b).

Hacia 1964, Spieksma y Spieksma-Boezeman le encargan a Fain examinar su material e identificar específicamente el *Dermatophagoides*. A primera vista estos especímenes se parecían a *D. pteronyssinus* (Trouessart), una especie descrita en 1897, pero que no había sido encontrada desde esa fecha. Los tipos de *D. pteronyssinus* están perdidos, pero existen paratipos de esta

especie en la acaroteca Berlese de Florencia, lo que le permitió afirmar que efectivamente los especímenes de Holanda pertenecen a esta especie (Fain, 1966b).

En 1964 el grupo de Voorhorst publicó un artículo sugiriendo que el alérgeno de *D. pteronyssinus* era idéntico al alérgeno del polvo casero (Voorhorst *et al.*, 1964), y después confirmó esto (Voorhorst *et al.*, 1967 in Colloff, 1991). Demostrando por primera vez que ácaros que viven en el polvo son responsables del asma bronquial producida por el polvo de casas (Fain, 1990). Spieksma y Spieksma-Boezeman (1967) determinaron la abundancia, diversidad de especies y frecuencia de ácaros en 150 casas en Leiden, y desarrollaron métodos para muestrear polvo, para extracción y conteo de ácaros. Spieksma (1967 in Colloff, 1991) también completó los primeros estudios sobre fluctuaciones estacionales en densidad de población de ácaros en casas, y fue el primero en documentar que la humedad es un factor importante que regula la frecuencia de ocurrencia y abundancia de los ácaros del polvo casero en diferentes casas, estaciones y regiones topográficas (Spieksma *et al.*, 1971 y Spieksma, 1973 in Colloff, 1991).

Inmediatamente después de identificar al ácaro, Fain colectó polvo de casas en Bélgica, República del Congo, Brasil, entre otros lugares, y con técnicas propias revisaba estas muestras más las que le enviaban otros investigadores (Fain, 1966b)

Fain identificó a tres especies presentes en polvo de casas, dos de ellas pertenecen al género *Dermatophagoides* [*D. pteronyssinus* (Trouessart) y *D. farinae* (Hughes)] y la tercera al género *Euroglyphus* Fain [*E. maynei* (Cooreman)]. Fue la primera vez que estas tres especies fueron registradas en el polvo de casas (Fain 1965; 1966a in Fain, 1990).

Por otro lado, Oshima en 1964 (in Colloff, 1991), trabajando independientemente del grupo de Voorhorst, presentó los resultados de un estudio de la acarofauna del polvo doméstico de nueve escuelas en Yokohama, Japón. Él estaba interesado en descubrir la causa del brote de la dermatitis papular prurítica, la cual había afectado a más de la mitad de los pupilos, y encontró que los *Dermatophagoides* spp. comprendía alrededor del 90% de la acarofauna del polvo, aunque en bajas densidades totales. Atribuía la dermatitis a la mordida de los ácaros, aunque ahora se sabe que los *Dermatophagoides* spp. son incapaces de morder humanos. Oshima sin duda fue influenciado por el trabajo de Sasa (1950; 1951 in Colloff, 1991), quien encontró *Dermatophagoides* spp. asociados con dermatosis humana, como hicieron otros, incluido Bogdanov (1864 in Colloff, 1991), quien fue el primero en describir lo que ahora es la especie tipo del género *Dermatophagoides*: *Mealia scheremetewskyi*, asociada con dermatitis del cuero cabelludo humano (*M. scheremetewskyi* actualmente es considerada por los investigadores como la sinonimia más reciente de *D. pteronyssinus*, aunque su identidad precisa es incierta (Fain, 1967 in Colloff, 1991).

El primer artículo de Oshima fue publicado al mismo tiempo que el de Voorhorst *et al.* (1964). Subsecuentemente después de enterarse del trabajo del equipo holandés, Oshima (1967) dirigió su atención a los ácaros de casa y confirmó los hallazgos de Spieksma y Spieksma-Boezeman (1967) de los grandes números de *Dermatophagoides* spp. en el polvo doméstico, aunque en ninguna parte de su artículo considera que los casos de dermatitis que él había investigado podrían haberse debido a los alérgenos y no a mordidas de ácaros. El siguiente año él como coautor en un artículo confirma la identidad alérgica entre *Dermatophagoides farinae* Hughes y polvo casero como un alérgeno causativo en el asma bronquial (Miyamoto *et al.*, 1968 in Colloff, 1991).

### 2.3 LA "EXPLOSIÓN" DE 1970

La aparición de una posible explicación para la etiología de una enfermedad frecuentemente ha sido seguida por el "bandwagon effect" -un diluvio de literatura-, algunas veces escritos por motivos oportunistas más que por motivos científicos, y este efecto siguió los estudios de Voorhorst *et al.* (1964; 1967; 1969 in Colloff, 1991) y Spieksma y Spieksma-Boezeman (1967). El número de publicaciones sobre ácaros domésticos aumentó dramáticamente: la Review of Applied Entomology (series B, Medical and Veterinary) cita dos artículos sobre ácaros del polvo/alérgenos de ácaros publicados en 1970 y 50 artículos para 1975 (Colloff, 1991). Lang *et al.* (1976) hicieron una revisión bibliográfica sobre ácaros del polvo casero abarcando desde 1864 a 1974 y registraron 293 citas bibliográficas. Para el final de la década cerca de 500 artículos habían sido publicados sobre el tema (Colloff, 1991).

La investigación ecológica y faunística entre 1970 y 1977, triunfo en confirmar la ubicuidad de ácaros de la familia Pyroglyphidae, especialmente *D. pteronyssinus* y *D. farinae* indagando que las fluctuaciones estacionales en el tamaño de la población estaban asociados con factores climáticos. Hubo poco interés en aspectos teóricos y prácticos para obtener buenas estimaciones del tamaño de las poblaciones de ácaros, y muchos de los registros de especies e identificación de este período son irreales porque los autores usualmente no comprobaban sus identificaciones con un experto y porque existían pocas claves de identificación buenas antes de las de Wharton (1976). Muchos de los trabajos de listados fueron dirigidos por gente sin entrenamiento formal en acarología o ecología, y sus métodos y técnicas fueron con frecuencia copiados en forma inexperta de trabajos anteriores, algunas veces siguiendo regímenes de muestreo completamente inapropiados (Colloff, 1991).

## 2.4 AVANCES EN LA FISIOLÓGÍA DE LOS ÁCAROS DEL POLVO CASERO

Probablemente el desarrollo más importante involucrado en el estudio de la ecología de los ácaros domésticos, después del trabajo del grupo de Voorhorst, viene a través de la investigación sobre el balance hídrico de *Dermatophagoides* spp. dirigido en el Acarology Laboratory of Ohio State University por Wharton, Arlian y colaboradores (Colloff, 1991). Desde 1964 este laboratorio se ha involucrado en el problema de la alergia al polvo casero y en particular a los ácaros (Wharton, 1976).

El hábitat polvo casero raramente contiene agua libre, no obstante los ácaros sobreviven en él. La pregunta que surgió fue ¿como mantenían el balance hídrico corporal? Pronto se reconoció que los ácaros piroglífidos eran capaces de absorber vapor de agua del aire insaturado para compensar la pérdida de agua corporal. El agua es absorbida por una solución saturada de cloruro de sodio (NaCl) y cloruro de potasio (KCl), localizada en las glándulas supracoxales (cf. Wharton, 1985, para una revisión de los mecanismos involucrados). El agua sólo es absorbida si la actividad del vapor de agua del aire es más alta que la actividad del agua del soluto - alrededor de 0.7 (equivalente a 70% de Humedad Relativa a 25° C) para una mezcla de NaCl y KCl. Este valor corresponde bien con el Equilibrio Crítico de la Humedad (ECH) - la humedad a la cual el la obtención de agua por los ácaros es igual al agua perdida de *Dermatophagoides farinae*: 71%. El ECH es dependiente de la temperatura así como de la humedad del aire circundante (Arlian & Veselica, 1981 in Colloff, 1991), y varía entre diferentes estadios y diferentes especies; El ECH de una hembra adulta de *D. pteronyssinus* es ligeramente más alto (73%) que el de *D. farinae*. El significado de estos hallazgos para la ecología de los ácaros fue resumido por Arlian (1989) como sigue:

“Los ácaros del polvo casero viven en un microambiente en el cual no hay presencia de agua en estado líquido. Sin embargo, sus cuerpos son 70 - 80% agua por peso, el cual estaría mantenido a un límite crítico más bajo con el fin de que ellos sobrevivan. Los estadios de vida activos son capaces de sobrevivir a humedades ambientales tan bajas como 60% de humedad relativa, porque ellos obtienen suficiente agua directamente del aire insaturado por medio de una adaptación especial para compensar las pérdidas de agua”.

## 2.5 ANÁLISIS DE ALERGENOS Y GUANINA

A finales de la década de 1970 clínicos y alergólogos eran, en algún grado, escépticos de lo complicado y ocasionalmente contradictorio estado de la taxonomía de ácaros, distribución, abundancia y diversidad de especies. Naturalmente ellos estaban más interesados en los efectos de la exposición de los pacientes a los alérgenos del ácaro del polvo casero, que en desenredar las

aparentemente interminables complejidades de lo que en 1972 Bronswijk (in Colloff, 1991) nombraba como "el ecosistema del polvo casero".

El RIA (radioinmunoanálisis) y ELISA (análisis inmunoabsorbente ligado a enzima, del inglés enzyme-linked immunosorbent assay), métodos de cuantificación de alérgenos de *Dermatophagoides* spp. en el polvo casero, fueron desarrollados evitando así las dificultades de extracción, identificación y conteo de ácaros (en aquel tiempo el único método de estimar la exposición relativa a alérgenos de ácaros). Las medidas de guanina (el mayor producto nitrogenado de excreción de los arácnidos) han sido usadas para cuantificar indirectamente la cantidad de alérgenos en el polvo casero (Bischoff & Schirmacher, 1984; 1985, Bronswijk, 1986 in Colloff, 1991). Los análisis de alérgenos y guanina en el polvo casero son medidas de productos de excreción y secreción, y las cantidades producidas estarían directamente relacionadas con el número de ácaros presentes. Así ellas son también medidas indirectas del tamaño de la población y el muestreo puede ser considerado como una técnica ecológica. Tales estimaciones, basadas en los productos de las poblaciones, han sido usadas comúnmente en investigación ecológica (Southwood, 1976 in Colloff, 1991). Sin embargo, las acumulaciones de heces de ácaros en el polvo casero son una consecuencia no sólo de poblaciones actuales sino también de las previas. Ellas dan un indicio de la "historia de la existencia de ácaros", así como de los ácaros muertos, y son así un indicio menos claro del tamaño de la población que de la estimación del número de ácaros vivos (Colloff, 1991).

Estadísticamente han sido demostradas las correlaciones significativamente positivas entre las concentraciones de guanina en el polvo casero y las concentraciones del alérgeno Der p 1 (Le Mao *et al.*, 1989; Bronswijk *et al.*, 1989 in Colloff, 1991) y densidades de los ácaros del polvo casero (Bronswijk, 1986 in Colloff, 1991); también entre concentraciones de Der p 1 y densidad de ácaros (Tovey *et al.*, 1981; Colloff *et al.*, 1991 in Colloff, 1991).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Presentar el estado actual de conocimiento sobre ácaros del polvo casero.

#### **3.2 OBJETIVOS PARTICULARES**

- Realizar una revisión bibliográfica a nivel mundial de los ácaros del polvo casero sobre los siguientes aspectos:
  - Biología
  - Taxonomía
  - Ecología
  - Importancia Médica e Inmunología
  - Biología Molecular y Desarrollo Biotecnológico
  
- Presentar un análisis de las contribuciones mexicanas sobre ácaros del polvo casero.
  
- Incrementar el acervo de literatura sobre ácaros de polvo casero presente en la hemeroteca de la Colección Nacional de Ácaros (CNAC) del Instituto de Biología, UNAM.

## **4 MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 ELECCIÓN DE LOS SITIOS DE CONSULTA BIBLIOGRÁFICA**

Para realizar la revisión bibliográfica se eligieron las bibliotecas y hemerotecas de las instituciones en donde se creía podía encontrarse parte de la literatura sobre ácaros del polvo. Los sitios fueron los siguientes:

- Hemeroteca de la Colección Nacional de Ácaros (CNAC) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Hemeroteca del Laboratorio de Acarología "Isabel Bassols" de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN).
- Hemeroteca del Laboratorio de Acarología "Anita Hoffmann" de la Facultad de Ciencias, UNAM.
- Biblioteca del Instituto de Biología, UNAM (IBUNAM).
- Biblioteca del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER).
- Biblioteca del Instituto Nacional de Pediatría (INP).
- Biblioteca de la Facultad de Ciencias, UNAM.
- Biblioteca de la Facultad de Medicina, UNAM.
- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

### **4.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA**

Principalmente se revisó la literatura existente en la CNAC, esta bibliografía ha sido recabada y computarizada en una base de datos en el programa EndNote Plus 2.1 (Niles & Associates, Inc. 1988-1995) por la Dra. Tila Ma. Pérez y el Biol. César G. Durán. Sin embargo, existían varios artículos y sobretiros que no estaban depositados en dicha base ya que eran donaciones o adquisiciones recientes y, por lo tanto, se procedió a capturarlos. Además se revisó las revistas existentes sobre temas acarológicos tales como Acarología, International Journal of Acarology, además de las memorias del International Congress of Acarology y del Congreso Nacional de Entomología, así como otros libros de Acarología.

Por otra parte, se visitó en varias ocasiones cada uno de los sitios mencionados anteriormente con el fin de obtener las citas de los artículos y los títulos de las revistas o libros depositados en cada uno de ellos. Posteriormente se hacía una selección de los artículos que no se encontraran en la CNAC, y se elegían los que considerábamos de interés para este estudio.

El Laboratorio de Acarología "Isabel Bassols" contaba con varios sobretiros que no se encontraban en la CNAC, además cuentan con la revista *Experimental & Applied Acarology* del año 1985 a 1996.

La biblioteca del INER cuenta con varios títulos relacionados con las alergias entre los que destacan: *Acta Pediátrica de México* (1997-2000), *Allergy* (1999-2001), *Annual Review of Immunology* (1989-2001), *Annals of Allergy* (1979-2001), *Clinical & Experimental Allergy* (1999-2000), *European Respiratory Journal*, *European Respiratory Review*, *Immunology*, *Immunology Cell Biology*, *Immunology Today*, *Journal Allergy & Clinical Immunology* (1990-2001), *Journal Asthma* (1979-2001), *Journal Immunology* (1979-2001), *Journal Pediatrics* (1991-1998), *Lancet* (1960-2001), *Nature (Medicine)* y *Revista del INER* (1991-1999).

Se consultó la biblioteca del INP, la cual cuenta con revistas de pediatría y algunas sobre alergias: *Alergia Asma e Inmunología Pediátrica*, *Annals of Allergy*, *Asthma & Immunology*, *British Journal of Dermatology*, *Clinical Pediatrics*, *Current Opinion in Immunology*, *Immunology & Allergy Clinics of North America*, *International Journal of Dermatology*, *Pediatric Allergy & Immunology*, *Revista Mexicana de Pediatría* y *Revista Alergia México* (1991-1995).

En la biblioteca de la Facultad de Ciencias se revisó las revistas *Acarologia* y los números más recientes de *Experimental & Applied Acarology* (Junio, 1998 – Enero 2000). Además se consultaron libros sobre inmunología y se revisó el catálogo general de tesis de la UNAM.

Se consultó la biblioteca de la Facultad de Medicina, UNAM y de esta se revisaron principalmente libros recientes sobre inmunología los cuales sabíamos que eran parte de la bibliografía básica para los estudiantes de esta Facultad, así como el apartado de tesis.

Se consultó la Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, encontrándose principalmente el *Journal of Medical Entomology* y *Experimental & Applied Acarology*.

Se realizó una consulta bibliográfica en la biblioteca del Instituto de Biología, UNAM, en junio del 2001, en cuatro bases de datos contenidas en CD-ROM y por vía Internet, las bases de datos fueron: *Biological Abstracts*, *Current Contents*, *Medline* y *Zoological Record*.

En cada una de las bases de datos se utilizaron dos palabras clave: *House dust mite* y *Dermatophagoides*.

Para las cuatro bases de datos la búsqueda se hizo del año 1980 al año 2001 con excepción de *Zoological Record* que se hizo desde 1978.

Adicionalmente se consultaron páginas por vía Internet así como artículos en revistas nacionales e internacionales por la misma vía sobre diversos temas (Ver Anexo 1): *Alergia*, *Asma*, *Dermatitis*, *Inmunología*, *Pediatría*, *Aerobiología*, *Acarología* y *House dust mite*.

### 4.3 OBTENCIÓN DE LA LITERATURA

Las publicaciones que se consideró importante leerlas y además obtenerlas se consiguieron por medio de fotocopiado principalmente. En el caso de algunas publicaciones fue necesario encargarlas directamente a la editorial con el apoyo de los servicios de la Biblioteca del IBUNAM. Otras publicaciones fueron conseguidas por vía Internet cuando estas se encontraban en línea.

Se hizo contacto vía correo con algunos investigadores de ácaros del polvo en Latinoamérica, tal es el caso de Naomi Cuervo (Cuba) y Ma. Eugenia Casanueva (Chile), obteniendo por medio de ellas información y algunas publicaciones.

La literatura obtenida por medio de las anteriores fuentes se depósito en la CNAC asignándosele una etiqueta (APo. # CNAC) e incorporándose en la base de datos ya establecida con anterioridad para facilitar su consulta.

### 4.4 MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Como se mencionó anteriormente se seleccionó aquella literatura que consideramos importante. La literatura base para este trabajo eran las revisiones anteriores las cuales se leyeron detenidamente para ser incluidas en este trabajo y después ser complementadas con trabajos más recientes. Evidentemente hubo literatura que se leyó pero que no se incluyó en el trabajo por que no aportaban nada que no se hubiera ya tratado. De la literatura actual se extraían los puntos más relevantes de manera resumida.

Las citas obtenidas de la búsqueda en CD de las cuatro bases de datos se homogeneizaron en una sola por orden alfabético del nombre del autor con la finalidad de que las citas no se repitieran y se les catalogó de acuerdo diversos temas (Ver tabla 3 y **Anexo 2**).

## 5 RESULTADOS

El punto de partida para el desarrollo de este trabajo fue la consulta de la literatura sobre ácaros del polvo de la hemeroteca de la Colección Nacional de Acaros (CNAC) y del Laboratorio de Acarología del IPN. La primera se encontraba constituida por 90 artículos que incluían a los de la hemeroteca A. Hoffmann, y la segunda constaba de 65 sobretiros no encontrados en la CNAC.

De todas las fuentes consultadas (bibliotecas, hemerotecas, etc.) se obtuvieron 220 sobretiros adicionales que aunados a los 90 ya existentes en la CNAC, conforman una bibliografía sobre ácaros del polvo de 310 artículos, que han sido incorporados a una base de datos (End Note Plus 2.1).

De las bases de datos en CD-ROM consultadas en la Biblioteca del Instituto de Biología, el resultado final fue la obtención de 2,430 citas sobre ácaros del polvo casero, las cuales fueron clasificadas por temas (ver Tabla 3). De estas 2,430 citas sólo 105 se encuentran depositadas en la hemeroteca de la CNAC. Se deduce que al menos 205 citas encontradas en la CNAC no aparecen en bases de datos computarizadas.

**Tabla 3.** Resultados por tema de la literatura obtenida en las cuatro bases de datos consultadas y de la literatura depositada en la CNAC.

No. de artículos	Biología	Ecología	Taxonomía	Importancia Médica e Inmunología	Biotecnología y Biología Molecular
2,430 CD	160	440	88	1582	726
310 CNAC	100	97	49	86	75

El presente capítulo de resultados se dividió en seis secciones (5.1-5.6). La principal fuente para el desarrollo de los temas de las primeras cinco secciones (5.1-5.5) fueron las revisiones anteriores sobre ácaros del polvo casero en general o sobre temas específicos (e.g., alérgenos de ácaros del polvo, ecología de ácaros del polvo, etc.) complementados con trabajos recientes que aportaran datos no tratados en las revisiones anteriores. Para el desarrollo de la sección 5.6 sobre el estudio de los ácaros del polvo en México, fue necesario consultar la literatura reunida en la hemeroteca de la CNAC, ya que a partir de la búsqueda en las cuatro bases de datos en CD-ROM, sólo se encontró un artículo (Servín y Tejas, 1991).

En la sección 5.1 de biología se presenta un panorama actualizado sobre el desarrollo, la reproducción, la distribución y el cultivo de los ácaros del polvo casero que son los puntos en los cuales actualmente se sigue generando información. Sin embargo, no se profundiza en temas

como anatomía y fisiología. En lo que respecta a anatomía la mayoría de los estudios detallados sobre ácaros del polvo fueron realizados a principios de 1970's principalmente en *Dermatophagoides farinae* y estos han sido utilizados para otras especies de piroglífidos. Para aspectos de anatomía se puede revisar la Introducción y la sección 5.1.1 de este trabajo. Si se requiere de información detallada sobre el tema se puede revisar Brody & Wharton (1970); Brody *et al.* (1972); Wharton & Brody (1972); Brody *et al.* (1976). En lo que respecta a la fisiología se puede revisar los antecedentes de este trabajo, la sección 5.1.2. y la parte de Ecología. Existen estudios detallados sobre la fisiología principalmente de *D. farinae* como Arlian & Wharton (1974); Arlian & Veselica (1981); Arlian (1992).

Para la sección 5.2 de Taxonomía nos hemos basado principalmente en el trabajo de Fain (1990), quien es un investigador que dedicó gran parte de sus investigaciones entre otros temas a la taxonomía de los ácaros del polvo casero, en el que ha conjuntado todas las descripciones publicadas de ácaros piroglífidos y además propone una clasificación para este grupo. Platts-Mills (1990) menciona que este trabajo representa una significativa fuente taxonómica así como una guía práctica para los ácaros piroglífidos. De las 49 especies y 19 géneros conocidas hasta la fecha, Fain descubrió y describió 23 especies y 12 géneros. En el trabajo de Fain (1990) se incluyen las claves dicotómicas de las dos subfamilias de Pyroglyphidae que contiene ácaros del polvo casero. Para este trabajo, a estas claves, se les adjuntaron trabajos recientes como el de Fain y Atyeo (1990) en donde se describe un nuevo género y una nueva especie (*Asiopyroglyphus thailandicus*) y el de Vargas & Smiley (1994) en donde se describe una nueva especie (*Hughesiella valerioi*). Además se incluye las claves pictóricas publicadas por Colloff y Spieksma (1992) ya que nos parece que son muy claras y fáciles de utilizar para la correcta identificación de los ácaros del polvo casero piroglífidos. Existen otras claves pictóricas como las de Bronswijk & Sinha (1971) las cuales también son bastante claras aunque consideramos pertinente mostrar las más actuales. Sin embargo, existen otras incluso más actuales pero que están enfocadas a la acarofauna de algún sitio en particular como las de Colloff (1998) para los ácaros encontrados en polvo casero de Escandinava y las de Artigas y Casanueva (1983) para los ácaros encontrados en habitaciones de Chile.

En la sección 5.3 de Ecología hemos tratado de incluir conceptos básicos en el estudio de la ecología en general y de la ecología de los ácaros del polvo en particular, así como los principales resultados obtenidos en estudios poblacionales, de comunidades, etc. y las relaciones existentes entre los ácaros y otros organismos vivos dentro del polvo y todos los factores involucrados. Se incluye técnicas de muestreo y colecta de polvo y de ácaros, de extracción y de preparación de ácaros los cuales como ya hemos mencionado son de interés no sólo para estudios ecológicos sino también en estudios de alérgenos.

En lo que se refiere a la sección 5.4 sobre importancia médica e inmunología primero tratamos de dar las bases de la inmunología para después enfocarnos a la alergia. Con respecto a la alergia mostramos las bases de esta desde y enseguida se da una breve descripción de las enfermedades alérgicas más comunes ocasionadas por ácaros del polvo casero. Esta descripción se hace con la finalidad de brindar un panorama general de cada una de las enfermedades. No se profundiza en datos médicos y clínicos ya que no es la finalidad de este trabajo, sin embargo no hay que olvidar que cada una de estas enfermedades involucra para los especialistas conocer sus síntomas, signos, datos de laboratorio, diagnóstico inmunitario, diagnóstico diferencial, patogenia inmunitaria, tratamiento, complicaciones, pronósticos, etc.

La sección 5.5 de Biología Molecular y Desarrollo Biotecnológico se enfoca en la biología molecular de los alérgenos de ácaros así como a las técnicas y metodologías utilizadas tanto en biología molecular como en biotecnología (e.g., producción de alérgenos). Inicia con una breve introducción con los principales términos para después tratar a profundidad las principales características de los grupos de alérgenos aislados de ácaros.

La última sección (5.6) se refiere al estudio de los ácaros del polvo casero en México y como mencionamos al principio de este capítulo se revisó detenidamente cada uno de los trabajos para analizar tanto las metodologías utilizadas (e.g., colecta, cultivo, etc.) como los resultados obtenidos (e.g., especies y número de ácaros). Los trabajos se presentan aquí en orden cronológico.

## 5.1 BIOLOGIA

### 5.1.1 REPRODUCCIÓN

En Pyroglyphidae únicamente se presenta la reproducción sexual, por lo tanto en esta familia se encuentran machos y hembras. Los machos adultos frecuentemente se aparean con tritominífas hembras, pero también se ha observado entre machos y hembras adultas (Hart, 1990).

Después del apareamiento la hembra adulta ovípara, pone los huevos de uno en uno en el fondo del cultivo o en las partículas del sustrato firme. Algunos autores encontraron larvas en el cuerpo de las hembras en varios Pyroglyphidae, y sugirieron que esta familia podía por lo tanto exhibir viviparidad facultativa. Sin embargo, después se encontró que en *Lepidoglyphus destructor*, los huevos podían continuar su desarrollo hasta larvas dentro de la hembra adulta la cual había muerto antes de poner sus huevos. Este fenómeno puede también explicar la "viviparidad" en *Dermatophagoides pteronyssinus* y *D. farinae* (Hart, 1990).

Pocos días después de aparearse la hembra comienza a poner los huevos. El período pre-reproductivo varía entre las especies, abarcando de 9 hasta 13 días, aunque ha sido registrado tan corto como tres días en *D. pteronyssinus* (Hart, 1990).

El período reproductivo o período de oviposición también varía entre las especies de ácaros del polvo y, como se ve en la tabla 4, abarca desde 20 hasta 60 días. En *D. pteronyssinus* la hembra puede tener un segundo período de puesta de huevos después del primero. Durante el período de oviposición, la hembra puede poner desde 40 hasta 80 huevos. Sin embargo, una muy alta fecundidad de 200-300 huevos también ha sido registrada para *D. farinae* y *D. microceras*. Las diferencias en los resultados puede probablemente ser explicada por la variación entre las diferentes condiciones de cultivo (e.g., componentes de la dieta) (Hart, 1990).

La tasa de producción de huevos es normalmente de un huevo por día. En *D. pteronyssinus* el macho alcanza de 60 hasta 80 días de vida y la hembra de 100 hasta 150 días. La producción de huevos por la hembra, sólo ha sido observada durante la primera mitad de su vida (Hart, 1990).

En conclusión, los parámetros reproductivos varían ampliamente entre las diferentes especies de ácaros del polvo cultivados en las mismas condiciones de laboratorio. No obstante, exactamente cómo estos parámetros reproductivos, los cuales han sido registrados en condiciones de laboratorio, se relacionan con la situación natural en el ambiente del polvo casero es poco conocido (Hart, 1990).

**Tabla 4.** Reproducción y desarrollo a 25°C y 75% de HR, en las principales especies de ácaros del polvo responsables de alergias respiratorias y de contacto (Basado en Fain *et al.*, 1990 y Hart, 1998).

Especies	Período pre-reproductivo (a)	Período reproductivo (a)	Fecundidad (b)	Tasa de reproducción (c)	Desarrollo desde huevo hasta adulto (a)	Referencia
<i>D. pteronyssinus</i>	9	34	58	1.79	14	A.
-	-	-	-	-	31-36; 36	B; C.
-	3	20	40-80	1.2-2.5	24; 23	D; E.
-	-	-	-	-	13	F.
-	-	26	68	2.5	33	G.
-	-	-	-	-	28	H.
-	-	-	-	2.4-4.5	-	I.
<i>D. farinae</i>	10	47	84	1.8	34	A.
-	-	-	200-300	-	32	J.
-	-	-	-	-	23	C.
-	-	-	383	-	31-37	K.
-	-	-	-	0.8-1.4	30	L.
-	-	30	-	0.8-1.4	24	E; M.
<i>D. microceras</i>	-	-	372	-	46-54	K.
<i>E. maynei</i>	13	60	84	1.47	33	A.
-	-	-	-	0.4-0.8	30-35	E.
-	-	-	-	-	50-53	N.
-	3.1	13.8	14.6	1.1	25	O.
<i>E. longior</i>	12	39	48	1.33	30	A.

Notas: (a) = Duración en días; (b) = Calculado en huevos por hembra; (c) = Calculado en huevos por hembra por día de período reproductivo; A = Hart & Fain (1988); B = Blythe (1976); C = Gammal-Eddin *et al.* (1983); D = Spieksma (1967); E = Ottoboni *et al.* (1984); F = Dobson (1979); G = Arlian *et al.* (1990); H = Ho *et al.* (1984); I = Saint Georges-Grèdelet (1987); J = Furumizo (1973); K = Griffiths & Cunnington (1971); L = Larson *et al.* (1969); M = Oshima & Sugita (1966); N = Nannelli *et al.* (1983); O = Taylor (1975).

### 5.1.2 DESARROLLO

Los ácaros Piroglífidos tienen seis estadios del desarrollo postembrionario, cada uno separado por una muda: el huevo, prelarva, larva, protoninfa, tritoinfa y adulto (macho o hembra). La deutoinfa no está presente en esta familia; el huevo contiene el estadio prelarval el cual está representado por una membrana transparente sostenida por dos protuberancias esclerosadas, las cuales son órganos de ecdisis, que sirven para romper la cubierta del huevo durante la emergencia de la larva. La larva, protoninfa y tritoinfa tienen fases activas y

quiescentes. El desarrollo de los estadios ha sido examinado en detalle sólo en *D. pteronyssinus*, *D. farinae* y *Euroglyphus maynei* (Hart, 1990).

En *D. pteronyssinus* el huevo dura 6 días y la larva y las dos ninfas duran 5-6 días, 4-7 días y 4-8 días respectivamente. En *D. farinae* las duraciones promedio para cada estadio son: huevo 8 días; larva 8.2 días; protoninfa 8.3 días; tritoninfa 7.6 días. El estadio de huevo dura 5-14 días en *E. maynei* y la larva, protoninfa y tritoninfa duran 10-17, 5-17 y 6-12 días respectivamente (Hart, 1990).

Bajo condiciones óptimas ( $\pm 25^\circ \text{C}$ , 75% HR) el desarrollo desde huevo hasta adulto para estas tres especies, se ha registrado que toma aproximadamente un mes, sin embargo, el tiempo de desarrollo desde huevo hasta adulto para *D. pteronyssinus* puede ser de tan sólo 14 días (Hart, 1990).

### 5.1.3 FISIOLOGÍA

La guanina es el principal producto nitrogenado de desecho de los ácaros del polvo. Sin embargo, el proceso de excreción de este producto aún no es claro. La examinación de ácaros del polvo y de otros ácaros del mismo orden ha revelado tubulos excretores de Malpigio asociados con el estómago muy reducidos o ausencia de estos. El sitio más activo de la excreción aparentemente es el colon (Hughes, 1950 in Hart, 1990; Wharton, 1976).

La humedad es el principal factor limitante. Los piroglífidos son 50-80% agua por peso, pero las cantidades significativas de agua no son obtenidas ni por alimento ni por producción metabólica. Para mantener su balance hídrico, los ácaros deben absorber agua de la atmósfera a través de la cutícula. En este contexto, la actividad del equilibrio crítico (AEC) puede definirse como la más baja humedad relativa (HR) ambiental a la cual los ácaros pueden extraer suficiente agua para compensar la que es transpirada, y así mantener el balance hídrico y sobrevivir (Arlian & Veselica, 1981). La AEC es 70% HR para *D. farinae* y 73% para *D. pteronyssinus* (Arlian, 1985 in Hart, 1990). A humedades relativas por arriba del AEC, se mantiene el balance entre el agua perdida y ganada, pero por debajo del AEC los ácaros pierden agua y eventualmente se deshidratan y mueren. Sin embargo, las poblaciones de ácaros frecuentemente son encontrados en casas donde la HR casi siempre permanece por debajo del AEC, lo cual indica que pueden sobrevivir a un amplio rango de humedades. Los piroglífidos tienen un estadio protoninfal quiescente el cual es relativamente impermeable al agua y tiene un bajo consumo de oxígeno. Este estadio está bien adaptado para sobrevivir largos periodos secos (Hart, 1990). En adición a la difusión cuticular de vapor de agua, las glándulas supracoxales pareadas juegan un rol principal en la osmoregulación. Cada glándula tiene una abertura externa dorsal a la coxa de la pata I y contiene una secreción que corre de la abertura a la región preoral del gnatosoma. Esta secreción

es higroscópica y es rica en sales, permitiendo así la absorción de agua de la atmósfera. Cuando la humedad es baja, los solutos se precipitan fuera de la solución y bloquean la abertura de la glándula volviéndola impermeable a más pérdida de agua. Este mecanismo es reversible cuando los ácaros son reexpuestos a altas humedades (Wharton *et al.*, 1979 in Hart, 1990). Los organismos del orden Astigmata no tienen sistema respiratorio traqueal definido, razón por la cual, estos ácaros intercambian oxígeno y dióxido de carbono a través de la cutícula (Hart, 1990).

#### 5.1.4 CULTIVO

Para obtener un cultivo saludable de ácaros en el laboratorio, este debe iniciarse con tantos ácaros como sea posible; normalmente se requiere un mínimo de 40 incluyendo machos y hembras. Los cultivos deben ser mantenidos en cajas de petri de cinco o nueve cm dependiendo del tamaño del cultivo, únicamente con una fina capa de cultivo en el fondo de las cajas. Esto facilita la examinación de los ácaros en las cajas. Las cajas de petri no necesitan estar cubiertas, pero las orillas deben ser embarradas con un enredapatas (o equivalente) apropiado para prevenir el escape de los ácaros, pueden usarse tapas ventiladas si se desea. Estas cajas de petri deben estar contenidas dentro de cajas más grandes equipadas con una tapa hermética y conteniendo NaCl saturado para proveer 75% HR. Si la tapa no es hermética, la evaporación del NaCl puede ser problemático. Los ácaros del polvo casero pueden cultivarse con iluminación o en oscuridad a temperatura ambiente, pero para un crecimiento óptimo de la población, una temperatura de 25°C es la adecuada (Hart, 1990).

Los requerimientos de comida varían para las diferentes especies de ácaros del polvo. En general, los Pyroglyphidae pueden ser cultivados exitosamente en una mezcla 1:1 (w/w) de acetona-escamas de piel humana lavadas o barbas afeitadas y polvo de levadura seca. Otros ácaros alergénicos, tales como los Glycyphagidae y Acaridae pueden ser cultivados exitosamente en una mezcla 1:1 (w/w) de germen de trigo y polvo de levadura seca. Otras dietas también pueden ser utilizadas, sin embargo, las dos primeras dietas tienen un bajo contenido de alérgenos y por lo tanto, son recomendadas para los cultivos de ácaros que se usan en experimentos inmunológicos (Hart, 1990).

No obstante, el Comité Consejero de Productos Alergénicos (del inglés, Allergic Products Advisory Committee) recientemente recomendó que los extractos alergénicos de polvo de casas para uso en estudios clínicos, no deben contener escamas humanas. Esta recomendación también puede extenderse a extractos de ácaros de polvo casero cultivados para uso clínico, por lo tanto, una dieta alternativa es la levadura seca y barbas afeitadas. En este contexto se ha registrado que los ácaros del polvo pueden ser cultivados exitosamente en dietas libres de

escamas humanas, tal como la de germen de trigo, bigado seco y polvo de levadura seca (1:1:1 w/w), la cual también tiene un bajo contenido alérgénico (Hart, 1990).

El cultivo de ácaros debe ser examinado semanalmente usando un microscopio de disección; el medio de cultivo debe ser sacudido ligeramente a un lado de la caja para facilitar la observación de los ácaros, los cuales frecuentemente se acumulan en la base de las cajas. Esto también sirve para airear el cultivo y evitar que proliferen hongos letales. Durante la examinación semanal, si se requiere, puede añadirse comida fresca o limpiarla. Cuando se limpia, una pequeña cantidad de comida fresca debe añadirse a una caja limpia conteniendo comida fresca. Alternativamente, el cultivo viejo puede ser lavado fuera de la caja y reemplazado con comida fresca; los ácaros permanecen en la base de la caja constituyendo el nuevo cultivo. Sin embargo, si el cultivo se contamina con hongos u otras especies de ácaros, un mínimo de 10 ácaros, incluyendo machos adultos y hembras, deben aislarse de este cultivo contaminado y añadirse a una caja limpia conteniendo una pequeña cantidad de medio de cultivo fresco para generar un nuevo cultivo (Ham, 1966).

Según Rao et al. (1976) son el fin de producir grandes cantidades de antígenos de *Dermatophagoides farinae* y *D. pteromyzomus* el cultivo con una mezcla de 50% harina de pescado (polvo) y 50% de levadura seca (la más alta producción de ambas especies de ácaros). La más alta producción de *D. farinae* se presentó a 24°C y 60% HR, mientras que en *D. pteromyzomus* a 25°C y 75% HR.

Pinto Casanueva, con otros, se dieron a conocer que dieron mejores resultados (en cuanto a producción de ácaros) fueron las mezclas de harina y levadura en polvo, leche entera en polvo y levadura en polvo en proporción 1:1:1 así como alimento para peces (acaruecas).

Los cultivos basados en alimentos de procedencia no muy alergénica. Existen también cultivos con combinaciones de comida animal, con la inclusión, además, de heces, digesta de aves deshidratado y pulpa de trigo, entre los que se producen cantidades de ácaros como con .

Por otro lado, Fara et al. (1977, 1978) demostraron que el cultivo de ácaros de la *D. pteromyzomus* y *D. farinae* crecieron más fuerte de crecimiento diez veces, cuando se incrementa exponencial y muere del cultivo. Además mencionan que en experimentos obtenidos de cultivos con la concentración más alta de ácaros, como máximo de 4 Fara de crecimiento, son de mejores resultados (según el autor) a otros y otros.

La actividad alérgica de los extractos obtenidos a partir de formas alcohólicas de ácaros de cultivo del ácaro, pero puede haberse a la acumulación de partículas locales que contienen el mayor alérgeno. En algunos lugares, cualquier pueden tener antígenos en el contenido de cultivos (Anderson, 1977).

### 5.1.5 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La distribución de los ácaros del polvo casero está relacionada principalmente con factores como la humedad, temperatura, altitud y presencia de alimento (ver sección 5.3). A continuación se da algunos ejemplos de los habitats en los que se han registrado los ácaros del polvo y en la tabla 3 se puede ver los países en los que se ha registrado ácaros del polvo casero exclusivamente en el polvo (*i.e.*, polvo de colchones, alfombras, ropa, pisos, etc.).

América es el único continente en donde han encontrado las 13 especies de ácaros del polvo casero de importancia en alergología; en Europa se han registrado nueve, en Asia nueve, en Oceanía cuatro y en África ocho.

*D. pteronyssinus* es un verdadero ácaro doméstico y tiene una distribución cosmopolita. En muchos países es la especie más frecuente y abundante de Pyroglyphidae encontrada en el polvo de casas y camas. Estas últimas usualmente son las que muestran infestaciones mucho más altas que las alfombras o el polvo de pisos (Fain, 1990).

*D. farinae* se considera como cosmopolita, sin embargo, esta especie está completamente ausente en África Central. Cuba y algunos países de Sudamérica. Además esta especie es mucho más frecuente y abundante en regiones sujetas a climas continentales secos que en regiones húmedas situadas cerca de la costa marina. La serie típica de *D. farinae* fue encontrada en aves de corral y puercos criados con harina cerca de Bristol, Inglaterra. *D. culinae* (= *D. farinae*) fue descrita de un cultivo de galletas de harina en Tennessee, Estados Unidos (Fain, 1990).

*D. microcerus* fue descrita en el polvo de una casa en Londres (Fain, 1990).

La serie típica de *D. evansi* fue encontrada en una almohada de plumas hecha en Boston (Inglaterra), frecuentemente se localiza en nidos de aves. Esta especie ha sido registrada siempre en pequeñas cantidades, en el polvo de casas de los siguientes países: Estados Unidos, localidad no precisada (Wharton, 1970 in Fain, 1990) y en California (Furumizo, 1975 in Fain, 1990); Francia en la región de Strasbourg (Araujo-Fontaine *et al.*, 1973 in Fain, 1990) y en la región de Grenoble (Lascaud, 1978 in Fain, 1990); Portugal (Pinhao & Gracio, 1978 in Fain, 1990); Irán, en la región del Mar Caspio (Amoli & Cunningham, 1977 in Fain, 1990); región oriental de la ex U.R.S.S.

*D. siboney* sólo se conocía en Cuba y en este país es casi tan frecuente como *D. pteronyssinus*, pero Louadi & Robaux (1992) la encontraron en Argelia (África) considerándola como introducida.

*D. neotropicalis* descrita de polvo de colchones en Surinam, también ha sido encontrada en el polvo de casas en algunos pueblos en Brasil, pero la registraron con el nombre de *D. deanei* (Fain, 1990).

La serie típica de *Euroglyphus maynei* fue hallada en semillas de algodón en descomposición en Gembloux, Bélgica. Ha sido encontrada en polvo de casas en Bélgica y Holanda (Fain, 1965 in Fain, 1990; Spieksma & Spieksma-Boezeman, 1967) y en muchos otros países. *E. maynei* está también muy extendida fuera de Europa en polvo de casas o colchones. Ha sido registrada en Asia (Israel, Irán, India, Malasia, Singapur, Japón, China, Taiwan, Papúa), Australia, Sudáfrica y Africa del Norte, Sudamérica (Brasil, Colombia, Chile, Perú). Sorprendentemente esta especie no ha sido registrada en Norteamérica, Cuba y Africa Central. Es relativamente más frecuente en áreas montañosas que *D. pteronyssinus* y *D. farinae* (Portus & Gomez, 1976 in Fain, 1990).

*Gymnoglyphus longior* fue encontrada sobre materia animal en descomposición en Francia. Esta especie también se ha registrado en el polvo y partículas de un granero de Slough, Berkshire, Inglaterra (Hughes, 1976 in Fain, 1990) y en Canadá (Sinha *et al.*, 1970 in Fain, 1990). Esta especie descrita como *D. dalarnaensis* también fue encontrada en el polvo de un granero, en Suecia; en aves en Alaska; en el polvo de casas en Perú (Caceres & Fain, 1979 in Fain, 1990), en Italia (Ottoboni *et al.*, 1984 in Fain, 1990), en Bulgaria (Todorov, 1979 in Fain, 1990) y en la ex U.S.S.R. (Tareev & Dubinina, 1985 in Fain, 1990). Y en el lecho de aves de corral en casas de Suiza (Fain, 1988 in Fain, 1990).

La serie típica de *Hughesiella africana* fue encontrada en harina de pescado originaria de Angola, almacenada en depósitos en Inglaterra. Esta especie es también conocida de polvo de casas en Colombia y en Brasil. Ha sido registrada en nidos de *Passer domesticus* en Piracicaba, Brasil (Fain & Rosa, 1982 in Fain, 1990). Y se han colectado especímenes de polvo de casas en Madagascar y en el lecho de aves de corral en casas en Beit Shamrok en Israel (Fain, 1990).

*H. domicola* es más frecuente en Japón que en otros países. De acuerdo a Oshima (1967), en algunas casas esta especie representa más de una tercera parte del total de la población de ácaros (Fain, 1990).

*M. intermedius* fue colectada en polvo de casas en Java y Singapur (Fain, 1990).

*M. carmelitus* fue encontrada en el polvo de una casa situada en la cuesta del Mount Carmel, en Haifa, Israel (Fain, 1990).

*Sturnophagoides brasiliensis* fue encontrada en polvo de casas en Tejipto, Brasil, en polvo de casas en Singapur (Fain *et al.*, 1969 in Fain, 1990), en Kuala-Lumpur, Malasia (Col. Nadchatram), Djakarta, Java, y en Strasbourg, Francia (Fain & Lowry, 1974 in Fain, 1990).

Tabla 5. Distribución geográfica de los ácaros del polvo casero

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Referencia
<b>EUROPA</b>	X	X	X	X			X	X		X		X	X	
Bélgica	X	X	X	X			X	X						*
Holanda	X	X	X				X							*
Inglaterra	X	X	X				X							*
Escocia	X	X					X							*
Irlanda	X													*
Francia	X	X		X			X			X			X	*
España	X	X	X				X			X		X		*
Portugal	X	X		X			X							*
Italia	X	X	X				X	X		X				*
Alemania	X	X					X							*
Suiza	X	X	X				X							*
Dinamarca	X	X					X							*
Noruega	X													*
Finlandia	X	X					X							*
Bulgaria	X	X					X	X						*
Rumania	X													*
Hungría	X	X					X			X				*
Checoslovaquia	X	X					X			X				*
Ex URSS	X	X		X			X	X		X				*
Polonia	X	X					X	X						Solarz, 1995
Suecia	X	X					X							Warner et al., 1999
<b>AMÉRICA</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Estados Unidos	X	X	X	X			X			X				* Arlian et al., 1992
Canadá	X	X	X											*
Brasil	X	X				X	X	X	X				X	* Binotti et al., 2001
Surinam	X					X				X	X			*
Argentina	X	X												*
Colombia	X	X					X		X	X	X	X		*
Chile	X						X							*
Perú	X						X	X						*
Cuba	X				X					X	X			*

Notas: \* Referencia tomada de la recopilación hecha por Fain *et al.* (1990); sólo se toma en cuenta su presencia en cada país sin tomar en cuenta su frecuencia. X = presencia; 1 = *Dermatophagoides pteronyssinus*; 2 = *Dermatophagoides farinae*; 3 = *Dermatophagoides microceras*; 4 = *Dermatophagoides evansi*; 5 = *Dermatophagoides siboney*; 6 = *Dermatophagoides neotropicalis*; 7 = *Euroglyphus maynei*; 8 = *Gymnoglyphus longior*; 9 = *Hughesiella africana*; 10 = *Hirstia domicola*; 11 = *Malayoglyphus intermedius*; 12 = *Malayoglyphus carmelitus*; 13 = *Sturnophagoides brasiliensis*.

Tabla 5. (Continuación)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Referencia
Barbados	X	X												*
Ecuador	X	X												*
México	X	X												González & Llorens, 1974
														Novoa, 1975
														Servín & Tejas, 1991
Costa Rica	X						X							Vargas & Mairena, 1991
<b>ASIA</b>	X	X		X		X	X			X	X	X	X	
Israel	X	X					X					X		*
Turquía	X	X												*
Irak	X													*
Siría		X												*
Irán	X	X		X			X							*
Paquistán	X													*
India	X	X				X	X			X	X	X		*
Birmania	X	X												*
Tailandia	X	X								X	X			*
Malasia	X	X					X			X	X		X	*
Singapur	X	X								X	X		X	*
Indonesia	X	X								X	X		X	*
Brunei	X	X								X				*
China	X	X					X			X				*
Taiwan	X	X					X			X	X			*
Corea	X	X												*
Japón	X	X					X			X	X			*
Papua	X	X					X							*
<b>OCEANÍA</b>	X	X					X				X			
Australia	X	X					X							*
Nueva Zelanda	X													*
Tahiti	X	X									X			*
Hawai	X	X												*

Notas: \* Referencia tomada de la recopilación hecha por Fain *et al.* (1990); sólo se toma en cuenta su presencia en cada país sin tomar en cuenta su frecuencia. X = presencia; 1 = *Dermatophagoides pteronyssinus*; 2 = *Dermatophagoides farinae*; 3 = *Dermatophagoides microceras*; 4 = *Dermatophagoides evansi*; 5 = *Dermatophagoides siboney*; 6 = *Dermatophagoides neotropicalis*; 7 = *Euroglyphus maynei*; 8 = *Gymnoglyphus longior*; 9 = *Hughesiella africana*; 10 = *Hirstia domicola*; 11 = *Malayoglyphus intermedius*; 12 = *Malayoglyphus carmelitus*; 13 = *Sturnophagoides brasiliensis*.

Tabla 5. (Final)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Referencia
<b>AFRICA</b>	X	X	X		X		X		X	X	X			
Argelia	X	X			X		X							*. Louady & Robaux, 1992
Marruecos	X													.
Egipto	X	X												.
Madagascar									X					.
Sudáfrica	X	X	X				X			X	X			.
Zaire	X													.
Ruanda	X													.
Burundi	X													.
Angola	X													.
Kenia	X													.
Nigeria											X			.
Tristan da Cunha	X						X							.

Notas: \* Referencia tomada de la recopilación hecha por Fain *et al.* (1990); sólo se toma en cuenta su presencia en cada país sin tomar en cuenta su frecuencia. X = presencia; 1 = *Dermatophagoides pteronyssinus*; 2 = *Dermatophagoides farinae*; 3 = *Dermatophagoides microceras*; 4 = *Dermatophagoides evansi*; 5 = *Dermatophagoides siboney*; 6 = *Dermatophagoides neotropicalis*; 7 = *Euroglyphus maynei*; 8 = *Gymnoglyphus longior*; 9 = *Hughesiella africana*; 10 = *Hirstia domicola*; 11 = *Malayoglyphus intermedius*; 12 = *Malayoglyphus carmelitus*; 13 = *Sturnophagoides brasiliensis*.

## 5.2 TAXONOMÍA

### 5.2.1 MORFOLOGÍA GENERAL

- **Idiosoma**

El cuerpo del ácaro también es llamado idiosoma (ver figura 1). Un surco transversal, generalmente visible, está presente entre las patas II y III (surco seyugal) y divide al idiosoma en:

**Propodosoma:** región situada entre el surco seyugal y la extremidad anterior del idiosoma. Ventralmente lleva el primer y el segundo par de patas.

**Histerosoma:** Situado posterior al segundo par de patas.

La superficie dorsal del propodosoma y el histerosoma también son llamados propodonoto e histeronoto respectivamente.

- **Gnatosoma (o partes bucales)**

Consiste de dos partes: un hipostoma ventral terminando anterolateralmente en un par de pedipalpos sensoriales biarticulados y un par de quelíceros dorsales, quelados y dentados.

- **Patas**

Hay cuatro pares de patas en los adultos y las ninfas y tres pares en las larvas. Están formadas de seis artejos, de los cuales el artejo basal (epimeron) está fusionado con el cuerpo, mientras que los otros cinco están libres (trocánter, fémur, genua, tibia y tarso). La extremidad del tarso es prolongada por un suave pretarso formando generalmente un pulvilo carnoso y llevando una uña articulada. En los piroglífidos esta uña es siempre vestigial.

- **Organos sexuales**

Hembra: la vulva es ventral y está situada al nivel de los pares de patas posteriores; tiene forma de una Y invertida con dos labios anterolaterales y un labio posteromediano. Los labios anterolaterales están adheridos anteriormente a un esclerito con forma de media luna (epiginio) y posteriormente a un par de escleritos posterolaterales. Hay una segunda abertura genital al final posterior del cuerpo, la bolsa copuladora, actuando como un órgano copulatório. Lleva a un delgado conducto el cual abre por dentro de la espermateca. La forma de la bolsa es de gran importancia taxonómica en Pyroglyphidae (Fain, 1990).

El macho tiene un pene esclerosado situado ventralmente al nivel de las patas posteriores. En Pyroglyphidae y Acaridae el ano generalmente es flanqueado por un par de ventosas adanales copulatorias. Dos pares de pequeñas ventosas también están presentes en el tarso IV. Estas ventosas están ausentes en algunos Pyroglyphidae (Fain, 1990).

- **Sedas**

El cuerpo, las patas y el gnatosoma lleva numerosas sedas. Una espina es una seda gruesa. Y una verdadera seda tiene un centro quitinoso y es cerrado en su base.

**Solenidio:** un solenidio es una seda especializada con un centro hueco y una base abierta. Los solenidios están situados dorsalmente en los artejos distales de las patas y de los pedipalpos. El tarso I lleva tres solenidios omega ( $\omega$  1, 2 y 3); el tarso II lleva sólo uno. Las tibiae I-IV llevan sólo un solenidio phi ( $\phi$ ). La genua I tiene uno o dos solenidios sigma ( $\sigma$  1 y 2); genuas II y III no tienen más de un solenidio.

**Famulus epsilon ( $\epsilon$ ):** esta seda especializada está presente sólo en el tarso I. Generalmente tiene la forma de una pequeña espina cónica con un centro hueco y situado muy cerca de la base de  $\omega$ 1. Su función es desconocida (Fain, 1990).

**Nomenclatura de la quetotaxia idiosomal:** el largo, la situación y el número de sedas del idiosoma y las patas son caracteres muy importantes en la taxonomía de los ácaros. En este trabajo se sigue un sistema de nomenclatura para las sedas idiosomales en Astigmata propuesto por Fain (1963, en Fain *et al.*, 1990) el cual comprende los siguientes terminos:

Vertical interna: *vi*; Vertical externa: *ve*; Escapular interna: *sc i*; Escapular externa: *sc e*; Supracoxal: *scx*; Dorsales 1 a 5: *d1* a *d5*; Laterales 1 a 5: *l1* a *l5*; Humeral: *h*; Subhumeral: *sh*; Coxal I y III: *cxI* y *cxIII*; Genital anterior: *g a*; Genital media: *g m*; Genital posterior: *g p*; Anales 1 a 6: *a1* a *a6*; Anal interna: *a i* (en Pyroglyphidae); Anal externa: *a e* (en Pyroglyphidae).

### 5.2.2 CLASIFICACIÓN DE PYROGLYPHIDAE

Los ácaros comunes en el polvo y más importantes desde el punto de vista médico están agrupados en la familia Pyroglyphidae (Fain, 1990). Esta familia está integrada por ácaros plumícolas, nidícolas y detritívoros (Gaud & Atyeo, 1996). Como pasa con varios grupos de organismos, la posición taxonómica de Pyroglyphidae también tiene diferentes puntos de vista según el investigador, para Fain (1990) la familia pertenece a la superfamilia Psoroptoidea, Gaud y Atyeo (1996) consideran que pertenece a Analgoidea y OConnor (1982) los ubica dentro de la superfamilia Pyroglyphoidea. Sin embargo la posición taxonómica dentro de la clasificación general de los artrópodos adoptada para este estudio es la siguiente:

Phylum **Arthropoda**Subphylum **Chelicerata**Clase **Acarida**Subclase **Acariformes**Orden **Astigmata**Suborden **Psoroptidia**Superfamilia **Psoroptoidea**Familia **Pyroglyphidae****5.2.2.1 Familia Pyroglyphidae Cunliffe, 1958**

Las especies de Pyroglyphidae, con pocas especializaciones, son probablemente similares a los ancestros de los Analgoidea y Psoroptoidea. El pequeño número de estados de carácter derivados hace difícil la diagnosis de subfamilias y géneros. Además, muchos de los géneros están basados en material limitado, frecuentemente sólo la (s) hembra (s). Sin duda, la lista de sinonimias podría incrementarse (Gaud & Atyeo, 1996).

Pyroglyphidae al igual que los Psoroptidae, presenta una regresión de muchos órganos. Como las patas (reducción de patas IV, especialmente en machos), las placas (principalmente la histeronotal), las ventosas adanales (vestigiales y reducidas en forma de pequeños círculos esclerosados), las uñas tarsales (únicamente representadas por un pequeño eje medio) y la quietotaxia. Esta última tiene el mismo aspecto que los Astigmata parásitos: las *ve* (verticales externas) están ausentes y las *vi* (verticales internas) están presentes sólo en el género *Paralgopsis*; sólo hay dos pares de sedas anales en la hembra. En las patas I y II el tarso lleva ocho sedas y la tibia una seda (Fain, 1990).

Además de estos caracteres regresivos, hay también un carácter especializado muy inusual, la migración apical del solenidio  $\omega_1$  del tarso I. El solenidio  $\omega_1$  y  $\omega_3$  están situados mutuamente cerca del ápice de este tarso. Este carácter parece ser particular para Pyroglyphidae y no ha sido observado en otros Astigmata de vida libre ni en los Psoroptidia parásitos. El fámulus es en forma de una espina corta y esta situada proximalmente a  $\omega_1$ . El significado exacto de esta migración apical de  $\omega_1$  en Pyroglyphidae es desconocido (Fain, 1990).

El desplazamiento del solenidio  $\omega_1$  en el tarso I define, sin ambigüedad, Pyroglyphidae entre las otras familias de Analgoidea. Este carácter no es limitado a Pyroglyphidae, ocurre en varios Psoroptoidea asociados con mamíferos (Psoroptidae, Cebalgidae, Marsupialidae) (Gaud & Atyeo, 1996). El grado de esclerosamiento es muy variable en Pyroglyphidae. En algunos géneros la cutícula está casi completamente esclerosada sin estriaciones, mientras que en otros la

cutícula es suave y estriada, y las placas pobremente desarrolladas (Fain, 1990). El esclerosamiento tegumental es marcado en muchos de los piroglífidos, y en todos los miembros de la familia, los campos coxales están esclerosados. Algunos géneros están caracterizados en parte por una extensión anterior de la placa prodorsal en un epistoma bi o tridentado conocido como tegmen. Los discos ambulacrales generalmente son en forma de una corola ensanchándose distalmente de la base. El dimorfismo sexual consiste en la hipertrofia de las patas III y la fusión de epimeritos I en los machos. Sin embargo, hay una hipertrofia espectacular de patas I en ciertos machos heteromórficos de *Dermatophagoides* Bogdanov, *Sturnophagoides* Fain y *Asiopyroglyphus* Fain & Atyeo. En machos de Pyroglyphidae, excepto *Paralgopsis* Gaud & Mouchet, en conjunto el ano y los discos adanales están rodeados por dos escleritos "en paréntesis" unidos más o menos anteriormente y posteriormente para formar un cercamiento casi completo de estas estructuras. En las hembras el oviporo es más grande que el encontrado normalmente en ácaros plumícolas y los escleritos latiginales están más fuertemente esclerosados (Gaud & Atyeo, 1996).

Como se mencionó en la introducción la familia Pyroglyphidae incluye hasta la fecha 19 géneros y 49 especies. Esta familia ha sido dividida en cinco subfamilias (Fain, 1988):

#### 5.2.2.2 Subfamilia Pyroglyphinae Cunliffe, 1958, Fain, 1988

Diagnósis: Tegmen bien desarrollado. Cutícula desde escasa hasta fuertemente esclerosada. Estriaciones o relativamente abundantes, irregulares y bien espaciadas, o completamente ausentes. El área media que separa los epimeros I es punteada. Sedas del cuerpo variables, todas muy delgadas y muy cortas o con algunas sedas muy largas y fuertes (*sc e*, *d5* y *l5*). Hembra: con labio vulvar posterior siempre punteado, generalmente bastante largo y en algunas especies cortado en su ángulo anterior. Macho: ventosas adanales presentes o ausentes; ventosas de los tarsos IV generalmente sustituidas por sedas muy cortas; tarsos III sin espina apical bifurcada (Fain, 1990).

Esta subfamilia incluye ocho géneros (Fain, 1988): *Pyroglyphus* Cunliffe, *Hughesiella* Fain, *Bontiella* Fain, *Euroglyphus* Fain, *Gymnogylyphus* Fain, *Weelawadjia* Fain & Lowry, *Campophilocoptes* Fain, Gaud & Pérez y *Asiopyroglyphus* Fain & Atyeo, 1990. Sólo tres de estos géneros (*Hughesiella*, *Euroglyphus* y *Gimmogylyphus*) incluyen especies encontradas en casas, el resto son nidícolas (Fain, 1990).

#### 5.2.2.3 Subfamilia Dermatophagoidinae Fain, 1963, 1988

Diagnósis: Tegmen ausente. Cutícula suave con estriaciones bien desarrolladas, estas últimas generalmente muy delgadas y arregladas estrechamente juntas, rara vez del tipo estriado-

punteado (*Sturnophagoides*). El área que separa a los epímeros I excepcionalmente punteado. Sedas *sc e* fuertes y largas excepto en el género *Malayoglyphus*, donde son cortas o muy cortas. Sedas *d5* y *l5* largas. Hembra con labio vulvar posterior suave y estriado, no punteado y no cortado anteriormente excepto en *Sturnophagoides*, donde este labio es punteado (parcial o completamente) y cortado anteriormente. Placa histeronotal en hembras presente sólo en *Sturnophagoides*. Macho con ventosas adanales; las ventosas de los tarsos IV están presentes excepto en *Malayoglyphus*; tarsos III con una fuerte espina apico-ventral bifurcada excepto en *Malayoglyphus* y *Sturnophagoides* donde esta espina esta ausente (Fain, 1990).

Esta subfamilia incluye cuatro géneros: *Dermatophagoides* Bogdanov, *Hirstia* Hull, *Malayoglyphus* Fain, Cunnington & Spieksma y *Sturnophagoides* Fain. Todos estos géneros contienen una o algunas especies domicolas (Fain, 1988 in Fain, 1990).

El heteromorfismo en machos ha sido registrado en el género *Dermatophagoides* (*D. farinae*, *D. neotropicalis*, *D. simplex*, *D. anisopoda*, *D. sclerovestibulatus*), *Sturnophagoides* (*S. brasiliensis*, *S. bakeri*, *S. petrochelidonis*) y *Hughesiella* (*H. africana*) (Fain, 1967a y 1988 in Fain, 1990).

Los machos heteromórficos difieren de los homomórficos por el engrosamiento de las patas I y la fusión de los epímeros I para formar una V o Y. El grado de engrosamiento o fusión de los epímeros I puede variar de acuerdo a los individuos en la misma población. En algunas especies los epímeros I están fusionados en una Y pero las patas no están engrosadas (*D. aureliani*) (Fain, 1990).

#### 5.2.2.4 Subfamilia Guatemalichinae Fain, 1988

Diagnóstico: Tegmen pobremente desarrollado o ausente. Cutícula finamente estriada. Hembra con una placa histeronotal media. Epiginio desplazado hacia delante y contiguo o fusionado con los epímeros I. Labio vulvar posterior estriado, largo y angosto. Sedas *sc e*, *d5* y *l5* largas y fuertes. Tarsos III y IV terminados en dos espinas apicales cónicas no bifurcadas. El macho en el género típico no se conoce (Fain, 1990).

Género típico: *Guatemalichus* Fain & Wharton, 1970.

Esta subfamilia incluye tres géneros:

1. *Guatemalichus* Fain & Wharton, 1970: La especie típica *G. bananae* Fain & Wharton, 1970 fue encontrada en una penca de plátanos originaria de Guatemala. Una segunda especie *G. tachornis* Cruz, Cuervo & Dusbabek, 1984, fue descrita en un nido del ave, *Tachornis phoenicobia iradii* (Apodidae), en Cuba (Fain, 1990).

2. *Pottocola* Fain, 1971: La especie típica, *Pottocola scutata* Fain, 1971, fue encontrada en una piel seca de lemúrido en Zaire. Y en aves en Zaire (Fain & Gaud, 1984 in Fain, 1990).

Este género incluye otro subgénero *Pottocola* (*Capitonocoptes*) Fain & Gaud, 1984, el cual contiene tres especies: *P. (C.) ventriscutata* Fain & Gaud, 1984 (especie tipo), *P. (C.) longipilis* (Fain & Gaud, 1984 in Fain, 1990) y *P. (C.) lybius* Fain & Gaud, 1984. Estas tres especies fueron colectadas de aves (o de sus nidos) en Zaire o en Togo (Fain, 1990).

3. *Fainoglyphus* Atyeo & Gaud, 1977: La especie típica, *Fainoglyphus magnasternus* Atyeo & Gaud, 1977, fue encontrada en un ave *Cranioleuca erythropros* (Furnariidae) de Ecuador (Fain, 1990).

Hasta la fecha ninguna especie de esta subfamilia ha sido encontrada en casas (Fain, 1990).

#### 5.2.2.5 Subfamilia Onychalginæ Fain, 1988

Diagnósis: Tegmen ancho, ligeramente convexo. Cutícula estriada. Sedas *sc e. d5* y *l5* largas y fuertes. Tarsos III y IV con una fuerte espina subapicoventral bifida o trifida. La superficie ventral de los tarsos I y II con pequeñas proyecciones irregulares puntiagudas o redondeadas generalmente formando una cresta axial denticulada; Estas proyecciones están más desarrolladas en hembras que en machos donde pueden ser inconspicuas o estar ausentes. Hembras con una pequeña placa histeronotal (género *Kivuicola*) o sin esta placa (otros géneros). Machos (solo conocidos en los géneros *Onychalges* y *Paramealia*) con la extremidad posterior bilobulada (*Onychalges*) o entera (*Paramealia*). Ventosas adanales y tarsales (tarso IV) presentes. Patas III más gruesas que patas IV (Fain, 1990).

Género típico: *Onychalges* Gaud & Mouchet, 1959.

Onychalginæ difiere de las otras subfamilias de Pyroglyphidae, en ambos sexos, principalmente por la presencia en los tarsos III y IV de una fuerte espina subapicoventral bifida o trifida (Fain, 1990).

Esta subfamilia incluye tres géneros:

1. *Onychalges* Gaud & Mouchet, 1959 (sin. *Neonychalges* Gaud, 1983 y *Capitonoecius* Fain & Gaud, 1984) (Fain, 1988, in Fain *et al.*, 1988 in Fain, 1990).

Gaud (1958) citó el nombre *Onychalges* pero no lo describió y omitió designar una especie tipo. En 1959, Gaud & Mouchet describieron el género y designaron una especie tipo (*Megninia longitarsus* Bonnet, 1924) validando así el género en el año de 1959. Por lo tanto, la subsecuente propuesta de Gaud (in Gaud & Atyeo, 1983 in Fain, 1990) para reemplazar el nombre *Onychalges* por *Neonychalges* no tiene fundamento.

El género *Onychalges* incluye en adición a la especie tipo, las siguientes seis especies: *O. asaphospathus* Gaud, 1968, *O. schizurus* Gaud, 1968, *O. odonturus* Gaud, 1968, *O. pachyspathus* Gaud, 1968, *O. spinitarsis* (Fain & Gaud, 1984 in Fain, 1990) y *O. nidicola* Fain & Rosa, 1982.

2. *Paramealia* Gaud. 1968. Género monotípico: la especie tipo es: *P. ovata* (Gaud & Mouchet. 1959 in Fain. 1990).

3. *Kivuicola* Fain, 1971 (= *Sturnophagoides (Kivuicola)* Fain, 1971) (Fain, 1988 in Fain, 1990). Especie tipo: *Sturnophagoides (Kivuicola) kivuana* Fain, 1971.

Todas las especies de Onychalginæ han sido encontradas en aves o en sus nidos, excepto *Kivuicola kivuana* la cual fue descrita de una piel seca de mamífero, pero al parecer su verdadero hábitat era el nido de una ave. Hasta ahora ninguna especie de esta subfamilia ha sido registrada en casas (Fain, 1990).

#### 5.2.2.6 Subfamilia Paralgopsinae Fain, 1988

Diagnósis: En ambos sexos: presencia de sedas *vi*. Tegmen ausente. Ano terminal. Tarsos I y II con un proceso apical curvado (= ongle), sin proyecciones ventrales. Tarsos III y IV sin espinas. Sedas *sc i*, *sc e*, *d5*, *11*, *12*, *13* y *15* fuertes y largas o muy largas. En la hembra la cutícula es suave, sin estrías pero lleva numerosas proyecciones muy delgadas; histeronoto sin una placa, epímeros I fusionados en una V o Y. En el macho la cutícula es estriada - esclerosada, hay una gran placa histeronotal, la extremidad posterior lleva dos grandes lóbulos triangulares, epímeros I están fusionados en una Y, hay un par de pequeñas ventosas adanales, las patas III están marcadamente ensanchadas (agrandadas) y sus fémures llevan un fuerte espolón ventral (Fain, 1990).

Género tipo (y el único género conocido): *Paralgopsis* Gaud & Mouchet, 1959. Este género incluye dos especies: *P. paradoxus* (Trouessart, 1899) (especie tipo) de pericos de Sudamérica y *P. ctenodontus* Gaud, 1968, encontrado sobre *Ara macao* en Brasil. Se han encontrado un gran número de especímenes de *Paralgopsis* spp. en el eje de las plumas del ala de algunos pericos de Sudamérica. Al parecer miembros de este género pueden comportarse como verdaderos parásitos. Hasta la fecha, ningún miembro de esta subfamilia ha sido encontrado en polvo de casas (Fain, 1990).

Sin embargo, existen otras opiniones con respecto a la división de esta familia. Por ejemplo, Gaud & Atyeo (1996) aceptan los conceptos genéricos anteriormente señalados, pero usan diferentes criterios para definir los taxa supragenéricos. Así ellos no reconocen la subfamilia Onychalginæ ni Guatemalichinae, y por lo tanto sólo reconocen tres subfamilias: Paralgopsinae, Pyroglyphinae y Dermatophagoidinae.

Para este estudio no es tan importante esta discusión entre taxa supragenéricos. Utilizaremos las claves propuestas por Fain (1990) las cuales están enfocadas a los ácaros del polvo, ya que las de Gaud & Atyeo (1996) están enfocadas a ácaros plumícolas.

## 5.2.3 CLAVES PARA LAS SUBFAMILIAS DE PYROGLYPHIDAE (Tomada de Fain, 1990)

**Hembras**

- 1 - Sedas *vi* presentes. Cutícula suave, llevando proyecciones delgadas como en el género *Glycyphagus*. Sedas *sc i* muy fuertes y largas, similares a las *sc e*  
 ..... PARALGOPSINAE Fain, 1988  
 - Sedas *vi* ausentes. Cutícula sin estas proyecciones. Sedas *sc i* nunca muy fuertes y largas  
 ..... 2
- 2 - Tarsos III y IV con una fuerte espina apicoventral bifida o trifida. Superficie ventral de los tarsos I y II con proyecciones. Cutícula estriada ..... ONYCHALGINAE Fain, 1988  
 - Tarsos III y IV sin esta espina. Tarsos I y II sin proyecciones. Cutícula variable ..... 3
- 3 - Epiginio contiguo a o fusionado con los epímeros I. Vulva larga y estrecha. Tarsos III y IV con dos espinas apicales, cónicas y no bifurcadas ..... GUATEMALICHINAE Fain, 1988  
 - Epiginio claramente separado de los epímeros I. Tarsos III y IV sin espinas apicales excepto en *Weelawadja* el cual presenta estas espinas ..... 4
- 4 - Tegmen bien desarrollado. Cutícula desde ligeramente hasta fuertemente esclerosada, las estriaciones cuando están presentes son irregulares, gruesas y bien espaciadas. Cutícula punteada entre los epímeros I. Labio posterior de la vulva completamente punteado  
 ..... PYROGLYPHINAE Cunliffe, 1958  
 - Tegmen ausente. Cutícula suave, finamente estriada. Placa histeronotal presente sólo en *Sturnophagoides*. Labio posterior de la vulva no punteado excepto en *Sturnophagoides* donde es punteado ..... DERMATOPHAGOIDINAE Fain, 1963

**Machos**

(Nota: no se conoce el macho en el género *Guatemalichus*)

- 1 - Sedas *vi* presentes; *sc i* fuertes y muy largas. Tarsos IV muy cortos. Patas III mucho más largas que las patas IV y llevan un espolón en los fémures. Cutícula estriada  
 ..... PARALGOPSINAE Fain, 1988  
 - Sedas *vi* ausentes; *sc i* nunca muy fuertes o muy largas. Tarsos IV normales. Patas III variables. Fémures III sin un espolón. Cutícula variable ..... 2

- 2 - Tarsos III y IV con una fuerte espina subapicoventral bifida o trifida. Cutícula estriada ..... ONYCHALGINAE Fain, 1988  
 - Tarsos IV siempre sin una espina subapicoventral bifida o trifida. Tarsos III con o sin esta espina. Cutícula variable ..... 3
- 3 - Tegmen bien desarrollado. Cutícula ligeramente o fuertemente esclerosada. Estriaciones presentes pero irregulares, gruesas y bien espaciadas o ausentes. Ventosas adanales presentes o ausentes. Ventosas tarsales (tarsos IV) presentes o sustituidas por una seda delgada corta. Sedas *sc e* largas y fuertes (*Weelawadjia* y *Campephilicoptes*) o cortas y delgadas (otros géneros). Tarsos III sin una espina apical bifurcada ..... PYROGLYPHINAE Cunliffe, 1958  
 - Tegmen ausente. Cutícula suave y estriada. Ventosas adanales presentes. Ventosas tarsales (tarsos IV) presentes excepto en *Malayoglyphus*. Sedas *sc e* fuertes y largas excepto en *Malayoglyphus* donde son delgadas y cortas. Tarsos III con una espina apical bifurcada excepto en *Malayoglyphus* y *Sturnophagoides* donde esta espina esta ausente ..... DERMATOPHAGOIDINAE Fain, 1963

**5.2.4 CLAVES PARA GÉNEROS Y ESPECIES DE PYROGLYPHINAE** (Basado en Fain, 1990; Fain & Atyeo, 1990; Vargas & Smiley, 1994). (Nota: las especies de ácaros encontradas en polvo casero se señalan con letras oscuras)

**Hembras**

- 1 - Sedas *sc e* fuertes y muy largas (al menos 180  $\mu\text{m}$ ) ..... 2  
 - Sedas *sc e* delgadas y cortas (máximo 50  $\mu\text{m}$ ) ..... 5
- 2 - Histeronoto cubierto con una gran placa media punteada ..... 3  
 - Histeronoto sin placa, tegumento estriado ..... *Asiopyroglyphus* Fain & Atyeo, 1990  
 (Una especie: *A. thailandicus* Fain & Atyeo, 1990)
- 3 - Epímeros I fusionados en la línea media. Labio vulvar no cortado anteriormente. Tarsos III-IV cada uno con dos espinas cónicas apicales ..... *Weelawadjia* Fain & Lowry, 1974  
 (Una especie: *W. australis* Fain & Lowry, 1974)  
 - Epímero I separado. Labio vulvar cortado anteriormente. Tarsos III-IV con todas las sedas muy delgadas ..... *Campephilicoptes* Fain *et al.*, 1982 4

- 4 - Sedas *d5* muy largas y fuertes. Superficie dorsal con largos pliegues longitudinales y transversales ..... *C. atyeoi* Fain, et al., 1982  
 - Sedas *d5* muy cortas y delgadas. Superficie dorsal sin tales pliegues ..... *C. paraguayensis* Fain et al., 1982
- 5 - Sedas *d5* y *l5* fuertes y muy largas (300 a 350  $\mu$ m). Bases de patas II con bolsas esclerosadas y punteadas ..... *Bontietta* Fain, 1965  
 (Una especie: *B. bouilloni* Fain, 1965)  
 - Sedas *d5* y *l5* cortas o muy cortas (menos de 50  $\mu$ m) y delgadas. Sin bolsas quitinosas en las bases de las patas II ..... 6
- 6 - Tegmen triangular, prominente con el ápice bifurcado. Labio vulvar posterior muy largo anteriormente y cubriendo completamente la abertura vulvar, su ángulo anterior no cortado ..... 7  
 - Tegmen o triangular y prominente pero con el ápice redondeado y no bifurcado o pobremente desarrollado, redondeado con una pequeña muesca media. Labio vulvar posterior corto, sin cubrir la abertura vulvar ..... 9
- 7 - Bolsa copuladora sin un vestíbulo. Superficie dorsal del cuerpo fuertemente y completamente esclerosada con pliegues irregulares. Epímeros I fusionados para formar una V ..... *Pyroglyphus* Cunliffe, 1958  
 (Una especie: *P. morlani* Cunliffe, 1958)  
 - Abertura de la bolsa copuladora situada cerca de la extremidad posterior del ano y seguido por un pequeño bolso ovoide (vestíbulo) fuertemente esclerosada. Dorso con estriaciones gruesas y una pequeña placa opistonotal media. Epímeros I libres ..... *Gymnoglyphus* Fain, 1965 8
- 8 - Región posterior del opistonotum no punteada. Sedas *a i* situadas en la unión de la tercera anterior y las dos terceras posteriores del ano. Sedas *l5* 20 - 25  $\mu$ m de largo. Idiosoma 280 - 290  $\mu$ m de largo ..... *G. longior* (Trouessart, 1897)  
 - Región posterior del dorso punteada. Sedas *a i* situadas cerca del ángulo anterior del ano. Sedas *l5* 40 - 50  $\mu$ m de largo. Idiosoma 328 - 345  $\mu$ m de largo ... *G. osu* (Fain & Johnston, 1973)
- 9 - Angulo anterior del labio vulvar posterior no cortado. Tegmen triangular con redondeaduras. ápice no cortado. Histeronoto estriado con una placa media. Presencia de una pequeña bolsa

ovoide (vestíbulo) fuertemente esclerosada. Ausencia de sedas trocantes I – III, tibiales IV y *a e y g a* ..... *Euroglyphus* Fain, 1965  
(Una especie: *E. maynei* (Cooreman, 1950))

- Labio vulvar posterior con el ángulo anterior cortado. Tegmen pequeño (estrecho y corto) redondeado con una pequeña muesca media. Histeronoto completamente estriado y sin una placa. Vestíbulo ausente. Trocantes I – III y tibia IV con una seda; *a e y g a* presentes  
..... *Hughesiella* Fain, 1965 10

10 - Sedas *sc e*, *d5*, *14*, y *15* cortas (menos de 5 µm) y delgadas; sin un proceso apical curvado y punteado en el tarso I; tarso I pequeño delgado y sedoso ..... *Hughesiella africana* (Hughes, 1954)

- Sedas *sc e* relativamente largas y aplastadas, *14* ausentes, *15* extremadamente largas, con un proceso apical en el tarso I (= ongle), gordo y como espina  
..... *Hughesiella valerioi* Vargas & Smiley, 1994

### Machos

(Nota: No se conoce el macho en la especie *Gymnolyphus osu*)

1 - Ventosas adanales vestigiales o ausentes. Todas las sedas dorsales (incluyendo *sc e*, *d5* y *15*) muy delgadas y muy cortas ..... 2

- Ventosas adanales bien desarrolladas. Sedas dorsales variables ..... 4

2 - Tegmen largo, estrecho, triangular y bifurcado en el ápice. Patas I – II comprimidas lateralmente y con membranas quitinosas en las tres articulaciones distales. Genua I con un solenidio corto ..... *Pyroglyphus* Cunliffe, 1958  
(Una especie: *P. morlani* Cunliffe, 1958)

- Tegmen pequeño (corto y estrecho) con una pequeña muesca media. Patas cilíndricas, sin membranas quitinosas. Genua I con dos solenidios diferentes ..... *Hughesiella* Fain, 1965 3

3 - Sedas *sc e* muy cortas y delgadas. Tarso I sin un proceso apical curvado y punteado. Ventosas adanales vestigiales presentes ..... *Hughesiella africana* (Hughes, 1954)

- Sedas *sc e* relativamente largas y marcadamente aplanadas. Tarso I con un proceso apical curvado bifurcado y punteado (= ongle). Ventosas adanales vestigiales presentes  
..... *Hughesiella valerioi* Vargas & Smiley, 1994

- 4 - Sedas *d5* y *l5* fuertes y largas (150 – 500  $\mu\text{m}$ ) ..... 5  
 - Sedas *d5* y *l5* muy delgadas y cortas (máximo 50  $\mu\text{m}$  de largo) ..... 9
- 5 - Sedas *sc e* muy delgadas y muy cortas (5  $\mu\text{m}$ ). Con bolsas quitinosas en las bases de las patas II. Patas I y II con membranas quitinosas ..... *Bontietta* Fain, 1965  
 (Una especie: *B. boulloni* Fain, 1965)  
 - Sedas *sc e* fuertes y muy largas (al menos 180 $\mu$ ) ..... 6
- 6 - Sedas *l2* y *l3* muy delgadas y cortas. Patas I o normales o ligeramente agrandadas ..... 7  
 - Sedas *l2* y *l3* largas y gruesas. Patas I muy fuertes y tan largas como el idiosoma  
 ..... *Asiopyroglyphus* Fain & Atyeo, 1990  
 (Una especie: *A. thailandicus* Fain & Atyeo, 1990)
- 7 - Tarso III con una fuerte espina apical y un pequeño proceso apical curvado. Patas III sólo ligeramente más grandes que las patas IV ..... *Weelawadja* Fain & Lowry, 1974  
 (Una especie: *W. australis* Fain & Lowry, 1974)  
 - Tarso III sin una espina apical pero con dos fuertes procesos curvados apicales. Patas III mucho más fuertes que las patas IV ..... *Campephilocoptes* Fain *et al.*, 1982 8
- 8 - Marco perianal quitinoso denticulado. Opistosoma más largo que ancho. Dorso con numerosas depresiones pequeñas redondeadas o elongadas ..... *C. atyeoi* Fain *et al.*, 1982  
 - Marco perianal quitinoso no denticulado. Opistosoma mucho más ancho que largo. Dorso sin depresiones ..... *C. paraguayensis* Fain *et al.*, 1982
- 9 - Tegmen con el ápice redondeado y no bifurcado. Opistosoma ligeramente pero regularmente estrecho hacia atrás. Ano más posterior (ventosas anales situadas a 25  $\mu\text{m}$  del margen posterior del cuerpo). Margen posterior del cuerpo recto y ancho con dos lóbulos paramedianos muy pequeños. Quetotaxia reducida (todas las trocanterales, tibiales IV, *a e* y *g a* ausentes)  
 ..... *Euroglyphus* Fain, 1965  
 (Una especie: *E. maynei* (Cooreman, 1950))  
 - Tegmen profundamente cortado en el ápice. Opistosoma fuertemente estrecho hacia atrás. Ano más anterior (ventosas adanales a 40  $\mu\text{m}$  del margen posterior del cuerpo). Margen posterior del cuerpo reducido, cóncavo en la mitad y con dos pequeños pero bien claros lóbulos

paramedianos. Quetotaxia normal (sedas trocanterales I – III, sedas tibiales IV, *a e y g a* presentes) ..... *Gymnoglyphus* Fain, 1965  
(Una especie: *G. longior* (Trouessart, 1897))

#### 5.2.4.1 Características de las especies de Pyroglyphinae encontradas en polvo casero

##### Género *Hughesiella* Fain, 1965

*Pyroglyphus (Hughesiella)* Fain, 1965

*Hughesiella*, Fain, 1988

**Diagnósis:** En los dos sexos la cutícula está claramente menos esclerosada y punteada y mas plegada. En macho: Tegmen pequeño (corto y estrecho) con una pequeña muesca media. Patas cilíndricas, sin membranas quitinosas. Genua I con dos solenidios diferentes. En las hembras: Labio vulvar posterior con el ángulo anterior cortado. Tegmen pequeño (estrecho y corto) redondeado con una pequeña muesca media. Histeronoto completamente estriado y sin una placa. Vestíbulo ausente. Trocanteres I – III y tibia IV con una seda; *a e y g a* presentes. Recientemente se ha elevado este subgénero al rango de género. (Fain, 1965; 1990).

##### *Hughesiella africana* (Hughes, 1954)

*Dermatophagoides africanus* Hughes, 1954

*Pyroglyphus (Hughesiella) africana* (Hughes), Fain, 1965

*Hughesiella africana* (Hughes), Fain, 1988

**Diagnósis:** En ambos sexos: Epimeros III – IV bien desarrollados; Genua I con dos solenidios: sin membranas quitinosas en las patas I – II; tegmen corto, redondeado y con una pequeña muesca media. En la hembra: Labio vulvar posterior corto, sin cubrir la vulva y su ángulo anterior cortado; superficie dorsal del cuerpo completamente estriada (Fain, 1990).

**Comentarios:** Esta especie produce dos diferentes tipos de machos, homomórficos y heteromórficos, siendo el primer tipo el más frecuente. En las formas heteromórficas las patas I están fuertemente ensanchadas y los epimeros I están fusionados en una Y. Fain redescribió esta especie en 1965 (in Fain, 1990). La serie típica fue encontrada en harina de pescado originaria de Angola almacenada en depósitos en Inglaterra. El holotipo se encuentra en el British Museum (Natural History) (Fain, 1990).

##### Género *Euroglyphus* Fain, 1965

*Euroglyphus* Fain, 1965

**Diagnósis:** Tegmen bien desarrollado, triangular con el ápice redondeado (no bifido en los machos como está representado en la descripción típica). Cutícula ligeramente esclerosada

con estriaciones muy bien formadas o dobladas. Histeronoto en ambos sexos con una placa media con márgenes pobremente claros. Patas anteriores sin membranas quitinosas. Quetotaxia reducida: sedas trocanterales I – III, tibiales IV, *g a* y *a e* están ausentes. Tarsos III con cinco sedas, tarsos IV con tres sedas (en ambos sexos). Seda dorsal muy delgada y corta, *15* sin exceder 30 µm. Genua I con un solenidio. Hembra: labio posterior de la vulva punteado, corto y sin cubrir la abertura vulvar; su ángulo anterior no cortado. Vestíbulo copulatorio ovoide, fuertemente esclerosado y opaco. Tarsos I – IV sin procesos apicales ni espinas. Macho: ventosas adanales bien desarrolladas; tarsos IV sin ventosas. Este género es monotípico (Fain, 1990). Especie tipo: *Mealia maynei* Cooreman, 1950.

### *Euroglyphus maynei* (Cooreman, 1950)

*Mealia maynei* Cooreman, 1950

*Dermatophagoides maynei*, Hughes, 1954

*Euroglyphus (Euroglyphus) maynei*, Fain, 1965

*Euroglyphus maynei*, Fain, 1988

**Diagnósis:** En las hembras el ángulo anterior del labio vulvar posterior no esta cortado, el tegmen es triangular con redondeaduras y el ápice no cortado. El histeronoto es estriado con una placa media. Tienen una pequeña bolsa ovoide (vestíbulo) fuertemente esclerosada. No tienen sedas trocanterales I – III, tibiales IV y *a e* y *g a*. En machos el tegmen presenta el ápice redondeado y no bifurcado. El opistosoma es ligeramente pero regularmente estrecho hacia atrás. El margen posterior del cuerpo es recto y ancho con dos lóbulos paramedianos muy pequeños. La quetotaxia está muy reducida (todas las trocanterales, tibiales IV, *a e* y *g a* ausentes) (Fain, 1965; 1990).

**Comentarios:** La serie típica de esta especie fue encontrada en una pastilla de semillas de algodón en descomposición en Gembloux, Bélgica. Ha sido encontrada en polvo de casas en Bélgica y Holanda (Fain, 1965 in Fain, 1990; Spieksma & Spieksma-Boezeman, 1967) y en muchos otros países.

En Europa *E. maynei* es la segunda de las tres especies más frecuentes (de acuerdo al país) encontradas en polvo de casas o en colchones. Su biología es menos conocida que la de *D. pteronyssinus* o *D. farinae* con las cuales está generalmente asociada. El holotipo se encuentra en el Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, Brussels (Fain, 1990).

Género *Gymnoglyphus* Fain, 1965

*Euroglyphus* (*Gymnoglyphus*) Fain, 1965

*Gymnoglyphus* Fain, 1988

**Diagnósis:** Este género se distingue de *Euroglyphus* por los siguientes caracteres (en ambos sexos): el tegmen es triangular con el ápice bifido y la quetotaxia no esta reducida. Las sedas trocaterales I – III, tibiales IV. *ae* y *ga* están presentes y los tarsos III y IV llevan seis y cinco sedas respectivamente. En la hembra el labio vulvar posterior es punteado y largo, cubriendo completamente la abertura vulvar. En el macho el margen posterior del cuerpo es claramente cóncavo y hay dos lóbulos laterales muy bien desarrollados (Fain, 1990).

Especie tipo: *Mealia longior* Trouessart, 1897

*Gymnoglyphus longior* (Trouessart, 1897)

*Mealia longior* Trouessart, en Berlese, 1897 y 1898; Trouessart, 1901

*Dermatophagoides longior*, Dubinin, 1953

*Dermatophagoides dalarnuensis* Sellnick, 1958

*Euroglyphus* (*Gymnoglyphus*) *longior*, Fain, 1965

*Gymnoglyphus longior*, Fain, 1988

**Diagnósis:** En hembras la región posterior del opistonotum no es punteada, las sedas *a i* están situadas en la unión de la tercera anterior y las dos terceras posteriores del ano. Las sedas *l5* tienen 20 – 25  $\mu\text{m}$  de largo y el idiosoma 280 – 290  $\mu\text{m}$ . En machos el tegmen es profundamente cortado en el ápice. El margen posterior del cuerpo es reducido, cóncavo en la mitad y con dos pequeños pero bien claros lóbulos paramedianos. Quetotaxia normal (sedas trocaterales I – III, sedas tibiales IV. *ae* y *ga* presentes) (Fain, 1965; 1990).

**Comentarios:** El portaobjetos típico tiene la etiqueta "Sobre materia animal en descomposición. Francia". Trouessart precisó (1901) que "Los polvos que contenían los ácaros fueron recolectados sobre las pieles de mamíferos preparados y más o menos deteriorados por insectos o ácaros que las carcomieron". Además (p. 8) el añadido "Sobre pieles preparadas y deterioradas por mohos". Holotipo en la Acaroteca de Berlese en Florencia.

**5.2.5 CLAVES PARA GÉNEROS Y ESPECIES DE DERMATOPHAGOIDINAE** (Nota: las especies de ácaros encontradas en polvo casero se señalan con letras oscuras)

**Hembras**

(Nota: los tipos de *Hirstia chelidonis* están perdidos por lo que no se mencionan aquí)

- 1 - Dorso con una placa histeronotal media. Cutícula estriada-punteada sobre una gran parte del cuerpo o todo el cuerpo. Cutícula entre epímeros I punteada. Labio posterior de la vulva largo, con el ángulo anterior cortado ..... *Sturnophagoides* Fain, 1967 2
- Histeronoto estriado, sin una placa media. Cutícula con estriaciones no punteada. Cutícula entre epímero I no punteada. Labio posterior de la vulva más pequeño y más corto y no cortado anteriormente ..... 4
- 2 - Especies pequeñas (idiosoma 246 a 262  $\mu\text{m}$  de largo). Labio posterior de la vulva punteado sólo en sus partes laterales. Placa histeronotal situada hacia adentro de la seda *d3*. Las estriaciones detrás de esta placa claramente abundantes, más punteadas y más espaciadas que en otras partes del cuerpo. Solenidios de las genuas I muy cortos (10 y 4  $\mu\text{m}$ )  
..... *S. brasiliensis* Fain, 1967
- Especies grandes (idiosoma 310 a 420  $\mu\text{m}$ ). Labio posterior de la vulva completamente punteado. Placa histeronotal variable. Estriaciones detrás de esta placa sin modificaciones ..... 3
- 3 - Idiosoma 390 – 420  $\mu\text{m}$  de largo. Sedas *d2* y *d3* situadas fuera de la placa histeronotal. Solenidios de la genua I 30 – 35 y 6  $\mu\text{m}$  de largo respectivamente ..... *S. bakeri* Fain, 1967
- Idiosoma 310 – 376  $\mu\text{m}$ . Sedas *d2* y *d3* situadas en los márgenes de la placa (de la descripción original) ..... *S. petrochelidonis* Cuervo & Dusbabek, 1987
- 4 - Patas III claramente más largas (largo de los cuatro segmentos apicales) y más gruesas que las patas IV. la proporción del largo de las patas IV: patas III = 1:1.4 a 1.56. Cutícula con muchas estriaciones delgadas separadas por menos de 1  $\mu\text{m}$  (a nivel de la seda *d2*)  
..... *Hirstia* Hull, 1931 5
- Patas III y IV iguales o similares en largo y en ancho. Cutícula con estriaciones dorsales más espaciadas (separadas por 1.2 a 2.3  $\mu\text{m}$  a nivel de la seda *d2*) ..... 6

- 5 - Región posterior del dorso no punteada y no esclerosada. Largo de las patas III 174  $\mu\text{m}$ , patas IV 118  $\mu\text{m}$  (= largo de los cuatro segmentos apicales). Largo de los tarsos I - IV: 40-43-66-48  $\mu\text{m}$ . Idiosoma 395 - 426  $\mu\text{m}$  de largo ..... *H. passericola* (Fain, 1964)
- Región posterior del dorso esclerosada y punteada principalmente alrededor de las bases de las sedas *d5* y *l5*. Patas III y IV 123 - 129 y 85 - 90  $\mu\text{m}$  de largo. Tarsos I y IV: 27-32-43-32  $\mu\text{m}$  de largo respectivamente. Idiosoma 298 - 310  $\mu\text{m}$  de largo ..... *H. domicola* Fain *et al.*, 1974
- 6 - Sedas *sc i* y *sc e* delgadas y cortas, iguales o similares, o ligeramente diferentes (*sc e* menos de 35  $\mu\text{m}$  de largo). Epiginio pobremente desarrollado y ligeramente esclerosado. Genua I con un sólo solenidio muy corto (5 - 6  $\mu\text{m}$ ) ..... *Malayoglyphus* Fain *et al.*, 1969
- Sedas *sc i* y *sc e* muy diferentes, las *sc e* largas y fuertes. Epiginio bien desarrollado y esclerosado. Genua I con dos solenidios muy diferentes ... *Dermatophagoides* Bogdanov, 1864
- 7 - Sedas *sc i* y *sc e* iguales o similares (cerca de 12 - 15  $\mu\text{m}$ ). Mitad posterior del opistonotum claramente punteado y con estriaciones más gruesas y más espaciadas que en otras partes del dorso. Idiosoma 218 - 243  $\mu\text{m}$  de largo ..... *M. intermedius* Fain *et al.*, 1969
- Sedas *sc e* claramente más largas (30 - 35  $\mu\text{m}$ ) que *sc i* (15  $\mu\text{m}$ ). Puntuación de la mitad posterior del opistonotum indistinta. Idiosoma 320 - 348  $\mu\text{m}$  de largo  
..... *M. carmelitus* Spiexsma, 1973
- 8 - Área media comprendida entre sedas *d2* y *d3* (= área M) completamente estriada longitudinalmente. Abertura de la bolsa situada en el margen posterior del cuerpo ..... 9
- Parte anterior del área M con estriaciones transversas rectas, parte posterior con estriaciones o ligeramente convexas o fuertemente oblicuas o longitudinales. Abertura de la bolsa terminal o ventral ..... 10
- 9 - Bolsa muy angosta, de calibre uniforme y terminando dentro (proximalmente) en un esclerito como margarita ..... *D. pteronyssinus* (Trouessart, 1897)
- Bolsa marcadamente ensanchada en su tercera distal y muy angosta en sus dos terceras proximales (internas). Espermateca esclerosada y como tulipán ..... *D. evansi* Fain *et al.*, 1967
- 10 - Estriaciones de la mitad posterior o dos tercios del área M o fuertemente convexas u oblicuas y abruptamente dobladas en la línea media para formar una V invertida ..... 11

- Estriaciones de la mitad posterior del área M sólo ligeramente convexas. Abertura de la bolsa situada ventralmente, en el lado de la tercera posterior del ano. Primera parte de la bolsa formando (algunas veces no) un depósito esclerosado (vestíbulo) ..... Grupo *farinae* 15

11 - Tarsos I y II sin un proceso curvado apical (ongle). Epiginio grueso, fuertemente curvado y no lleva sedas *g a*. Abertura de la bolsa en el borde posterior del cuerpo a la mitad de una pequeña placa esclerosada; esta abertura es seguida por una bolsa voluminosa, refringente no esclerosada ( $40 - 45 \times 20 \mu\text{m}$ ) (vestíbulo) orientada transversalmente debajo de la piel del borde posterior del cuerpo. Sedas de las coxas, *g p* y *g a* relativamente muy largas ( $60 - 80 \mu\text{m}$ ) ..... *D. aureliani* Fain, 1967

- Tarsos I y II con un proceso curvado apical. Epiginio grueso, fuertemente doblado, largo y llevando lateralmente las sedas *g a*. Bolsa en forma diferente ..... 12

12 - Abertura de la bolsa situada en la mitad de una gran placa oval esclerosada ( $22 \times 12 \mu\text{m}$ ) situada cerca del ángulo posterior del ano. Vestíbulo ausente ..... *D. sclerovestibulatus* Fain, 1975

- Bolsa de otra forma ..... 13

13 - Abertura de la bolsa en el fondo de una forma de embudo, pequeña, esclerosada y cónica, tan largo como ancho ( $6 \mu\text{m}$ ) situado en el margen posterior del cuerpo. Tarsos I y II con un proceso curvado (ongle) bien desarrollado. Tarsos I - IV  $45-57-60-66 \mu\text{m}$  de largo. Sedas *h* cortas ( $30 \mu\text{m}$ ). Sedas *g m* y *g p* casi en la misma línea transversal y similares en longitud. Sedas *d5*  $150 \mu\text{m}$  de largo. Solenidios de la genua I  $38$  y  $7 \mu\text{m}$  de largo respectivamente ..... *D. rwandae* Fain, 1967

- Bolsa de forma diferente. Sedas *h* fuertes y largas ( $100 - 110 \mu\text{m}$ ); *g p* claramente más largas que las *g m* ..... 14

14 - Abertura de la bolsa situada en el relieve de la papila redondeada en el margen posterior del cuerpo. Bolsa  $45 - 50 \mu\text{m}$  de largo, angosta pero ligeramente ensanchada y muy finamente formando un círculo en su parte distal (externa). Sedas *g m* y *g p* casi en la misma línea transversal. Estriaciones de la mitad posterior del área M marcadamente convexas pero sin formar un ángulo en la línea media ..... *D. neotropicalis* Fain & Bronswijk, 1973

- La bolsa se abre en la línea media de una placa oval quitinosa ( $8.5 \times 6 \mu\text{m}$ ) situada ventralmente a  $15 \mu\text{m}$  del margen posterior del cuerpo y  $20 \mu\text{m}$  del ano. Vestíbulo ausente. Conducto de la bolsa muy delgado y largo ( $80 \mu\text{m}$ ). Sedas *s* de los tarsos III y IV con bases

ensanchadas. Sedas *g m* claramente anteriores a las *g p*. Estriaciones de la mitad posterior del área M fuertemente oblicuas, en forma de una V invertida ..... *D. simplex* Fain & Rosa, 1982

15 - Idiosoma 395 a 435  $\mu\text{m}$  de largo. Placa propodonotal aproximadamente 1.4 veces más larga que ancha ..... 16

- Idiosoma 258 a 311  $\mu\text{m}$  de largo. Placa propodonotal aproximadamente el doble de largo que de ancho ..... *D. siboney* Dusbabek *et al.*, 1982

16 - Vestibulo bien esclerosado y en forma como de semilla de calabaza; tras este vestíbulo la bolsa no esta ensanchada. Tarso I generalmente con un proceso curvado (ongle) bien desarrollado ..... *D. farinae* Hughes

- Vestibulo ausente. la bolsa se abre en el centro de una depresión no esclerosada del tegumento. La primer parte de la propia bolsa esta ligeramente dilatada y claramente esclerosada. Proceso apical del tarso I generalmente muy pequeño o ausente

..... *D. microceras* Griffiths & Cunnington, 1971

### Machos

(Nota: El macho de *D. rwandae* no se conoce)

1 - Marco quitinoso perianal finamente denticulado por dentro. Patas III mucho más gruesas que las patas IV y de 1.8 a 1.9 veces más largas que estas ultimas (= largo de los cuatro segmentos apicales). Tarsos III llevando en su línea media dos fuertes espinas cónicas (= sedas *w* y *r*) ..... *Hirstia* Hull, 1931 2

- Marco quitinoso perianal no denticulado. Patas III y IV menos diferentes, las patas III un máximo de 1.6 veces más largas que las patas IV. Tarsos III con sedas *w* y *r* delgadas, o *w* delgada y *r* en forma de una pequeña espina bifurcada ..... 3

2 - Idiosoma 321 a 345  $\mu\text{m}$  de largo. Tarsos I - IV 33-39-51-24  $\mu\text{m}$  de largo ..... *H. passericola* (Fain, 1964)

- Idiosoma 240 a 248  $\mu\text{m}$  de largo. Tarsos I - IV 22-27-32-18  $\mu\text{m}$  de largo ..... *H. domicola* Fain *et al.*, 1974

- 3 - Sedas *sc e* delgadas y cortas (máximo 30  $\mu\text{m}$  de largo). Tarsos III únicamente con sedas delgadas. Tarsos IV sin ventosas. Ventosas adanales pobremente desarrolladas. Tarsos I y II sin procesos apicales. Patas III y IV similares ..... *Malayoglyphus* Fain *et al.*, 1969 4  
 - Sedas *sc e* fuertes y largas (mínimo 110  $\mu\text{m}$ ). Tarsos III o únicamente con sedas delgadas o con una pequeña espina cónica o con una fuerte espina subapical bifida. Tarsos IV con dos pequeñas ventosas copulatorias. Ventosas adanales bien desarrolladas. Patas III claramente más fuertes y más largas que las patas IV. Al menos el tarso I con un proceso apical ..... 5
- 4 - Sedas *sc e* y *sc i* iguales o similares (12 – 15  $\mu\text{m}$ ). Estriaciones de la mitad posterior del histeronoto, gruesas, punteadas y esclerosadas. Idiosoma 168 a 175  $\mu\text{m}$  de largo ..... *M. intermedius* Fain *et al.*, 1969  
 - Sedas *sc e* más largas (30  $\mu\text{m}$ ) que las sedas *sc i* (15  $\mu\text{m}$ ). Mitad posterior del histeronoto con una gran placa punteada y sin estrías. Idiosoma 240 a 283  $\mu\text{m}$  de largo ..... *M. carmelitus* Spieksma, 1973
- 5 - Tarsos III con una espina subapical cónica bifurcada, o con todas las sedas simples ..... *Sturnophagoides* Fain, 1967 6  
 - Tarsos III con una fuerte espina subapical bifurcada (seda *f*) ..... *Dermatophagoides* Bogdanov, 1864 8
- 6 - Idiosoma 175 a 185  $\mu\text{m}$  de largo. Marco perianal quitinoso angosto, en forma oval. Tarsos III con un proceso curvado apical pero sin una espina subapical ..... *S. brasiliensis* Fain, 1967  
 - Idiosoma 245 a 272  $\mu\text{m}$  de largo. Marco perianal quitinoso ancho, piriforme (forma de pera). Tarsos III terminados en una espina cónica y *cr*: un proceso curvado apical ..... 7
- 7 - Idiosoma 270 a 290  $\mu\text{m}$  de largo. Placa histeronotal piriforme pasando con dificultad atrás de la seda *d2* (en el macho heteromórfico) ..... *S. bakeri* Fain, 1967  
 - Idiosoma 245 a 272  $\mu\text{m}$  de largo. Placa histeronotal rectangular. Llegando a la seda *d1* (en el macho heteromórfico) ..... *S. petrochelidonis* Cuervo & Dusbabek, 1987
- 8 - Placa histeronotal corta, extendiéndose hacia adelante en un punto situado a igual distancia de las *d2* y *d3* ..... 9  
 - Placa histeronotal alcanzando hacia adelante a las sedas *d2* o más hacia al frente ..... 11

- 9 - Placa histeronotal más larga que ancha (a la mitad). La seda *r* del tarso III es una espina corta bifurcada (situada a la mitad del tarso). Epímeros I fusionados hasta formar una Y en el macho homomórfico. Sin machos heteromórficos ..... *D. aureliani* Fain, 1967  
 - Placa histeronotal más ancha que larga (a la mitad). Seda *r* del tarso III delgada y situada basalmente. Epímeros I libres en los machos homomórficos ..... 10
- 10 - Especies pequeñas (idiosoma 199 a 245  $\mu\text{m}$  de largo). Todos los machos son homomórficos ..... *D. siboney* Dusbabek *et al.*, 1982  
 - Especies más grandes (idiosoma 285 a 345  $\mu\text{m}$  de largo). Machos u homomórficos con epímeros I libres o heteromórficos con epímeros I fusionados hasta formar una V o Y ..... *D. farinae* Hughes, 1961 & *D. microceras* Griffiths & Cunnington, 1971
- 11 - Placa histeronotal alcanzando hacia adelante a las bases de las sedas *d2*. Coxas II abierta. Patas III de 1.3 a 1.4 veces más largas que las patas IV ..... 12  
 - Placa histeronotal claramente extendiéndose hacia adelante más allá de las bases de las sedas *d2*. Otros caracteres variables ..... 13
- 12 - Placa histeronotal marcadamente estrecha anteriormente, su margen anterior alcanza las sedas *d2* pero sin incluirlas. Seda *h* 66  $\mu\text{m}$ , las *sc e* 93  $\mu\text{m}$  y las *a e* 42  $\mu\text{m}$  de largo ..... *D. sclerovestibulatus* Fain, 1975  
 - Placa histeronotal trapezoidal, sólo ligeramente estrecha anteriormente e incluye a las sedas *d2*. Sedas *h* 100 – 120  $\mu\text{m}$ , las *sc e* 120 – 150  $\mu\text{m}$  y las *a e* 50 – 65  $\mu\text{m}$  de largo ..... *D. neotropicalis* Fain & Bronswijk, 1973
- 13 - Coxas II cerradas. Ventosas adanales 12  $\mu\text{m}$  de diámetro. Epímeros I libres. Tarsos I con dos procesos apicales (ongles) diferentes, tarso II con un pequeño proceso apical. Machos homomórficos ..... 14  
 - Coxas II abiertas. Ventosas adanales más grandes. Epímeros I fusionados en forma de Y. Machos heteromórficos ..... 15
- 14 - Patas III 1.3 veces más gruesas (a nivel de fémur) y 1.46 veces más largas (largo de los cuatro segmentos distales) que las patas IV. Sedas *d5* y *15* con bases pobremente esclerosadas. Sedas *h* 80-90  $\mu\text{m}$  de largo; las *12* situadas a 40  $\mu\text{m}$  de la abertura de la glándula de grasa ..... *D. pteronyssinus* (Trouessart, 1897)

- Patas III 1.8 veces más gruesas y 1.6 veces más largas que las patas IV. Sedas *d5* y *l5* con bases fuertemente esclerosadas. Sedas *h* 110 µm de largo; sedas *l2* situadas a 55-65 µm de la abertura de la glándula de grasa ..... *D. evansi* Fain *et al.*, 1967

15 - Tarsos II sin un proceso apical (ongle). Idiosoma 270 µm de largo Tarsos I - IV 39-45-47-32 µm de largo. Sedas *l3* situadas en los márgenes de la placa. Marco quitinoso perianal tan ancho como largo. Pata III 1.52 veces más larga que la pata IV .... *D. simplex* Fain & Rosa, 1982

- Tarsos II con un fuerte proceso curvado apical. Idiosoma 315 µm de largo. Tarsos I - IV 45-54-54-36 µm de largo. Sedas *l3* situadas lateralmente a la placa histeronotal. Marco quitinoso perianal claramente más ancho que largo. Pata III 1.42 veces más larga que la pata IV ..... *D. antisopoda* Fain, 1988

### 5.2.5.1 Características de las especies de *Dermatophagoidinae* encontradas en polvo casero

#### Género *Dermatophagoidea* Bogdanov, 1864

*Dermatophagoidea* Bogdanov, 1864

*Pachylichus* Canestrini, 1894

*Mealia* Trouessart, 1897

*Visceroptes* Sasa, 1948

*Hullia* Gaud, 1968; Fain, 1988

**Diagnósis:** Cutícula con estriación simple, no punteada. En las hembras el labio vulvar posterior no está muy desarrollado y completamente estriado; las sedas *sc i* y *sc e* son muy diferentes, las *sc e* son largas y fuertes. El epiginio está bien desarrollado y esclerosado, la *genua l* con dos solenidios muy diferentes. En los machos los Tarsos III tienen una fuerte espina subapical bifurcada (seda *f*) (Fain, 1967; 1990).

**Comentarios:** La especie tipo es *Dermatophagoidea scheremetewskyi* Bogdanov, 1864. El género *Hullia* Gaud está basado en un macho heteromórfico que presenta todos los caracteres del género *Dermatophagoidea*. El heteromorfismo en machos de este género fue descrito hasta 1973 (Fain & Bronswijk) lo cual probablemente explica el error de Gaud.

#### *Dermatophagoidea pteronyssinus* (Trouessart, 1897)

*Dermatophagoidea scheremetewskyi* Bogdanov, 1864.

*Pachylichus crassus* Canestrini, 1894

*Mealia pteronyssina* Trouessart, en Berlese 1897

*Dermatophagoidea pteronyssinus*, Dubinin, 1953; Fain, 1965

*Mealia toxopei* Oudemans, 1928

*Visceroptes saitoi* Sasa, 1948

*Dermatophagoides saitoi*, Sasa, 1950

*Dermatophagoides* sp. Voorhorst et al., 1964

*Dermoglyphus* (*Paralges*) *pteronyssoides*, Trouessart, 1886; Gaud, 1968; Fain, Oshima & Bronswijk, 1974 (*nom. oblitum*)

**Diagnósis:** En la hembra las estriaciones en el área M son longitudinales. Bolsa copuladora muy angosta y terminada en un esclerito en forma de margarita (Fain, 1966a; 1990). En el macho las coxas II están muy juntas. Placa dorsal proporción ancho (a nivel de  $d_2$ ): largo = 1.8 a 1.9). Patas III 1.3 veces más gruesas (a nivel de fémur) y 1.46 veces más largas (largo de los cuatro segmentos distales) que las patas IV. Sedas h 80-90  $\mu\text{m}$  de largo; las  $l_2$  situadas a 40  $\mu\text{m}$  de la abertura de la glándula de grasa (Fain, 1966a; 1990).

**Comentarios:** Fain (1966a in Fain, 1990) dió las razones por las cuales se ha elegido a *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) en lugar de *D. scheremetewskyi* Bogdanov para representar a la especie de Pyroglyphidae más comúnmente encontrada en casas en Europa. Sin embargo no es posible afirmar con certeza que *D. pteronyssinus* es idéntica a la especie de Bogdanov. Desafortunadamente los tipos de esta especie están perdidos y las ilustraciones originales de Bogdanov no permiten el reconocimiento de la especie con certeza. Por lo pronto se ha propuesto mantener ambas especies hasta que nuevo material de la localidad típica (Moscú) este disponible y permita determinar el status de *D. scheremetewskyi* (Fain, 1990).

Mientras tanto numerosos autores han aceptado la propuesta y recientemente Samsinak, Vobrazkova & Dubinina han propuesto a la Comisión Internacional de Nomenclatura la inclusión del nombre *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart, 1897) en la lista de nombres validos (nomina conservanda) (Art. 23, b, III del código) con su sinonimia *D. scheremetewskyi* (Fain, 1990).

#### ***Dermatophagoides evansi* Fain, Hughes & Johnston, 1967**

*Dermatophagoides evansi* Fain, Hughes & Johnston, en Fain (1967a)

**Diagnósis:** Esta especie se parece mucho a *D. pteronyssinus*. La hembra tiene el mismo tipo de estriación dorsal (área M sólo con estriaciones longitudinales) y en el macho las coxas II están tan juntas como en *D. pteronyssinus* (Fain, 1990).

*D. evansi* difiere claramente de *D. pteronyssinus* en la hembra por el aspecto característico de la bolsa (la mitad distal más ancha que la mitad proximal) y la espermateca (esclerosada y como tulipán). En el macho la placa dorsal es más larga y angosta (proporción ancho (a nivel de  $d_2$ ): largo = 1 : 2.5), mientras que en *D. pteronyssinus* esta proporción es 1.8 a 1.9, y las patas III y IV son mucho más diferentes (Fain, 1990).

**Comentarios:** La serie típica fue encontrada en una almohada de plumas hecha en Boston (Inglaterra) y consignada a Ghana. Holotipo en el British Museum (Natural History) (Fain, 1990).

***Dermatophagoides farinae* Hughes, 1961**

¿ *Visceroptes takeuchii* Sasa, 1948

¿ *Dermatophagoides takeuchii* Sasa, 1950; Sasa & Shingai, 1958

¿ *Dermatophagoides scheremetewskyi* Dubinin, 1953 (nec Bogdanov, 1864); Dubinin *et al.*, 1956 (nec Bogdanov, 1864); Sasa & Shingai, 1958 (nec Bogdanov, 1864)

*Dermatophagoides scheremetewskyi*, Traver, 1951 (en parte) (nec Bogdanov, 1864)

*Dermatophagoides farinae* Hughes, 1961

*Dermatophagoides culinae* De Leon, 1963

**Diagnósis:** La hembra de *D. farinae* se distingue fácilmente de la de *D. pteronyssinus* por la forma más ancha del cuerpo y el diferente aspecto de las estriaciones dorsales en el área M. En *D. pteronyssinus* estas estriaciones son longitudinales, mientras que en *D. farinae* son transversales o ligeramente convexas. El macho difiere del de *D. pteronyssinus* por la forma de la placa histeronotal la cual es más ancha que larga (Fain, 1990).

**Comentarios:** *Visceroptes takeuchii* Sasa (1948 in Fain, 1990) descrito de un macho es probablemente idéntico a *D. farinae*, pero no es posible afirmar esto ya que los tipos actualmente están perdidos.

Sasa & Shingai (1958 in Fain, 1990) asignaron a *D. scheremetewskyi* algunos especímenes (machos y hembras) encontrados en sal de ácido tánico de albúmina almacenada en Japón. Basándose en las figuras dadas por estos autores sus especímenes se parecen mucho a *D. farinae* (o *D. microceras*) pero ellos son claramente diferentes de *D. neotropicalis* Fain & Bronswijk, otra especie del grupo *farinae*, por algunos caracteres importantes (hembra con epiginio menos convexo y más corto, sin llevar las sedas *g a*; *g m* más anterior; macho con la placa histeronotal más ancha que larga). Debe hacerse notar también que hasta la fecha *D. neotropicalis* nunca ha sido registrada en Japón (Fain, 1990).

La serie típica de *D. farinae* fue encontrada en aves de corral y puercos criados con harina cerca de Bristol, Inglaterra. *D. culinae* (= *D. farinae*) fue descrita de un cultivo de galletas de harina en Tennessee, Estados Unidos Sin embargo, el hábitat principal de *D. farinae* parece ser el polvo de casas, especialmente en las camas. Holotipo de *D. farinae* en el British Museum (Natural History) (Fain, 1990).

La variabilidad de *D. farinae* hasta la fecha no ha sido estudiada en detalle. Esta cuestión, sin embargo, puede ser importante en la evaluación de algunos caracteres usados en la separación de esta especie de *D. microceras*. El mismo problema es también del mismo valor de

consideración para la última especie, así como para *D. siboney*, otra especie muy cercana a *D. farinae* (Fain, 1990).

La separación de *D. microceras* de *D. farinae* esta basada principalmente en los siguientes caracteres (para las hembras) (Fain, 1990): La forma del vestibulo copulatorio o la depresión cuticular situada en la abertura de la bolsa copuladora; ausencia o presencia de proceso curvado apical (ongle) en los tarsos I y II y su grado de desarrollo; Distancia entre sedas  $g p$  (=  $g p-g p$ ) y distancia entre sedas  $g p$  y el apodema genital (=  $g p-a g$ ). La proporción entre estas dos distancias se piensa que es significativamente diferente en ambas especies.

Los especímenes que pertenecen a *D. farinae* presentan una bolsa copulatoria bien desarrollada (vestibulo) la cual se abre hacia la superficie del cuerpo por una abertura cuticular la cual es relativamente larga y orientada oblicuamente. Esta abertura esta situada ventralmente a la misma distancia del margen posterior del cuerpo y del ano. La propia bolsa es un conducto muy estrecho originado en el centro del vestibulo. Las paredes del vestibulo están en la mayoría de los especímenes bien esclerosadas. sólo en unos pocos especímenes de un cultivo de laboratorio tienen el vestibulo menos esclerosado (Fain, 1990).

#### ***Dermatophagoïdes microceras* Griffiths & Cunnington, 1971**

*Dermatophagoïdes microceras* Griffiths & Cunnington, 1971

**Diagnósis:** De acuerdo a Griffiths & Cunnington esta especie se distingue de *D. farinae* por los siguientes caracteres (en la hembra) (Fain, 1990): sedas  $g p$  separadas y cercanas lateralmente a los apodemas genitales; proceso apical del tarso I más pequeño y con un ápice redondeado; ausencia de un proceso en el tarso II; órgano de inseminación sin un vestibulo esclerosado, el esclerosamiento está confinado al estrecho cuello del embudo (bolsa) el cual esta ligeramente dilatado comparado al resto de la bolsa.

**Comentarios:** Según Fain (1990) parece que no hay un verdadero vestibulo en esta especie sino mejor dicho una simple depresión cuticular en forma de embudo; la abertura de esta depresión es generalmente ancha abierta sin una verdadera falda. Estos mismos autores han demostrado que los primeros dos caracteres (distancia  $g p-g p$  y tamaño del proceso apical del tarso I) son variables en *D. farinae* aún en la misma población y así estos caracteres no pueden ser usados para separar estas especies de *D. microceras*. El único carácter válido parece ser la forma del órgano de inseminación en la hembra.

En esta especie también existe una gran variabilidad por lo que es difícil separar sin equivocarse a *D. microceras* de *D. farinae* (Fain, 1990).

Esta especie ha sido descrita en el polvo de una casa en Londres (holotipo). El holotipo de *D. microceras* esta en el British Museum, Natural History, Londres (Fain, 1990).

***Dermatophagoides siboney* Dusbabek, Cuervo & Cruz, 1982*****Dermatophagoides siboney* Dusbabek, Cuervo & Cruz, 1982**

**Diagnósis:** Esta especie es cercana a *D. farinae*. Difiere de ella por el tamaño más pequeño del cuerpo y los variados órganos y sedas, la forma más alargada de la placa propodonal, y en la hembra, por el tamaño relativamente más pequeño del vestibulo. En la hembra el proceso apical del tarso I es claramente más pequeño que en la figura original pero este carácter probablemente es variable. Todos los machos conocidos son homomórficos (Fain, 1990).

**Comentarios:** Esta especie ha sido encontrada en el polvo de colchones en Cuba. Holotipo en el Instituto de Zoología, Academia de Ciencias de la Habana, Cuba (Fain, 1990).

***Dermatophagoides neotropicalis* Fain & Bronswijk, 1973*****Dermatophagoides deanei* Galvao & Neide, 1986; Fain, 1988**

**Diagnósis:** Esta especie es cercana al grupo "*farinae*". En la hembra las estriaciones del área M (área media comprendida entre sedas *d2* y *d3*) son en su mayor parte transversales pero ellas son mucho más convexas en la parte posterior que en las especies del grupo *farinae*. Además la bolsa tiene diferente forma en este grupo; se abre hacia el margen posterior del cuerpo en el ápice de una pequeña papila levantada y no es un vestibulo. En adición el epiginio es más grueso, más largo y lleva las sedas *g a*; las *g m* están más posteriores. El macho difiere de los del grupo *farinae* por la forma elongada (mas larga que ancha) de la placa histeronotal. Los machos son o homomórficos o heteromórficos (Fain, 1990).

**Comentarios:** Galvao & Neide (1986 in Fain, 1990) describieron una nueva especie *D. deanei* encontrada en polvo de casas de algunos pueblos de Brasil. Fain (1990) examinó el holotipo hembra y un paratipo macho de esta especie y concluyó que esta especie es una sinonimia de *D. neotropicalis*. Todos los caracteres son idénticos en ambas especies.

*D. neotropicalis* fue descrita de polvo de colchones en Paramaribo, Surinam. Holotipo macho en el Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden, Holanda. El holotipo de *D. deanei* esta depositado en el Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil (Fain, 1990).

**Género *Hirstia* Hull, 1931*****Hirstia* Hull, 1931**

**Diagnósis:** El género *Hirstia* se distingue de *Dermatophagoides*, en ambos sexos, por el aspecto de la estriación cuticular, la cual es más fina y arreglada juntas más cercanas, y por la reducción más importante de las patas IV comparadas con las patas III. La proporción de largos (pata IV : pata III) es 1 : 1.4 a 1.56 en la hembra y 1 : 1.8 a 1.9 en el macho. En adición, el macho difiere del otro género de Dermatophagoidinae por el aspecto espinoso de la seda *r* y *w* del tarso

III (situadas a la mitad del tarso) y por la presencia de denticulos a lo largo del borde interior del marco perianal quitinoso (Fain, 1990).

La especie tipo es *Hirstia chelidonis* Hull, 1931.

***Hirstia domicola* Fain, Oshima & Bronswijk, 1974**

*Hirstia chelidonis* Fain, Cunnington & Spieksma, 1969 (nec *Hirstia chelidonis* Hull, 1931)

**Diagnósis:** Esta especie se distingue de *D. passericola* (especímenes típicos) por los siguientes caracteres (Fain, 1990):

En ambos sexos el idiosoma es más pequeño, las patas más cortas, todos los tarsos más cortos y relativamente más gruesos. En la hembra la cutícula de la región posterior del cuerpo esta claramente más esclerosada, especialmente en el dorso.

**Comentarios:** *H. domicola* ha sido descrita de polvo de casas o colchones en diferentes localidades de Japón y Surinam. El holotipo esta depositado en el National Science Museum, Tokio, Japón (Fain, 1990).

**Género *Malayoglyphus* Fain, Cunnington & Spieksma, 1969**

*Malayoglyphus* Fain, Cunnington & Spieksma, 1969

**Diagnósis:** Este género difiere de *Dermatophagoidea*, en ambos sexos, por lo corto, y forma delgada de las sedas *sc e*, el desarrollo normal de las patas IV las cuales son tan largas como las patas III, y la presencia de un único solenidio en la genua I. En la hembra el epiginio esta pobremente desarrollado. En el macho las ventosas adanales están reducidas y el tarso IV lleva tres sedas delgadas y una papila redondeada la cual es un remanente de una ventosa. No hay espina bifurcada en el ápice del tarso III como en *Dermatophagoidea* (Fain, 1990).

***Malayoglyphus intermedius* Fain, Cunnington & Spieksma, 1969**

*Malayoglyphus intermedius* Fain, Cunnington & Spieksma, 1969

**Diagnósis:** En ambos sexos las sedas *sc i* y *sc e* iguales o similares (cerca de 12 – 15 µm). En las hembras la mitad posterior del opistonotum es claramente punteado y con estriaciones más gruesas y más espaciadas que en otras partes del dorso. En los machos las estriaciones de la mitad posterior del histeronoto son, gruesas, punteadas y esclerosadas.

**Comentarios:** Esta es la especie típica, colectada en polvo de casas en Java y Singapur. El holotipo esta en el Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, Bruselas (Fain, 1990).

***Malayoglyphus carmelitus* Spieksma, 1973**

*Malayoglyphus carmelitus* Spieksma, 1973

**Diagnósis:** Esta especie es más grande que *M. intermedius* y en ambos sexos las sedas *sc* e son claramente más largas que las *sc i* (Fain, 1990).

**Comentarios:** *M. carmelitus* fue encontrada en el polvo de una casa situada en la cuesta del Mount Carmel, en Haifa, Israel. El holotipo esta en el Rijksmuseum voor natuurlijke Historie, Leiden, Holanda (Fain, 1990).

**Género *Sturnophagoides* Fain, 1967**

*Dermatophagoides* (*Sturnophagoides*) Fain, 1967a

*Sturnophagoides*, Fain, 1967b, 1988

**Diagnósis:** Este género se distingue de los otros géneros de Dermatophagoidinae por los siguientes caracteres: en ambos sexos las estriaciones de la cutícula son punteadas y más o menos esclerosadas sobre una parte o todo el cuerpo; la región entre los epimeros I es completamente punteada; las sedas *sc e*, *d5* y *l5* son largas o muy largas, las sedas *h* son muy cortas. La hembra lleva una placa histeronotal (la cual esta ausente en otros géneros) y el labio vulvar posterior es punteado (parcialmente o completamente) y cortado en su ángulo anterior (como en algunos Pyroglyphinae). En el macho el tarso III o lleva una única seda o cinco sedas delgadas y una cónica, con la espina apical bifurcada (Fain, 1990).

La especie tipo es *Dermatophagoides* (*Sturnophagoides*) *bakeri*, Fain, 1967.

***Sturnophagoides brasiliensis* Fain, 1967**

*Sturnophagoides brasiliensis* Fain, 1967b

*Sturnophagoides halterophilus* Fain & Feinberg, 1970, Fain, 1988

**Diagnósis:** En ambos sexos el idiosoma es pequeño (hembra: 246 a 262  $\mu\text{m}$ , macho: 175 a 185  $\mu\text{m}$  de largo). En la hembra el labio posterior de la vulva es punteado sólo en sus partes laterales. La placa histeronotal está situada hacia adentro de la seda *d3*. Las estriaciones detrás de esta placa son abundantes, más punteadas y más espaciadas que en otras partes del cuerpo. Los machos presentan el marco perianal quitinoso angosto y en forma oval (Fain, 1967; 1990)

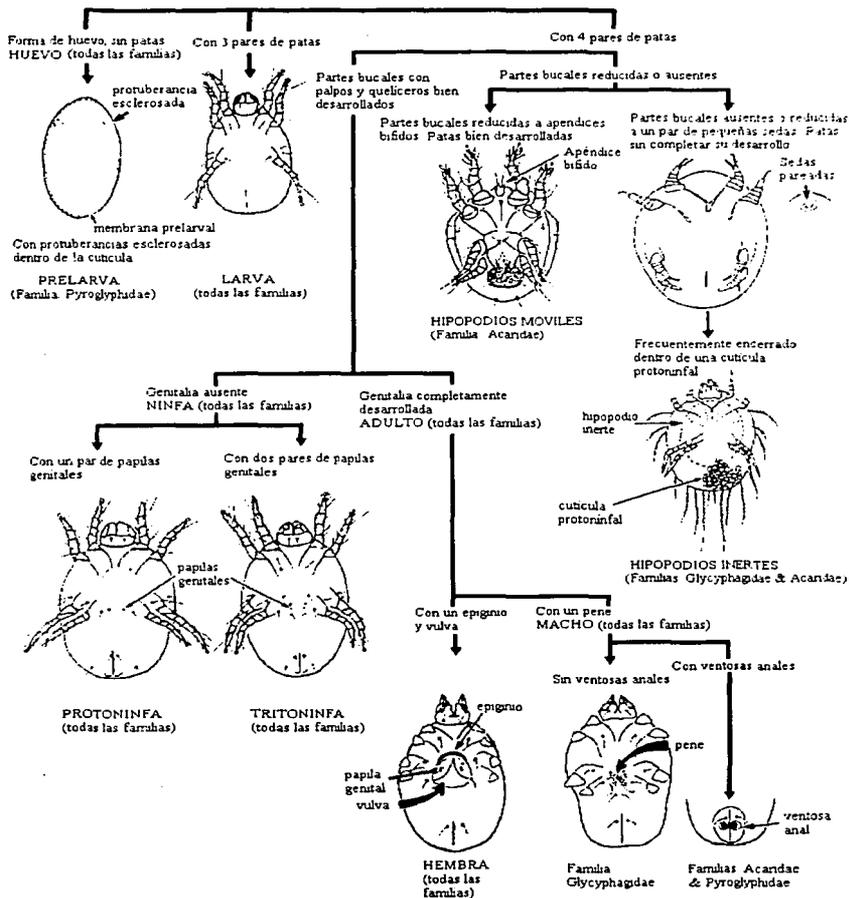
**Comentarios:** La serie típica de esta especie fue encontrada en polvo de casas en Tejipto, Brasil. Esta especie también fue encontrada en polvo de casas en Singapur (Fain *et al.*, 1969 in Fain, 1990), en Kuala-Lumpur, Malaysia (Coll. Nadchatram), Djakarta, Java, y en Strasbourg, Francia (Fain & Lowry, 1974 in Fain, 1990). La casa en Strasbourg infestada por esta especie ha sido habitada por un brasileño quien hizo frecuentes viajes entre Francia y Brasil (Fain, 1990).

La especie *Sturnophagoides halterophilus* Fain & Feinberg, basada en un sólo macho claramente heteromórfico encontrado en polvo de casas en Singapur, es ahora considerado como una sinonimia de *S. brasiliensis* (Fain, 1988 in Fain, 1990). En 1973, Fain & Bronswijk transfirieron esta especie al género *Dermatophagoides*, pero algunos caracteres, tales como el aspecto punteado de las estriaciones y la seda *h* corta están más de acuerdo con el género *Sturnophagoides*. Holotipo en el Institut Royal des Sciences naturelles de Belgica (Fain, 1990).

#### 5.2.6 CLAVES PICTÓRICAS PARA ÁCAROS DEL POLVO

Las claves pictóricas (figuras 2-5) se incluyen aqui con la finalidad de facilitar la identificación de los ácaros del polvo casero como complemento a las claves dicotómicas anteriormente descritas para corroborar que la identificación se hizo correctamente.

**CLAVES PARA LOS ESTADIOS DEL CICLO DE VIDA DE VARIAS FAMILIAS  
DEL ORDEN ASTIGMATA ENCONTRADAS EN POLVO CASERO**



**Fig. 2.** Clave pictórica para los estadios del ciclo de vida de varias familias del orden Astigmata encontradas en polvo casero (tomada de Colloff & Spieksma, 1992).

CLAVES PARA ORDENES Y FAMILIAS DE ÁCAROS  
ENCONTRADOS EN EL POLVO CASERO (ADULTOS)

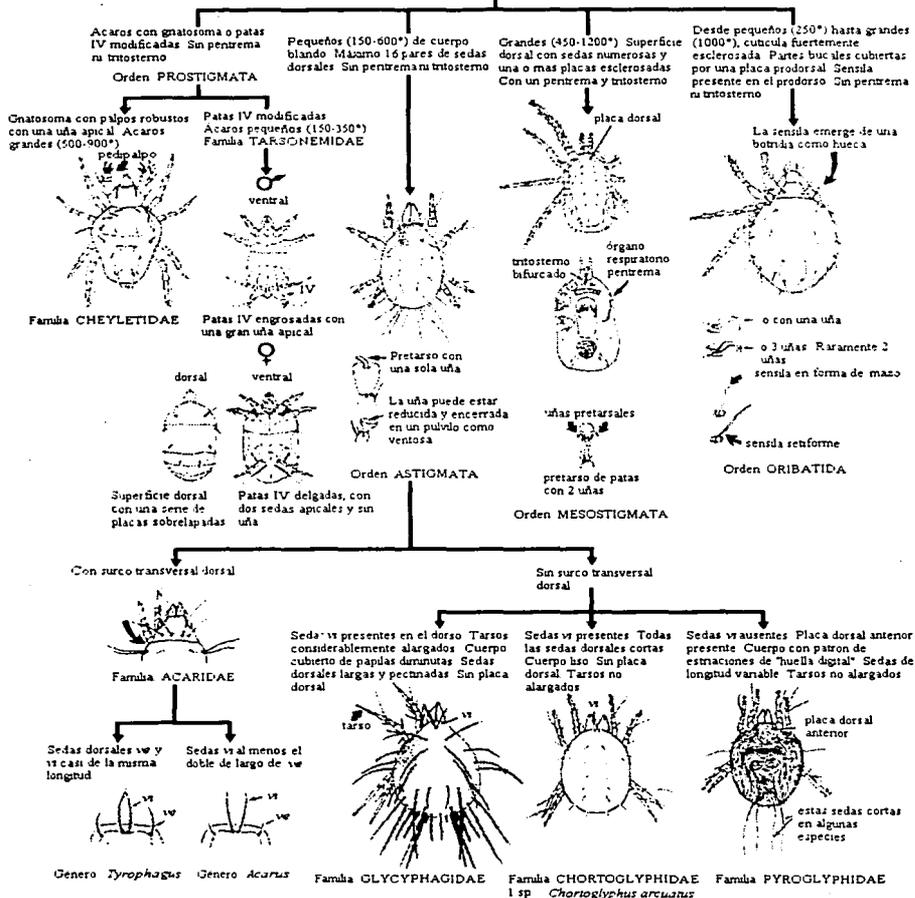


Fig. 3. Claves para ordenes y familias de ácaros encontrados en el polvo casero (adultos) (tomada de Colloff & Spieksma, 1992). \*  $\mu\text{m}$ .

CLAVE PARA SUBFAMILIAS, GÉNEROS Y ESPECIES DE ÁCAROS DE LA  
FAMILIA PYROGLYPHIDAE ENCONTRADAS EN POLVO CASERO

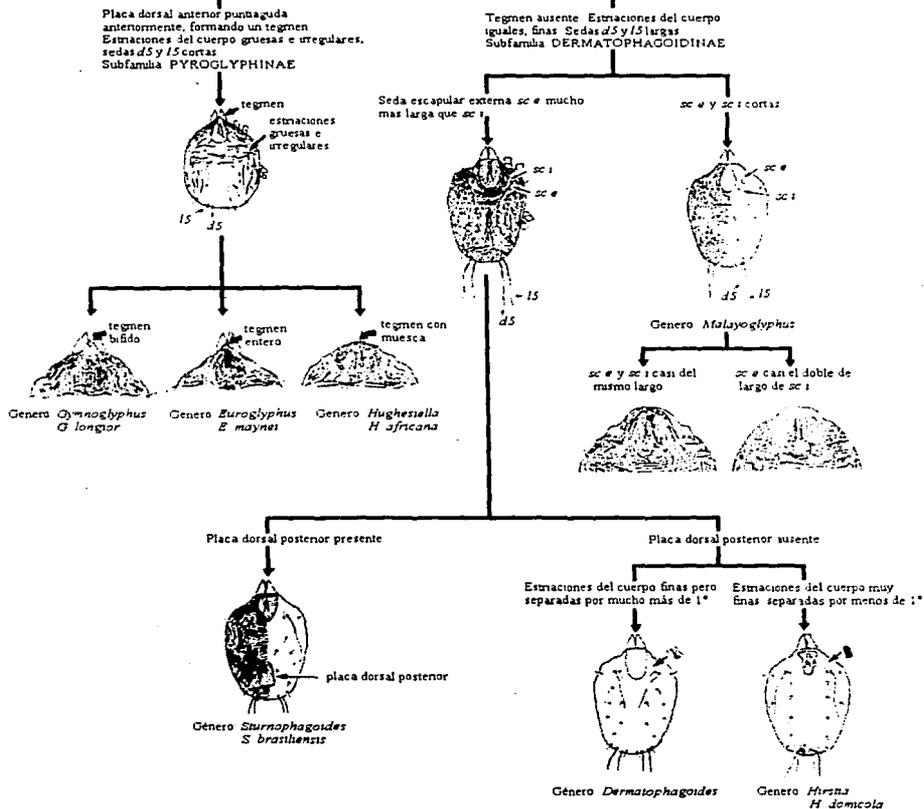


Fig. 4. Clave para subfamilias, géneros y especies de ácaros de la familia Pyroglyphidae encontradas en polvo casero (tomada de Colloff & Spieksma, 1992). \*  $\mu\text{m}$ .

CLAVE PARA LAS ESPECIES DE *Dermatophagoides* ENCONTRADAS EN POLVO CASERO

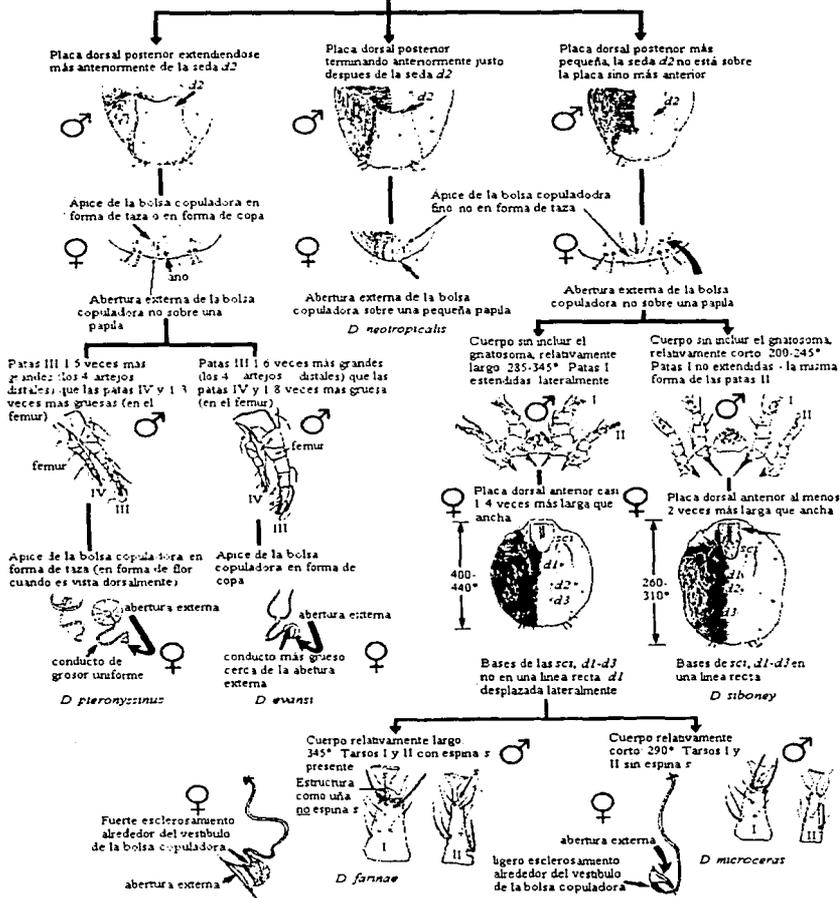


Fig. 5. Claves para las especies de *Dermatophagoides* encontradas en polvo casero (tomadas de Colloff & Spiekma, 1992). \*  $\mu\text{m}$ .

## 5.3 ECOLOGÍA

### 5.3.1 CONCEPTOS GENERALES

#### 5.3.1.1 Distribución, abundancia y diversidad de especies

La distribución, el arreglo de organismos individuales en espacio y tiempo, esta estrechamente ligada con su abundancia (el número de organismos presentes en esta unidad de espacio y tiempo), porque la medida más simple de la distribución es el registro de la presencia o ausencia de una especie, y la determinación de patrones de distribución (regular, azar, agrupado) involucra el conteo de los individuos presentes. Distribución y abundancia no son sinónimos. Esto parecería un punto obvio, pero han sido ocasionalmente mal interpretados como sinónimos por los investigadores de los ácaros del polvo casero. Ellas son variables independientes pero frecuentemente muestran una dirección afín. Frecuentemente, como el patrón de distribución de una especie cambia, también su abundancia lo hace (Begon *et al.*, 1997; Colloff, 1991).

La distribución de las especies de ácaros del polvo casero ha sido evaluada en un nivel global; a nivel regional (*i.e.*, en áreas topográficas o geográficas prescritas); en diferentes hábitats en casa (camas, alfombras y muebles tapizados); y en diferentes partes de un sólo hábitat. El porcentaje de la frecuencia de ocurrencia de una especie representa el número de muestras en las cuales esta especie está presente, dividida entre el número total de muestras, multiplicado por 100. La frecuencia de ocurrencia, o simplemente frecuencia, es también referida en la literatura como "ocurrencia" o erróneamente, como "incidencia" o "prevalencia" (Colloff, 1991).

Los individuos vivos de una especie particular ocupando un área o volumen particular en un tiempo particular forman una población. Las medidas de abundancia usualmente son referidas como la densidad de una especie por unidad de muestra ("concentración de ácaros" y "conteos de ácaros" han sido usados en lugar de densidad por algunos investigadores). El muestreo usualmente provee sólo un estimado del tamaño de la población, no una medida de todos los individuos presentes. Para obtener un estimado preciso y reproducible del tamaño de la población los individuos en cada una de las unidades de muestreo deben ser contadas tan exacto como sea posible, el tamaño de la unidad debe ser constante, representativa del área total bajo estudio y apropiada para el tamaño del organismo y su distribución. La densidad relativa es el número de individuos de una especie particular expresada como un porcentaje del total de organismos en una muestra. La densidad relativa es también referida como "dominancia" (*v.g.*, en la muestra *Dermatophagoides farinae* tiene una dominancia de 25% y *D. pteronyssinus* de 70%) (Colloff, 1991).

Diversidad es la medida de cuantas especies diferentes habitan un lugar particular. En la ecología de los ácaros del polvo casero, la diversidad de especies es usada en su forma más

simple: el número total de especies presentes en una muestra, es decir, sólo las que son residentes genuinas del polvo casero. Las muestras demasiado escasas o demasiado pequeñas podrían subestimar la diversidad de especies porque las especies raras pueden no ser consideradas; mientras que, muestras demasiado grandes pueden sobrestimar la importancia, en términos de frecuencia de ocurrencia, de las especies menos abundantes porque entre más grande sea el tamaño de la muestra, más grande es la probabilidad de que especies raras e individuos vagantes de especies exógenas (y por lo tanto probablemente irrelevantes) sean colectadas (Colloff, 1991).

### 5.3.1.2 El hábitat de los ácaros del polvo casero y sus componentes

La mayoría de los ácaros de la familia Pyroglyphidae habitan en nidos de varias aves y mamíferos, por lo tanto, las especies de esta familia que habitan el polvo casero probablemente evolucionaron de especies nidícolas. Los ácaros piroglifidos normalmente no están en contacto directo con el hombre, sino que ellos sobreviven, se desarrollan y comen en el polvo casero (Hart, 1990).

El polvo casero es la capa de polvo que cubre los pisos, los rincones y la variedad de partículas que han penetrado en camas y cosas tapizadas; las partículas en su mayor parte fluctúan de  $10^{-1}$  a 1 mm. El polvo transportado por aire contiene también partículas más pequeñas pero ellas no se establecen fácilmente (Bordes y Zeylemaker, 1967 in Bronswijk, 1979).

El análisis químico de polvo de un piso heterogéneo mostró un alto contenido mineral y también cantidades significantes de proteínas y carbohidratos, mientras que por otro lado en los colchones el contenido de proteínas es alto y las escamas de la piel son el principal componente (Bronswijk, 1981 in Hart, 1990). El principal constituyente de la dieta de los ácaros del polvo casero se ha considerado que son las escamas de piel humana. Esto no es sorpresa, ya que, dentro de la casa, estos ácaros usualmente son más abundantes en colchones, sofás y otros muebles tapizados, ya que estas son las áreas donde el hombre en ratos de descanso pasa periodos prolongados y son por lo tanto los nichos donde las escamas de piel se acumulan. El polvo casero es una mezcla heterogénea que incluye fibras vegetales (*e.g.*, fibras de algodón, fibras de papel), animales (*e.g.*, fibras de lana) y sintéticas; partículas de sílica y otros minerales, sales, escamas desprendidas de piel humana y animal, fragmentos de comida humana, ceniza, granos de polen, esporas e hifas fungales, heces, fragmentos y cutículas de artrópodos entre ellos ácaros e insectos (Bordes y Zeylemaker, 1967 in Bronswijk, 1979; Hart, 1990; Colloff, 1991). Además, en las camas el polvo casero puede mezclarse, a varios grados, con excreciones/secreciones humanas tales como orina, semen, saliva, heces, moco, cerumen, sangre y sudor. La composición y la densidad, del polvo casero varía considerablemente de acuerdo al sitio de la casa de donde proviene. Las diferencias en la densidad del polvo pueden tener consecuencias importantes para

la elección de las técnicas de muestreo y para la acarofauna que habita el polvo (Colloff, 1991). Actualmente esta bien establecido que esta mezcla heterogénea, la cual varía de acuerdo a la región y la casa, en diferentes sustancias alergénicas presente en el polvo, consiste principalmente de alérgenos somáticos y metabólicos de ácaros y secundariamente de alérgenos derivados de animales domésticos, escamas de piel humana, e insectos domésticos tales como cucarachas. Además esporas o micelios de hongos y otros productos de origen animal y vegetal tales como plumas, lana y fibras naturales pueden ser fuente de alérgenos del polvo (Fain *et al.*, 1990).

### 5.3.1.3 El polvo casero como una biocenosis

El polvo casero es considerado por algunos autores como un ecosistema (Bronswijk, 1969) pero en este trabajo nos referiremos a este como una biocenosis.

El polvo, después de establecerse, provee comida y resguardo para una comunidad dominada por artrópodos y hongos. La cantidad de polvo presente y su composición resulta ser comparativamente estable y depende entre otras cosas, de los hábitos de limpieza de los habitantes humanos de una cierta casa (Bronswijk, 1979).

El polvo casero tiene una dimensión inusual; incluye la capa omnipresente de polvo que cubre virtualmente todo en la casa: pisos, alfombras, rincones, tapizados y las diferentes capas que constituyen la cama (Bronswijk, 1979).

Si comparamos las condiciones físicas en la cama y en pisos secos o húmedos con las fluctuaciones preferidas de los habitantes potenciales del polvo casero, está claro que sobre pisos secos sólo las cucarachas, larvas de pulgas, pececitos de plata, pulgas de polvo, arañas y un número de especies de ácaros y hongos pueden desarrollarse. En las diferentes capas de la cama, la temperatura y la humedad para casi todas las especies conocidas de artrópodos y hongos son suficientes. Pero en la cama, la comida es extremadamente uniforme (*e.g.* algunas veces solamente escamas de piel humana, fibras de algodón y lana), y los intersticios son muy pequeños. Probablemente esto causa la ausencia de los más grandes insectos y los bajos números de ácaros de alimentos almacenados en el polvo de cama (Bronswijk, 1979).

Los artrópodos que viven en el polvo casero están interrelacionados. En adición a la posible competencia por comida y resguardo, las relaciones depredador-presa son obvias. El polvo casero es comido por los ácaros piroglífidos (*Dermatophagoides*, *Hirstia* y *Euroglyphus*). Estos ácaros a su vez son depredados por el ácaro *Cheyletus*, pseudoscorpiones, probablemente por pececitos de plata y pulgas. Otros ácaros, tales como *Glycyphagus* sp., *Chortoglyphus* sp., *Blomia* sp., *Tarsonemus* sp., *Cosmochthonius* sp. y *Amnemochthonius* sp. no son tan abundantes como los ácaros piroglífidos, presumiblemente ellos no devoran totalmente el polvo casero, sino que ellos comen ciertos componentes tales como partículas de comida humana o de mascotas,

micelios o esporas fungales. También estos ácaros son depredados por ácaros, pseudoscorpiones, pulgas del polvo, y probablemente pececitos de plata. En la cima de esta pirámide alimenticia están los ácaros depredadores y los pseudoscorpiones ya que ellos también depredan a las pulgas del polvo (Fig. 6). La estructura de la comunidad de artrópodos en los nidos de aves tiene alguna semejanza con esta del polvo casero (Woodroffe, 1953 in Bronswijk, 1979). En ambos, Pyroglyphidae, y pececitos de plata, ácaros de alimentos almacenados y el depredador *Cheyletus* *eruditus* son comunes.

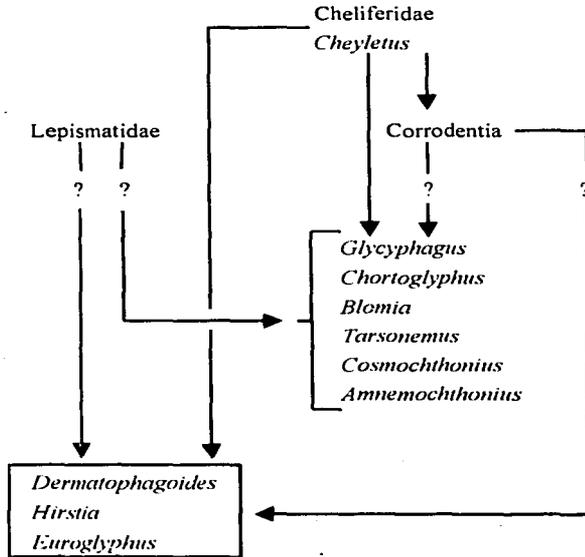


Fig. 6. Una comunidad de artrópodos en el polvo casero, con las relaciones depredador-presa. Los organismos dominantes están encerrados en el rectángulo (Tomado de Bronswijk, 1979).

Pero la diversidad de especies es más alta en los nidos de aves que en el polvo casero de habitaciones humanas. Un número de especies de artrópodos que son comunes en el polvo casero

de habitaciones desde las primeras investigaciones en los Países Bajos (Bronswijk, 1972 in Bronswijk, 1979) incluso son encontrados en los nidos de aves (Bronswijk, 1979).

Los hongos que viven en el polvo casero usualmente son xerofílicos (Lustgraaf, 1978 in Bronswijk, 1979). El piojo del polvo *Liposecelis* sp. y los ácaros *Acarus* sp. y *Glycyphagus* sp. pueden comer de algunos hongos xerofílicos. Las esporas y las hifas que pueden pertenecer a estos hongos fueron encontradas en los canales alimenticios de pececitos de plata, cucarachas y ácaros piroglifidos (Bronswijk, 1979).

### 5.3.2 TÉCNICAS DE MUESTREO DE POLVO CASERO Y DE ESTIMACIÓN DE FRECUENCIA, DENSIDAD Y DIVERSIDAD DE ESPECIES DE ÁCAROS

En esta parte se describen algunos de los métodos más utilizados para muestrear polvo y extraer los ácaros. Adicionalmente se mencionan algunas de las ventajas y desventajas registradas para dichos métodos, estos varían dependiendo del estudio que se quiera llevar a cabo. Algunos de los métodos mencionados se manejan aquí con su nombre en inglés. También se detalla que investigadores los han utilizado basándose en los trabajos consultados.

#### 5.3.2.1 Métodos de colecta de muestras de polvo y ácaros

Se han utilizado muchos métodos de colecta de polvo. Sin embargo, la aspiradora ha sido usada en la mayoría de los estudios. El cepillado se emplea en lugares donde un suministro de energía eléctrica no este disponible y las trampas adhesivas son una nueva técnica que aún no ha sido utilizada ampliamente (Colloff, 1991).

##### 5.3.2.1.1 Método de Platts-Mills y de Weck

El siguiente método fue descrito por Platts-Mills & de Weck en 1988 (in Hart, 1990) en un intento por estandarizar la cuantificación de ácaros y sus alérgenos en muestras de polvo casero:

- “Las aspiradoras usadas para colectar muestras de polvo pueden ser equipadas con un filtro (e.g. lino ó papel de seda), o bien el polvo puede ser colectado directamente en una bolsa de papel.
- El tiempo de muestreo debe ser estandarizado y comúnmente se usa dos minutos (min) / m<sup>2</sup>.
- Los sitios de muestreo deben ser consistentes y de preferencia los siguientes sitios deben ser muestreados separadamente:
  - La superficie superior del colchón (aproximadamente 2 m<sup>2</sup>) debe ser aspirado por dos min a menos que en corto tiempo se tenga una muestra mayor a 200 mg. El muestreo debe ser completamente espaciado en lugar de concentrarlo en una sola área. Si el colchón está

cubierto con plástico, la pijama debe ser muestreada pero los resultados no son directamente comparables con los de los colchones.

- Las muestras del suelo deben ser colectadas en un área de 1 m<sup>2</sup> en el dormitorio inmediatamente a los lados y debajo de la cama.
- En la sala (el cuarto más ocupado después del dormitorio, pero no la cocina) la alfombra debe ser muestreada en un área expuesta suficientemente grande (1 m<sup>2</sup> por dos min). Las muestras pueden también ser obtenidas de muebles tapizados, pero los resultados pueden ser diferentes a los de las alfombras.
- Otras técnicas alternativas para la obtención de muestras de polvo consisten en sacudir las cobijas en una bolsa de plástico, usar un cepillo para "barrer" superficies de otras partes, y raspar las superficies planas más altas que el nivel del piso en una pieza de cartulina firme, pero estas son menos efectivas que el aspirado.

Hart (1990) opina que las comparaciones del número de ácaros y alérgenos en muestras colectadas por varios investigadores, se podrían facilitar mucho si el muestreo fue estandarizado como se esboza en párrafos anteriores. El único parámetro que no se ha considerado en este método y que podría afectar los números de ácaros, y dificultar las comparaciones, es la fecha del muestreo. Puesto que los números de ácaros del polvo casero fluctúan de acuerdo a la estación, las muestras de polvo colectadas a diferentes tiempos del año pueden variar grandemente en la abundancia de los ácaros. Además recomienda que las muestras de polvo se tomen, si es posible, al final del verano o a principios de otoño, y que la fecha de muestreo siempre se especifique.

En ocasiones se requiere una muestra de polvo simplemente para coleccionar ácaros para cultivos, más que para análisis cuantitativos, las guías anteriores son útiles, pero no es absolutamente necesario seguir las áreas y tiempos de muestreo recomendadas. El polvo de colchones podría normalmente proveer la fuente más rica de ácaros piroglifidos del polvo ya que el de pisos de salas es más probable que contenga ácaros no-piroglifidos, tales como Glycyphagidae y Acaridae (ácaros de productos almacenados) (Colloff, 1987b; Hart, observaciones personales in Hart, 1990).

Los diferentes métodos de colecta producen marcadamente diferentes resultados. Blythe *et al.* en 1974 (in Colloff, 1991) afirmaron que "un examen de la estructura de las poblaciones de ácaros revelada por dos métodos aspirado y cepillado trajo a la luz serias discrepancias ..... comparado con las muestras de aspiradora, las muestras cepilladas mostraban una pronunciada inclinación a favor de los estadios grandes".

En 1981 Abbott *et al.* (in Colloff, 1991) tomaron muestras de áreas adyacentes de alfombras y colchones, encontraron que la media geométrica del número de ácaros/m<sup>2</sup> de colchón fue 95 veces menor, y la de alfombras 24 veces menor, cuando era estimada por cepillado que por

aspirado. La elección de la técnica de colecta puede también influenciar estimados de la diversidad de especies; Stenius y Cunnington (1972 in Colloff, 1991) encontraron que el cepillado de colchones reditúo en especies de Pyroglyphidae, Acaridae, Glycyphagidae y Cheyletidae, mientras que el aspirado únicamente en las especies de piroglifidos *D. pteromyssinus*, *D. farinae* y *Euroglyphus maynei* (Cooreman). Con lo anterior, es claro que no es valido comparar datos cuantitativos de estudios en los cuales se utilizó el aspirado contra los obtenidos por cepillado (Colloff, 1991).

#### 5.3.2.1.2 "Heat escape method"

Con el "heat escape method" el reverso de una alfombra o la pieza de una tela es calentado lentamente y los ácaros son conducidos lejos de la fuente de calor porque les reduce la humedad, y son atrapados en una pieza de plástico adhesivo cargado por abajo de la superficie de la tela. El plástico puede ser despegado y los ácaros contados directamente bajo un microscopio estereobinocular sin más pasos preparativos. En piezas de alfombras a las que se les colocó ácaros, el 65% fueron recuperados. La técnica está limitada para usarse en telas que pueden ser manipuladas por ambos lados (Colloff, 1991).

#### 5.3.2.1.3 "Mobility test"

El "mobility test" es el mismo que el "heat escape method" excepto que no se utiliza calor, de modo que el plástico adhesivo se deja *in situ* por 24 h. En 1986 Bischoff *et al.* (in Colloff, 1991) recuperaron 8-30% de los ácaros sembrados en tela usando el "mobility test".

#### 5.3.2.1.4 Modificación del "heat escape method"

Tovey (comunicación personal in Colloff, 1991) ha desarrollado una modificación del "heat escape method" para permitir la colecta de ácaros de telas que no pueden ser manipuladas por ambos lados, tales como alfombras ajustadas y colchones. Una botella de agua caliente o una bolsa de plástico es llenada con agua caliente (ca. 40°C) (las bolsas encontradas en el interior de las cajas de vino son particularmente útiles para esto), la bolsa es colocada sobre una pieza de cinta adhesiva de 100 cm<sup>2</sup> y es cubierta. La trampa es dejada hasta por 12 h, usualmente durante la noche. Con este método los ácaros se mueven hacia el calor porque es lo suficientemente ligero para no disminuir substancialmente la humedad y lo suficientemente caliente para incrementar su movilidad. Bischoff y Fischer (1990 in Colloff, 1991) encontraron que su técnica daba estimados considerablemente más altos de la densidad de ácaros, que los que son conseguidos por el muestreo de aspirado; en una instancia el número de ácaros extraído de un abrigo fue 150 veces más que los obtenidos con el aspirado. Ellos también encontraron que el "heat escape method"

recuperaba 19, 000 ácaros de una chaqueta un año después de que la prenda había sido lavada en seco, mientras que el aspirado sólo recuperó 50 ácaros; el mismo número que había estado presente antes del lavado en seco. El "heat escape method" parece ser una vía mucho más precisa de estimar las tasas de recolonización de ácaros. Un año después de que los colchones habían sido tratados con un acaricida, Bischoff y Fischer encontraron poblaciones de ácaros de entre 5.5 y 8% del tamaño de las poblaciones antes del tratamiento, mientras que el muestreo con aspirado indicó que la recolonización no había tomado lugar (Colloff, 1991).

Parecería que el "heat escape method" y la modificación de Tovey, puede proveer estimaciones más exactas del tamaño actual de la población de ácaros vivos que el aspirado o el cepillado y ha servido para resaltar las limitaciones de estos métodos. El número de ácaros puede ser cuantificado por unidad de área y es simple de usar. La única desventaja obvia es que la técnica probablemente no es muy buena para muestrear huevos de los ácaros porque ellos no son móviles, sin embargo, estos pueden ser subsecuentemente removidos del sitio de muestreo por aspirado. El desarrollo de las técnicas de trapeo vivo podrían, con esperanza, llevar a una reevaluación radical de la metodología para el estudio de la ecología de los ácaros del polvo casero, porque abre las posibilidades de usar marcaje-recaptura para estimar el tamaño de la población (Colloff, 1991).

El uso de aspiradora no es necesariamente un método ineficiente para recuperar ácaros muertos y alérgenos; Wassenaar (1988 in Colloff, 1991) reportó que el aspirado con un limpiador con una cabeza de cepillo rotatorio por cinco min/m<sup>2</sup>, recuperó casi todo el conjunto de alérgenos de alfombras.

El método de estandarización de Platts-Mills & de Weck fue utilizado en un estudio realizado por van der Hoeven *et al.* (1992) y en el de Barnes *et al.* (1997). Pero, la mayoría de los investigadores utilizan sus propios tiempos de muestreo así como de métodos de obtención de las muestras de polvo. La aspiradora portátil (*e.g.*, Spieksma *et al.*, 1967; Bronswijk *et al.*, 1971; Bischoff *et al.*, 1992; Hay *et al.*, 1992; Colloff, 1992; Barnes *et al.*, 1997; Casanueva (com. pers.); Cuervo (com. pers.)), la aspiradora con algún adaptador diseñado por ellos mismos (*e.g.*, Wharton, 1976; van der Hoeven *et al.*, 1992;) o las trampas de polvo o adhesivas (*e.g.*, Colloff, 1992; Rosas (com. pers.)) al parecer son los más usados. El "mobility test" y el "heat escape method" con sus modificaciones han sido evaluados por Bischoff *et al.*, (1992) y por Colloff (1991) aunque, Bischoff *et al.*, (1992) los consideran como métodos de extracción.

En adición a los métodos de colecta de muestras de polvo casero tuvimos conocimiento de un aparato llamado ciclón de superficie que es un muestreador portátil de succión para coleccionar partículas secas o propágulos microbianos de una amplia variedad de superficies. El ciclón de

superficie (Burkard cyclone surface sampler "Patente No. 9106335.4") está diseñado para coleccionar partículas de tamaño por debajo de micrones. Las partículas son muestreadas a través de un orificio de tres por nueve mm o uno por nueve mm dentro de un ciclón con un flujo tangencial reverso, adaptado con un tubo colector removible. El asa plástica acomoda el orificio controlando el aire completamente a 16.5 litros por minuto. Es necesario el uso de una bomba de aire que sea capaz de operar a una presión de aspiración de 7 pulgadas de mercurio (c180mm) de presión diferencial. Se menciona un alto éxito de recolecta de ácaros con este aparato (Rosas, com. pers.). Pero, también recibimos información de que con este aparato la tasa de colecta de ácaros es mínima (Casanueva, com. pers.). Yo tuve la oportunidad de utilizar un par de veces el ciclón de superficie para coleccionar polvo, pero la recolección de ácaros fue mínima. Sin embargo, me sirvió para darme cuenta de algunas ventajas y desventajas como las siguientes: con este aparato se obtiene una muestra de polvo muy rápido y directamente en un tubo de plástico pequeño, como los tubos son del mismo tamaño podemos tener la medición de la cantidad de polvo obtenida; como el orificio no permite la entrada de partículas grandes regularmente se obtiene polvo fino; el ciclón es fácil de usar y de limpiar por sus piezas desmontables. Sin embargo, encontré que el ciclón se tapa con mucha frecuencia, la muestra de polvo en el tubo se obtiene demasiado rápido y sólo se alcanza a cubrir una superficie grande utilizando varios tubos lo cual implica que se invierte más tiempo. Lo anterior puede haberse originado por que no se siguió un programa de muestreo ya que estas muestras se tomaron de manera informal, por lo que no podemos evaluar si el aparato es apropiado o no para la colecta de ácaros, quizá sea interesante llevar a cabo un estudio detallado en el que se trate de ver la eficiencia de este aparato para la obtención de ácaros.

Otro método que creemos puede ser muy útil para obtener ácaros de ciertas superficies son las micras o trampas adhesivas. Rosas (com. pers.) y Montiel-Parra (com. pers.) observaron varios ácaros cuando revisaban las micras al microscopio. Esta puede ser otra alternativa que al parecer no ha sido muy utilizada para la obtención de ácaros. Las micras facilitan el conteo y con un buen aumento en el microscopio estereoscópico pueden identificarse sin haberse montado (Montiel-Parra, com. pers.). Además tiene la ventaja de que los ácaros quedan atrapados sin poder moverse y que se conoce el área de la mica.

Recientemente de la compañía Indoor biotechnologies puso a la venta el colector de ácaros (MITEST dust collector) el cual es un dispositivo de plástico moldeado con un colector interior de polvo el cual es apropiado para el tubo colector de la aspiradora. Después de la colecta se coloca una tapa en la base del colector (Chapman, 2001b). En un principio este dispositivo fue creado para ser utilizado junto con el kit de pruebas rápida (ver sección 5.5.3.5), es decir, para tomar muestras y diagnosticar la presencia de alérgenos de ácaros piroglifidos, pero nosotros creemos que puede ser de gran utilidad en estudios ecológicos para lo cual tendrían que hacerse

ciertas pruebas para evaluar su efectividad, de hecho ya se vende por separado. Con el colector de ácaros la colecta y extracción queda dentro de un sólo dispositivo, los filtros son reemplazables y varios sitios pueden evaluarse con un sólo colector, la muestra puede ser expresada por peso o por unidad de área y el costo es relativamente accesible.

### 5.3.2.2 El programa de muestreo

Hay tres principales tipos de estudio que involucran el muestreo de polvo casero: listado, fluctuaciones de población y pruebas de erradicación de ácaros. Los listados usualmente involucran tomar una sola serie de muestras de camas, alfombras y/o muebles tapizados en muchas casas dentro de una o más localidades geográficas, mientras que los estudios de fluctuación de población y las pruebas de control de ácaros involucra muestreos repetidos del mismo objeto, sobre un periodo de semanas o meses, en un número relativamente pequeño de casas. El diseño de un programa de muestreo repetido necesita ser diferente de uno con muestras únicas, porque la estadística usada para el análisis de medidas simples y repetidas es diferente. Cuando uno desea observar el efecto, por ejemplo, un acaricida sobre las poblaciones de ácaros del polvo casero sobre un periodo de tiempo, el programa de muestreo tiene que ser diseñado para asegurar que el muestreo, por si mismo no reduzca significativamente el tamaño de las poblaciones, obscureciendo así los efectos del acaricida. El muestreo de ácaros del polvo casero siempre involucra remoción permanente de los ácaros del hábitat ya que ninguna técnica de marcaje-recaptura para la estimación del tamaño de la población ha sido aún desarrollada. La reducción de la población debida al muestreo puede influir en las pruebas de erradicación de ácaros y no siempre es fácil de detectar. Si al final de una prueba el número de ácaros en las casas del grupo control han sido significativamente reducidos, esto podría explicarse por la influencia del muestreo, por un declive natural de la población, por un inesperado efecto detrimental de una preparación placebo (si se usa) o por la intervención no declarada de un paciente (*e.g.* alguno en el grupo control ha aspirado su colchón) (Colloff, 1991).

El muestreo de los ácaros del polvo es un procedimiento en el que el investigador tiende a imponer su presencia. Sin embargo, mucho de esto es deseable para conducir un listado preliminar para determinar un programa de muestreo apropiado o tamaños de muestras, sin embargo, esto no siempre puede ser posible: uno confía en la buena voluntad y en la paciencia de los voluntarios, y raramente tiene la opción de regresar al sitio de muestreo cuando uno desea (Colloff, 1991).

### 5.3.2.3 Tamaño y forma de las unidades de muestreo y unidades de medición: área, peso y volumen

Con el muestreo de aspirado, varios tamaños han sido empleados. Por ejemplo, Carswell *et al.* (1982 in Colloff, 1991), usaron un cuadrado de 600 cm<sup>2</sup> para colchones. Korsgaard (1983 in Colloff, 1991) muestreo toda el área superior de los colchones en dos min, mientras que Colloff (1987a in Colloff, 1991) uso un patrón de muestreo en zig-zag el cual barria toda la superficie superior de los colchones, pero removió ácaros de un total de 0.25 m<sup>2</sup> de ella. Este último método permite repetir el muestreo de la misma área general, pero con un riesgo mínimo de reducción producida por el hombre en la densidad de ácaros, porque exactamente la misma área dentro del área general nunca es cubierta dos veces (Colloff, 1991). Esto es lo que plantea Hart con el método de Platts-Mills y de Weck (1988 in Hart, 1990) para tratar de estandarizar, lo esencial es seguir un programa ya sea como este u otro diseñado por el propio investigador pero siempre especificarlo

El polvo de diferentes substratos varía ampliamente en densidad física: el de pisos contiene partículas pequeñas ásperas y de arena, mientras que el de colchones consiste principalmente de escamas de piel, que tienen una densidad muy baja. Estas diferencias pueden conducir a datos engañosos si el número de ácaros de muestras de polvo de colchones y alfombras, expresadas por unidad de peso son comparadas (Colloff, 1991).

Es difícil tomar muestras de diferentes lugares (*i.e.* colchones, sillas tapizadas) y tratar de comparar los resultados de una manera comprensible ya que la topografía de cada uno de estos objetos es muy diferente. Es probable que el microclima en cada uno sea diferente y así también la distribución y la abundancia de los ácaros. Para tratar de estandarizar esto la opción fácil es muestrear tanto de la superficie del área como sea posible en un tiempo establecido y expresar el número de ácaros o de especies por unidad de peso de polvo removido pero, ¿es esto una estrategia válida? (Colloff, 1991).

La topografía de un colchón es, en una primer apariencia, engañosamente simple: un rectángulo en tres dimensiones, que consiste de resortes y materiales de tela, o espuma "de goma" cubierta con tela, con costuras y botones. ¿Pero de donde debe uno tomar la muestra – de los lados, la superficie horizontal, o ambas?, porque si las muestras son tomadas de la superficie, y el colchón es volteado a intervalos irregulares por el propietario, ¿que efecto podría tener esto en las poblaciones de ácaros?, y ¿podrían los datos de las muestras de colchones que son regularmente volteados ser comparables con los de colchones no volteados? Como hace uno para tomar en cuenta las costuras y los botones – Blythe (1976) mostró que había grandes densidades de ácaros en áreas inmediatamente adyacentes a las costuras que en otra parte del colchón. Esta serie de cuestiones han sido evadidas o ignoradas por los investigadores de los ácaros del polvo casero.

En su mayor parte ellos han elegido unidades de muestreo como peso del polvo, no porque crean que son los métodos más apropiados científicamente sino porque requieren menos esfuerzo de estandarización (Colloff, 1991).

En la mayoría de los estudios las densidades de ácaros son expresadas como el número de individuos por unidad de peso de polvo, sin embargo, esto no toma en consideración el peso total del polvo colectado. La tabla 6 muestra un ejemplo de las dificultades en la cuantificación de ácaros del polvo con respecto a estas variables. Esto tiene implicaciones importantes, no sólo en estudios ecológicos de ácaros del polvo, sino también en estudios clínicos donde las comparaciones de exposición a alérgenos entre pacientes puede ser influenciado por diferencias entre casas en la cantidad de polvo colectado. Esta cuestión no ha sido dirigida por muchos investigadores (Blythe, 1976; Ishii *et al.*, 1979 in Hart, 1990) y puede ser digno de más investigación.

**Tabla 6.** Muestras de cuadrados de 10 cm de un chalet de vacaciones (South Wales, Marzo 1975). \* Representa el promedio de tres muestras. A partir de Blythe (1976).

Sitio muestreado	Peso del polvo (mg)	Ácaros (por 100 cm <sup>2</sup> )	Ácaros (por 100 mg de polvo)
Colchón *	3.5	9.7	276.0
Alfombra junto al colchón	189.4	32.0	16.9

El argumento sobre si las unidades de peso o las unidades de área son más apropiadas para la expresión de la densidad de ácaros o concentraciones de alérgenos en muestras de polvo tomadas por aspirado es crucial para la práctica de la ecología de los ácaros del polvo casero. Esto descansa sobre si o no el número de ácaros extraídos del polvo por aspirado son dependientes o están relacionados a la cantidad de polvo presente en el substrato. En otras palabras, ¿hay alguna equivalencia entre el número de partículas de polvo removidas por el aspirado y el número de ácaros o cantidad de alérgenos?. La respuesta simple es que para los ácaros muertos y las heces hay alguna relación; son, esencialmente, componentes del polvo mismo y probablemente son removidos con similar facilidad como cualquier otro componente. Pero para los ácaros vivos no hay ninguna relación: tienen un pulvilo como ventosa al final de las patas, el cual les provee con una muy buena agarradera en el substrato, haciéndolos más difícil de remover que los ácaros muertos (Colloff, 1991).

La tabla 7 resume las ventajas y desventajas de usar unidades de peso y de área. De estos puntos, el más significativo concierne al uso de unidades de peso para datos derivados de

muestreos repetidos durante el curso de una prueba de campo o una prueba clínica de control de ácaros del polvo casero. sólo por sentido común es recomendado que para estudios que

**Tabla 7.** Ventajas y desventajas de expresar la densidad de los ácaros por unidad de peso y por unidad de área (Tomada de Colloff, 1991).

Unidad de peso (no./g de polvo)	Unidad de área (no./m <sup>2</sup> muestreado)
Fácil de usar en el muestreo de objetos con topografía marcadamente diferente. e.g., sofás y alfombras.	Requiere del establecimiento de un área a ser muestreada, e.g. para usar en un cuadrado.
La comparación de datos tomados de sustratos que contienen polvo de diferentes densidades da resultados engañosos.	Muestras de sustratos con diferentes densidades de polvo más comparables.
El uso es válido para muestreo repetido cuando el conjunto de polvo ha sido añadido o consumido (e.g. en pruebas clínicas de control de ácaros).	Válido para usar en programas de muestreo repetido.
La mayor parte de los estudios han usado unidades de peso, así estos datos pueden ser fácilmente comparados.	Pocos estudios han usado unidades de área, así la comparación con otros estudios es más difícil.
Solo pueden ser usados para muestras tomadas con aspiradora.	Puede ser usado para muestras tomadas por cualquier método.

involucren mediciones repetidas de la densidad de la población de ácaros o de la concentración de alérgenos en la misma casa o sustrato, y en el cual las alteraciones al polvo cargado, por el aspirado, la adición de grandes cantidades de acaricidas o soluciones de limpieza (como se usa en el aspirado húmedo), o incluso el muestreo de polvo grueso, los datos deben ser expresados por unidad de área y no por unidad de peso (Colloff, 1991).

La pregunta ha sido formulada "¿por qué, si la expresión de números de ácaros o concentraciones de alérgenos por unidad de peso de polvo es inapropiada, vemos estadísticamente correlaciones significativas entre valores expresados de esta manera y otros factores bajo investigación?". Para las densidades de ácaros la respuesta descansa en parte en el hecho de que la determinación diferencial del número de ácaros vivos y el número de ácaros muertos raramente ha sido llevada a cabo. La eficiencia de la colecta de ácaros muertos es mucho más alta que la de ácaros vivos porque los ácaros muertos no tienen un método activo de adherirse al sustrato, y probablemente son extraídos con la misma eficiencia a otras partículas de tamaño similar de material no vivo en el polvo. Takaoka & Okada (1984 in Colloff, 1991) muestran estadísticamente correlaciones significativamente positivas entre la densidad total de

ácaros (muertos y vivos) por unidad de peso y densidad de ácaros por unidad de área, demostrando así una relación área-peso.

#### **5.3.2.4 Extracción de ácaros de muestras de polvo para identificación y cuantificación**

Como con el muestreo de polvo, se han descrito muchos métodos para la extracción de ácaros a partir del polvo casero. Algunos de estos han sido revisados por Wharton (1976), Saint-Georges-Grèdelet (1975 in Hart, 1990; Colloff, 1991) y Bronswijk *et al.* (1978 in Hart, 1990; Colloff, 1991). Son cuatro tipos básicos: suspensión, flotación, sedimentación y extracción por calor (Colloff, 1991). Todos tienen ventajas y desventajas dependiendo del equipo y tiempo disponible, o si es requerido un análisis cuantitativo o cualitativo. Los estimados de las eficiencias de extractivas de estas técnicas fluctúan entre 60-90%, sin embargo estas técnicas pueden ser muy complicadas y usualmente requieren múltiples pasos de tamizado, centrifugación, flotación o filtración. Estas técnicas frecuentemente también son extremadamente laboriosas, lo que puede ser un problema considerable si un gran número de muestras requieren análisis, como es el caso en exámenes clínicos de polvo (Hart, 1990). Encontramos que en algunas revisiones utilizaban el embudo de Berlese modificado (Wharton, 1976; Bronswijk & Sinha, 1971) aunque al parecer este método está completamente en desuso para este tipo de ácaros. La intención aquí es mostrar con detalle algunas técnicas de extracción y resaltar las ventajas y desventajas de los dos métodos de uso más común: flotación y suspensión. Así como mencionar los investigadores que han utilizado estos métodos.

##### **5.3.2.4.1 Método de flotación**

Fain y Hart describieron esta técnica rápida y sencilla usando la diferencia de densidades entre el etanol y el NaCl saturado (Fain & Hart, 1986; Hart & Fain, 1987).

Este método fue descrito para la extracción de ácaros y otros microartrópodos de varios medios. Esta técnica es muy simple y extremadamente eficiente, entre 90 y 100% de los ácaros son extraídos. No se requiere de tamizado, centrifugación o filtración, no se usa ningún ingrediente tóxico, sólo se requiere de etanol (alcohol etílico) al 80% y una solución acuosa saturada de NaCl (Fain & Hart, 1986).

La impregnación de los ácaros con etanol al 80% disminuye significativamente su densidad, esta disminución es fácil de demostrar usando una muestra alcohólica de ácaros de un embudo de Berlese. Si en esta muestra removemos el alcohol sobrenadante y lo reemplazamos por agua de la llave, en la cual los ácaros normalmente se van al fondo, observaremos que cerca del 90% de los ácaros se levantan instantáneamente a la superficie del agua. Si la solución acuosa saturada de NaCl es usada en lugar del agua el porcentaje de ácaros que flotan se incrementa y alcanza 95-100%. Sin embargo, usando este método para la extracción de ácaros del polvo se

observa que no sólo flotan los ácaros vivos sino también los ácaros muertos y algunas exuvias, estas últimas generalmente flotan debajo de la superficie, en la mitad superior del líquido salino (Fain & Hart, 1986). Parece que el etanol no sólo penetra el cuerpo, sino también algunas extensiones de las membranas de los ácaros. La densidad de los ácaros impregnados de etanol es probablemente cercana a la del etanol (Fain & Hart, 1986).

Al agregar el NaCl saturado (densidad = 1.2) a los ácaros impregnados de etanol (densidad  $\pm 0.86$ ) se obtiene el equivalente de densidad 1.34, lo cual explica la alta eficiencia de extracción del método (Fain & Hart, 1986).

Las muestras secas (polvo casero, cultivo de ácaros en laboratorio, etc.) de 0.1 g de ácaros libres de cualquier material son colocados en tubos cilíndricos de vidrio de 12 cm x 3 cm y se añade 80 ml de etanol al 80% a cada tubo, durante cuatro horas que es el tiempo mínimo necesario para la impregnación de etanol, sin embargo una impregnación de 24 horas es más conveniente según los propósitos. Después de 24 horas, el etanol es cuidadosamente decantado, sin alterar el sedimento, y se examina en un microscopio de disección. Luego se añade a cada tubo 80 ml de NaCl saturado y transcurridos 10 min cada muestra es decantada en cuatro cajas de petri pequeñas. Durante esta operación el vial es ligeramente girado para remover los ácaros adheridos a las paredes. La primera caja contiene casi todos los ácaros, la segunda contiene unos pocos ácaros o partículas de ácaros, la tercera representa la base de la muestra y generalmente no contiene ácaros (Fain & Hart, 1986; Hart & Fain, 1987).

**Recapitulación:** Esta técnica involucra remojar 0.1 g de muestra de polvo por al menos cuatro horas en alcohol al 80% en un tubo de vidrio (12 x 3 cm). Después de este tiempo el alcohol se vierte fuera con un mínimo movimiento del sedimento y luego se añaden 80 ml de NaCl saturado después de 10 min la muestra es decantada dentro de una pequeña caja de petri y se examinan los ácaros que flotan en la superficie. Los ácaros pueden ser removidos del NaCl saturado con una aguja fina y se lavan con alcohol al 80% antes de montarlos en portaobjetos para la identificación y cuantificación (Hart, 1990).

La flotación involucra explotar la diferencia en densidades de los ácaros del medio acuoso en el que están sumergidos. Los ácaros flotan en la superficie, quedándose concentrados ahí, y pueden ser removidos. Otra cualidad es el hecho de que sólo muy pocas partículas flotan en la superficie de la solución salina, así que es fácil contar y remover los ácaros (Fain & Hart, 1986). La mayor desventaja de la técnica de flotación es que tiene relativamente baja eficiencia de extracción. A pesar de que demandaban eficiencias de hasta 97%, sólo tres de las muestras examinadas por Hart y Fain (1987) eran polvo casero. El resto era material de madrigueras de mamíferos y cultivos de ácaros de laboratorio, ninguno de los cuales tiene las características particulares del polvo casero. Colloff, usando su técnica, encontró una media geométrica de

eficiencia de extracción para 33 muestras de polvo casero de sólo 27% (fluctuación 3-88%). La técnica fue más eficiente para muestras que pesaban menos de 100 mg que contenían poco o nada de material fibroso, pero los ácaros quedan atrapados en el polvo y permanecen en el sedimento o se pegan en las paredes de los recipientes cuando el sobrenadante fue vertido fuera. Adicionalmente, cantidades de partículas de polvo fino flotan en la superficie junto a los ácaros. Sakaki *et al.* (1991 in Colloff, 1991) también mencionaron bajas eficiencias de extracción del sobrenadante (media 32%) el que ellos mejoraron hasta 92% por la flotación completa de la solución y los lados del recipiente, pero este procedimiento va en contra de la principal ventaja del método de flotación: es relativamente rápido y la separación automática de los ácaros del polvo suspendido.

Este método ha sido utilizado por Bischoff *et al.* (1992) y van der Hoeven *et al.* (1992) quien especifica que sigue el método de Hart y Fain pero en lugar de NaCl saturado usan agua desmineralizada.

#### 5.3.2.4.2 Método de tamizado y centrifugación

Otro de los métodos frecuentemente utilizado para la extracción de los ácaros es el de Spieksma & Spieksma-Boezeman (1967) con el cual también se han obtenido cantidades considerables de ácaros pero involucra un mayor número de pasos:

- La cantidad de polvo inspeccionado para ácaros.

Una porción de cinco g parece ser una cantidad apropiada considerando la cantidad mínima de material colectado con una aspiradora y la capacidad del equipo para el tamizado. No hay que olvidar que debido a las grandes diferencias en la composición de muestras de polvo de varias casas una porción de cinco g de una casa puede diferir considerablemente de una porción de cinco g de otra casa con respecto a lo voluminoso. Estas diferencias en composición pueden seguramente tener influencia sobre el número de ácaros determinados en una muestra. Sin embargo, el peso es el único criterio apropiado para precisar la cantidad de una porción de una muestra de polvo casero.

- Tamizado seco de una porción.

El tamizado de una porción de cinco g de polvo casero para separar el material grueso y las partículas finas del polvo es llevado a cabo bajo circunstancias secas para evitar que se hagan marañas o bolas de las fibras constituyentes, las cuales impiden una separación exitosa.

El aparato de tamizado da varios movimientos circulares a los tamices sin girarlos, con una frecuencia de alrededor de 125 rpm (revoluciones por minuto). El tamizado toma una hora, pero después del primer y segundo cuarto de hora se detiene el tamizado y el material del polvo

es apartado, porque tiende a expandirse sobre la superficie del tamiz y a adherirse aún sin movimiento.

Usando sólo dos tamices (2.4 y 0.075 mm) se logra una buena separación del material fino y grueso. La fracción restante es la que se inspecciona para ácaros; la pérdida es de alrededor del 3%.

- Suspensión de la fracción de polvo en ácido láctico y centrifugación.

En un beaker se agregan  $\pm 160$  ml de ácido láctico al 90% (s.g.  $\pm 1.2$ ) a la fracción restante del polvo. Para acelerar el proceso de hinchazón de los ácaros y para volver el ácaro menos viscoso, la suspensión es calentada hasta que hierva mientras se agita regularmente.

Como se mencionó arriba, las gravedades específicas de los diferentes constituyentes del polvo casero difieren tan poco, por lo que pocas veces se obtiene una buena separación de los ácaros únicamente por gravitación. Por esta razón, la suspensión es vertida después de hervir en tubos para centrifuga, para hacer que el material del polvo se asiente y los ácaros floten.

La centrifuga es operada con mínima aceleración, así durante cinco min la fuerza centrifuga sube gradualmente hasta  $300 \times g$ . Transcurrido el tiempo la corriente es apagada, pero el freno no es usado para detener el aparato; le toma al aparato alrededor de siete min detenerse por si mismo.

Sin embargo, parece que muchos de los ácaros se asientan junto con el material del polvo. Por lo tanto, es necesario repetir el procedimiento de centrifugación. Después de que el fluido sobrenadante ha sido decantado, el sedimento es suspendido otra vez y se recomienza la centrifugación; esto se repite tres veces. Para hinchar a los ácaros no es exclusivo el uso del ácido láctico; cualquier solución con una gravedad específica de 1.2 puede ser apropiada, por ejemplo una solución saturada de NaCl.

Después de centrifugar cuatro veces, entre el 70 y el 90% de los ácaros son aislados dependiendo de la estructura del material del polvo.

- Aislamiento del sobrenadante y colecta de los ácaros.

Después de centrifugar, el fluido sobrenadante que contiene a los ácaros es decantado a un papel filtro en un embudo-Buechner. El fluido pasa hacia un matraz con el objetivo de reducir la presión. Los ácaros se quedan en el papel filtro el cual es examinado bajo un microscopio estereoscópico de disección. Con una aguja fina los ácaros son colectados y llevados a una gota de ácido láctico en un portaobjetos para su examinación en un microscopio compuesto.

Se requiere un poco de entrenamiento para reconocer los pequeños ácaros blanquecinos entre las inevitables partículas de polvo en el papel filtro.

### Recapitulación.

1. Una porción de cinco g en estado seco es tamizada a través de dos tamices (malla 2.4 mm y 0.075 mm), con dos interrupciones, durante una hora tres fracciones son separadas de este modo.

2. La fracción media es hervida en ácido láctico al 90%

3. La suspensión es centrifugada cuatro veces; una vez en ácido láctico y tres veces en solución saturada de NaCl. El aparato es operado a baja aceleración (300 x g). El freno no se usa para detenerlo.

4. El fluido sobrenadante es pasado a través de un papel filtro en un embudo Buechner; los ácaros quedan detrás.

5. Los ácaros son colectados bajo un microscopio de disección.

El método de tamizado ha sido utilizado con frecuencia (Wharton, 1976; Cuervo (com. pers.)). Bronswijk & Sinha (1971) mencionan el método modificado por Larson. Sin embargo, para Wharton el método de sedimentación de Newell modificado por Furumizo (1973 in Wharton, 1976) es el mejor en cuanto a resultados.

#### 5.3.2.4.3 Método de suspensión

La extracción por suspensión involucra colocar la muestra de polvo en ácido láctico, etanol o una solución de cloruro de sodio usualmente en una caja de petri, humedeciendo y dispersando las partículas y decolorando (en el caso de la suspensión en ácido láctico hay que calentarla). Los ácaros son removidos bajo un microscopio estereoscópico. Las desventajas pueden ser el tiempo consumido, especialmente si hay gran cantidad de ácaros, aunque hay vías de minimizar esto, por ejemplo virtiendo la suspensión en una caja de petri nueva y examinando la capa que permanece en la primera caja. Los ácaros son removidos y el proceso repetido con otra caja nueva hasta que todo el fluido haya sido examinado. Este método es más rápido y más seguro que examinando toda la muestra en una sola caja, como lo hizo Saint Georges-Grèdelet (1975 in Colloff, 1991) quien menciona que están menos distantes las partículas por unidad de área en una capa de fluido que en una caja llena y los ácaros son mucho más fácilmente visibles. La mayor ventaja de las técnicas de suspensión son que la muestra entera puede ser examinada, y si se hace correctamente, se consigue una alta eficiencia de extracción. También una buena descripción puede ser obtenida de la composición de la muestra de polvo: el tamaño y consistencia de las partículas, la presencia de diferentes tipos de fibras y otros componentes tales como plumas y polen. La técnica de suspensión resulta en pocas pérdidas de ácaros debido a la transferencia de diferentes recipientes porque el contenido de cada uno de los recipientes es examinado completamente después de cada transferencia (Colloff, 1991).

Arlian *et al.* (1982 in Colloff, 1991) describieron una técnica de suspensión modificada con la cual 50 mg de muestras de polvo eran suspendidos en NaCl saturado con detergente, tamizando en húmedo sobre una malla de 45  $\mu\text{m}$  y decolorando con cristal violeta, la cual actúa sobre las partículas de polvo pero no sobre los ácaros. Esta técnica tiene la ventaja sobre la suspensión en ácido láctico en que los ácaros vivos no se mueren y se puede hacer una evaluación muy exacta de los ácaros vivos y muertos (Colloff, 1991).

Cada procedimiento de extracción difiere en la eficiencia con la que los ácaros son extraídos, generalmente hay una relación inversa entre la cantidad de tiempo y esfuerzo requeridos por el método y la eficiencia de extracción. Es deseable determinar la eficiencia de extracción (número de ácaros encontrados dividido entre el número actualmente presente en la muestra) de una técnica al inicio de un estudio. Adicionalmente, la eficiencia de extracción varía de acuerdo a las especies y estadios del ciclo de vida de los ácaros. Las eficiencias de extracción para ácaros intactos del mismo estadio son siempre más altas que para ácaros dañados y la eficiencia incrementa con el tamaño de los ácaros. No hay correlación significativa entre la eficiencia de extracción y la abundancia relativa de cada estadio. Los estadios más pequeños y especímenes dañados se recuperan menos eficientemente que los estadios más grandes y los especímenes intactos. Los errores experimentales de esta serie tienen implicaciones obvias para la ecología de poblaciones, especialmente los estudios de estructura de edades de las poblaciones. Fue sorprendente encontrar que las eficiencias de extracción de *Tarsonemus* sp. muy pequeños no eran diferentes para los *D. pteronyssinus* mucho más grandes (Colloff, 1991).

### 5.3.2.5 Montaje, conteo e identificación de ácaros del polvo casero

Idealmente todos los ácaros extraídos de muestras de polvo deben ser lavados, aclarados y montados en portaobjetos para su identificación bajo un microscopio compuesto. Es valioso hacer preparaciones permanentes de todos los ácaros extraídos del polvo para que la identidad de los especímenes pueda ser checada o reexaminada siguiendo nuevos desarrollos tales como el descubrimiento de poblaciones concomitantes de *D. farinae* y su especie emparentada *D. microceras* Griffiths y Cunnington en Europa (Cunnington *et al.*, 1987 in Colloff, 1991). Las preparaciones permanentes también permiten futuros análisis más detallados de la estructura de la población o algún otro factor (Colloff, 1991).

La identificación correcta de los ácaros es vital. Esta requiere algo de experiencia en taxonomía acarológica, pero no es tan difícil como algunos investigadores clínicos imaginan. Existen buenas claves para los adultos de todas las especies de piroglífidos (como las de Fain, 1990 y Colloff, 1992 descritas en la sección 5.2), y algunos de los cursos residenciales de Acarología actualmente disponibles pueden proveer esta experiencia en un espacio de tiempo

relativamente corto a personas con poca o ninguna experiencia previa. Pero la determinación de piroglifidos inmaduros permanece problemática – sólo los de *D. pteronyssinus*, *D. farinae* y *E. maynei* se han descrito adecuadamente (Mumcuoglu, 1976 in Colloff, 1991). La identificación de diferentes estadios del ciclo de vida es relativamente fácil y puede proveer datos útiles sobre la estructura de edades de las poblaciones (Colloff, en prensa in Colloff, 1991). Uno debe hacer siempre una distinción entre ácaros vivos y muertos. En la ecología de los ácaros del polvo casero no sólo están involucradas las poblaciones vivas sino también las de ácaros muertos ya que ellos son parte del conjunto de alérgenos a los que las personas con atopia están expuestas (Colloff, 1991). A continuación se describen algunos de las técnicas utilizadas en la identificación de ácaros del polvo.

#### 5.3.2.5.1 Microscopia de luz

Esta es la técnica más comúnmente usada para la identificación de los ácaros de muestras de polvo o cultivos de laboratorio. Con el fin de identificar correctamente a los ácaros, debe usarse un microscopia de luz de contraste de fase, ya que muchos de los caracteres importantes no son claramente visualizados por microscopia de campo claro. Para la examinación, los ácaros deben ser fijados, aclarados y montados en portaobjetos con cubreobjetos (Hart, 1990).

Para fijarse los ácaros deben ser remojados en alcohol al 70-80% por lo menos una hora, aunque si la técnica de extracción involucra remojar la muestra en alcohol, este paso no se requiere. Los ácaros en alcohol deben entonces ser transferidos a un vidrio de reloj, usando un microscopio de disección, una fuente de luz fría y una aguja fina o un pincel fino. El número de ácaros requerido debe ser transferido a una gota de montaje (ver 5.3.2.5.1.1) sobre un portaobjetos y lavar en esto con el fin de remover cualquier exceso de alcohol. Los ácaros entonces deben ser inmediatamente transferidos a una gota fresca de montaje sobre otro portaobjetos limpio y con las extremidades anteriores dirigidas hacia el observador (así la extremidad anterior aparecerá hacia la parte superior del campo de visión y la etiqueta del portaobjetos estará en la orientación correcta cuando se examine bajo un microscopio compuesto). Un cubreobjetos redondo (12-16 mm diámetro, número de espesor 0) debe entonces colocarse cuidadosamente. Los ácaros deben ser acomodados en el fondo de la gota del montaje, porque si ellos se quedan en la superficie se pueden mover hacia la orilla del cubreobjetos cuando es colocado (Hart, 1990).

El montaje de grandes cantidades de ácaros de muestras de polvo (los cuales pueden ser tantos como 500-1000 por gramo de polvo) es extremadamente laborioso y necesitaría varias horas para una muestra. Sin embargo, Colloff (1989 in Colloff, 1991) describió una técnica simple con la cual grandes cantidades de ácaros pueden ser transferidos directamente en

portaobjetos. Después de la extracción del polvo, los ácaros son transferidos, usando una pipeta Pasteur, a un vidrio de reloj que contiene agua destilada. Esta entonces es congelada a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta  $-70^{\circ}\text{C}$ . El bloque de hielo es entonces vaciado a un portaobjetos siliconizado (Sigmacore, Sigma Chemical Co., Poole, U.K.) y calentado sobre una plancha hasta que se evapore el agua. Entonces, los ácaros son montados usando un medio de montaje apropiado. Es preferible usar un medio acuoso (ver Krantz, 1978 para las recetas) ya que los ácaros pueden fácilmente ser remontados un día después (Fain, 1980 in Colloff, 1991). Los medios solubles sólo en solventes orgánicos no son apropiados para los ácaros (Hart, 1990; Colloff, 1991). Cualquier problema experimentado al remover el bloque de hielo del vidrio de reloj puede resolverse añadiendo una gota de ácido láctico a la muestra en el vidrio de reloj antes de congelar (Hart, 1990).

#### 5.3.2.5.1.1 Montaje de Hoyer

Un montaje extremadamente efectivo para los ácaros muy pequeños, ligeramente esclerosados encontrados en el polvo casero es el montaje de Hoyer, la receta para este se da más adelante. Las ventajas de este montaje son que aclara efectivamente a los ácaros, eliminando así la necesidad de un procedimiento para aclarar antes del montaje de los ácaros; es soluble al agua, permitiendo así que los ácaros sean remontados si es necesario (simplemente se raspa el medio y se remoja el cubreobjeto en agua para remover); puede usarse para montajes permanentes. Otros varios montajes son comúnmente usados (*e.g.*, goma cloral y Heinze-PVA) sin embargo, sus habilidades para aclarar son muy limitadas. Para montajes temporales puede usarse el ácido láctico (Hart, 1990).

Una vez que los ácaros son montados en portaobjetos, ellos deben ser etiquetados y colocados en un horno o en una plancha a  $45-60^{\circ}\text{C}$  por cinco min después de dicho tiempo el cubreobjeto debe ser presionado ligeramente para remover cualquier exceso de montaje. Este procedimiento ayuda a extender las patas y las partes bucales de los ácaros, haciéndolos así más fácil de examinar. Después de este procedimiento los portaobjetos deben ser regresados al horno o la plancha y dejados a  $45-60^{\circ}\text{C}$  por 7-10 días para aclarar. Los montajes permanentes pueden entonces ser cercados o sellados con una sustancia apropiada, tal como Euparal, Glyceel (ambos de BDH Ltd, Poole, U.K.) o barniz de uña transparente (Hart, 1990).

Receta para el montaje de Hoyer (a partir de Baker & Wharton, 1952 in Hart, 1990; Krantz, 1978): 50 ml de agua destilada, 30 g de cristales de goma arábica clara (no polvo), 200 g de hidrato cloral y 20 ml de glicerina

Disolver completamente los cristales de goma arábica en el agua destilada a temperatura ambiente, agitando ocasionalmente. Entonces se añade el hidrato cloral y la glicerina disolviendo

otra vez a temperatura ambiente. Cuando se disuelve el líquido puede ser filtrado a través de una gasa de algodón húmeda (Hart, 1990).

Basándonos en las revisiones prácticamente todos los investigadores de ácaros del polvo casero utilizan este medio de montaje para sus preparaciones.

#### 5.3.2.5.2 Microscopía electrónica de barrido (SEM)

En el microscopio electrónico de barrido (SEM, de "scanning electron microscope"), la muestra que ha sido recubierta con una capa muy delgada de un metal pesado, es barrida por un haz de electrones desde una bobina electromagnética, que en los microscopios electrónicos actúa como lente. Un detector mide la cantidad de electrones dispersados o emitidos cuando el haz bombardea cada uno de los puntos de la superficie de la muestra y este valor se utiliza como control de intensidad de los puntos consecutivos en una imagen formada en una pantalla de televisión. El microscopio crea imágenes completas de objetos tridimensionales con una gran profundidad de foco y una resolución de entre 3 y 20 nm, en función del aparato (Alberts *et al.*, 1999)

Se han descrito varias técnicas para preparar ácaros para su examinación usando SEM (Brody & Wharton, 1971; Mumcuoglu *et al.*, 1973 in Hart, 1990). Una simple, pero muy efectiva técnica involucra que los ácaros primeramente sean limpiados de partículas de comida lavándolos por 15 min en HCl al 0.05%. Ellos deben entonces ser deshidratados lavándolos por 10 min en unas series graduadas de alcoholes (40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%) y finalmente por 3 x 15 min lavados en alcohol absoluto. Los ácaros deben entonces estar en el punto crítico seco y colocados en plataformas con cinta adhesiva siendo cubiertos antes con oro y examinados bajo el SEM (Hart & Fain, 1988 in Hart, 1990).

En la práctica el principal problema en la preparación de los ácaros para el SEM es que estos queden completamente libres de partículas de comida adheridas al cuerpo, y que el colapso de la cutícula del ácaro ocurre comúnmente. Este último problema puede ser contrarrestado usando cryo-SEM, aunque la disponibilidad del equipo es muy limitada (Hart, 1990).

La SEM es una técnica muy especializada y elaborada, por esa razón no es muy práctica para la identificación de grandes cantidades de ácaros del polvo casero, no obstante, es una herramienta extremadamente útil cuando se requiere un estudio morfológico detallado (Griffiths 1964, 1970 in Hart, 1990).

#### 5.3.2.5.3 Electroforesis de isoenzimas

Cuando los ácaros vivos son disponibles, las especies pueden ser identificadas de acuerdo a su patrón de banda carboxilesterasa, obtenida usando varios tipos de electroforesis. Varios

métodos se han descrito para usarse con los ácaros del polvo casero (Silberstein *et al.*, 1979; Dujardín *et al.*, 1981; Hart *et al.*, 1989 in Hart, 1990) y las diferencias en los patrones de bandas de diferentes especies se observan claramente. La electrofóresis necesita de equipo sofisticado no requerido por la microscopía de luz, sin embargo, una vez que una técnica segura ha sido establecida, los ácaros pueden de hecho ser identificados relativamente rápido. Por ejemplo, el sistema de acetato de celulosa descrito por Hart *et al.* (1989 in Hart, 1990), toma menos de dos horas para obtener resultados. Como la electrofóresis requiere ácaros vivos con esterazas activas es improbable que sea conveniente para el análisis de muestras de polvo. No obstante, es una herramienta invaluable para distinguir entre especies que son casi imposibles de distinguir morfológicamente, por ejemplo *D. farinae* y *D. microceras* o *T. putrescentiae* y *T. longior*. También puede ser usada para proveer una visión en las diferencias inter e intraespecíficas y relaciones filogenéticas entre poblaciones del polvo casero y otros ácaros (Cicolani *et al.*, 1981; Hart *et al.*, 1989 in Hart, 1990).

#### 5.3.2.5.4 Análisis inmunoquímicos

Los análisis inmunoquímicos usando ELISA, RAST (radioalergoabsorbente) de inhibición o RIA de inhibición han sido desarrollados para la identificación y cuantificación de alérgenos de ácaros en muestras de polvo casero (Lind, 1986; Woods *et al.*, 1986 in Hart, 1990). Estos análisis proveen un estimado exacto de los niveles de alérgenos en muestras de polvo por lo que, son invaluable en evaluaciones clínicas de alérgenos de ácaros en casas (ver sección 5.4.6 y 5.5.3). Buenas correlaciones se han encontrado entre los niveles de alérgenos usando estos análisis y el número de ácaros; en adición ya que los alérgenos relevantes tienen epitopes específicos de las especies (ver 5.4.2.1), las distintas especies de Pyroglyphidae en muestras de polvo pueden ser inferidas por la presencia de sus alérgenos. Estos análisis *in vitro* requieren entrenamiento en técnicas de laboratorio y equipo de laboratorio sofisticado, pero una vez que se establece ellos pueden ser automatizados para listados clínicos del polvo a gran escala, para lo que ellos son mucho menos laboriosos que el conteo de ácaros. Hasta la fecha sólo tres especies de ácaros del polvo, *D. pteronyssinus*, *D. farinae* y *D. microceras* pueden distinguirse y cuantificarse usando estos métodos inmunoquímicos y se espera que otras especies importantes de ácaros puedan ser incorporada a este ahorro de trabajo y medios efectivos de evaluar las muestras de polvo (Hart, 1990).

Otro método recientemente desarrollado para cuantificar ácaros del polvo y alérgenos en polvo casero está basado en la medición de la dosis de guanina en muestras de polvo (Bischoff & Schirmacher, 1984; Le Mao *et al.*, 1988 in Hart, 1990). Como hemos visto anteriormente (5.1.2) la guanina representa el principal producto final de los desechos nitrogenados de excreción de los

ácaros y la cantidad de guanina en muestras de polvo parece dar una buena indicación de la presencia de ácaros. La guanina en muestras de polvo es visualizada en este método usando una reacción de coloración química y el método es bastante simple para ser llevado a cabo por los pacientes mismos. No obstante, como no se da la indicación de las especies de ácaros presentes en el polvo y los alérgenos no son medidos directamente este método es de uso limitado en investigaciones clínicas (Hart, 1990). Ver 5.5.3.4 para más detalles del funcionamiento de este método.

### 5.3.3 FACTORES QUE AFECTAN LA DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES DE ÁCAROS DOMÉSTICOS

#### 5.3.3.1 Distribución y abundancia de los ácaros en el polvo

Aunque los ácaros del polvo casero son encontrados principalmente en colchones, los estudios sobre su distribución dentro del colchón han producido varios resultados. Maunsell *et al.* (1968 in Hart, 1990), Sesay y Dobson (1972 in Hart, 1990) y Bronswijk (1973 in Hart, 1990) encontraron que las capas superficiales del colchón eran más ricas en ácaros, mientras que Mulla *et al.* (1975 in Hart, 1990), Dusbabek (1979 in Hart, 1990) y Colloff (1988 in Hart, 1990) encontraron la mayoría de los ácaros a los lados de estos. La distribución del polvo sobre la superficie del colchón está muy influenciada por el patrón de costura, etiquetas, rótulos y botones, ya que se han encontrado acumulaciones de ácaros en estas áreas (Blythe, 1976 in Hart, 1990).

En adición a colchones y muebles tapizados, los ácaros del polvo casero también han sido encontrados, aunque en bajas cantidades, en polvo de pisos, particularmente cuando este está cubierto con alfombra. Estos ácaros algunas veces han sido colectados en altas cantidades en juguetes suaves (Hart & Young, observaciones personales in Hart, 1990, lo que puede ser de importancia en el asma infantil. Son más raramente encontrados en almohadas, pijamas, ropa y cortinas. En un estudio hecho por Eaton *et al.* (1985 in Hart, 1990) hallaron ácaros del polvo casero en cantidades significativas en camas de mascotas.

En contraste, los ácaros de productos almacenados son más abundantes en polvo de pisos que en colchones, muebles tapizados, etc. Estos últimos ácaros probablemente no están verdaderamente asociados con el hombre ya que ellos no se alimentan de escamas de piel, sino de granos y otras partículas pequeñas de comida que probablemente estén presentes en el polvo del piso. El nicho primario de estos ácaros son los granos y otros productos alimenticios almacenados, probablemente sólo son ocupantes temporales de las casas, sin embargo en ciertas circunstancias estos pueden proliferar en la casa (Cooreman, 1944 in Hart, 1990).

La presencia o ausencia de una especie en un lugar puede deberse a factores relacionados con la dispersión, comportamiento, efectos de otras especies (*i.e.*, depredación, parasitismo, competencia y enfermedades), factores físicos y químicos (*e.g.*, temperatura, agua, oxígeno, CO<sub>2</sub> (Macan, 1962 in Colloff, 1991)). Estos factores son de relevancia también para explicar la abundancia, las interrelaciones entre inmigración, natalidad, mortalidad y emigración (Colloff, 1991).

#### 5.3.3.2 Dispersión y origen de la acarofauna del polvo casero

Con el fin de entender por que hay poca información disponible sobre la dispersión de los ácaros del polvo casero, quizá sea apropiado considerar los orígenes de la acarofauna del polvo casero, lo que a su vez involucra una mención de las relaciones filogenéticas de varios taxa (Colloff, 1991).

Como ya se menciona (sección 5.2.1), Pyroglyphidae es una familia de ácaros de vida libre, pero ellos muestran afinidades morfológicas con familias que contienen especies parásitas, tales como Psoroptidae y Epidermoptidae, que incluyen la reducción y la vestigialización de las ventosas genitales, uñas tarsales (reemplazadas por ventosas) y la sedación de las patas y el cuerpo. Fain (1963 in Colloff, 1991) postuló que todos los Psoroptidae parásitos de mamíferos y todos los Analgoidea parásitos de aves pudieron haber sido derivados de ácaros piroglífidos que eran encontrados en nidos de aves. La morfología regresiva de Pyroglyphidae fue explicada por Fain (1965 in Colloff, 1991) como preadaptación, inducida por comensalismo, anterior a la adaptación al hábito parasítico. Un análisis de los hábitats de las 49 especies actualmente reconocidas de Pyroglyphidae (Hart, 1990) indica que 73% de ellas son encontradas en nidos de aves, 62% exclusivamente ahí. Por comparación, 29% de ellas son encontradas en polvo casero y 13% han sido registradas en algún otro hábitat. El término "ácaros del polvo casero" cuando es aplicado a toda la familia Pyroglyphidae, claramente es inapropiado (Colloff, 1991).

Los Pyroglyphidae de nidos-habitación habrían evolucionado de ácaros de suelo-habitación y partículas de plantas-habitación, los que quedaron incorporados en los nidos cuando estos materiales fueron usados para la construcción del nido. Siguiendo en esta secuencia teórica podría ser la adquisición de la habilidad para digerir queratina con el fin de alimentarse de las escamas caídas de la piel y plumas de aves. Una vez que la queratina puede ser utilizada como recurso comida, un cambio de hábitat de nidos de aves a habitaciones humanas probablemente tomó lugar; originalmente desde nidos de aves antropofílicas tales como gorriones, martines y palomas, las primeras en la historia del poblado humano. En el polvo doméstico, las condiciones no habrían sido diferentes a los nidos - presencia de queratina de escamas de piel humana y de pieles animales usadas para vestirse y cobijarse; el calor y la humedad generada por el ocupante - desde luego la cama puede considerarse como un nido humano (Colloff, 1991).

Los ácaros del polvo casero han sido estudiados en unos cuantos hábitats fuera de las casas. Estos incluyen pavimentos de ciudad (Samsinak & Vobrazkova, 1985 in Colloff, 1991), trenes (Colloff, 1987b in Colloff, 1991; Uehara *et al.*, 2000) y barcos (King *et al.*, 1989 in Colloff, 1991), y ellos han sido encontrados sobre ropa (Hewitt *et al.*, 1973; Bischoff & Fischer, 1990 in Colloff, 1991). Los ácaros están presentes en pequeñas cantidades en hospitales (Sarsfield, 1974 in Colloff, 1991) y en cantidades apreciables en polvos en escuelas (Oshima, 1964; Vobrazkova *et al.*, 1985 in Colloff, 1991), y ocasionalmente en oficinas (Colloff, datos sin publicar in Colloff, 1991). La población inicial en construcciones no-domésticas podría haberse establecido después de la dispersión desde la ropa. La manera más obvia en la que grandes cantidades de ácaros son dispersadas de casa a casa es en muebles tapizados y alfombras. La introducción de un sofá seminuevo infestado, por ejemplo, incrementa grandemente la población total de ácaros en la casa. Los ácaros son de poco movimiento y requieren de transporte para dispersarse a cualquier distancia considerable. Ellos no pueden colonizar caminando de casa a casa, así la población de ácaros de cualquier casa está geográficamente aislada de otras. Sin embargo, es probable que haya dispersiones considerables de casa a casa a intervalos irregulares (Colloff, 1991).

### 5.3.3.3 Comportamiento

La distribución puede estar limitada por el comportamiento de un organismo cuando selecciona su hábitat. El organismo elige permanecer en el hábitat o no, dependiendo si él recibe información sensorial que le diga que el hábitat es apropiado. Es difícil estudiar el comportamiento de los ácaros del polvo casero *in vivo* a causa de su pequeño tamaño en relación con el de su hábitat, pero varias observaciones han sido hechas de ácaros *in vitro* las que son relevantes para la selección del hábitat, notablemente la respuesta a gradientes de humedad. Cuando se expone al calor emitido por la lámpara de un microscopio estereobinocular, los cultivos de *D. pteronyssinus* que crecen en cajas de petri se mueven a la orilla de la caja y forman pequeños grupos y se amontonan (la unión entre la orilla y la base de la caja es donde la humedad es más alta). Este efecto de agrupamiento se ha sugerido que es una consecuencia de la liberación de hormonas de alarma secretadas desde las glándulas opistosomales laterales (Kuwahara *et al.*, 1980 in Colloff, 1991) en respuesta a la disminución de humedad. Supuestamente el ácaro que libera las feromonas se convierte en el núcleo del grupo. Sin embargo, en otro artículo (Kuwahara *et al.*, 1990 in Colloff, 1991) mencionan que el comportamiento de no alarma o de agresión podía ser evocado por *D. pteronyssinus* o *D. farinae* que eran colocados en papel filtro impregnado con extractos de los componentes volátiles de las glándulas. El agrupamiento como una respuesta de comportamiento a la reducida humedad relativa funciona porque el espacio de aire entre los

ácaros estrechamente empaquetados poseen una gran cantidad de vapor de agua que el aire alrededor del grupo. Los ácaros al quedarse inmóviles reducen la pérdida de agua al reducir la actividad metabólica (Colloff, 1991).

### 5.3.3.4 Efectos de otras especies

#### 5.3.3.4.1 Depredación, parasitismo y enfermedades

Los mayores depredadores de los ácaros del polvo casero son los ácaros de la familia Cheyletidae, especialmente *Cheyletus* spp (ver figura 6 en la sección 5.3.1.3). Estos ácaros atrapan a los pequeños piroglifidos entre sus fuertes pedipalpos, introducen su quelicero estiliforme y succionan sus fluidos corporales (Wharton & Arlian, 1972 in Colloff, 1991). Probablemente no son el principal impedimento para la mayoría de las poblaciones de ácaros del polvo, porque ellos no están presentes en cada casa y donde ellos están presentes, su abundancia parece ser mucho más baja de lo que uno podría esperar en un equilibrio de la población depredador-presa. Esto es posible porque ellos son más sensitivos a la pérdida de agua que los ácaros piroglifidos, aunque esto no ha sido demostrado (Colloff, 1991).

No se conoce nada acerca de los parásitos y patógenos de los ácaros del polvo casero. Oh *et al.* (1986 in Colloff, 1991) aisló varias bacterias de los intestinos pero demostró que ninguno era patógeno. El abundante crecimiento de mudas puede tener un efecto detrimental sobre el crecimiento de la población (Lustgraaf, 1978a in Colloff, 1991), probablemente a causa de la presencia de concentraciones relativamente altas de metabolitos fungales tóxicos.

#### 5.3.3.4.2 Competencia con otras especies

Otra vez, la información está limitada a estudios *in vitro*. Wharton (1973 in Colloff, 1991) examinó la influencia de poblaciones mezcladas de *D. pteronyssinus* con *D. farinae*. Colloff (1991) ha observado que la introducción de *D. pteronyssinus* en cultivos de *E. maynei* siempre lleva al declive en números de esta última especie pero nunca de la primera, las razones de esta reducción son desconocidas. También, Bronswijk *et al.* (1971) encontró que la adición de *Acarus* sp. o *Glycyphagus* sp. a cultivos de *Dermatophagoides* sp. sólo suprimió el crecimiento de poblaciones de *Dermatophagoides* sp. Esto puede indicar una tendencia a que las especies de crecimiento más rápido inhiben a las de crecimiento más lento (Colloff, 1991).

#### 5.3.3.4.3 Interacciones con hongos

Bronswijk y Sinha (1973 in Colloff, 1991) sugirieron que ciertos hongos xerofilicos que estaban presentes en polvo casero, en particular *Aspergillus amstelodami* (Mangin) Thom & Church, realizaban la digestión parcial de escamas de piel humana, volviendo estas escamas

"predigeridas" más apetitosas y nutritivas para los ácaros del polvo casero. Lustgraaf (1978a in Colloff, 1991) reportó que mejoraba el crecimiento poblacional de *D. pteromyssinus* después de que *Aspergillus penicillioides* Spegazzini o *Eurotium repens* de Bary (*Aspergillus reptans* Samson & W. Gams = anamorfa) eran añadidas a cultivos escamas de piel humana y de polvo casero. Sin embargo, Douglas y Hart (1989 in Colloff, 1991) consideraban que el mejoramiento en el crecimiento poblacional de ácaros no era una consecuencia de una predigestión fungal de las escamas de la piel, sino porque *A. penicillioides* es una fuente de comida para los ácaros. Lustgraaf (1978b in Colloff, 1991) ha postulado una libre asociación mutualista en la que los ácaros se benefician de alimentarse de escamas de la piel colonizadas por hongos, y estos a su vez se benefician porque las conidiosporas son concentradas dentro de las heces y dispersadas cuando son evacuadas junto con un paquete de nutrientes fecales. Si la dispersión de hongos es mejorada por las esporas que quedan concentradas en las heces de los ácaros está abierto a interrogación, pero Colloff (1991), usando microscopía electrónica de barrido y de transmisión, ha encontrado que las esporas sobreviven el paso a través del intestino del ácaro y son capaces de germinar dentro de las heces, eventualmente penetrando la membrana peritrófica. Al parecer las heces permanecen intactas después de la germinación y son capaces de proveer suficientes nutrientes a los hongos para permitir el desarrollo de hifas y la formación de conidiosporas en la ausencia de cualquier otra fuente de comida. Si los alérgenos son utilizados como fuente de comida por los hongos del polvo casero, esto puede explicar parcialmente, porque Tovey *et al.* (1981 in Colloff, 1991) encontraron una ausencia de Der p 1 asociada con partículas más pequeñas que las heces.

#### 5.3.3.5 Factores físicos

Solo los efectos de la temperatura y la humedad sobre las poblaciones de ácaros del polvo casero han sido estudiados con más detalle. Sin embargo, algunos de estos trabajos son difíciles de interpretar porque las medidas frecuentemente han sido hechas usando la humedad relativa (antes que absoluta), sin medidas adicionales de temperatura. La humedad relativa de un volumen de aire depende de la temperatura del aire y es imposible separar el efecto de la humedad sobre los ácaros del de la temperatura. Esto es porque los ácaros son poikilotermicos: sus tasas metabólicas son dependientes de la temperatura ambiente. *In vitro*, a temperaturas por debajo de los 15° C, y humedades por encima del ECH, el crecimiento poblacional de *D. farinae* y *D. pteromyssinus* es perceptiblemente más lento y la longevidad de los diferentes estadios es grandemente extendida comparado con los ácaros mantenidos a 20-25° C. Los efectos combinados de la temperatura y la humedad sobre el desarrollo de los huevos de *D. pteromyssinus* fueron demostrados por Colloff (1987c; 1987d in Colloff, 1991). A una alta humedad relativa y

baja temperatura la duración del estadio de huevo se extendió hasta seis meses comparado con la duración a la misma humedad pero con alta temperatura. Adicionalmente, Sakaki *et al.* (1990 in Colloff, 1991) mostró que la muda de protoninfas quiescentes de *D. farinae* fue suprimida a temperaturas y humedades por debajo de 25°C y 55% HR y sugirió que la quiescencia entre piroglifidos involucra un mecanismo similar a la diapausa: la muda fue disparada después de tres horas de exposición al agua líquida aún cuando las protoninfas fueron incubadas a 33% HR después de la exposición (Colloff, 1991).

Como vimos en la tabla 4 (sección 5.1) la mayoría de los datos de laboratorio sobre los efectos de la temperatura y la humedad sobre la fecundidad, mortalidad y longevidad de los ácaros del polvo casero *in vitro* claramente muestran que para *D. pteronyssinus*, la especie mejor estudiada, los parámetros de población varían considerablemente entre diferentes estudios. Por ejemplo, el tiempo promedio de generación de *D. pteronyssinus* a 25° C, 75% HR, en dietas similares, varía desde 14 días (Hart & Fain, 1988) hasta 34 días (Ho & Nadachatram, 1984). Esta variación sugiere la posible existencia de diferentes razas fisiológicas de *D. pteronyssinus*, y, considerando la distribución cosmopolita de la especie, esto no es tan inesperado. Por lo tanto, parecería de poca importancia esperar que cualquier modelo del crecimiento poblacional de los ácaros puede ser globalmente aplicable (Colloff, 1991).

Los datos de laboratorio sobre el crecimiento poblacional de *D. pteronyssinus* a 25° C, 75% HR, igualmente muestran mucha variación entre los estudios, con valores de la tasa media de incremento diario (calculado por Colloff a partir de las gráficas), de 1.352 (Murton & Madden, 1977 in Colloff, 1991); 0.892 (Koekoek & Bronswijk, 1972 in Colloff, 1991), 0.236 (Speiksma, 1967 in Colloff, 1991) y 1.353-0.262, dependiendo de la dieta (Saint Georges-Grèdelet, 1987 in Colloff, 1991).

#### 5.3.3.5.1 El microclima de los hábitats de los ácaros del polvo casero

La influencia del clima de las casas sobre los ácaros del polvo, particularmente *D. pteronyssinus*, ha sido estudiada con algún detalle y se considera que el principal factor limitante es la humedad del aire en el interior de la casa (Bronswijk, 1973; Cunnington, 1980 in Hart, 1990). Los ácaros del polvo osmoregulan a través de su cutícula y por eso requieren una alta humedad ambiental para prevenir la pérdida excesiva de agua. Ellos podrían por lo tanto proliferar a una humedad absoluta del aire interior de 7 gm/kg (equivalente a una HR de 75% a 15° C) (Korsgaard, 1979 in Hart, 1990), sin embargo la humedad interior raramente alcanza tales valores altos, excepto en áreas con humedades exteriores excesivamente altas. Esta aparente contradicción puede ser explicada examinando el microclima del principal nicho de estos ácaros, *i.e.* los colchones (Hart, 1990).

La temperatura y la humedad son las restricciones primarias sobre las poblaciones de ácaros del polvo casero y probablemente actúan como importante presión de selección. En el microhábitat de los ácaros del polvo casero (*i.e.* sus alrededores inmediatos) ellos están influenciados por el tipo de alfombras y tapicería, el microclima de la casa, el clima exterior, las actividades domésticas y la construcción de la casa, sólo por nombrar los factores más obvios. Lo que concierne a los ecólogos de ácaros del polvo casero no es sólo la temperatura y la humedad del aire de la recámara desde un punto en el tiempo, sino las fluctuaciones estacionales en temperatura y humedad dentro del microhábitat en el que los ácaros están viviendo. La medición de la temperatura y la humedad dentro de las camas y alfombras es más práctica usando un termohigrómetro electrónico. Las indagaciones son exactas y bastante pequeñas para ajustarlas en alfombras y colchones y tienen la ventaja inestimable sobre otros métodos de medición de humedad y temperatura en que ellos pueden ser acoplados, a través de un convertidor análogo digital, para un registro escrito para continuo monitoreo (Colloff, 1988 in Colloff, 1991).

Durante las aproximadamente ocho horas cuando un colchón es ocupado, el calor y la transpiración del ocupante causa que la temperatura ascienda entre 25 y 30° C, sin considerar la temperatura ambiente, y la humedad relativa se incrementa de cinco a ocho por ciento (Haarlov & Alani, 1970; Koekkoek & Bronswijk, 1972; Hughes & Maunsell, 1973 in Hart, 1990). Revasando las ocho horas al día, los ácaros en los colchones experimentan condiciones favorables. Además, si la cama es hecha inmediatamente después de levantarse, puede tomar más de 16 horas para que la temperatura y la humedad descienda a niveles ambientales (Taylor, 1971 in Hart, 1990). Cada casa tiene su propio nivel de humedad interior (influenciada por el número de ocupantes, el calor, la construcción de la casa, etc.) lo que crea que halla diferencias en el número de ácaros presentes en cada casa (Hart, 1990).

A diferencia de los colchones que son ocupados diariamente, las alfombras no tienen un incremento regular en temperatura o humedad. Por lo tanto, son más influenciados por la humedad del aire interior de la casa y son menos adecuadas para soportar grandes poblaciones de ácaros si la humedad interior es baja (Hart, 1990).

Algunos factores pueden por tanto influenciar el microclima de los colchones; los efectos de usar un cobertor eléctrico fue recientemente investigado por Mosbech *et al.* (1988 in Colloff, 1991), ellos encontraron que a un mes de usar un cobertor eléctrico diario durante ocho horas, el número de ácaros en los colchones se reducía a la mitad en comparación con los colchones control. Uno de los factores más importantes que influencia la temperatura y la humedad del microclima del colchón es el uso del calefactor central. Esto está por tanto relacionado a la estacionalidad de los números de ácaros del polvo casero (Hart, 1990).

La humedad es generada por el suministro de vapor de agua y calor del ocupante; cuando una cama es ocupada, la humedad y la temperatura del colchón aumentan y se estabiliza alrededor de dos horas después, usualmente fluctuando a 30° C y 80-95% HR, aunque esto varía de acuerdo a la parte del colchón que esté siendo medida. Cuando la cama es desocupada, la temperatura y la humedad del colchón caen más lentamente y llegan a un equilibrio con el aire más seco y más frío del dormitorio (Colloff, 1988 in Colloff, 1991). Las almohadas y las camas tienen un efecto de amortiguamiento sobre el equilibrio de la humedad del colchón con la del aire del dormitorio. El salir de la cama y cubrir el colchón después de que ha sido desocupado podría actuar como un aislante que hace lenta la evaporación del agua de los colchones, extendiendo así el periodo de humedad y temperatura alta, favoreciendo la sobrevivencia de la población de ácaros del polvo (Colloff, 1991).

Dada esta fluctuación, en el microclima es probable que halla una migración vertical diurna de los ácaros dentro del colchón, ya que ha sido mostrado en un sistema experimental por de Boer (1990 in Colloff, 1991) al usar un cobertor eléctrico para generar calor a una capa de bloque de espuma de poliuretano, él mostró que la mayoría de los ácaros escapaban a la humedad detrimentalmente disminuida por migración hacia abajo. Dusbabek (1978 in Colloff, 1991), durante un año de estudio de una cama, encontró más ácaros en la superficie inferior de los colchones que en la superficie superior (la superficie inferior del colchón esta menos sujeta a fluctuaciones en el microclima, porque usualmente no esta expuesta al aire en la recámara si la cama tiene una base sólida), y el sugirió que los ácaros migran durante el curso del año a estas partes del colchón que son más favorables para el crecimiento de la población. Igualmente, la variación en el microclima dentro de diferentes partes del colchón, a cualquier momento, es probable que este asociado con variaciones correspondientes en la densidad de ácaros y la diversidad de especies (Colloff, 1988 in Colloff, 1991).

Otros factores no climáticos se han propuesto como influencia importante de las poblaciones de ácaros en los colchones. Por ejemplo (Walshaw & Evans, 1987 in Hart, 1990) en un estudio de ácaros del polvo en Inglaterra encontraron grandes cantidades de ácaros en colchones de gente de la clase trabajadora, y sugieren que esto puede deberse a la intensa transpiración de la gente involucrada en más trabajo físico. El incremento de los productos de la transpiración (e.g., sodio ionico presente sobre las escamas de piel) se cree que influyen positivamente la sobrevivencia de *E. maynei*. Una relación positiva también se ha sugerido que existe entre la edad del mobiliario de la casa y el número de ácaros (Bronswijk, 1981 in Hart, 1990).

### 5.3.3.5.2 Clima exterior: efectos de la altitud, ubicación geográfica y estaciones

El microclima dentro de casas bien-ventiladas es directamente afectado por el clima exterior, aunque modificado por actividades domésticas. A una altitud elevada, la humedad exterior es generalmente más baja que las que están a nivel del mar a la misma temperatura, y a ubicaciones costeras es más alta que en interiores continentales (Colloff, 1991).

Lascaud (1978 in Colloff, 1991) registró que en las casas que se encuentran entre 0-300 m, 301-1100 m y sobre 1000 m de altitud en el área de Grenoble en Francia, las densidades de ácaros son más grandes en casas ubicadas a altitudes bajas y más pequeñas en las ubicadas a altitudes elevadas.

En una comparación de las poblaciones de ácaros del polvo casero en ubicaciones costeras y en interiores continentales, Green *et al.* (1986 in Colloff, 1991) encontraron que la densidad media de los ácaros del polvo casero en casas en Belmont y Busselton (ambas localidades costeras en Australia) fue 441 y 275/g, respectivamente, mientras que en Wagga Wagga (de tierra adentro) fue sólo de 10/g. También la frecuencia de *Dermatophagoides* spp. fue 94% en Belmont, 100% en Busselton, pero sólo 15% en Wagga Wagga. La última localidad tiene una humedad media anual mucho más baja que las localidades costeras. La prevalencia de hipersensibilidad a ácaros fue también mucho más baja en las localidades de tierra adentro que en las costeras; un efecto también registrado en Canadá por Murray *et al.* (1985 in Colloff, 1991).

### 5.3.3.5.3 Fluctuaciones estacionales del clima interior y exterior, y dinámica de las poblaciones de ácaros

En climas templados las fluctuaciones estacionales en la cantidad de ácaros encontrados en el polvo casero son evidentes, siendo bajos al inicio del verano y alcanzando un pico al final del verano bajando antes otra vez a final del otoño hasta bajar los niveles en el invierno. Esta fluctuación resulta de una combinación de la temperatura exterior y la humedad junto con el uso del calefactor central. En los meses de verano, las ventanas y las puertas son abiertas por periodos prolongados y no se usa el calefactor, así la humedad interior se equilibra con la alta humedad exterior en este tiempo. Sin embargo, durante el invierno las puertas y ventanas son abiertas menos frecuentemente y esto junto con el uso del calefactor central crea una atmósfera muy caliente pero seca en la casa. Puesto que los ácaros requieren una alta humedad relativa para prosperar, estas condiciones son desfavorables y resultan en un declive del número de ácaros. Así en el invierno, las poblaciones de ácaros del polvo decrecen, pero el incremento temporal en la humedad de los colchones cuando están ocupados, permiten a los ácaros en los colchones sobrevivir mejor estas condiciones detrimentales, que los ácaros en alfombras. A pesar de la disminución en los números de ácaros a principios del invierno, las heces alérgicas producidas

por estos ácaros permanecen en el ambiente y decrecen más gradualmente. Así aunque los números de ácaros muestran tendencia estacional, los síntomas alérgicos a los alérgenos producidos por estos ácaros no son estacionales, como se ve en la rinitis perenne (Hart, 1990)

Es posible que el calefactor central junto con las medidas modernas para salvar energía, tales como el doble vidriado y otros métodos de aislamiento, resulten en condiciones que son demasiado secas y calientes para la sobrevivencia de los ácaros. Estas condiciones son encontradas en casas nuevas las que frecuentemente contienen menor cantidad de ácaros que las casas más viejas, más frías y menos aisladas (Haarlov & Alani, 1970; Koekkoek & Bronswijk, 1972 in Hart, 1990).

Las fluctuaciones estacionales del clima y la dinámica poblacional están unidas y son importantes porque los cambios en el tamaño de la población están relacionados con las cantidades de alérgenos que son producidos a diferentes tiempos del año. Los aumentos estacionales en la densidad poblacional de ácaros del polvo casero están asociados con las condiciones del tiempo, usualmente un incremento en la humedad media mensual y temperatura. La mayoría de los estudios han involucrado muestreo de poblaciones de ácaros sólo por un año o incluso menos. Pero como Murray & Zuk (1979 in Colloff, 1991) han señalado, usando tales datos para predecir el mes durante el que la población alcanzaría la cima puede ser muy buen engañoso, porque cuando el muestreo ha sido hecho por dos años o más, la cima de la población no es consistente ni por mes ni por densidad; la cima de la población en el segundo año ocurrió en julio, tres meses antes que en el primer año. La densidad de la población de la cima del segundo año fue casi cinco veces más grande que el del primer año. Así mismo, Arlian *et al.* (1982 in Colloff, 1991) encontraron resultados semejantes. Esto fue atribuido a diferentes climas en las dos localidades y diferentes patrones de uso y efecto del calentamiento invernal interior.

El estudio de Charlet *et al.* (1978 in Colloff, 1991) hecho en Bogotá, Colombia, es el único que muestra el posible control dependiente-densidad de las poblaciones de ácaros en casa. Todos los demás han fuertemente sugerido que la dinámica de las poblaciones es independiente de los efectos de amontonarse. Sin embargo, hay otra posible explicación: aunque las fluctuaciones externas más superiores de temperatura y humedad absoluta son claramente capaces de promover el crecimiento de las poblaciones de ácaros, las fluctuaciones más bajas pueden ser capaces de retardar bastante severamente. Se sugiere que las grandes fluctuaciones en las poblaciones de ácaros son consecuencia de este fino balance climático y no son debidas a efectos dependiente-densidad (Colloff, 1991).

Se piensa que las poblaciones de ácaros en latitudes tropicales pueden ser menos capaces de soportar condiciones climáticas adversas que las que están en templadas (Colloff, 1991).

## 5.4 IMPORTANCIA MÉDICA E INMUNOLOGÍA

Los ácaros del polvo casero son comunes en casas de todo el mundo, y muchas especies son la fuente de importantes antígenos. Muchos de estos antígenos son alérgenos – esto es, ellos disparan una respuesta inmune mediada por Inmunoglobulina E (*i.e.*, asma, rinitis, dermatitis y conjuntivitis). La hipersensibilidad o alergia derivada de ácaros es particularmente importante porque es perenne, mas que estacional como muchos otros aeroalérgenos. Tres especies de ácaros de la familia Pyroglyphidae están principalmente involucradas: *Dermatophagoides pteronyssinus*, *D. farinae* y *Euroglyphus maynei* (Arlian, 1991).

Las enfermedades alérgicas son un desorden común que afecta a 40% de la población mundial (Johansson, 2000). Para el caso del asma la información epidemiológica es variable de un país a otro; sin embargo las aproximaciones indican que entre el 5 y 10% de la población padece esta enfermedad. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su informe de 1995 ha situado el asma como la sexta enfermedad mas prevalente en el mundo. En México no se dispone de cifras exactas, sin embargo se calcula una población de entre 5 y 10 millones de asmáticos. Según cifras del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) en los últimos años el asma es la primera causa de atención de pacientes en los distintos servicios de este Instituto, resulta aún mas preocupante la posibilidad de una subestimación de las cifras reales en nuestro país debido a los frecuentes casos de error diagnóstico. Por otra parte, en relación con la mortalidad por asma, afortunadamente en nuestro medio parece ser que la tasa es baja, contrastando con las altas cifras registradas principalmente en países desarrollados (Anónimo, 2001).

Los ácaros pueden causar algunas manifestaciones clínicas tales como la rinitis perenne de variable intensidad de acuerdo a la estación, rinitis asociada con crisis bronquiales la cual se conoce como asmatiforme, asma y mas raramente dermatitis atópica y excepcionalmente urticaria. La literatura médica también menciona el posible rol de los ácaros en la etiología de la enfermedad de Kawasaki y la existencia de una acariasis del tracto pulmonar del humano en regiones calientes o intertropicales (Guérin, 1990). Así mismo, la existencia de un componente alérgico en la sarna sarcóptica humana es bien conocido (Mellanby, 1944; Arlian *et al.*, 1988 in Guérin, 1990).

### 5.4.1 INMUNOLOGIA Y LAS BASES DE LA ALERGIA

Las enfermedades alérgicas causadas por los ácaros del polvo casero están mediadas por la inmunoglobulina E (IgE). La IgE forma parte de una familia de glucoproteínas estructuralmente relacionadas llamadas anticuerpos las cuales tienen efectos protectores de la inmunidad humoral. Los anticuerpos siempre inician sus efectos biológicos al unirse al antígeno.

La unión del anticuerpo al antígeno, aunque no es covalente, es sin embargo específica para un antígeno frente a otro y a menudo muy fuerte. Los anticuerpos, las moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad (MHC, del inglés Major Histocompatibility Complex) y los receptores para el antígeno de la célula T, constituyen las tres clases de moléculas utilizadas por el sistema inmunitario para reconocer a los antígenos de manera específica. De estos tres, los anticuerpos se distinguen por ser los que tienen mayor capacidad para seleccionar entre antígenos diferentes y por su mayor fuerza de unión al antígeno (Abbas *et al.*, 1995).

#### 5.4.1.1 Estructura de los anticuerpos (inmunoglobulinas)

Actualmente se sabe que las moléculas de inmunoglobulinas (peso molecular 150. 000 daltones) están formadas por tres fragmentos de aproximadamente igual tamaño. Dos de estos fragmentos retienen la habilidad del anticuerpo para pegarse específicamente al antígeno. Estos dos fragmentos son referidos como fragmentos Fab (fragmento de unión al antígeno, en inglés, fragment antigen binding). El tercer fragmento puede ser cristalizado fuera de la solución. Este fragmento es llamado Fc (fragmento cristalino, en inglés, fragment-crystallizable). Este último no puede pegarse al antígeno pero es responsable de las funciones biológicas de la molécula de anticuerpo después que el antígeno se ha pegado a la parte Fab de la molécula intacta. También, todas las moléculas de inmunoglobulina consisten de una unidad básica de cuatro cadenas polipeptídicas, dos cadenas pesadas (H) idénticas y dos cadenas ligeras (L) idénticas, sostenidas juntas por un número de enlaces disulfuro (Benjamini *et al.*, 1996). Cada cadena ligera se une a cada cadena pesada, y las dos cadenas pesadas se unen entre sí. Tanto las cadenas pesadas como las ligeras contienen unidades homólogas, repetidas, de unos 110 aminoácidos de longitud cada una, que se pliegan de forma independiente en una estructura globular común, llamada dominio de inmunoglobulina (Abbas *et al.*, 1995). Las inmunoglobulinas de virtualmente todas las especies consisten de cinco clases diferentes (isotipos) que difieren en la estructura de sus cadenas H. Estas cadenas H difieren como antígenos (serológicamente), en el contenido de carbohidratos y en tamaño. Lo más importante es que ellas confieren diferentes funciones biológicas a cada isotipo. Las cadenas H, derivadas de varios isotipos de inmunoglobulinas, son designados IgM, IgG, IgA, IgD e IgE (Benjamini *et al.*, 1996; Abbas *et al.*, 1995):

#### 5.4.1.2 Características y propiedades de la IgE

Como hemos mencionado la clase IgE de anticuerpos es de gran importancia en algunas respuestas inmunes que tienen un resultado patológico (hipersensibilidad o alergia). Las superficies de los basófilos altamente granulados o mastocitos contienen receptores para la porción Fc de la molécula de IgE, y las moléculas de IgE son encontradas predominantemente

adheridas a estas células. Cuando los antígenos se unen con la porción Fab de la IgE adherida a estas células, las células quedan activadas y liberan el contenido de sus gránulos: histamina, heparina, leucotrienos, y otros componentes farmacológicamente activos que disparan las reacciones de hipersensibilidad (ver 5.4.2). Estas reacciones pueden ser leves como en el caso de un piquete de mosquito, o severas, como en el caso del asma bronquial; ellas pueden igual resultar en anafilaxia sistémica, la que puede causar la muerte en minutos. La IgE también está involucrada en las enfermedades parasitarias. (Benjamini *et al.*, 1996).

Al igual que la molécula de IgM, la cadena pesada de la IgE tiene un dominio extra C<sub>II</sub> por lo que se adhiere con alta afinidad inusual a los receptores específicos en mastocitos y basófilos, donde las moléculas IgE pueden permanecer por semanas o meses. Cuando el antígeno reaparece, se combina y se entrelaza con las moléculas IgE en la superficie de los mastocitos. Este evento trae como consecuencia la descarga de los contenidos de los gránulos de los mastocitos y los resultantes síntomas de anafilaxia (Benjamini *et al.*, 1996).

#### 5.4.1.3 Inmunógenos y antígenos

Un inmunógeno es cualquier agente capaz de inducir una respuesta inmune. En contraste, un antígeno es cualquier agente capaz de pegarse específicamente a componentes de la respuesta inmune, tales como linfocitos y anticuerpos. La distinción entre los términos es necesaria porque hay muchos componentes que son incapaces de inducir una respuesta inmune, sin embargo ellos son capaces de pegarse con componentes del sistema inmune que han sido inducidos contra ellos. Así todos los inmunógenos son antígenos, pero no todos los antígenos necesariamente son inmunógenos. Esta diferencia es obvia en el caso de componentes de bajo peso molecular, un grupo de sustancias que incluyen muchos antibióticos y drogas. Por sí mismos, estos componentes son incapaces de inducir una respuesta inmune, pero cuando ellos se juntan con entidades mucho más grandes, tales como proteínas, el conjugado resultante induce una respuesta inmune que es dirigida contra varias partes del conjugado, incluyendo componentes de bajo peso molecular (Benjamini *et al.*, 1996). Cuando es manipulado de esta manera, el componente de bajo peso molecular es referido como un hapteno; el componente de alto peso molecular con el cual el hapteno es conjugado es referido como un "carrier" (termino en inglés más utilizado que significa transportador) (Benjamini *et al.*, 1996; Abbas *et al.*, 1995).

#### 5.4.1.4 Antigenicidad

Una respuesta inmune inducida por un antígeno genera anticuerpos o linfocitos que responden específicamente con el antígeno. El sitio de unión al antígeno de un anticuerpo o un receptor en un linfocito tiene una estructura única que permite una complementariedad

“conveniente” para algún aspecto estructural del antígeno específico. La porción del antígeno que se pega específicamente con el sitio de unión de un anticuerpo o un receptor en un linfocito es llamada determinante antigénico o epítopo (Benjamini *et al.*, 1996).

Como se vera en la sección 5.5 los alérgenos de ácaros del polvo son proteínas (principalmente enzimas) sin embargo, también otro tipo de biomoléculas pueden ser antigénicas (*e.g.*, carbohidratos (polisacáridos), lípidos y ácidos nucleicos). Estas biomoléculas generalmente son antigénicas cuando están unidas a proteínas. Virtualmente todas las proteínas son inmunogénicas por lo que, las respuestas inmunes más comunes son a proteínas. En general, las proteínas son antígenos multideterminantes. La respuesta inmune adquirida reconoce muchos caracteres y propiedades fisicoquímicas de los componentes por ejemplo, los anticuerpos pueden reconocer varios caracteres estructurales de una proteína, tales como su estructura primaria, secundaria, terciaria o cuaternaria (Benjamini *et al.*, 1996).

#### 5.4.2 LOS ÁCAROS Y LAS ENFERMEDADES ALÉRGICAS

Las enfermedades alérgicas que se describen mas adelante no son causadas únicamente por ácaros ya que también, otros organismos pueden actuar como disparadores de la reacción alérgica; entre los mas comunes se encuentra polen de diferentes especies de plantas, esporas y micelios de hongos, ácaros de productos almacenados, algunos ácaros parásitos, ácaros depredadores, ácaros fitófagos así como otros artrópodos tales como cucarachas, orugas, pececitos de plata, entre otros.

Hay ocasiones en que las personas alérgicas pueden reaccionar a diferentes alérgenos (*e.g.*, alérgenos de dos especies de ácaros, alérgenos de ácaros y de polen, etc.) lo cual se conoce como reactividad cruzada. En una reacción cruzada los componentes inmunes, células o anticuerpos, reaccionan con dos moléculas que comparten epítopes, pero fuera de eso son diferentes. Cuando dos componentes reaccionan cruzado inmunológicamente, los componentes pueden tener uno o más epítopes en común y la respuesta inmune a uno de los componentes puede reconocer uno o más del mismo epítopo (s) en el otro componente y reaccionar con el. Otra forma de reactividad cruzada es vista cuando los anticuerpos o células con especificidad a un epítopo se pega, usualmente mas débilmente, a otro epítopo que no es completamente idéntico, pero tiene una semejanza estructural, al primer epítopo (Benjamini *et al.*, 1996).

Las enfermedades alérgicas o atópicas causadas por los ácaros del polvo casero forman parte de lo que en inmunología se denomina hipersensibilidad tipo I o anafiláctica. La hipersensibilidad se define como la respuesta anormal o excesiva a un agente sensibilizador, requiriéndose usualmente exposición previa. Es decir, cuando un individuo ha sido programado inmunológicamente, el contacto ulterior con el antígeno conduce a refuerzo secundario de la

respuesta inmunitaria. No obstante, la reacción puede ser excesiva y ocasionar alteraciones importantes (hipersensibilidad) si el antígeno se encuentra presente en cantidades relativamente grandes o si el estado inmunitario humoral y celular está exaltado. Debe destacarse que los mecanismos subyacentes a estas reacciones inadecuadas son aquellos normalmente empleados por el organismo para combatir la infección. Se conocen cinco tipos de hipersensibilidad. Los tipos I, II, III y V dependen de la interacción del antígeno con los anticuerpos humorales y tienden a ser denominadas reacciones de tipo "inmediato". En el tipo IV interviene el reconocimiento por parte de las células T y, con motivo de que estas reacciones demoran más tiempo, antes se les llamaba "sensibilidad de tipo retardado" (Roitt, 1998).

Alergia o atopia se refiere a la propensión heredada de responder inmunitariamente a muchos alérgenos habituales de presencia natural, inhalados e ingeridos, con la producción continua de anticuerpos IgE. La rinitis ( ) y el asma alérgicas son las manifestaciones más frecuentes de enfermedad clínica, posterior a la exposición a estos alérgenos ambientales. La dermatitis atópica es menos frecuente. La gastroenteropatía alérgica es aún más inusual y puede ser transitoria. Dos o más de estas enfermedades clínicas pueden coexistir en el mismo paciente al mismo tiempo, o en diferentes momentos durante el curso de la enfermedad. La atopia también puede ser asintomática. La etiología de la atopia comprende factores genéticos complejos que no se comprenden del todo. La enfermedad clínica requiere predisposición genética y exposición al alérgeno ambiental (Stites *et al.*, 1998).

#### 5.4.2.1 Rinitis alérgica

La rinitis alérgica (conocida también como rinoconjuntivitis alérgica o fiebre del heno) es la manifestación más frecuente de la reacción atópica contra alérgenos inhalados. Es un padecimiento crónico que puede aparecer a cualquier edad, pero el inicio casi siempre es durante la infancia o adolescencia. La enfermedad afecta a ambos sexos de igual manera y persiste durante varios años si no se trata. Nunca es letal, pero ocasiona considerable morbilidad y pérdida de tiempo en la escuela y en el trabajo (Stites *et al.*, 1998).

- **Síntomas:** Un ataque clásico consiste en rinorrea profusa, estornudo paroxístico, obstrucción nasal y prurito de nariz y paladar. El drenaje mucoso retranasal origina dolor de garganta, expectoración y tos. En general, existe blefaroconjuntivitis alérgica concomitante, con prurito intenso de conjuntiva y párpados, enrojecimiento, lagrimeo y fotofobia. En algunas personas puede ocurrir conjuntivitis en ausencia de síntomas nasales. La enfermedad se presenta de modo estacional en pacientes con alergia al polen. Puede mantenerse durante todo el año si la sensibilidad es contra un alérgeno persistente como los que están presentes en los ácaros del

polvo casero, o es posible que haya síntomas perennes con exacerbaciones continuas en los pacientes con alergias múltiples (Stites *et al.*, 1998; Guérin, 1990).

#### 5.4.2.2 Asma

El asma es un desorden inflamatorio crónico de las vías aéreas en las cuales intervienen muchas células y elementos celulares. En individuos susceptibles, esta inflamación causa episodios recurrentes de jadeos, incapacidad para respirar, opresión en el pecho y tos, principalmente en la noche o en la madrugada (NHLBI, 1995 in NHLBI, 1997). El asma (conocida también como enfermedad obstructiva reversible de vías respiratorias) se caracteriza por hiperrespuesta del árbol traqueobronquial a irritantes respiratorios y elementos químicos broncoconstrictores, que origina ataques de respiración sibilante, disnea, opresión torácica y tos, manifestaciones que son reversibles espontáneamente o con tratamiento. La enfermedad es crónica e incluye toda la vía respiratoria, pero varía en gravedad desde episodios leves ocasionales hasta obstrucción bronquial grave y crónica que pone en peligro la vida. Existe eosinofilia concomitante en la sangre y en las secreciones respiratorias. Los episodios de asma se desencadenan inmunitariamente por la inhalación del alérgeno en sujetos con alergia atópica (Stites *et al.*, 1998).

Todos los pacientes asmáticos (independientemente de la presencia o ausencia de atopia) tienen las características cardinales que definen el asma: hiperreactividad de vías respiratorias, obstrucción reversible de éstas y eosinofilia. En los individuos con asma alérgica, los ataques se desencadenan por exposición a los alérgenos, así como por otros factores no alérgicos (Stites *et al.*, 1998).

El asma se presenta con mayor frecuencia entre individuos atópicos que entre los no atópicos, en especial en la infancia. No se sabe si la predisposición a los dos trastornos es genética o si la atopia incrementa la expresión clínica de una predisposición asmática no definida. Un estudio epidemiológico reciente a gran escala mostró, en contra de los abundantes datos previos, que existe una correlación estadística positiva de asma y anticuerpos IgE en todos los grupos de edad. Por tradición y utilidad clínica, a menudo se clasifica el asma en grupos extrínseco e intrínseco (Stites *et al.*, 1998).

##### 5.4.2.2.1 Asma extrínseca (asma bronquial)

Se conoce también como alérgica, atópica o inmunitaria. Como grupo, los pacientes con asma extrínseca desarrollan la enfermedad en la vida temprana, generalmente en la infancia o niñez. A menudo coexisten otras manifestaciones de atopia (eccema o rinitis alérgica). Son frecuentes los antecedentes familiares de enfermedad atópica. Los ataques de asma se presentan

durante las estaciones de polen. En presencia de animales o al exponerse al polvo casero, almohadas de pluma u otros alérgenos, según la sensibilidad particular de la persona. Las pruebas dérmicas muestran reacciones positivas de roncha y rubor ante los alérgenos causales. Con frecuencia, está aumentada la concentración sérica total de IgE, pero en ocasiones es normal (Stites *et al.*, 1998).

#### 5.4.2.2 Asma intrínseca (asma no alérgica o idiopática)

Aparece de manera característica por primera vez durante la vida adulta (aunque puede haber excepciones), er. general después de una aparente infección respiratoria. Este tipo de asma sigue un curso de obstrucción bronquial crónica o recidivante, sin relación con las estaciones de polen o con exposición a otros alérgenos. Las pruebas dérmicas son negativas a los alérgenos atópicos habituales. Es normal la concentración sérica de IgE. Hay eosinofilia en sangre y esputo (Stites *et al.*, 1998).

El asma es una enfermedad de distribución mundial, su prevalencia varía, en parte, por diferencias en la definición y los métodos de identificación de casos. El inicio durante la infancia es predominante antes de los cinco años, y afecta a los niños más que a las niñas (alrededor de 3:2). El inicio en la infancia generalmente es de la variedad alérgica. El inicio en la etapa adulta puede ser a cualquier edad, pero de manera clásica ocurre en la quinta década. De ordinario es de tipo intrínseco y afecta a las mujeres más que a los varones (alrededor de 3:2) (Stites *et al.*, 1998).

#### 5.4.2.3 Dermatitis atópica

La dermatitis atópica (conocida también como neurodermatitis, eccema, eccema atópico o prurigo de Besnier) es un trastorno cutáneo crónico específico de un subgrupo de pacientes con características familiares e inmunitarias de atopia. La característica esencial es una respuesta inflamatoria dérmica pruriginosa, que induce una erupción cutánea característica de distribución simétrica, con predilección por ciertos sitios (Stites *et al.*, 1998).

La dermatitis atópica se clasifica como un tipo cutáneo de atopia debido a que se vincula con rinitis alérgica y asma en familias (y con frecuencia en el mismo paciente) y a menudo está aumentada la concentración de IgE sérica. No obstante la intensidad de la dermatitis no siempre se correlaciona con la exposición a alérgenos a los cuales el paciente reacciona positivamente en las pruebas cutáneas y la desensibilización no es eficaz en esta enfermedad (Stites *et al.*, 1998).

- **Síntomas:** La enfermedad casi siempre se inicia en la lactancia o infancia temprana. Muchos casos se alivian alrededor de los dos años de edad. La persistencia en la infancia tardía y vida adulta se caracteriza por ciclos frecuentes de remisión y exacerbación. El síntoma principal es el prurito. A menudo empeora durante la noche y se estimula por cambios de temperatura.

sudor, ejercicio, estrés emocional y angustia. Existen antecedentes familiares importantes de atopía. Rascarse y friccionarse ocasiona que se incremente la erupción cutánea eczematosa clásica. El prurito también se exacerba por irritantes como lana y sustancias desecantes como jabón y solventes desgrasantes. La ingestión de alimentos alergénicos puede ocasionar exacerbaciones agudas. La enfermedad puede mejorar espontáneamente durante el verano (Sites *et al.*, 1998).

#### **5.4.3 MÉTODOS INMUNOLÓGICOS PARA EL USO DE ANTICUERPOS EN EL LABORATORIO**

Se describe aquí los métodos mas actuales, mas simples y mas utilizados con los que se puede utilizar los anticuerpos como herramientas en la investigación y en el diagnóstico clínico.

##### **5.4.3.1 Cuantificación del antígeno**

Los métodos inmunológicos de cuantificación de la concentración del antígeno tienen una exquisita sensibilidad y especificidad, y se han convertido en técnicas estándar para aplicaciones clínicas y de investigación. Todos los métodos inmunoquímicos de cuantificación modernos se basan en un método simple y preciso de medida de la cantidad de moléculas indicadoras. Cuando la molécula indicadora se marca con un radioisótopo puede cuantificarse midiendo la radiactividad en un contador  $\gamma$ ; el análisis se llama radioinmunoanálisis (RIA). Cuando la molécula indicadora se une covalentemente a una enzima, puede cuantificarse determinando en un espectrofotómetro la velocidad inicial a la cual la enzima se convierte de un sustrato incoloro en un producto con color; el análisis se llama análisis inmunoabsorbente ligado a enzima (ELISA). Habitualmente, se utilizan diversas variaciones del RIA y del ELISA (Abbas *et al.*, 1995).

##### **5.4.3.1.1 RIA directo**

Se fija una cantidad determinada de anticuerpo a un soporte sólido. El anticuerpo inmovilizado se unirá a una porción finita del antígeno indicador marcado radiactivamente que se ha añadido. Cuánto antígeno se una, dependerá de la concentración del antígeno y de la afinidad del anticuerpo por el antígeno. En el análisis se compara la capacidad de inhibir de forma competitiva la unión del antígeno indicador marcado al anticuerpo inmovilizado de la solución prueba (concentración de antígeno desconocida) con la de una serie de soluciones estándar que contienen concentraciones conocidas del antígeno no marcado. Cuanto mayor sea el contenido de antígeno competitivo en la solución de prueba o en la estándar, menos antígeno indicador marcado se unirá. Los resultados de las soluciones estándar de concentraciones de antígeno

conocidas se utilizan para derivar una curva de inhibición función de la concentración del antígeno, de la cual puede deducirse la concentración de la muestra de prueba (Abbas *et al.*, 1995).

#### **5.4.3.1.2 ELISA o RIA competitivo**

Se fija una cantidad determinada de antígeno a un soporte sólido, y entonces se añade una cantidad fija de anticuerpo indicador en solución para unirse al antígeno. La cantidad de anticuerpo indicador unido se mide utilizando una enzima o un radioisótopo que se une por enlace covalente; la marca puede unirse directamente al anticuerpo indicador, o a un anticuerpo secundario (*e.g.*, Ig anti-ratón de conejo cuando el anticuerpo indicador primario es un anti-antígeno de ratón). La solución de prueba de concentraciones de antígeno desconocidas se compara con una serie de soluciones estándar de concentraciones conocidas de antígeno para inhibir de forma competitiva la unión del anticuerpo indicador. A mayor contenido de antígeno en la solución de prueba o estándar, menos anticuerpo se une. Los resultados de las soluciones estándar de concentración conocida de antígeno, se utilizan para derivar una curva de inhibición función de la concentración del antígeno, de la cual puede deducirse la concentración de la muestra de prueba (Abbas *et al.*, 1995).

#### **5.4.3.1.3 ELISA o RIA tipo sandwich**

Se fija una cantidad determinada de anticuerpo a un soporte sólido. Se añade una solución de prueba de una concentración de antígeno desconocida o una serie de soluciones estándar de concentraciones de antígeno conocidas. El antígeno no unido se elimina, y se añade una segunda población de anticuerpos indicadores marcados con isótopo o enzima para que se unan. Cuanto mas antígeno haya en las soluciones de prueba o estándar, mas cantidad de segundo anticuerpo marcado con isótopo o enzima se unirá. Los resultados de las soluciones estándar se utilizan para construir una curva de unión para el segundo anticuerpo función de la concentración del antígeno, de la que puede deducirse la cantidad de antígeno en la solución de prueba. Cuando esta prueba se realiza con dos anticuerpos, es esencial que ambos se unan a determinantes antigénicos que no se solapan: de otra forma, el segundo anticuerpo no podrá unirse (Abbas *et al.*, 1995).

#### **5.4.3.2 Identificación y caracterización de antígenos proteicos**

Las dos pruebas principales utilizadas por los inmunoquímicos para identificar y caracterizar antígenos proteicos son la inmunoprecipitación y el "Western blotting".

#### 5.4.3.2.1 Inmunoprecipitación

Para aislar un antígeno específico en una mezcla de proteínas se utiliza un anticuerpo dirigido contra él. En los procedimientos más modernos, el anticuerpo se une a una partícula en fase sólida (*e.g.*, una esfera de agarosa), por acoplamiento químico directo o indirecto. El acoplamiento indirecto puede lograrse por medio de un "segundo anticuerpo", como un anticuerpo de ratón anti-Ig de ratón, o por medio de alguna otra proteína con una afinidad específica por la porción Fc de las Ig, como la proteína A o la proteína G de los estafilococos. Después de incubar la esfera cubierta de anticuerpos con la solución de antígeno, se separan las moléculas que no se unan del complejo esfera-anticuerpo-antígeno mediante lavado. El antígeno específico se libera después del anticuerpo cambiando el pH u otra condición del solvente que reduzca la afinidad de la unión. Por este procedimiento de cromatografía de afinidad pueden purificarse grandes cantidades de antígeno. (Recuérdese también que la cromatografía de afinidad se utiliza como un método de purificación de anticuerpos) El antígeno purificado puede entonces analizarse por técnicas químicas convencionales. De manera alternativa, puede purificarse una pequeña cantidad de proteína marcada radiactivamente, y deducir las propiedades de la macromolécula a partir del comportamiento de la marca radiactiva en técnicas de separación analítica, como la electroforesis en gel de poliacrilamida o el enfoque isoeléctrico (Abbas *et al.*, 1995).

#### 5.4.3.2.2 "Western blotting"

Si el antígeno proteico a caracterizar está mezclado con otros antígenos, puede hacerse primero una separación analítica, habitualmente mediante electroforesis en gel de poliacrilamidododecil sulfato de sodio (SDS), de forma que las posiciones de las diferentes proteínas en el gel sean función de sus tamaños moleculares. Después el grupo de proteínas separadas se transfiere del gel separador a una membrana de soporte por acción capilar ("blotting", en inglés "manchado") o por electroforesis, de forma que la membrana adquiere una réplica del conjunto de macromoléculas separadas presente en el gel. El SDS es desplazado del gel por las proteínas durante el proceso de transferencia, y solemos recuperar los determinantes antigénicos nativos a medida que la proteína se vuelve a plegar. La posición del antígeno sobre la membrana puede entonces detectarse uniéndole un anticuerpo marcado, lo que nos da información sobre el tamaño del antígeno. Se suelen utilizar anticuerpos marcados con enzimas o radioisótopos (Abbas *et al.*, 1995).

A la técnica de transferencia de proteínas de un gel a una membrana se le llama "Western blotting" a modo de broma bioquímica. Southern (que en español significa "meridional") es el apellido del científico que transfirió por primera vez ADN de un gel separador a una membrana,

una técnica que desde entonces se denomina "Southern blotting". Por analogía, el "Northern blotting" (en español, "manchado septentrional") se aplico a la técnica de transferir ácido ribonucleico (ARN) de un gel a una membrana, y "Western blotting" (en español "manchado occidental") a la transferencia de proteínas (Abbas *et al.*, 1995).

#### 5.4.4 INMUNOTERAPIA

La inmunoterapia consiste básicamente de una desensibilización en la cual se administran por vía subcutánea (actualmente se han explorado otras vías de administración eficientes como son la vía sublingual y tópica nasal) cantidades pequeñas pero crecientes del antígeno en un periodo de horas, o mas gradualmente en semanas o meses. Como resultado de este tratamiento, la concentración de IgE específica disminuye (Abbas *et al.*, 1995; Fernández-Caldas, 2001).

La inmunoterapia con alérgenos actualmente tiene un mecanismo mejor conocido y ha seguido la evolución normal de la Industria Farmacéutica, que es mejorar eficacia, reducir efectos secundarios y ofrecer una mayor comodidad posológica. Sin embargo, las principales complicaciones asociadas a su uso son las reacciones locales y principalmente el choque anafiláctico. Esto debido en parte, a que la dosis necesaria para producir una mejoría es muy superior a la que puede producir una reacción al principio del tratamiento. Por ello, se necesitan largas pautas de tratamiento donde el alérgeno es inyectado en pequeñas cantidades, pero de forma creciente hasta lograr una dosis de mantenimiento óptima. Hoy en día, la inmunoterapia se nos presenta como una modalidad de tratamiento de las enfermedades alérgicas con un eficacia demostrada y avalada por la OMS (Fernández-Caldas, 2001).

En los últimos años se ha especulado sobre distintas formas posibles para el tratamiento de las enfermedades alérgicas usando abordajes distintos a los usados actualmente. Dentro de las futuras estrategias inmunoterapéuticas podemos distinguir entre la inmunoterapia específica de alérgeno y la no específica, en la que se intenta modular el sistema inmune de distintas formas. Dentro de la inmunoterapia específica (alternativa) los aspectos mas relevantes son: el tratamiento con alérgenos purificados, con igual o menor capacidad de reconocimiento por IgE, las vacunas con péptidos, las vacunas de ADN y los haptenos de alérgenos. Dentro de la inmunoterapia no específica de alérgeno destacan el uso de anticuerpos bloqueantes, la administración de interleucinas, la vacunación con el bacilo de Calmette-Guérin, la estimulación de respuesta Th1 con ADN específico y la terapia génica (Fernández-Caldas, 2001).

## 5.5 BIOLOGÍA MOLECULAR Y DESARROLLO BIOTECNOLÓGICO DE LOS ALERGENOS DE ÁCAROS DEL POLVO CASERO

Se puede definir a la biología molecular como el estudio de la estructura y función de las partículas de dos o más átomos que forman parte esencial de los organelos, células, etc., de los organismos vivos. Gracias a las técnicas de biología molecular, las cuales son herramientas útiles para el desarrollo de la biotecnología, se ha podido identificar al ADN (ácido desoxirribonucleico) como material genético, descifrar el código genético y a dilucidar los principios y detalles de la transcripción y de la traducción entre muchos otros procesos. Recientemente la "Office of Technology Assessment of the United States Congress" (Oficina de Evaluación de Tecnología del Congreso de Estados Unidos) definió biotecnología como "cualquier técnica que utiliza organismos vivos o sustancias de estos organismos, para hacer o modificar un producto, para mejorar plantas o animales, o para desarrollar microorganismos para usos específicos". Así, la biotecnología abarca herramientas y técnicas, incluyendo las de tecnología de ADN recombinante; los organismos vivos que se pueden mejorar pueden ser plantas, animales o microorganismos; y los productos de estos organismos pueden ser nuevos o raros (*i.e.*, que no hayan existido antes de manera natural o que sean poco abundantes). La biotecnología es multidisciplinaria, involucrando varias ciencias naturales – biología celular y molecular, microbiología, genética, fisiología y bioquímica, por nombrar sólo las áreas mayores – así como ingeniería y ciencias de la computación. Como la biotecnología abarca tecnología de ADN recombinante en ocasiones ambos términos son usados indistintamente. La tecnología de ADN recombinante incluye herramientas y técnicas para manipular genéticamente organismos cultivados desde bacterias y hongos hasta plantas y animales. Las variadas aplicaciones de la biotecnología incluyen la producción de alimentos nuevos y mejorados, químicos industriales, farmacéuticos y ganado (Barnum, 1998). En la biotecnología (también conocida como genética molecular) la biología molecular y la bioquímica es utilizada para resolver problemas asociados con contaminación, producción de alimentos, producción de energía y síntesis de nuevas medicinas (Alcamo, 2001). Uno de los mayores impactos de la biotecnología es en el área de los medicamentos, diagnósticos y vacunas eligiéndose incluso el término farmacobiotecnología para referirse a la aplicación de la biotecnología a fármacos (Smith, 1988; Robbers *et al.*, 1996).

### 5.5.1 BIOLOGÍA MOLECULAR DE LOS ALERGENOS DE CASA

Los primeros aeroalergenos que se identificaron fueron los granos de polen, descritos en 1873 (Blackley, 1873 in Smith *et al.*, 2000). La caracterización de aeroalergenos de casa comenzó en la década de 1970. En 1980, el alérgeno del ácaro del polvo casero Der p 1 (ver 5.5.1.2), fue purificado de extractos de ácaros del polvo usando técnicas químicas convencionales

de proteínas y subsecuentemente se mostró que eran llevados dentro de las partículas fecales de los ácaros. La purificación de importantes alérgenos permite el desarrollo de inmunoanálisis sensitivos para la cuantificación de niveles de alérgenos en muestras ambientales, así como para la medición de IgE específica alérgeno de pacientes alérgicos. La introducción de técnicas de biología molecular en los últimos 15 años ha proveído una nueva vía para la identificación y caracterización de alérgenos (Smith *et al.*, 2000).

La biología molecular aplicada al estudio de los alérgenos ha permitido obtener anticuerpos monoclonales, alérgenos recombinantes altamente purificados mediante el clonaje de genes y encontrar similitudes en las estructuras y actividades biológicas de distintos alérgenos. Varios productos obtenidos por el uso de esta tecnología se utilizan en la estandarización de extractos alérgicos, en el estudio de los epitopes B y T y en el mejoramiento de los métodos de cuantificación de alérgenos en el ambiente. Todos estos logros han conducido a un mejor entendimiento de la patogénesis de las enfermedades alérgicas y a proponer nuevas estrategias para su tratamiento y estudio (Fernández-Caldas, 1999).

#### 5.5.1.1 Clonación de alérgenos

La clonación involucra el aislamiento del material genético que codifica para una proteína en particular. Se puede usar ADN o ARN mensajero (ARNm) como plantilla para un alérgeno recombinante. En la mayoría de los casos el ARNm es aislado de la fuente natural (*e.g.* cuerpo de cucaracha o glándula salival de gato) y a partir de este se prepara una cadena de ADN complementario (ADNc) por transcripción inversa y a partir de esta cadena se sintetiza un ADN de cadena doble usando la polimerasa del ADN. El ADN sintetizado se introduce en un vector, ya sea un fago o un plásmido, usando enzimas de restricción. Posteriormente una cepa de *E. coli* es infectada o transformada con el vector recombinante. El conjunto de clones que contienen el ADNc derivado de la fuente de alérgeno se denomina una biblioteca de ADNc o genómica. Una vez obtenida una biblioteca se seleccionan los clones que contengan el ADNc que codifica un alérgeno de interés. La selección se hace con anticuerpos que reaccionan con la proteína recombinante expresada por el gen clonado, usando sueros de pacientes alérgicos con altos niveles de IgE específica al alérgeno clonado, o anticuerpos policlonales o monoclonales (Mab, del inglés, monoclonal antibodies) producidos por el alérgeno natural. Otro método de selección de los clones es por hibridación en el cual se usan oligonucleótidos marcados (sondas) que reconocen y se pegan a la secuencia de nucleótidos complementaria en el gen clonado. Una vez seleccionado el clon que contiene el ADNc de interés, ésta puede usarse para: a) producir grandes cantidades y altamente purificadas del alérgeno y b) obtener la secuencia de nucleótidos que codifica este alérgeno. De la secuencia de nucleótidos se infiere la secuencia de aminoácidos de

la proteína alergénica clonada. La secuencia de aminoácidos deducida se analiza para conocer si tiene homología con la de otras proteínas que se encuentran en bases de datos como la del Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos (Genbank) y el EMBL (European Molecular Biology Laboratory) (Fernández-Caldas, 1999; Smith *et al.*, 2000).

La disponibilidad del ADNc facilita el estudio de las regiones de la molécula que son de particular importancia para la actividad biológica. Para determinar los sitios de unión al anticuerpo o de unión al receptor de los linfocitos T, se usa una metodología conocida como "rastreo de epitopos". En este método, el gen que codifica el alérgeno es fragmentado usando enzimas de restricción o por medios fisicoquímicos. Los fragmentos resultantes son clonados en un vector de expresión y la alergenicidad de los productos resultantes se determina mediante inmunoensayo (Green *et al.* 1990 in Fernández-Caldas, 1999).

Otras vías para la clonación de genes de alérgenos también han sido exitosas. Estos incluyen la reacción en cadena de la polimerasa (PCR, del inglés polymerase chain reaction) técnica que usa oligonucleótidos sintéticos diseñados usando el conocimiento de secuencias parciales de proteínas obtenidas de alérgenos naturales purificados. Esta vía fue usada para la clonación de Eur m 1 y Eur m 2 del ácaro del polvo casero *Euroglyphus maynei* (Smith *et al.*, 2000).

#### 5.5.1.2 Sistema nomenclatural para nombrar a los alérgenos

Algunos laboratorios han comúnmente aislado y caracterizado alérgenos en extractos de ácaros usando muchas técnicas de separación fisicoquímicas e inmunoanálisis. Una variedad de nomenclaturas resultaron para identificar los alérgenos de ácaros, que corresponden con la técnica que fue usada para aislar o demostrar el alérgeno. Algo similar ha sucedido con los nombres específicos de los alérgenos aislados de otros materiales que son también mezclas alergénicas complejas (*e.g.*, polenes, escamas animales, comidas, hongos e insectos). Para estandarizar esta situación la IUIS (International Union of Immunological Societies) recomendó un nuevo sistema de nomenclatura unificado. En la nomenclatura sistemática más actual, aceptada por la OMS y la IUIS, para la denominación de alérgenos purificados estos se designan de acuerdo con las tres primeras letras del género, un espacio, la primera letra de la especie, un espacio y un número arábigo que se asigna de acuerdo con el orden de su identificación (todo en tipo normal, es decir no en "itálicas"); el mismo número es usado generalmente para designar alérgenos homólogos o de especies relacionadas (Fernández-Caldas, 1999; Arlian, 2002).

Ocasionalmente, se ha obtenido algunos clones que corresponden a diferentes isoformas del mismo alérgeno. Siguiendo las recomendaciones de la nomenclatura los alérgenos son clasificados basados en su grado de homología como isoalérgenos (cuando ellos comparten  $\geq$

67% de la identidad de la secuencia de aminoácidos) o como variantes (si la homología es cerca del 100%) (Smith *et al.*, 2000).

### 5.5.1.3 Familias de proteínas y función

Las técnicas de clonación permiten el estudio de alérgenos a nivel de su estructura primaria, secundaria y terciaria. Una vez que la estructura primaria del alérgeno es conocida, los datos de homología obtenidos por comparación con otras secuencias de proteínas en bases de datos (tales como GenBank), pueden proveer pistas acerca de la estructura o función biológica. Los alérgenos de ácaros del polvo (ver tabla 8) están agrupados de acuerdo a su secuencia principalmente en los siguientes cuatro grupos:

- **Enzimas:** Muchos alérgenos muestran homología con proteasas. Las proteasas están agrupadas en familias basadas en su especificidad de sustrato y sus nombres usualmente reflejan aminoácidos que están involucrados en el sitio activo de la enzima. Las enzimas proteolíticas son componentes comunes de la digestión y son producidas en el tracto gastrointestinal en exceso. El Grupo 1 de alérgenos de ácaros son cisteína proteasas, que son producidas en el tracto digestivo y excretadas dentro de las heces. Los Grupos 3, 6 y 9 de alérgenos son serina proteasas con distinta especificidad de sustrato similares a tripsina, quimiotripsina y colagenasa, respectivamente. La actividad enzimática funcional ha sido demostrada para algunos de los alérgenos de ácaros, incluyendo Der p 1 y Der f 3. Se ha propuesto que la actividad proteolítica contribuye a la alérgenicidad de las proteínas de ácaros. Un estudio *in vitro* mostró que Der p 1 y Der p 9 inducen liberación de citocina de epitelio cultivado (King *et al.*, 1998 in Smith *et al.*, 2000). Otros investigadores han demostrado que Der p 1 es capaz de adherirse al receptor de baja afinidad a IgE (CD23) de la superficie de las células B así como a la subunidad alfa del receptor IL-2 (CD25) (Schulz *et al.*, 1995; Hewitt *et al.*, 1995 in Smith *et al.*, 2000). Las glutatión-S-transferasas (GST) son un grupo de enzimas que catalizan la oxidación del glutatión; el glutatión es un importante antioxidante y la GST es sobrerregulado durante la respuesta celular al estrés. Der p 8 es miembro de la familia GST (Arruda *et al.*, 1997; O'Neill *et al.*, 1994 in Smith *et al.*, 2000). La amilasa, una enzima que hidroliza el almidón, es también un constituyente común del sistema digestivo de la mayoría de los organismos, y alérgenos pertenecientes a esta familia de enzimas han sido aisladas de ácaros (Der p 4) (Lake *et al.*, 1991; Baur *et al.*, 1986 in Smith *et al.*, 2000).
- **Proteínas involucradas en la regulación de la contracción:** Algunos alérgenos son proteínas que están asociadas con la regulación de actina. El Grupo 10 de alérgenos de *Dermatophagoides spp.* son tropomiosinas. Los alérgenos de *Blomia tropicalis* son troponinas (Witteman *et al.*, 1994; Arruda *et al.*, 1997 in Smith *et al.*, 2000). La tropomiosina y el complejo

troponina inhiben la interacción de actina con miosina hasta que los niveles intracelulares  $\text{Ca}^{2+}$  son incrementados por un impulso nervioso. Juntas, estas proteínas constituyen alrededor de una tercera parte de la masa de un filamento delgado contráctil (Smith *et al.*, 2000). Un alérgeno de alto peso molecular de *Dermatophagoides farinae* ha sido identificado como paramiosina, una proteína estructural de músculo de invertebrados (Arruda *et al.*, 1995 in Smith *et al.*, 2000).

- **Otras homologías:** El Grupo 2 de alérgenos de ácaros muestran 29 y 25% de identidad de secuencia a proteínas secretoras epididimales de humanos (HE1) y chimpancé (EPI-1), respectivamente, y 25% de identidad de secuencia a la proteína de polilla *esr1* (Tsai *et al.*, 1998; Thomas, 1998 in Smith *et al.*, 2000). Aunque la función de *esr1* no es conocida, los niveles de ARNm se incrementan antes de la muda de los estadios pupal y larval, sugiriendo que esta proteína está involucrada en la muda o ecdisis. Mueller *et al.* (Mueller *et al.*, 1997 in Smith *et al.*, 2000) especulan que el Grupo 2 de alérgenos de ácaros puede estar involucrado en el desprendimiento del exoesqueleto. Basados en la homología con las proteínas epididimales estos alérgenos pueden tener un rol en la reproducción de los ácaros.

- **Alérgenos de función desconocida u homología:** Aunque la búsqueda de homología de las proteínas y ácidos nucleicos de bases de datos ha producido una riqueza de información acerca de las características bioquímicas de los alérgenos, hay aún algunos alérgenos clonados que no muestran homología a otras proteínas, incluyendo los Grupos 5 y 7 de alérgenos de ácaros. En estos casos, se necesitan más estudios para descubrir la función biológica (Smith *et al.*, 2000).

### 5.5.2 LOS ÁCAROS COMO FUENTE DE MÚLTIPLES ANTÍGENOS Y ALÉRGENOS

Los ácaros domésticos y en partículas los ácaros del polvo casero constituyen la fuente principal de alérgenos en el polvo de las casas y son uno de los agentes sensibilizadores más comunes en la infancia. Las partículas fecales de los ácaros transportan la mayoría de sus alérgenos. Tienen forma esférica con un diámetro entre 10  $\mu\text{g}$  y 40  $\mu\text{g}$  y son fácilmente suspendidas y transportadas en el aire (Tovey *et al.*, 1982 in Fernández-Caldas, 1999). Los alérgenos son procesados en el intestino de los ácaros. La detección de guanina es un método alternativo para estimar la cantidad de alérgeno de ácaros en el polvo de casa, ya que esta purina es el principal producto nitrogenado en las heces de estos artrópodos (Le Mao *et al.*, 1989 in Fernández-Caldas, 1999). Muchos estudios muestran que *Dermatophagoides farinae* y *D. pteronyssinus* son las fuentes de un gran número de alérgenos. El número exacto de alérgenos que se originan de estas dos especies y de otros ácaros, aún permanece indeterminado. Los números comúnmente registrados son altamente variables. sólo unos pocos de estos han sido aislados y adecuadamente caracterizados para ser nombrados de acuerdo a la nomenclatura

recomendada por la IUIS (tabla 8). Las variaciones en el número de alérgenos registrados y su importancia es resultado de la amplia variedad de metodologías y materiales de ácaros usados en varios laboratorios de investigación (Arlian, 1991).

Los extractos de ácaros han sido preparados de cultivos prósperos, cultivos consumidos completamente, cuerpos de ácaros (ácaros colectados tanto arrastrándolos de cultivos como separándolos del medio de cultivo por otros medios), y materia fecal. Las concentraciones de los componentes de los ácaros y los antígenos de los ácaros varían grandemente en los diferentes materiales fuente. Los extractos pueden contener material del cultivo que puede ser antigénico y / o diluir proteínas originadas por los ácaros. Las proporciones relativas del material de cultivo, estadios de vida de los ácaros, exoesqueletos, secreciones, heces, etc., pueden variar y afectar la potencia o la "totalidad" del extracto. También, los procesos de colecta acuosos pueden lavar y dejar fuera algunos antígenos y alérgenos solubles. Estudios han mostrado que la composición del extracto es importante. Sin embargo, pocos estudios han completamente caracterizado el material fuente usado (Arlian, 1991).

En adición, las variadas técnicas de separación fisicoquímicas usadas tienen un poder de resolución muy diferente. Generalmente, Sephadex y filtración en gel de Sephacryl, cromatografía DEAE-celulosa de intercambio de iones, y sulfato de amonio saturado (SAS) o precipitación de acetona dan sólo separaciones crudas de proteínas múltiples en extractos de ácaros. El fraccionamiento con SDS-PAGE generalmente disocia las moléculas de proteínas en péptidos, así que los antígenos individuales pueden no ser vistos casi después de los pasos de purificación preliminares. Variaciones en la afinidad de IgE para epítopos antigénicos en alérgenos, número de epítopos o su disponibilidad para unirse a la IgE en un ensayo (CRIE, inmunomancha, etc.), cantidad de alérgeno y la radioactividad influencia los resultados de los radioinmunoanálisis usando  $^{125}\text{I}$ -etiquetado antihumano-IgE. Algunos inmunoanálisis proveen la visualización de antígenos específicos (e.g., CIE, inmunodifusión) y alérgenos (CRIE), mientras otro puede dar el total de IgE unida a una proteína o complejo de proteínas (RAST) (Arlian, 1991).

#### 5.5.2.1 Alérgenos de ácaros del polvo casero

Como un resultado del programa internacional de estandarización, iniciado por la IUIS, en colaboración con las agencias gubernamentales para el control de suero, vacunas y alérgenos; numerosas moléculas alérgicas separadas e identificadas por varios grupos, han sido comparadas y estandarizadas. El nuevo código estándar ha sido adoptado por la OMS. Numerosos antígenos o compuestos capaces de unirse a la IgE en placas de inmunoelectroforesis cruzada han sido descritos para diferentes ácaros, sin embargo, la nueva nomenclatura sólo

**Tabla 8.** Principales alérgenos purificados y caracterizados de ácaros piroglifidos y sus propiedades estructurales y funcionales (Datos tomados de Arlian, 1991; Arlian, 2002; Guérin, 1990; Fernández-Caldas, 1999; Smith *et al.*, 2000).\*

Grupos	Designación	M. M. kDa	Secuencia	F/H	Características funcionales
1	Der p 1	25	ADNc	F	Cisteína proteasas: papaína, actinidina, catepsina H & B**
	Der f 1	25		F	
	Der m 1	25		F	
	Eur m 1	25	PCR	H	
2	Der p 2	14	ADNc	H	Proteína epididimal de primate, proteína de muda de polilla****
	Der f 2	14			
	Eur m 2	14	PCR	H	
3	Der p 3	28-30	ADNc	F	Serina proteasas: tripsina**
	Der f 3	28-30			
	Eur m 3	28-30			
4	Der p 4	56-63	Proteína	F	Amilasa**
5	Der p 5	14	ADNc		Desconocida
6	Der p 6	25	ADNc	F	Serina proteasas: quimiotripsina**
7	Der p 7	22-28	ADNc		Desconocida
	Der f 7				
8	Der p 8	25-26	ADNc	H	Glutathion transferasa de ratón y rata**
9	Der p 9	24-28	Proteína	F	Serina proteasas: colagenasa**
10	Der p 10	33-37	ADNc	H	Tropomiosina humana y de conejo***
	Der f 10				
11	Der f 11	98	ADNc	H	Parainosina***
14	Der f 15	177-190	ADNc	H	Apoliforina
	Der p 15				
	Eur m 15				

\* Sólo se considera a los alérgenos purificados de ácaros del polvo (piroglifidos) sin embargo, también se conocen los alérgenos de ácaros de productos almacenados tales como: Tyr p 2 de *Tyrophagus putrescentiae*, Blo t 5 de *Blomia tropicalis* y Lep d 2 de *Lepidoglyphus destructor*; M.M. kDa = Masa molecular en kiloDaltones; F = Se conoce la función de la estructura primaria del alérgeno; H = Función de la estructura primaria del alérgeno inferida por homología con proteínas de función conocida; \*\* enzimas; \*\*\* proteínas involucradas en la regulación de la contracción; \*\*\*\* otras homologías (ver 5.5.1.3).

incluye estos para los cuales la purificación se considera suficiente para permitir una identificación inequívoca. Varios alérgenos han sido clasificados usando la similitud de sus caracteres fisicoquímicos y la homogeneidad de su secuencia de aminoácidos en grupos de moléculas homólogas, llamados 1, 2, 3, etc. (ver tabla 8) La mayoría de los sujetos alérgicos a

los ácaros del polvo doméstico producen IgE específica para los Grupo 1 y 2 de alérgenos (Guérin, 1990).

- Grupo 1:** Los alérgenos del este Grupo son glicoproteínas de masa molecular similar, pero de puntos isoeléctricos aparentemente diferentes, fluctuando de 4.7 a 7.4. Son termolábiles y se encuentran principalmente en las heces de estos ácaros. Los alérgenos de los *Dermatophagoides*, Der p 1, Der m 1 y Der f 1 tienen un peso molecular de 24 kDa y un 80% de homología química entre ellos (Dilworth *et al.*, 1989 in Fernández-Caldas, 1999). A este grupo de alérgenos también pertenece Eur m 1 de *E. maynei*. Estos alérgenos tienen una frecuencia de reconocimiento por los pacientes alérgicos del 80 al 90%. Der p 1 fue inicialmente clonado en *E. coli* y la secuencia del gen reveló que este alérgeno tiene homología con actinidina, papaina, catepsina H y catepsina B, un grupo de proteasas con un residuo de cisteína en la parte activa (Chua *et al.*, 1988 in Fernández-Caldas, 1999). Debido a la poca capacidad antigénica obtenida con el alérgeno expresado en *E. coli*, el gen de Der p 1 fue expresado en *Saccharomyces cerevisiae* mostrando una mayor reactividad frente a sueros de pacientes alérgicos a los ácaros (Chua *et al.*, 1992 in Fernández-Caldas, 1999). Los alérgenos del Grupo 1 son cisteína proteasas, que pueden separar el receptor de baja afinidad de la IgE (CD<sub>23</sub>) de la superficie de linfocitos B humanos (Schulz *et al.*, 1995 in Fernández-Caldas, 1999). Este receptor también está presente en eosinófilos, células dendríticas foliculares, macrófagos y plaquetas. Por el hecho de que el CD<sub>23</sub> soluble promueve síntesis de IgE, se supone que los fragmentos de CD<sub>23</sub> liberados por la acción del Der p 1 podrían potenciar la síntesis de IgE. También se ha demostrado que Der p 1 separa la subunidad  $\mu$  del receptor de la interleucina 2 (IL-2R o CD<sub>25</sub>) de la superficie de células T periféricas humanas y como consecuencia estas células exhiben una menor proliferación y secreción de interferón  $\gamma$  en respuesta a una estimulación con anti-CD3 (Schulz *et al.*, 1998 in Fernández-Caldas, 1999). Estos autores concluyen que IL-2R es muy importante para la prolongación de células Th1, por lo que su separación por parte del Der p 1 puede consecuentemente inducir una respuesta inmune Th2. La separación del CD<sub>23</sub> y CD<sub>25</sub> por Der p 1 puede consecuentemente inducir una respuesta inmune Th2. La separación del CD<sub>23</sub> y CD<sub>25</sub> por Der p 1 potencia su alergenicidad creando un microambiente con clara tendencia hacia una respuesta Th2 (Shakib *et al.*, 1998 in Fernández-Caldas, 1999).

- Grupo 2:** Los alérgenos del Grupo 2 son proteínas de 14 kDa; aproximadamente el 80% de los pacientes alérgicos a los ácaros tiene IgE específica contra estos alérgenos (Heymann *et al.*, 1989 in Fernández-Caldas, 1999). El gen que expresa el Der f 2 codifica una proteína de 129

aminoácidos con un peso molecular de 14 kDa. Esta secuencia tiene un 88% de homología con la secuencia de aminoácidos de Der p 2 (Trudinger *et al.*, 1991 in Fernández-Caldas, 1999). El gen que expresa Der p 2 codifica una proteína de 122 aminoácidos y 14,1 kDa. Der p 2 ha sido expresado eficientemente como una proteína de fusión en *E. coli* y la proteína recombinante retiene la mayoría de la capacidad alergénica mostrada por la proteína nativa. Estudios con péptidos recombinantes de Der p 2 indican que los determinantes antigénicos de Der p 2 son conformacionales y que fragmentos menores de 95 aminoácidos no expresan actividad alergénica (Chua *et al.*, 1990 in Fernández-Caldas, 1999). Se ha descrito que los alérgenos del Grupo 2 tienen aproximadamente un 30% de homología con una familia de proteínas epididimales, incluyendo humana, bovina y de chimpancé (Thomas *et al.*, 1998 in Fernández-Caldas, 1999). A este grupo pertenecen igualmente Tyr p 2, de *T. putrescentiae*, Lep d 2 de *L. destructor* y Eur m 2 de *E. maynei*.

- **Grupo 3:** Der p 3 y Der f 3 son proteínas con un peso molecular entre 24.9 y 30 kDa con actividad tipo serina proteasa (tripsina) y un 50% de homología con otras serina proteasas. El gen completo codifica una proteína de 261 aminoácidos, lo cual indica que Der p 3 es sintetizado como pre-prozimógeno como otras tripsinas. El Grupo 3 tiene varias isoformas y entre el 60 y 80% de pacientes alérgicos a *Dermatophagoides* spp. presentan IgE contra estas proteínas (Smith *et al.*, 1994 in Fernández-Caldas, 1999). A este grupo también pertenece el Eur m 3.
- **Grupo 4:** Der p 4 y Der f 4 forman este Grupo. Estos alérgenos tienen pesos moleculares entre 56 y 63 kDa, con una frecuencia de unión de IgE entre el 24 y el 46% en niños y adultos, respectivamente. Estos alérgenos tienen homología con amilasa (Lake *et al.*, 1991 in Fernández-Caldas, 1999).
- **Grupo 5:** Der p 5 es un alérgeno de 14 a 15 kDa que tiene una frecuencia de unión de IgE específica inferior al 20%. Este alérgeno ha sido clonado y ha mostrado actividad alergénica mediante pruebas cutáneas en el 60% de los individuos asmáticos estudiados (Tovey *et al.*, 1989; Lin *et al.*, 1994 in Fernández-Caldas, 1999). Un alérgeno de *B. tropicalis*, Blo t 5 tiene un 43% de homología con Der p 5 y una frecuencia de reconocimiento del 45 al 60% (Arruda *et al.*, 1997 in Fernández-Caldas, 1999).
- **Grupo 6:** Der p 6 y Der f 6 forman este Grupo. Estos alérgenos tienen un tamaño molecular de 25 kDa y actividad enzimática serina proteasa quimotripsina (Yasueda *et al.*, 1993

in Fernández-Caldas, 1999). Tienen una frecuencia de reconocimiento del IgE del 40 al 60%. Se ha demostrado que Der p 6 tiene un 37% de homología Der p 3 (Fernández-Caldas, 1999).

- **Grupo 7:** Der p 7 y Der f 7 tienen un 86% de homología entre ambos y un alto grado de reactividad cruzada. Der p 7 es una proteína de 198 aminoácidos con un peso molecular de 22,1 kDa. Der p 7 ha sido también clonado y el alérgeno recombinante ha demostrado su actividad alérgica mediante pruebas cutáneas y RAST, obteniéndose resultados positivos en el 53% y 37% de los pacientes alérgicos estudiados, respectivamente (Shen *et al.*, 1993 in Fernández-Caldas, 1999). Los anticuerpos contra este alérgeno también reaccionan en Western blots con múltiples bandas con pesos moleculares de 29, 27 y 24 kDa. Experimentos de absorción confirmaron estos resultados. Se han identificado seis isoformas de Der p 7 (Fernández-Caldas, 1999).
- **Grupo 8:** Der p 8 es un alérgeno con un tamaño molecular de 25 a 26 kDa con una frecuencia aproximada de reconocimiento de 140% (O'Neill *et al.*, 1994 in Fernández-Caldas, 1999). Este alérgeno tiene gran homología con glutatión-S-transferasa de rata y ratón. Tiene un 25% de homología con Bla g 5, alérgeno importante de la cucaracha *Blattella germanica*. Aparentemente no existe reactividad cruzada entre ambos alérgenos (Fernández-Caldas, 1999).
- **Grupo 9:** Der p 9 un alérgeno con un tamaño molecular de 24 a 29 kDa. Tiene tres isoformas (pl. 4.8, 7.8 y 10.5). Es reconocido por aproximadamente el 80% de los pacientes alérgicos a *D. pteromyssinus* y tiene actividad colagenolítica (King *et al.*, 1996 in Fernández-Caldas, 1999). Der p 9 tiene un poco de reactividad con Der p 3 y Der p 6 por inhibición de RAST (Fernández-Caldas, 1999).
- **Grupo 10:** Der p 10 y Der f 10 corresponden a tropomiosina de ácaro y tienen un peso molecular entre 33 y 37 kDa. Tienen un 76.1%, 58.8% y 58.1% de homología con alfa tropomiosina de *Drosophila melanogaster*, conejo y humana, respectivamente y una frecuencia de reconocimiento por IgE bastante alta (>60%) (Aki *et al.*, 1995; Asturias *et al.*, 1998 in Fernández-Caldas, 1999). Estos alérgenos parecen estar involucrados en el proceso de reactividad cruzada entre ácaros, gambas e insectos en pacientes alérgicos a las gambas (Fernández-Caldas, 1999).

- **Grupo 11:** Este grupo esta compuesto por alergenos que tienen homología de secuencia con paramiosina, una proteína estructural del músculo de los invertebrados. El Der f 11 tiene un tamaño molecular de 98 kDa y una alta frecuencia e intensidad de reconocimiento por la IgE (Tsai *et al.*, 1998 in Fernández-Caldas, 1999).
- **Grupos 12 y 13:** Estos grupos han sido creados para incluir alergenos purificados de *B. tropicalis*. Blo t 12 tiene un peso molecular de 14 kDa y una frecuencia de reconocimiento por la IgE del 50%. Blo t 13 tiene un tamaño molecular de 14,8 kDa, y una frecuencia de reconocimiento por la IgE del 10%. Este alergeno presenta una gran homología de secuencia con proteínas citosólicas que unen ácidos grasos (Puerta *et al.*, 1997; Caraballo *et al.*, 1997 in Fernández-Caldas, 1999).
- **Grupo 14:** Recientemente se aislaron dos nuevas moléculas designadas como Mag 1 y Mag 3. Ambas son fragmentos de alto peso molecular de moléculas de cuerpo y heces de *D. farinae*, *D. pteronyssinus* y *E. Maynei*. Mag 3 tiene homología con apoliforinas transportadoras de lípidos y tiene alguna homología estructural con proteínas de yema de huevo. Es reconocida por más del 70% de los pacientes con alergia a ácaros (Arlan, 2002).

#### 5.5.2.2 Reactividad cruzada entre los alergenos de los ácaros

Muchos individuos alérgicos a los ácaros presentan sensibilización a múltiples especies, lo cual se debe, en parte a la reactividad cruzada de determinantes alérgicos comunes entre las especies comprometidas en la respuesta alérgica (Puerta *et al.*, 1993 in Fernández-Caldas, 1999). Entre *D. pteronyssinus* y *D. farinae* existe un alto grado de reactividad cruzada, lo cual se refleja en el hecho de que los individuos alérgicos a los *Dermatophagoides* presentan sensibilización cutánea a ambas especies. Por otro lado, la reactividad cruzada entre los piroglífidos y no-piroglífidos es mínima o nula (Puerta *et al.*, 1991; Johansson *et al.*, 1997; Arlian *et al.*, 1993 in Fernández-Caldas, 1999). Estudios de provocación nasal e inmunoblots usando extractos de *B. tropicalis* demuestran que este ácaro tiene capacidad de inducir una respuesta alérgica específica (Stanaland *et al.*, 1994 in Fernández-Caldas, 1999). Esta especie juega un papel importante como inductor de alergias respiratorias en regiones donde su presencia es común. En regiones donde *B. tropicalis* es abundante y *L. destructor* no existe, la sensibilización a esta especie muy probablemente es provocada por epitopos alérgicos de *B. tropicalis* que tienen reactividad cruzada con *L. destructor*. El uso de extractos de *B. tropicalis* es necesario para el diagnóstico y tratamiento en regiones donde abunda esta especie (Fernández-Caldas, 1999).

### 5.5.2.3 Estructura de los alérgenos

La determinación de la estructura terciaria de los alérgenos puede proveer pistas acerca de la función, así como información importante concerniente a la antigenicidad potencial de estas proteínas. Para los alérgenos con homología a proteínas de estructura conocida, se puede generar un modelo tridimensional. Por ejemplo, Der p 1 ha sido modelado basado en su homología con papaina y actinidina (Topham *et al.*, 1994 in Smith *et al.*, 2000). Las estructuras en cristal de rayos-X de estas cisteína proteasas han sido determinadas; las proteínas consisten de dos dominios globulares. Un dominio está compuesto de tres alfa hélices y el otro dominio es una estructura lamina beta con dos hélices a terminaciones opuestas. El modelo de Der p 1 muestra este arreglo de los dominios, así como el sitio activo de hendidura y la yuxtaposición de los residuos involucrados en la proteólisis (Smith *et al.*, 2000).

Para alérgenos de función desconocida, la estructura de la proteína frecuentemente puede proveer pistas para revelar los motivos estructurales o dominios. Los alérgenos recombinantes pueden ser producidos en grandes cantidades y purificados para homogeneizar. Esto hace posible llevar a cabo cristalografía de rayos-X y estudios espectroscópicos para determinar la estructura terciaria. La estructura de Der p 2 se determinó usando espectroscopia de resonancia magnética nuclear (NMR) (Mueller *et al.*, 1998 in Smith *et al.*, 2000) y cristalografía de rayos-X. Estos estudios revelan que la proteína está compuesta de dos laminas beta arregladas en una como inmunoglobulina plegada. La relevancia de esta estructura a la función del Grupo 2 de alérgenos aún es desconocida, pero Ichikawa y colegas (Ichikawa *et al.*, 1998 in Smith *et al.*, 2000) han sugerido que Der f 2 puede estar involucrado en la defensa del huésped. Ellos especulan que Der f 2 tiene propiedades antibacteriales basados en su estudio mostrando unión del alérgeno a *Escherichia coli* (Smith *et al.*, 2000).

### 5.5.2.4 Expresión de alérgenos recombinantes in vitro

La clonación de genes de alérgenos ha ido acompañada por el desarrollo de sistemas de alto nivel de expresión para la producción de alérgenos recombinantes. Los sistemas in vitro para expresión de proteínas toma ventaja de la maquinaria molecular de una célula para producir grandes cantidades de una cierta proteína codificada por un gen que es introducido en esta célula. Dependiendo del sistema de expresión, el huésped es bacteria (*E. coli*), levadura (*Pichia pastoris* o *Saccharomyces cerevisiae*), o células de insectos. La elección del sistema de expresión va a depender de las características del alérgeno, así como el uso final del alérgeno (*e.g.*, pruebas de piel, que requieren microgramos de alérgenos, o cristalografía de rayos-X, que requiere decenas de miligramos). Algunos ejemplos de sistemas de expresión y productos de importantes alérgenos recombinantes se muestran en la tabla 9 (Smith *et al.*, 2000).

La mayoría de los sistemas de expresión comercialmente disponibles incluyen caracteres diseñados para ayudar en la purificación de la proteína recombinante. Estos incluyen plásmidos que incorporan una proteína o un péptido unido en un marco con el alérgeno clonado. Estas uniones permiten cromatografía de afinidad, independiente de los alérgenos recombinantes, a ser usados para purificación (Smith *et al.*, 2000).

**Tabla 9.** Alérgenos recombinantes expresados de ácaros del polvo casero.

Alérgeno	Sistema de expresión	Vector	Producción (mg/L)	Masa molecular kiloDaltones
Der f 1	Baculovirus	pBluc Bac III	50	28
Der p 2	<i>E. coli</i>	pET	20	14
Der p 2	<i>S. cerevisiae</i>	pSAY 2.3-p 2	8	14
Der p 5	<i>E. coli</i>	pGEX-2T	3	14
Blo t 5	<i>E. coli</i>	pGEX-4T1	3	14

Para proveer reactivos útiles, los alérgenos recombinantes deben mostrar inmunoreactividad comparable a sus contrapartes naturales, cuando esta disponible. Esto es determinado por inmunoanálisis *in vitro* comparando la reactividad del alérgeno natural con el recombinante, por análisis de liberación de histamina, e *in vivo*, por pruebas cuantitativas de piel (Smith *et al.*, 2000).

Cada vez más, los alérgenos recombinantes son identificados antes de que el alérgeno natural sea conocido. Por ejemplo, no hay alérgenos purificados de *Blomia tropicalis*, un ácaro importante en regiones tropicales y subtropicales del mundo. Arruda y colegas (Arruda *et al.*, 1997 in Smith *et al.*, 2000) clonaron un alérgeno de 14kDa, designado Blo t 5, de una biblioteca ADNc de *Blomia*. Los extractos de algunas especies no están comercialmente disponibles y la producción de alérgenos recombinantes haría posible investigar el rol de la sensibilización a tales especies en el asma (Smith *et al.*, 2000).

### 5.5.2.5 Relevancia clínica

La clonación de alérgenos se ha convertido en el método de elección para la identificación y definición de importantes alérgenos. El uso de alérgenos recombinantes ha tenido un impacto sobre algunos aspectos de la enfermedad alérgica como los siguientes (Smith *et al.*, 2000).

- **Estandarización de extractos de alérgenos:** Los MAb basados en inmunoanálisis ahora son usados para la estandarización de los extractos de ácaros del polvo y gatos. La disponibilidad de alérgenos recombinantes ayudaría en el desarrollo de inmunoanálisis para la estandarización

de otras preparaciones tales como extractos de cucarachas y extractos fungales (Chapman *et al.*, 1997 in Smith *et al.*, 2000). El objetivo es proveer una medición, en unidades de masa, de los mayores alérgenos en un extracto. Estos análisis también pueden ser aplicados a muestras ambientales para la evaluación de exposición a alérgenos y para evaluar la efectividad de medidas de escapes de alérgenos. En adición, los alérgenos recombinantes por si mismos proveen estándares reproducibles y pueden potencialmente reemplazar alérgenos naturales para diagnóstico y tratamientos (Smith *et al.*, 2000).

- **Reactividad cruzada de alérgenos:** La clonación y secuenciación de alérgenos ha ayudado a esclarecer la reactividad cruzada del alérgeno. La relación entre alérgenos ahora puede ser descrita en términos de homología de secuencias primarias de aminoácidos y familias de alérgenos pueden ser definidas. Por ejemplo, las tropomiosinas de ácaros y cucarachas comparten homología con tropomiosinas de camarones y caracoles. van Ree y colegas (van Ree *et al.*, 1996 in Smith *et al.*, 2000), han documentado el desarrollo de síndrome de alergia oral a mariscos en tres pacientes que recibían inmunoterapia para hipersensibilidad a ácaros del polvo. El conocimiento de las relaciones entre los mayores alérgenos ayudaría a mejorar la diagnosis de hipersensibilidad al alérgeno específico (Smith *et al.*, 2000).
- **Diagnóstico:** La mayoría de los alérgenos recombinantes muestran inmunoreactividad comparable a su contraparte nativa. Sería posible reemplazar extractos de alérgeno con uno o dos alérgenos recombinantes bien definidos para diagnóstico (Chapman *et al.*, 1997; van Ree *et al.*, 1998 in Smith *et al.*, 2000). Esto podría ser especialmente útil para alérgenos tales como *Blomia*, donde la disponibilidad de extractos comerciales es limitada (Smith *et al.*, 2000).
- **Tratamiento:** Nuevas estrategias de tratamiento han surgido como un resultado de los estudios de clonación. La disponibilidad de la secuencia primaria de aminoácidos de un alérgeno dado, permite a los investigadores usar péptidos sintéticos para determinar epitopes de células T. Otra estrategia derivada de los alérgenos recombinantes es uso de variantes de ingeniería hipoalérgica para inmunoterapia. Estas variantes han reducido la reactividad de IgE pero retienen epitopes de células T; se piensa que estas proteínas pueden ser más eficaces que la inmunoterapia convencional debido a la disminución de riesgo de efectos secundarios (Smith *et al.*, 1999 in Smith *et al.*, 2000). Vacunas de ADN de plásmido y conjugados de ADN de alérgeno también están siendo desarrollados para el tratamiento de la enfermedad alérgica (Smith *et al.*, 2000). Un ejemplo es la línea de investigación del Laboratorio de Bioquímica Molecular, Departamento de Biotecnología Molecular, de la Universidad de Hiroshima encabezado por Kazuhisa Ono para el desarrollo de una vacuna efectiva para la enfermedad alérgica causada por ácaros del polvo casero o polen (Anónimo, 2002).

### 5.5.3 INMUNOANÁLISIS PARA ALERGENOS DE CASA

Hace 10 años, los ELISA basados en MAb para Der p 1 y Der f 1 fueron publicados por primera vez, y estos análisis desde entonces se han convertido en una piedra angular para la evaluación de la exposición a alérgenos de casa (Chapman, 1988; Platts-Mills *et al.*, 1997 in Chapman *et al.*, 2000). Subsecuentemente, análisis para algunos otros alérgenos de ácaros han sido desarrollados así como otros alérgenos. Más de 300 publicaciones usando inmunoanálisis de alérgenos están ahora en bases de datos medline cubriendo un amplio espectro de estudios clínico, epidemiológicos e inmunológicos. Los primeros estudios se enfocaron en los sitios de acumulación de alérgenos dentro de la casa y la variación estacional en los niveles de alérgenos. Siguió una serie de estudios de control de caso y estudios poblacionales diseñados para establecer niveles de riesgo para exposición a alérgenos conduciendo a evaluaciones de sensibilización y correlación de exposición con síntomas clínicos y la severidad del asma. Los análisis de niveles de alérgenos transportados por aire y la distribución de tamaño de partículas definió las propiedades aerodinámicas de alérgenos de ácaros, gato, perro y cucaracha, y la fuente del alérgeno (*e.g.*, heces de ácaro) o su sitio anatómico de producción (*e.g.*, glándulas anales de gato). La medición de los mayores alérgenos por ELISA también se incorporó en programas para estandarización de productos alérgénicos usados para diagnóstico y tratamientos. Finalmente, los inmunoanálisis han sido esenciales en el diseño y monitoreo de estudios de evasión de alérgenos. Estos incluyen estudios ambientales donde los pacientes son movidos de donde hay alérgenos a condiciones libres de alérgenos (*e.g.*, a gran altitud); estudios donde la fuente del alérgeno (*e.g.*, gato) es removido del ambiente; y estudios de intervención diseñados para reducir los niveles de alérgenos en casa (*e.g.*, usando forros para colchón, acaricidas, o proteínas desnaturalizadas para reducir niveles de alérgenos de ácaros). Cada vez mas, los inmunoanálisis están siendo usados para evaluar la eficacia de productos de control de alérgenos y artefactos, tales como forros de colchones, filtros de aire, y aspiradoras. Estos proveen la oportunidad para fabricar el diseño de productos que son de eficacia probada por usar métodos objetivos para demostrar sus efectos sobre los alérgenos (Chapman *et al.*, 2000).

El alcance, amplitud, y el peso de estos estudios han sido inconcebibles usando análisis inmunoquímicos previos, tales como técnica radioalergoabsorbente (RAST) o ELISA de inhibición, los cuales requieren grandes cantidades de suero humano. Las ventajas de ELISA son ante todo una alta cuantificación exacta (ng/ml o µg/mL proteína alérgeno), y especificidad definida, usando MAb para alérgenos de estructura molecular definida e importancia alérgénica. Las limitaciones de esta técnica son que la extracción de polvo, la preparación de la muestra, y los análisis por si mismos son consumidores de tiempo, y su uso está confinado a laboratorios clínicos o de investigación bien equipados (Chapman *et al.*, 2000).

**Tabla 10.** Inmunoanálisis para alérgenos de ácaros del polvo.

Alergeno	MAB <sup>a</sup> de captura	Segundo anticuerpo <sup>b</sup>	Alergenos estándar
Der p 1	5H8	4C1 <sup>1b</sup>	NIBSC 82/518, UVA 93/03
	10B9	5H8 <sup>1b</sup>	NIBSC 82/518, UVA 93/03
	PIA03	PIA01 <sup>1b</sup>	92-Dp
Der f 1	6A8	4C1 <sup>1b</sup>	UVA 93/02
	F1B01	F1A05 <sup>1b</sup>	92-Df
Grupo 2	1D8	7A1 <sup>1b</sup>	UVA 97/01
Grupo 7	WH9	HD19 <sup>1b</sup>	n.d.
Blo t 5	4G9	4D9 <sup>1b</sup>	rBlo t 5

<sup>a</sup> MAb usado para placas de ELISA. <sup>b</sup> MAb o anticuerpo policlonal de conejo usado para la detección del alérgeno. <sup>1b</sup> = biotilado; n.d. = no disponible.

### 5.5.3.1 ELISA: El principal estándar para el análisis de los alérgenos en casa

La clave para inmunoanálisis exitosos es la producción de MAb de alta afinidad con especificidad definida dirigida contra determinantes antigénicos que no coinciden. Pares de MAb apropiados para usar en ELISA han sido producidos para un número en crecimiento de alérgenos en casa (Tabla 10). En la mayoría de los casos, un MAb es usado para la captura de alérgenos y un segundo MAb biotilado acoplado a una enzima etiquetada es usado para la detección del alérgeno. Cuando únicamente un sólo MAb es disponible, pueden usarse anticuerpos policlonales de conejos para detección. (e.g., en inmunoanálisis para *Can f 1*, entre otros). Los desarrollos recientes incluyen ELISA para *Dermatophagoides* spp. Grupo 5 y Grupo 7 de alérgenos, *Blomia tropicalis* (Blo t 5), entre otros alérgenos (Chapman *et al.*, 2000).

### 5.5.3.2 Alérgenos estándar

La producción y mantenimiento de alérgenos estándar es crítico para la reproducibilidad y precisión de los análisis de alérgenos. Es importante darse cuenta que hasta recientemente todos los alérgenos estándar eran simplemente extractos que habían sido calibrados a una concentración conocida; ellos no eran alérgenos purificados. Dos Preparaciones Internacionales de Referencia fueron establecidas en los '80 que cumplen con los criterios de la OMS para estándares: ácaro *D. pteronyssinus* (código NIBSC 82/518); y perro, *Canis familiaris* (NIBSC 84/685) (Ford *et al.*, 1985; Larsen *et al.*, 1988 en Chapman *et al.*, 2000). Otros estándares, listados en la tabla 11, han sido establecidos por investigadores, agencias reguladoras o fabricantes y compañías de biotecnología para su uso "en casa" o comercial. Aunque estos estándares han sido muy útiles para la calibración de análisis, en la mayoría de los casos, su estabilidad no se ha establecido y

han emergido diferencias entre los estimados de las concentraciones actuales de proteínas alérgenos en los estándares (Chapman *et al.*, 2000).

**Tabla 11.** Estimados del contenido de los alérgenos de los estándares usados para ELISA.

Estándar	Contenido del alérgeno
<i>D. pteronyssinus</i>	
OMS/IUIS (NIBSC 82/518)	4.4-12.5 µg Der p 1/ampolleta
CBER E5-Dp	24 µg Der p 1/mL
UVA 93/03 <i>D. pteronyssinus</i>	2500 ng/mL <sup>a</sup>
UVA 97/01	5000 ng/mL Der p 2
<i>D. farinae</i>	
CBER E5-Df	9.5 µg/mL Der f 1
UVA 93/03 <i>D. farinae</i>	2500 ng/mL <sup>a</sup> Der f 1
<i>Blomia tropicalis</i>	2500 ng/mL rBlo t 5

<sup>a</sup>Relativo a OMS/IUIS *D. pteronyssinus*, asumiendo 12.5 µg Der p 1/ampolleta

Las diferencias aparentes en el contenido del alérgeno en la mayoría de los casos puede estar relacionado a la variabilidad en las mediciones de proteínas y la pureza del alérgeno usado como referencia primaria o estándar. En los '80, la purificación de alérgenos estuvo limitada a técnicas inmunoquímicas, las secuencias de los alérgenos no eran conocidas y relativamente pequeñas cantidades de proteína estaban disponibles con fines de investigación. Con la llegada de la clonación de alérgenos y el desarrollo de sistemas de expresión de alto nivel, estos problemas ahora han sido resueltos en su mayor parte, y hay un gran interés en el uso de alérgenos recombinantes para la estandarización de alérgenos. Las diferencias cuantitativas entre los estándares de alérgenos son una fuente importante de variabilidad de análisis, que se resolverán una vez que los estándares internacionales de la OMS/IUIS sean establecidos. Como un ejemplo, el alérgeno de ácaro Der p 2 ha sido expresado a alto nivel en *Escherichia coli*. El alérgeno está disponible en cantidades suficientes para iniciar un estudio de colaboración internacional para establecer un estándar primario usando rDer p 2, y este estándar formaría la base de futuros inmunoanálisis estándar (Chapman *et al.*, 2000).

### 5.5.3.3 Funcionalidad de los análisis

En el Third Indoor Allergen Workshop en 1995, fue diseñado un estudio de variabilidad de análisis para comparar los resultados de análisis para Der p 1 en muestras de polvo casero en 20 laboratorios a nivel mundial. Los resultados iniciales muestran que los valores de Der p 1 de los diferentes laboratorios varían sobre una fluctuación de seis a siete veces y la temperatura de

extracción afecta significativamente los resultados. Las muestras de polvo extraídas a 4°C (por la noche) contenían 50-60% menos Der p 1 que las muestras extraídas a la temperatura del cuarto (2 h) (Siebers *et al.*, 1997 in Chapman *et al.*, 2000). más interesantes son los resultados sobre la temperatura de extracción parecen aplicarse sólo a Der p 1 porque la temperatura no afecta la extracción de Der p 2 o Fel d 1. Claramente, se requiere de mucha más información para reducir la variabilidad y brindar el límite en la fluctuación de la mayoría de los laboratorios participantes (Chapman *et al.*, 2000).

#### 5.5.3.4 Pruebas rápidas para la detección de alérgenos en casa

Una nueva generación de pruebas de detección de alérgenos están ahora disponibles para uso específico de MAb o anticuerpos policlonales (PAbs) ligados a membranas en simples dispositivos tipos formatos de cassette. Tres pruebas que están actualmente disponibles son, el DUSTSCREEN, ACLOTEST, y pruebas de fluido lateral basadas en oro. DUSTSCREEN (CMG-HESKA, Fribourg, Switzerland) detecta alérgenos de ácaro, gato o cucaracha y es apropiado para uso farmacéutico, clínico, o de oficina, donde los niveles de alérgenos sobre las muestras de polvo pueden ser obtenidos el mismo día. El ACLOTEST (Lofarma, Milán, Italia) es una prueba que sólo está disponible para alérgenos de ácaros, y los resultados son clasificados como "negativo" (sin mancha); débilmente positivo (mancha rosa claro, 0.5-10 µg/g); o marcadamente positivo (mancha rosa, >2 µg/g) (Chapman *et al.*, 2000).

El avance más reciente es el desarrollo de verdaderas pruebas rápidas para alérgenos de ácaros que usan tecnología de fluido lateral y MAb marcados con oro para detección. El MAb de captura es "rayado" en la membrana y el MAb secundario marcado con oro es impregnado en una almohadilla con una mecha absorbente a un final de la membrana. Cuando el extracto de polvo es aplicado a la mecha, el alérgeno se difunde en la almohadilla y se liga al MAb marcado con oro. Este complejo fluye a lo largo de la membrana hasta que se encuentra con la línea de MAb de captura, donde el complejo se liga y forma una visible línea roja. La intensidad del desarrollo del color es proporcional a la concentración del alérgeno en la muestra. La prueba de fluido lateral ha sido desarrollada para el Grupo 2 de alérgenos y tiene la ventaja de que detecta a *D. pteronyssinus* y *D. farinae*, es sensitivo y los resultados son obtenidos en 10 min (Tsay *et al.*, 1999 in Chapman *et al.*, 2000). La prueba usa la misma tecnología de las pruebas de embarazo y es idealmente adecuado para usarse en casa. Se han desarrollado prototipos para el Grupo 1 de alérgenos de ácaros, y Fel d 1. En principio, la tecnología de fluido lateral puede aplicarse a otros alérgenos, *e.g.*, cucaracha, alérgenos urinarios de roedores, alimentos, y látex, proveyendo así pruebas simples de exposición para una variedad de alérgenos ambientales (Chapman *et al.*, 2000).

### 5.5.3.5 Comercialización de inmunoanálisis y alérgenos de ácaros del polvo casero

La compañía biotecnológica llamada Indoor Biotechnologies, fundada y dirigida por el Dr. Martin D. Chapman, anteriormente Profesor de Medicina y Microbiología en la Universidad de Virginia y miembro de la UVA Asthma and Allergic Disease Center, es una compañía de inmunodiagnósticos y biotecnología especializada en fabricar productos innovadores para investigar aspectos ambientales e inmunológicos del asma y otras enfermedades alérgicas. La tecnología de la compañía incluye una serie de anticuerpos monoclonales para la detección de alérgenos de ácaros del polvo casero, gato, perro, cucaracha y fungales. Esta compañía tiene una licencia exclusiva en todo el mundo para comercializar estos anticuerpos desde la Fundación de Patentes de la Universidad de Virginia. Ha desarrollado una serie de sistemas innovadores para la detección de alérgenos como los ELISA de laboratorio y el kit de prueba rápida, el cual detecta alérgenos de ácaros en las casas en 10 min. Estos sistemas proveen un rango completo de pruebas para evaluar la exposición ambiental a alérgenos en el interior de la casa, para probar la eficacia de procedimientos para evitar alérgenos, productos y dispositivos, y para la estandarización de alérgenos y desarrollo del producto. En el 2001, introdujo alérgenos naturales y recombinantes como una nueva línea de productos para su uso en investigación y desarrollar nuevas estrategias para la diagnosis y tratamiento de la alergia. Esta línea de productos actualmente incluye los más importantes alérgenos de gato, cucaracha y ácaros del polvo casero (Der p 1, Der f 1, *Dermatophagoides* spp (Grupo 2) y Blo t 5), además, ofrecen análisis profesionales para alérgenos en el interior de la casa en muestras ambientales (ELISA). Indoor biotechnologies desde hace un par de años desarrollo un kit de prueba rápida casera para la detección de alérgenos de ácaros del polvo casero la cual está diseñada para ser usada por pacientes alérgicos y otras personas. Esta simple prueba permite detectar la presencia de alérgenos de ácaros en un extracto de polvo en diez min. Lo que se necesita es tomar una muestra de polvo de ropa de cama o alfombras usando el colector de ácaros y colocarla en la prueba. No se maneja el polvo y los resultados son obtenidos después de diez min y el color de las líneas indicadoras señalan si la muestra contiene bajo, medio o alto niveles de alérgenos. Puede usarse en donde sea y cuando sea (Chapman, 2001a; 2001b).

Un punto central para el análisis de los alérgenos en casa que aplica a todas las pruebas anteriormente descritas (incluyendo ELISA) es la colecta, procesamiento, y manejo de muestras de polvo o aire. A diferencia de las pruebas de embarazo y otras pruebas clínicas que usan fluidos corporales, el muestreo de alérgenos requiere colecta de polvo y extracción en un buffer apropiado, antes del análisis. Algunos investigadores usan aspiradoras con adaptadores que separan el polvo fino del grueso y así evitan el tamizado. Sin embargo, para pruebas basadas en oficina o para uso de pacientes, el tamizado no es una opción fácil y es recomendable reducir a un

mínimo el número de pasos requerido para preparar la muestra de polvo. El más prometedor artefacto actualmente disponible es el colector de polvo MITEST (MITEST, Dublín, Irlanda). Este colector, fabricado y comercializado por Indoor Biotechnologies, se adapta al final de succión de la aspiradora y tiene un tubo interno con una membrana permeable, la cual permite el flujo de aire, pero también permite que la muestra de polvo sea colectada. Un área de 0.25 m<sup>2</sup> es aspirada por dos min, después de lo cual el colector es tapado al final inferior y se añade el buffer (~10 mL). La parte superior es tapada, la solución se agita y separada por cinco min, y se aplica a la prueba de alérgenos. Usando este colector junto con pruebas de fluido lateral basadas en oro, una muestra de polvo puede ser colectada, extraída, y probada dentro de 15-20 min (Tsay *et al.*, 1999 in Chapman *et al.*, 2000). No obstante, el MITEST no puede usarse en aspiradoras que no tengan tubo (*e.g.*, aspiradoras manuales) y está diseñado como artefacto disponible de plástico de un sólo uso, lo que no es amistoso con el ambiente. Otras posibilidades incluye el uso de colectores de papel o filtros que pueden ser reciclados (Chapman *et al.*, 2000).

## 5.6 ESTUDIO DE LOS ÁCAROS DEL POLVO CASERO EN MÉXICO

El primer trabajo que se publicó en México sobre los ácaros del polvo casero fue elaborado por los médicos González y Llorens en 1974, fue la primera vez que se registraba *Dermatophagoides pteronyssinus* y *D. farinae* como constituyentes del polvo casero en una región del país.

Para este trabajo recolectaron muestras de polvo doméstico de casas de pacientes que eran atendidos en el Servicio de Inmunoalergia del Hospital General de Especialidades del IMSS en Guadalajara, y que habían demostrado sensibilización a este alérgeno. En total obtuvieron 97 muestras en 43 poblaciones de los Estados de Jalisco, Colima y Nayarit. Las muestras fueron sembradas en cámaras de cultivo opacas en un medio que contenía 0.360 g de escamas cutáneas preparadas y 0.180 g de levadura. El polvo era tamizado y depositado en proporción de 0.5 g en las cámaras de cultivo y estas fueron selladas con un material adhesivo semisólido, para impedir la fuga de los piroglifidos y se conservaron cuatro meses a una temperatura que fluctuó entre 25° y 30° C, y humedad ambiental de 80% (González & Llorens, 1974).

Las muestras se recolectaron durante los meses de septiembre a diciembre de 1972, la observación microscópica se efectuó cuatro meses después de sembradas y la identificación la hicieron siguiendo las claves dicotómicas de Fain obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 12.** Resultados obtenidos por González y Llorens en 1974 en muestras de polvo casero de tres estados.

Estado	No. de poblaciones muestreadas	No. de muestras	No. de muestras con presencia de <i>D. farinae</i>	No. de muestras con presencia de <i>D. pteronyssinus</i>
Jalisco	28	62	62	54
Colima	5	16	16	16
Nayarit	10	19	19	16
Total	43	97	97	86

González y Llorens, concluyen que en 86 de las muestras se identificó *D. farinae* y *D. pteronyssinus* en proporción de 10 a 1. En las otras 11 muestras se identificó únicamente a *D. farinae*, 8 de ellas pertenecientes a cuatro poblaciones del Estado de Jalisco, y las otras tres muestras pertenecían a dos poblaciones de Nayarit (González & Llorens, 1974). Sin embargo, revisando la tabla de su trabajo ellos presentan proporciones de 12:1, 10:2, 15:1 y 10:1.

En 1975, Novoa (alergólogo egresado de la UNAM) realizó la colecta de muestras de polvo casero principalmente de casas de alérgicos que reaccionan al polvo de casa en 29 de los 32 estados del país (considerando el D. F. como estado) (ver tabla 13), teniendo apoyo del Servicio de Inmunología Clínica y Alergia del Hospital General de la SSA en el D. F.

El polvo fue colectado en varios sitios de las recamaras o estancias tales como: persianas, muebles, esquinas de camas y colchones, alfombras, cornisas de ventanas, repisas, y pantallas principalmente. Para la colecta utilizaba una aspiradora o en algunas ocasiones sólo dos pedazos de cartulina e inmediatamente se guardaba la muestra en un frasco cerrado. Cada muestra contaba con una hoja de registro en la cual se anotaba datos como la altitud, la humedad relativa (HR), la temperatura media, fecha, tiempo de recolección, entre otros (Novoa, 1975).

La separación de los ácaros la realizo de manera directa con un estereomicroscopio (Zeiss 20X) con una fuente de luz, y una caja de petri en la que colocaba cinco g de polvo aproximadamente y separadores de punta metálica muy fina. En las muestras que no encontraba ningún espécimen utilizó el método de recolección con un embudo de Berlese, que consistía en un embudo con un aro de tela de alambre con malla de 2 x 2 mm y un foco de 100 wats; se mantenían aquí por 48 horas. Para las preparaciones se utilizaba el líquido de Hoyer. La identificación se realizó con microscopio compuesto en el laboratorio de Acarología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas siguiendo la clasificación de Fain colaborando en esta labor la Dra. Anita Hoffmann (Novoa, 1975).

**Tabla 13.** Resultados publicados por Novoa (Basado en Novoa, 1975).

Estado	No. total de muestras	No. de muestras con ácaros de diferentes familias	No. de muestras sin ácaros	No. de muestras con <i>D. pteronyssinus</i> (1-5 ácaros)
Aguascalientes	-	-	-	-
Baja California	1	1	0	1
Baja Calif. Sur	-	-	-	-
Campeche	3	3	0	0
Coahuila	3	0	3	0
Colima	2	2	0	1
Chiapas	6	5	1	0
Chihuahua	2	0	2	0
Distrito Federal	7	5	2	0
Durango	1	0	1	0
Guanajuato	5	1	4	1
Guerrero	6	4	2	0

Nota: El - indica las entidades en las cuales el autor no colectó.

Tabla 13. (Continuación)

Estado	No. total de muestras	No. de muestras con ácaros de diferentes familias	No. de muestras sin ácaros	No. de muestras con <i>D. pteromyssinus</i> (1-5 ácaros)
Hidalgo	5	2	3	2
Jalisco	4	2	2	2
México	2	1	1	0
Michoacán	9	5	4	0
Morelos	4	1	3	1
Nayarit	2	2	0	1
Nuevo León	3	2	1	0
Oaxaca	1	1	0	0
Puebla	2	2	0	0
Querétaro	1	1	0	1
Quintana Roo	-	-	-	-
San Luis Potosí	1	0	1	0
Sinaloa	6	4	2	1
Sonora	2	0	2	0
Tabasco	2	2	0	0
Tamaulipas	1	1	0	1
Tlaxcala	2	0	2	0
Veracruz	11	7	4	0
Yucatán	2	1	1	1
Zacatecas	1	0	1	0
Total	97	55	42	13

Nota: El - indica las entidades en las cuales el autor no colectó.

Novoa obtuvo 97 muestras de polvo, en 42 de ellas no había ningún ácaro y en las 55 restantes encontró ácaros de diferentes familias, pero no menciona cuales (ver tabla 13). De estas 55 muestras había 13 con *D. pteromyssinus* en cantidades que van de uno a cinco individuos por muestra, tales muestras procedían de ciudades con una temperatura media diaria mínima de 14.6°C y máxima de 29.8° C. Con respecto a la humedad relativa (HR) menciona como mínima 61% y como máxima 90%. En ninguna de las muestras se encontró *D. farinae* (Novoa, 1975). No publican el número de ácaros por muestra sino que los agrupan de cinco en cinco, además señala que en 47 muestras no encontró ningún ácaro pero revisando su trabajo en realidad son 42. Con respecto a sus resultados Novoa menciona que son contradictorios con los resultados de otros estudios realizados en la República, pero es importante resaltar que nunca cita ningún artículo referente al país. Aporta bastantes datos sobre la biología de los ácaros del polvo casero.

En 1977, Velázquez y Méndez presentaron en el XII Congreso Nacional de Entomología resultados de un muestreo intensivo de polvo casero en diferentes ciudades. Realizaron cultivos de *D. pteronyssinus*, que fue la única especie que encontraron, a una temperatura de 23-25°C y una HR de 61-80%; como alimento utilizaron partículas de descamación de piel, polvo de levadura desecada y pelo desengrasado. Además elaboraron un extracto alergénico puro de ácaros para su uso en los pacientes con problemas alérgicos del Servicio de Alergia e Inmunología del Hospital General de la Ciudad de México. No mencionan los resultados inmunológicos ni las ciudades en las que hicieron el estudio; en su trabajo hacen referencia al trabajo de González y Llorens (1974) y al de Novoa (1975).

A partir de 1977 el Laboratorio de Acarología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) comienza a desarrollar un proyecto de trabajo sobre la importancia acarológica-médica de estos ácaros en México (Mayagoitia *et al.*, 1981). Dentro de este proyecto se realizaron algunas tesis y publicaciones que fueron avanzando en el conocimiento de los ácaros del polvo y su relación con padecimientos alérgicos en el país.

En 1979, Servin realizó su tesis de licenciatura haciendo un estudio de *D. pteronyssinus* con el objetivo de demostrar la presencia del género *Dermatophagoides* en polvos de casas del Distrito Federal y zonas aledañas y corroborar, en un año de muestreo, el ciclo de vida y la fluctuación estacional de estos ácaros ya estudiados en otros países. Por otro lado encontrar la relación, en caso de haberla, entre la abundante población de ácaros en un periodo del año determinado y la temporada en que se presentan crisis en las personas asmáticas. Además establecer cultivos de *D. pteronyssinus* con miras a obtener el extracto puro de estos ácaros para posteriormente ser aplicado a los pacientes de los especialistas del Servicio de Alergia e Inmunología del Hospital General (Servin, 1979a).

Para este estudio colectó muestras de polvo de 41 casas del D. F., de estas en 18 había alérgicos. Colectaba en la habitación del enfermo o en cualquiera cuando no había enfermos. Las muestras las obtuvo de sábanas, cobertores, colchas, almohadas, colchones y burós utilizando una aspiradora de uso doméstico. Además elaboró un formato para la recolección de datos de cada muestra en la cual anotaba la HR (medida con un higrómetro) y la temperatura ambiental entre otros datos (Servin, 1979a).

El polvo de las recamaras era tomado directamente de la aspiradora y colocado en una bolsa de plástico con sus respectivos datos. Para evitar la contaminación entre muestras de diferentes localidades la aspiradora era limpiada perfectamente en cada colecta. Una vez que obtenía la muestra de polvo la analizaba, en el laboratorio de Acarología de la ENCB, por medio de un microscopio estereoscópico. Para esto tomaba un gramo de muestra y la observaba para separar a los ácaros vivos y posteriormente contarlos. Cuando en la muestra no observaba ácaros

vivos Servin utilizaba una técnica de flotación en agua que consistía en tomar con unas pinzas una pequeña cantidad de polvo y colocarla en una caja de petri, agregándole de tres a cinco ml de agua, con la cual se forma una película muy fina en la superficie, lo que permite a los ácaros flotar por diferencia de densidades. Para el montaje utilizó el líquido de Hoyer y la identificación la realizó basándose en Krantz, 1978, Wharton, 1976 y Fain, 1967 (Servin, 1979a).

Para llevar a cabo el cultivo utilizó muestras que tuvieran 50 ácaros por gramo de polvo y preparó un sustrato con yeso y carbón activado, el cual logro mezclando el yeso con agua procurando que no tomara una consistencia muy espesa y este lo distribuía en el fondo de una caja de petri de 20 cm de diámetro. La mezcla de yeso era aplanada haciendo que quedara en la periferia una capa más delgada y en el centro una ligeramente más alta. Encima de la parte abultada del yeso era colocada una cubierta muy fina y uniforme de carbón activado, al que le añadía agua, para que ambas cubiertas quedaran compactas y a su vez el carbón activado se adhiriera al yeso, sirviendo además como aislante entre el sustrato y el cultivo. A continuación hizo una mezcla de escamas humanas, levadura de cerveza y pelo fino (desengrasado previamente con acetona) que era agregada a la mezcla de polvo en la siguiente proporción: para cada 15 gramos de polvo con ácaros utilizaba 15 gramos de levadura, 2-3 gramos de escamas y uno ó dos gramos de pelo desengrasado. Los ingredientes ya pesados fueron mezclados perfectamente y se colocaron en la caja de cultivo procurando que quedaran sólo en la superficie donde hubiera carbón activado, evitando que el cultivo cayera en la región del yeso que quedo libre, ya que era ahí donde le suministraban agua periódicamente con una jeringa, para mantener el cultivo en buenas condiciones de humedad. La caja de cultivo así preparada la introdujo en un cristizador u otro recipiente con agua el cual se bordeo con vaselina sólida pura, para evitar que los ácaros salieran de ahí, así como el que otros no deseados entraran y contaminaran el cultivo (Servin, 1979a).

Para obtener el extracto Servin menciona que siguió la técnica de Velázquez (1977) la cual cita como comunicación personal: preparó una solución salina y una solución de fenol, ambas al 0.5% y mezcló cantidades iguales de las dos obteniendo así una solución fenol-salina, la que esterilizó en autoclave a 15 libras de presión y a 160°C durante 10 min. Ya preparada la solución tomaba un gramo de cultivo de ácaros, al que le agrego 10 ml de diclorometano en solución, la decantó y obtuvo el sobrenadante. Dejo evaporar el resto de la solución y le agrego nuevamente 10 ml de la misma. Una vez que esta se evaporó tomo los ácaros para contarlos. El extracto preparado de esta manera contenía 1,000 ácaros en 50 ml de solución fenol-salina, el cual estaba listo para ser utilizado por los médicos especialistas, para elaborar las diluciones que serían aplicadas a los pacientes alérgicos al polvo casero (Servin, 1979a).

Como resultado obtuvo 93 muestras de polvo casero en 41 casas distribuidas en la zona norte y centro de la Ciudad. 42.5% fueron casas de enfermos alérgicos al polvo (ver tabla 14). En todas las muestras que analizó, la única especie observada fue *D. pteronyssinus*, presente en el 48% de las muestras estudiadas y el 45% de las casas muestreadas (Servín, 1979a).

**Tabla 14.** Resultados obtenidos por Servín (Basado en Servín, 1979).

Zona de estudio	Número de casas muestreadas	Número de casas con <i>D. pteronyssinus</i>	Número de casas sin <i>D. pteronyssinus</i>
Distrito Federal (zona norte)	40	17	23

*D. pteronyssinus* la encontró principalmente en las camas y áreas adyacentes en casas de diferentes condiciones sociales y económicas; alcanzó su máxima abundancia en los meses más húmedos (septiembre-noviembre); y en cambio en la temporada de secas (febrero-abril) la población descende hasta desaparecer por completo. La humedad en las casas fue de 53-55% (máxima) y 30-35% (mínima) y la temperatura 22-23°C (máxima) y 17-18°C (mínima). En los cultivos en desarrollo observó que, a pesar de que requieren humedad relativa y temperaturas óptimas de 70 a 80% y 21 a 25° C, respectivamente, una vez establecidos pueden ser mantenidos aún cuando ambos parámetros presentan fluctuaciones importantes. Confirmó con estos resultados que la humedad relativa y la temperatura son los principales factores que limitan la presencia de estos ácaros dentro de las casas. Registra las fluctuaciones de una población establecida durante 300 días. Además con respecto al ciclo de vida pudo observar todas las fases descritas para la especie y el comportamiento sexual (Servín, 1979a). Un dato interesante a resaltar es que para la extracción de los ácaros utiliza el método de flotación pero sólo con agua y no con una solución saturada de NaCl como describirían años después Fain y Hart (1986) y Hart y Fain (1987).

Además estos resultados Servín (1979b) los presentó en el XIII Congreso Nacional de Entomología.

En 1980, Pacheco realizó su tesis sobre la alergia a los ácaros y al polvo doméstico resultado de un curso de especialización en Pediatría. El estudio lo realizó con pacientes del Centro Médico Nacional (IMSS) en el D. F. Realizó pruebas cutáneas con extractos de *D. pteronyssinus*, *D. farinae* y polvo, en niños con asma bronquial (ver tabla 15). Además menciona que en las habitaciones, de los pacientes que mostraron hipersensibilidad cutánea inmediata a alérgenos de ácaros, encontró estos ácaros en el polvo (Pacheco, 1980). Sin embargo, no menciona la procedencia de esos extractos utilizados y tampoco cómo realizó la colecta de polvo.

la extracción e identificación de los ácaros. Además no escribe correctamente los nombres científicos de las especies. Cita los trabajos de González y Llorens (1974) y el de Novoa (1975).

**Tabla 15.** Resultados de la prueba cutánea en 100 niños con asma bronquial (Tabla tomada de Pacheco, 1980).

Antígeno	Prueba cutánea positiva (total)
<i>D. pteronyssinus</i>	70 / 100
<i>D. farinae</i>	63 / 100
Polvo	11 / 100

En 1981 apareció un trabajo sobre *D. pteronyssinus* realizado por integrantes del laboratorio de Acarología de la ENCB en el cual hicieron visitas mensuales durante un año, en siete casas de distintas delegaciones del sur del Distrito Federal, además de otras 29 casas de niños asmáticos atendidos en el Servicio de Alergia del Hospital de Pediatría del IMSS. En estas 36 casas colectaron únicamente polvo de las camas con una aspiradora y para la separación utilizaron tamices con malla de 0.5 mm y 0.125 mm de diámetro. Sólo encontraron *D. pteronyssinus*, además de ácaros de otras familias como Cheyletidae, Acaridae y algunos Mesostigmados (sin mencionar que especies). En octubre *D. pteronyssinus* alcanzó su número máximo (618 ácaros por gramo de polvo), y en mayo el número mínimo (217 ácaros por gramo de polvo). La humedad relativa fue de 69.29% en septiembre a 48.14% en marzo, la temperatura máxima fue de 24.3°C en julio y la mínima de 17.5°C en diciembre (Mayagoitia *et al.*, 1981). Es importante recalcar que en este trabajo se utilizó un método diferente al de separación directa mencionando por primera vez el uso del método de separación por tamices.

Posteriormente Mayagoitia (1982) continua con el estudio y en su tesis menciona las especies de las otras familias de ácaros encontradas, así como la distribución, frecuencia y fluctuación mensual de *D. pteronyssinus* del polvo doméstico en la zona centro-sur del D. F. Contaba con muestras de polvo de 36 casas. De estas visitó mensualmente durante un año (de octubre de 1979 a septiembre de 1980) siete casas y las otras 29 fueron visitadas al azar una sola vez. Al igual que en el trabajo anterior únicamente colectaban el polvo de las camas y la mayor parte de las casas eran de niños con alergias respiratorias que asistían a la consulta externa del Hospital de Pediatría del Centro Medico Nacional. De las siete casas mensuales, seis eran de niños asmáticos y la otra de una persona sana. El polvo lo colecto con una aspiradora doméstica con bolsa recolectora de papel desechable, al finalizar el muestreo guardaba el polvo en una bolsa de plástico (Mayagoitia, 1982).

**Tabla 16.** Ácaros encontrados por Mayagoitia en 36 casas del D. F. (Basado en Mayagoitia, 1982).

Zona de estudio	Número de casas muestreadas	Número de casas con A	Número de casas con B	Número de casas con C	Número de casas con D	Número de casas con E	Número de casas con F
Distrito Federal (zona centro-sur)	36	27	0	4	11	5	1

Notas: A = *D. pteronyssinus* (Astigmata); B = *D. farinae* (Astigmata); C = *T. putrescentiae* (Astigmata); D = *Cheyletus trouessarti* (Prostigmata); E = *Neoseiulus barkeri* (Mesostigmata); F = *Ornithonyssus bursa* (Mesostigmata).

Las muestras fueron revisadas en el laboratorio de Acarología de la ENCB colocando el polvo en un frasco y para separar los ácaros utilizó el método de Larson *et al.* (por cierto no citado en su bibliografía): tomaba 0.25 g de polvo y lo tamizaba manualmente durante 10 min en tamices de latón con mallas de 0.5 mm y de 0.125 mm de diámetro; la fracción que queda en el tamiz de 0.125 mm lo espolvoreaba en cajas de petri, le agregaba unas gotas de alcohol de 96°, lo dejaba secar y lo observaba bajo el microscopio estereoscópico. Los ácaros los separó con una aguja de disección fina para contarlos. Posteriormente los depositó en un godete conteniendo líquido de Kono (100 g de hidrato de cloral, 10 g de glicerina, 1 ml de ácido clorhídrico concentrado y 50 ml de agua destilada) dejándolos por dos días para que se aclararan. Ya aclarados los montó con líquido Hoyer (Mayagoitia, 1982).

En la tabla 16 se puede ver las diferentes especies de ácaros que encontró e identificó Mayagoitia en sus muestras. Mayagoitia encontró que las casas muestreadas mensualmente presentaron diferencias marcadas en cuanto a la fluctuación y número promedio de ácaros, lo que atribuyo a las condiciones particulares de cada una de ellas. La población máxima de ácaros encontrada fue de 1, 148 por gramo de polvo en una de las casas en el mes de octubre y la mínima fue de 60 por gramo en el mes de julio. También encontró que la población de ácaros se incrementa a fines de verano y alcanza su valor máximo (618 por gramo) a principios de otoño, hasta llegar a su mínimo valor (218 por gramo) a mitad de la primavera. Además concluyo que el método de separación de ácaros con el uso de tamices de malla adecuada es más efectivo que la separación directa (Mayagoitia, 1982).

En 1982, el mismo grupo de investigadores del laboratorio de Acarología de la ENCB presentó en el XVII Congreso Nacional de Entomología algunos de los resultados obtenidos en el estudio de los ácaros del polvo. En sus investigaciones mantuvieron colaboración con el Hospital

de Pediatría del Centro Médico Nacional. Mencionaron haber establecido cultivos exitosos de *D. pteronyssinus* y elaboraron un extracto antigénico crudo, macerando los ácaros por poteriorización para luego ser pasados por ultrasonido con objeto de romper las grandes moléculas y así preparar la fracción antigénica. Dicho extracto fue probado en 70 pacientes del hospital y comparado con un extracto comercial, observaron que 55 dieron respuesta al extracto comercial y 20 de los mismos al extracto elaborado por ellos. A pesar de que el número de pacientes positivos a su extracto fue menor, en ambos casos observaron la misma hipersensibilidad (Servin *et al.*, 1982).

En 1989, Albores realizó su tesis de Maestría en Ciencias (Biología) sobre los ácaros del polvo, bajo la dirección de la Dra. Hoffmann del laboratorio de Acarología "Anita Hoffmann" de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Sus objetivos principales eran: analizar la posible relación de los ácaros del polvo de casas de la Ciudad de México con la presencia de enfermedades alérgicas; comprobar la presencia de *D. pteronyssinus* y algunos ácaros acompañantes en el polvo de las casas de personas sanas y de personas alérgicas; relacionar las variables particulares de las casas con la existencia de ácaros y alergia; y determinar la distribución de ácaros y enfermedades alérgicas en cuatro zonas de estudio (Albores, 1989).

La elección de los lugares de muestreos la hizo visitando centros de salud para conseguir direcciones de pacientes alérgicos y las casas de personas sanas las escogió al azar. Realizó 114 colectas (de octubre de 1985 a julio de 1986), obteniendo polvo, con una aspiradora doméstica (Volta U130), en muebles, alfombras, esquinas, papel tapiz, largueros de cama, ropa almacenada, entre otros. Este polvo lo colocaba en bolsas de papel previamente etiquetadas, además llenaba una hoja de registro por cada muestra (Albores, 1989).

**Tabla 17.** Ácaros encontrados en muestras de polvo de casas de la Ciudad de México por Albores (Basado en Albores, 1989).

Datos	A	B	C	D	E	F	G
No. de ejemplares	243	69	45	7	4	2	1
No. de casas	21	12	12	4	2	2	1
%	39	20	20	11	4	4	2

Notas: A = *Dermatophagoides pteronyssinus* (Astigmata); B = *Tyrophagus putrescentiae* (Astigmata); C = Ologamasidae (Mesostigmata); D = *Tetranychus* sp (Prostigmata); E = *Nothrus* sp (Cryptostigmata); F = *Cheyletus trouessarti* (Prostigmata); G = *Linopodes* sp (Prostigmata).

Para el aislamiento de los ácaros Albores utilizaba el método de observación directa con microscopio de disección colocando pequeñas cantidades de polvo en cajas de petri y separando

los ácaros visibles, transfiriéndolos en pequeños frascos etiquetados que contenían alcohol al 70%. Después de revisar estas muestras las transfería a embudos de Berlese y las colocaba sobre la tela de alambre por tres días con focos de 60 wats encendidos sin interrupción. El montaje lo hizo con líquido Hoyer y para la identificación utilizó microscopio óptico y las claves de Bronswijk *et al.*, 1971, Wharton, 1971 y Krantz, 1978 (Albores, 1989).

Albores manifiesta que *Linopodes* sp, *Tetranychus* sp y *Nothrus* sp no son parte de la acarofauna común del polvo doméstico por lo que fueron colectadas de manera accidental. *T. putrescentiae*, *D. pteronyssinus* y *C. trouessarti* son los habitantes comunes del polvo domésticos. Registra por primera vez a la familia Ologamasidae como habitante común del polvo doméstico. Encontró que *D. pteronyssinus* es la especie más numerosa de los ácaros del polvo pero no encontró *D. farinae* (ver tabla 17). Concluye que la presencia de ácaros en las casas de la Ciudad de México es elevada (30.7%); la zona oriente y sur de la Ciudad presentaron mayor número de casas con ácaros; el número de habitantes, grado de limpieza, presencia de alfombras y de animales domésticos en las casas no constituyen variables determinantes para la presencia, abundancia y diversidad de los ácaros. Además señaló que existe una relación muy evidente entre la presencia de alfombras y animales domésticos en las casas con la existencia de personas alérgicas, por otro lado, el porcentaje de *D. pteronyssinus* en el asma alérgico es elevado (81%). Por último concluye que la presencia, abundancia y diversidad de los ácaros del polvo de las casas dependen del método y lugar de colecta; de las condiciones de humedad y temperatura de la casa. El material obtenido por Albores está depositado en el Laboratorio de Acarología "Anita Hoffmann" de la Facultad de Ciencias, UNAM

**Tabla 18.** Especies de ácaros más abundantes en polvo de casas de La Paz (Basado en Servin & Tejas, 1990)

Familia más abundante	Pyroglyphidae	
Especie	<i>D. pteronyssinus</i>	<i>D. farinae</i>
Porcentaje (%)	60.4	39.6

En 1990 se da a conocer un trabajo sobre *Dermatophagoides* sp. realizado en La Paz, B. C. S. Para este estudio Servin y Tejas colectaron muestras de polvo de camas con una aspiradora de uso doméstico. El polvo obtenido lo pesaron y lo separaron con tamices de diferente malla (no especifican de que medida). La cuantificación de los ácaros la hicieron bajo microscopio estereoscópico y la preparación e identificación bajo microscopio de contraste diferencial de interferencia. Identificaron diferentes familias de ácaros: Cheyletidae, Haplochthonidae, Acaridae, Ascidae, Tetranychidae, Trombiculidae y Pyroglyphidae, siendo esta última la más

abundante (ver tabla 18). La mayor población de ácaros la encontraron en los meses de otoño-invierno que coincide con los máximos valores registrados de HR y los mínimos de temperatura. De las muestras obtenidas cultivaron *D. farinae* y obtuvieron poblaciones de más de 7,000 individuos por gramo de polvo. A partir de estos cultivos prepararon extractos de ácaros obteniendo concentraciones de más de 70,000 unidades de nitrógeno proteico (unp). Estos los probaron en pacientes alérgicos al polvo casero atendidos en el IMSS utilizando prueba cutánea, logrando respuesta hipersensible desde una concentración de 75 unp hasta 7,500 que fue la máxima que utilizaron (Servin & Tejas, 1990).

**Tabla 19.** Frecuencia de familias de ácaros presentes en el polvo de 17 casas de La Paz, B. C. S. durante un año (1985-1986) (Tomado de Servin & Tejas, 1991).

Familias	Número	Porcentaje
Pyroglyphidae	486	91.5
Cheyletidae	18	3.4
Haploclthoniidae	14	2.6
Acaridae	4	0.8
Ascidae	4	0.8
Tetranychidae	1	0.2
Trombiculidae	1	0.2
Total de ácaros encontrados	528	100.0

En 1991, los mismos autores publicaron otro estudio sobre la presencia de *Dermatophagoides* sp en Baja California Sur. Para lo cual realizaron la colecta de polvo casero en 17 casas habitación utilizando una aspiradora de uso doméstico (Volta U130), con la cual colectaron polvo de camas, pisos y diversos muebles de la habitación durante 10 min. En los cuartos muestreados registraron la temperatura y la humedad relativa. El polvo colectado lo pesaban y lo tamizaban utilizando mallas de 250, 105 y 40 micras siguiendo la técnica de Spieksma (1967). De lo obtenido tomaron pequeñas subfracciones las cuales pesaron y colocaron en cajas de petri. Todos los ácaros ahí contenidos los contaron y separaron con ayuda de un microscopio estereoscópico, los colocaron en sustancias aclarantes para elaborar laminillas fijas, utilizando como medio, líquido de Hoyer. La identificación de todo el material acarológico lo realizaron por medio de un microscopio diferencial de interferencia (Servin y Tejas, 1991).

Dentro de la fauna acarológica colectada identificaron a siete familias (ver tabla 19) de las cuales Pyroglyphidae fue la más frecuente y abundante. Los ácaros tetraniquidos consideraron haberlos encontrado accidentalmente. Encontraron a las dos especies más comunes de *Dermatophagoides* aunque en diferentes proporciones: en el 78.6% de las casas estaban presentes

ambas especies, en 21.4% se encontró únicamente a *D. pteronyssinus* y en ninguna casa había sólo *D. farinae*. Mencionan que la existencia de las especies de *Dermatophagoides* se encuentra limitada por las condiciones ambientales y no por barreras geográficas, ya que al parecer existe una correlación entre las variaciones de la humedad relativa y la temperatura registradas dentro de las casas. Los ácaros se desarrollaron óptimamente dentro de las casas a una humedad relativa de 75% y 80% y a una temperatura de 23°C y 25°C (Servín & Tejas, 1991). Es importante señalar que este artículo es el único con respecto a México que apareció de las 2, 430 citas obtenidas de la búsqueda en bases de datos en CD.

**Tabla 20.** Ácaros registrados en el polvo casero en la República Mexicana (según Hoffmann y López-Campos, 2000).

TAXA	REGISTRO EN POLVO CASERO
MESOSTIGMATA	
Ologamasidae	
Ejemplares sin determinar	Distrito Federal
PROSTIGMATA	
Cheyletidae	
Ejemplares sin determinar	Campeche, Distrito Federal, Guerrero, Jalisco, Edo. de México, Michoacán, Morelos, Isla Isabela, Nayarit, Querétaro, Sonora y Veracruz
<i>Cheyletus eruditus</i>	Morelos
<i>Girallacheles bakeri</i>	Veracruz
ASTIGMATA	
Carpoglyphidae	
Ejemplares sin determinar	Jalisco
Winterschmidtidae (=Saprogllyphidae)	
Ejemplares sin determinar	Veracruz
Chortoglyphidae	
<i>Chortoglyphus arcuatus</i>	Distrito Federal y Jalisco
Glycyphagidae	
<i>Blomia tropicalis</i>	Distrito Federal
<i>Glycyphagus</i> sp.	Baja California, Chiapas, D. F., Guerrero, Edo. de Méx., Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Tabasco y Veracruz
<i>Lepidoglyphus destructor</i>	Distrito Federal
Suidasiidae	
<i>Suidasia pontifica</i>	Veracruz
<i>Suidasia</i> sp.	Baja California y Veracruz
Acaridae	
Ejemplares sin determinar	Guerrero y Michoacán
<i>Aleuroglyphus ovatus</i>	Distrito Federal
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	Sin dato
<i>Tyrophagus</i> sp.	Distrito Federal
Pyroglyphidae	
<i>Dermatophagoides farinae</i>	Baja California, Baja California Sur, Chihuahua y Coahuila
<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>	Colima, Distrito Federal, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Morelos, Nayarit, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán

En 1997 la Dra. Hoffmann, publicó un artículo sobre ácaros y alergias en el cual da una descripción de los principales trastornos ocasionados por los ácaros de vida libre, entre ellos las acariosis respiratorias causadas por *D. pteronyssinus* (de amplia distribución en la República Mexicana) y *D. farinae* (limitada a los estados del norte) y menciona que viven en el polvo de casas alimentándose de nuestros productos de descamación de la piel y de desechos de secreciones nasales y auditivas (Hoffmann, 1997).

Para el año 2000, apareció un catálogo de las especies de ácaros encontrados en México, del cual se extrajeron los datos representados en la tabla 20. En esta publicación también se menciona que *Dermatophagoides evansi* se encontró en el Estado de México pero no en el polvo sino en gallinaza.

Los trabajos anteriormente descritos son básicamente sobre la biología de los ácaros del polvo en México, con excepción de Pacheco (1980) que es el único que se menciona aquí sobre estudios clínicos. Sin embargo, no es el único de este tipo, ya que también se conocen otros estudios que detectan aeroalergenos por pruebas cutáneas en pacientes alérgicos, pero la mayoría no especifica la obtención del alérgeno, sólo se hace el conteo del número de pacientes que reaccionan positivamente o negativamente al alérgeno expuesto (e.g., Ontiveros *et al.*, 1995; Méndez-Juarez *et al.*, 1996; Tabarez *et al.*, 1996; Garza, 1996; Peña *et al.*, 1998; Moreno *et al.*, 1999).

Por último, en la tabla 21 se hace una recopilación de los ácaros encontrados en polvo casero en casas de la República Mexicana a partir de los trabajos previamente discutidos en esta sección. En esta tabla sólo se considera los taxa que son habitantes comunes del polvo casero por lo que se descarta: Ologamasidae, Winterschmidtiidae, *Ornithonyssus bursa*, *Neoseiulus barkeri*, Tetranychidae, *Nothrus sp.*, *Linopodes sp.*, Haplochthoniidae, Ascidae y Trombiculidae.

De los 32 estados que conforman México en 24 se han encontrado ácaros y de estos en 18 se han registrado ácaros piroglifidos (de polvo casero), en los otros seis hay ácaros no piroglifidos (depredadores y de productos almacenados). De las entidades con ácaros del polvo casero, en 16 está presente *D. pteronyssinus*, en siete *D. farinae*, y en cinco de estos 18 estados se encuentran las dos especies.



## 6. DISCUSION Y CONCLUSIONES

El progreso en el conocimiento de los ácaros del polvo ha avanzado muy rápido desde que en 1964 surgió el interés por ellos. De hecho, podemos decir que en la última década se ha generado una cantidad enorme de información, que durante el desarrollo de este trabajo notamos muy dispersa, lo que hace que sea poco accesible. A pesar de todos los avances recientes aún quedan varios puntos por desarrollarse dentro de la biología, taxonomía, ecología, inmunología e importancia médica, biología molecular y desarrollo biotecnológico de los alérgenos y la investigación en México.

En el área de Biología, el tema de ciclos de vida consideramos que está bien conocido ya que los estadios postembrionarios de cada especie se han caracterizado bien, existen diferencias en cuanto a la duración del ciclo de vida entre individuos de la misma especie, esto debido a las diferentes condiciones a las que se cultivan y a la dieta base de estos cultivos. Los medios de cultivo utilizados para mantener poblaciones de ácaros tienen diferentes objetivos de investigación, existen publicadas algunas "recetas" para elaborar medios de cultivo adecuados para ácaros del polvo; sin embargo algunas de estas podrían calificarse como obsoletas debido a su baja producción o por usar ingredientes de naturaleza alérgica que pudieran interferir con la fabricación de alérgenos de ácaros. Debemos tomar en cuenta que los cultivos deben ser prácticos, que no requieran de mucho tiempo para obtenerlos y de espacio; y que el contenido en nutrientes sea adecuado para obtener de manera constante y rápida poblaciones de ácaros. No hay que olvidar que los cultivos dentro de la investigación pueden tener varios fines, y deben utilizarse los más apropiados según lo que se persiga, además deben ahorrar tiempo y esfuerzo. Desafortunadamente, de los cultivos recientes no se dispone de la información, debido a que los investigadores van encontrando sus propias fórmulas y algunas veces las guardan celosamente; otras veces la literatura es poco accesible. Con el establecimiento de poblaciones *in vitro* se ha podido conocer aspectos reproductivos. Según Walzl (1992) la información es escasa acerca de anatomía, histología, citología y embriología sugiriendo que se debe investigar con técnicas de microscopía actuales. Walzl aportó bastantes datos sobre anatomía e histología del sistema reproductor, además la fisiología en la década de 1970 fue muy estudiada por varios investigadores, desgraciadamente por cuestiones de espacio sólo se pudieron tratar de manera muy superficial en este trabajo aunque no hay que olvidar que son muy importantes para conocer los requerimientos hídricos de estos ácaros. Otro aspecto que se necesitaba actualizar es el referente a la distribución geográfica de cada especie lo cual es indispensable para saber que es lo que está disparando la reacción alérgica en individuos sensibilizados en cierta región geográfica. En este trabajo se agregan las especies que han sido registradas en polvo casero en países que no

habían sido considerados en el trabajo de Fain (1990). Es importante mencionar que toda la información generada se ha desarrollado principalmente en una o dos especies (*Dermatophagoides pteronyssinus* y *D. farinae*), extrapolándola a las demás especies de la familia Pyroglyphidae con la misma importancia médica. Quizá no se aleje mucho de la realidad, pero lo mejor sería que se contara con la información precisa para cada especie, ya que puede ser indispensable para ciertos estudios (e.g., requerimiento de nutrientes para cultivarla o control y erradicación de una especie en particular). Esto último se ha dado también en estudios ecológicos y biotecnológicos.

Con respecto a la Taxonomía, a pesar del gran avance de las últimas décadas falta conocer de manera completa la diversidad de las especies en la mayoría de las regiones del mundo (e.g., México). Fue necesario actualizar el trabajo realizado por Fain (1990) ya que ha encontrado y descrito nuevos géneros y especies dentro de la familia Pyroglyphidae, así que estos taxa se adicionaron a las claves de Fain para completarlas. Hay que señalar que para algunas especies con "status" dudoso y que los tipos están perdidos sería adecuado conseguir material de las localidades tipo para tratar de aclarar su situación taxonómica. Consideramos que las claves dicotómicas son muy claras y pueden ser utilizadas sin mayores problemas, así mismo, las claves pictóricas son mucho más sencillas lo que facilita la identificación de los ácaros. Nosotros creemos que podría ser muy interesante llevar a cabo un trabajo en donde se pueda ver las relaciones filogenéticas de las especies de ácaros del polvo, y quizá este podría dar argumentos para explicar por qué las personas alérgicas presentan reacción cruzada a los alérgenos de las especies de ácaros, es decir, si una persona alérgica reacciona a dos alérgenos de dos especies de ácaros piroglífidos y con los datos filogenéticos se observa que estas dos especies están muy relacionadas podría así encontrarse una explicación de lo que está ocurriendo. Quizá hasta se podría realizar esta filogenia con datos moleculares (e.g., alérgenos (proteínas)). Lo que se trata de exponer aquí es que cualquier estudio que se lleve a cabo va a tener sus consecuencias o sus aplicaciones para varias áreas involucradas en el estudio de los ácaros del polvo casero. Por último, consideramos que hace falta algún tipo de claves basadas en trabajos en donde se detalle la morfología de los estadios inmaduros de las especies de ácaros del polvo ya que es muy difícil su identificación.

La Ecología es una de las áreas en las que hay bastante información. Con respecto a los programas de muestreo, métodos de colecta, de extracción y de identificación cada uno tiene sus ventajas y desventajas por lo que aún no hay uno que sea de uso universal; mientras tanto, es importante seguir los más adecuados dependiendo de los objetivos del estudio y siempre especificarlos. En las investigaciones ecológicas vuelve a presentarse el problema de tener datos diferentes para estudios similares (e.g., fluctuación de poblaciones), debidos a deficiencias en los

métodos y en las comparaciones (no es lo mismo comparar poblaciones que han sido monitoreadas *in vitro* en diferentes condiciones o con poblaciones *in situ*). Por lo tanto hay que considerar todos estos factores y tratar de estandarizar los métodos en todo lo que sea posible. Los métodos van a diferir dependiendo de los objetivos que se planteen. Como los estudios tienen varias aplicaciones es necesario llevar y comunicar tiempos y métodos (*e.g.* en el muestreo). Es muy interesante ver como es que todo este tipo de técnicas están relacionados con estudios de otras áreas (*e.g.*, métodos de colecta para fines clínicos y de diagnóstico). Los resultados obtenidos de estudios poblacionales en cierta región van a ser de gran utilidad para evaluar las épocas en las que los individuos alérgicos a los ácaros pueden estar más expuestos a los alérgenos, ya que se conoce en que épocas las poblaciones de ácaros están mejor establecidas. Igualmente para tratamientos de erradicación de ácaros al conocer como fluctúan las poblaciones se puede evaluar que momento es el más apropiado para aplicar los acaricidas o la cantidad de acaricida que se debe manejar. Por otro lado, en este trabajo se muestra las principales relaciones dentro del polvo, pero consideramos que en esencia debe ser más complejo debido a que deben de estar más organismos involucrados, así como a las condiciones en cada casa y más aún dentro de una misma casa en camas diferentes las condiciones microclimáticas y otras involucradas en el funcionamiento de la biocenosis son muy diferentes y por lo tanto pueda estar variando la composición de las poblaciones y comunidades. La idea fue mencionar las posibles relaciones existentes en el polvo de una manera general.

Sobre la importancia médica y la inmunología de los ácaros del polvo recientemente ha habido una gran producción científica y se ha puesto mucho interés en la investigación de los factores desencadenantes de la alergia debido quizá a que el número de personas que padecen de enfermedades alérgicas, en particular el asma, ha venido en aumento en países desarrollados. Es por eso que en los últimos años se han producido importantes avances en el campo de la alergología experimental. Un claro ejemplo de estos adelantos es la introducción de nuevas formas de tratamiento de las afecciones alérgicas, y los avances en el conocimiento de los desencadenantes en estas enfermedades (alérgenos) y de los mecanismos implicados en las respuestas alérgicas. Igualmente se ha avanzado en otras áreas como la cuantificación inmunoquímica de aeroalérgenos, el establecimiento de niveles que sensibilizan o inducen síntomas en personas alérgicas y en técnicas de control ambiental dirigidas a controlar y reducir la exposición a alérgenos. Todo lo anterior es muy alentador ya que entre otras cosas pueden generar información necesaria para posibles estrategias en el diagnóstico, manejo y tratamiento de las alergias causadas por ácaros piroglifidos.

En lo que concierne a la biología molecular y desarrollo biotecnológico de los alérgenos de ácaros también se ha generado información muy valiosa y definitivamente es una de las áreas

que tienen mayor proyección a futuro. Gracias al desarrollo de técnicas moleculares se ha podido aislar y caracterizar muchos alérgenos de diversas especies de ácaros, se ha podido conocer su estructura terciaria y conocer sus características fisicoquímicas. Sin embargo, el estudio molecular también se ha basado en las especies de amplia distribución y las mejor conocidas (*Dermatophagoides pteronyssinus*, *D. farinae*, *Euroglyphus maynei*), por lo que es necesario trabajar con las restantes especies de Pyroglyphidae habitantes del polvo casero, las cuales también pueden ser una fuente importante de alérgenos. Por otra parte, consideramos que hace falta mayor desarrollo en aspectos biotecnológicos, sólo tuvimos conocimiento de una empresa (Indoor Biotechnologies) que comercializa alérgenos de ácaros con fines de investigación, no sabemos si alguna otra compañía lo haga, al parecer es la única que tiene la patente y cumple con los requerimientos de la OMS/UIS, y el precio de los productos que ofrece es elevado. Sabemos que este tipo de investigaciones requieren de mucha inversión económica y de tiempo por lo que en ocasiones el avance suele ser lento, sin embargo por la gran cantidad de artículos publicados en los últimos años, podemos especular que la información se va a ir generando a una velocidad mayor. Es importante considerar que los estudios en el que los alérgenos van a ser comercializados o van a estar a disposición de investigadores o de pacientes, para las pruebas rápidas, también llevan tiempo por inspecciones sanitarias ya que deben ser seguros para los fines y para la gente que los vaya a utilizar. Creemos que debe haber mayor número de empresas involucradas en el estudio y comercialización de alérgenos que cumplan con todos los requerimientos establecidos y pueda así existir mejores oportunidades para adquirirlos. Con respecto a los alérgenos muchos de los trabajos revisados no seguían la nomenclatura para nombrarlos correctamente y esto nos hace pensar que en realidad se está generando la información, pero que probablemente no está muy disponible.

Con los datos obtenidos de los trabajos realizados en México sobre ácaros del polvo casero se observa que únicamente se han encontrado dos especies de ácaros del polvo, *D. Pteronyssinus* y *D. farinae*. En ocho entidades (Aguascalientes, Durango, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas) no se ha registrado ácaros en el polvo de casas, en algunos de estos se han llevado a cabo algunos muestreos pero en otros no. En siete estados ubicados en el occidente y norte del país se ha registrado *D. farinae*. En la mitad de las entidades (16) se ha registrado *D. Pteronyssinus*. En cinco (Baja California, Baja California Sur, Colima, Jalisco y Nayarit) se han encontrado ambas especies. En el D. F. es donde se ha encontrado la mayor cantidad de especies de ácaros domésticos. Estos estudios no están reflejando la distribución de los ácaros dentro del país sino los lugares en los que se han tomado muestras de polvo casero, donde también se han registrado ácaros de productos almacenados y ácaros depredadores de ácaros del polvo piroglífidos los cuales comúnmente se han encontrado

en polvo de otros países. La mayor cantidad de estudios se han hecho en el D. F. y en el occidente.

Con respecto a los estudios clínicos existen trabajos en donde se realizan pruebas cutáneas con los alérgenos aislados de ácaros del polvo ya, que es importante conocer cual es el disparador de la reacción alérgica. Sin embargo, en algunos casos las pruebas son aplicadas con alérgenos de especies que ni siquiera han sido registradas en la zona de estudio, por ejemplo; Pacheco (1980) utilizó extractos de alérgenos de *D. farinae* en pacientes del D. F. a pesar de que esta especie no se ha encontrado en la Ciudad y muy probablemente su distribución no llegue a hasta esta zona. Lo desconcertante es que como este estudio existen otros (*e.g.*, Méndez-Juárez *et al.*, 1996, Peña *et al.*, 1998).

No existe ninguna investigación en el país sobre estos ácaros desde 1991 y la información generada en nuestro país comparada con el ritmo con la que se ha generado en el resto del mundo avanzó demasiado lento. Las principales causas son: hay pocos especialistas interesados, la falta de planeación de recursos, pero sobre todo falta de trabajo interdisciplinario. Por otra parte, las metodologías utilizadas en algunos estudios ya estaban en desuso y no cumplen con los requerimientos actuales.

Sería conveniente llevar a cabo un estudio profundo sobre ácaros del polvo casero dirigido por investigadores de diferentes áreas, que sea interdisciplinario, en donde se compartan el objeto de estudio (*e.g.* alérgenos en el polvo) y las intenciones, pero que los procedimientos difieran dependiendo del especialista. Para este proyecto es indispensable partir de una bibliografía básica que sea la referencia para plantearlo y desarrollarlo, por tal motivo este punto es uno de los principales propósitos de este trabajo. La base de datos con las 2, 430 citas resultantes de este trabajo y utilizadas para el mismo, está contenida en un disco de 3<sup>1</sup> 2 en formato Word como anexo 2 para consultas posteriores; en ella se indica los artículos completos que se encuentran en la CNAC y, en esta misma colección se encuentra depositada la base de datos original. Ahora se cuenta con esta base y en un futuro al analizarla, nos podremos dar una idea a que sectores y personas se pueden involucrar en el proyecto y de esta manera considerarlos y conjuntarlos para evaluar cual es la infraestructura necesaria para echarlo a andar de manera efectiva. En lo que respecta a los aspectos biológicos lo ideal sería establecer un programa de muestreo para todo el país, para conocer la acarofauna presente en el polvo de casas de los diferentes estados que lo conforman sin embargo, esta tarea sería sumamente difícil, por lo cual, creemos que es conveniente iniciar muestreos en ciudades clave del país. Es muy importante recalcar que todos los organismos que se encuentren en el polvo (*e.g.*, ácaros, polen, esporas, etc.) pueden ser estudiados por los diferentes especialistas que puedan estar involucrados. Para una primera fase se tendría que elegir una zona que abarque varios estados en donde la

prevalencia de alergias sea alto o vaya en aumento (*e.g.*, el occidente), aquí estarían involucrados médicos-alergólogos para obtener datos epidemiológicos sobre alergias por paciente por estado (*e.g.*, número de casos por año). De esta manera se podría conocer los alérgenos presentes en esta zona, así como su frecuencia, para tratar de elaborar los extractos para cada uno de los alérgenos con las técnicas de biología molecular y los estándares establecidos y así poder evaluar y comprobar con pruebas en pacientes (*e.g.*, pruebas cutáneas) cuales son los principales disparadores de respuestas alérgicas. Contando con los datos exactos el siguiente paso sería sentar las bases para tratar de aislar y producir cada uno de los alérgenos con fines de investigación y en un futuro utilizarlos para diagnóstico y tratamiento (inmunoterapia).

## 7. LITERATURA CITADA

- Abbas, A., Lichtman, A. & Pober, J.** 1995. Inmunología celular y molecular. 2ª ed. Interamericana McGraw-Hill. Madrid, España. 517 pp.
- Alberts, B., Bray, D., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P.** 1999. Introducción a la biología celular. Omega, Barcelona. 632 pp.
- Albores, M.** 1989. Ácaros del polvo de las casas en la Ciudad de México y su posible relación con enfermedades alérgicas. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 105 pp.
- Alcama, I. E.** 2001. DNA technology. Second edition. Awesome skill. Academic Press. San Diego, California, USA. 348 pp.
- Ancona, G.** 1923. Asma epidemico da *Pediuloides ventricosus*. Policlinico (Sezione Medica) 30, 45-49.
- Andersen, A.** 1991. Nutritional value of yeast for *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Epidermoptidae) and the antigenic and allergenic composition of extracts during extended culturing. J. Med. Entomol., 28 (4): 487-91.
- Anónimo.** 2001. Clínica del asma. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. Web: <http://www.iner.gob.mx/docs/asma/home.htm>
- Anónimo.** 2002. Laboratory of Molecular Biochemistry, Hiroshima University. Web: [http://home.hiroshima-u.ac.jp/mbiotech/ono\\_lab/ono\\_lab\\_e.html](http://home.hiroshima-u.ac.jp/mbiotech/ono_lab/ono_lab_e.html)
- Arlian, L. G.** 1989. Biology and ecology of house dust mites, *Dermatophagoides* spp. y *Euroglyphus* sp. Immunology and Allergy Clinics of North America, 9: 339-356
- Arlian, L. G.** 1991. House-dust-mite allergens: A review. Exp. Appl. Acarol., 10: 167-186.
- Arlian, L. G.** 1992. Water balance and humidity requirements of house dust mites. Exp. Appl. Acarol., 16 (1-2): 15-35.
- Arlian, L. G.** 1998. Biology and identification of house dust mites course. American Academy of Allergy and Immunology. 26 p.
- Arlian, L. G.** 2002. Arthropod allergens and human health. Annu. Rev. Entomol., 47: 395-433.
- Arlian, L., Bernstein, D., Bernstein, I., Friedman, S., Grant, A., Lieberman, P., Lopez, M., Metzger, J., Platts-Mills, T., Schatz, M., Spector, S., Wasserman, S. & Zeiger, R.** 1992. Prevalence of dust mites in the homes of people with asthma living in eight different geographic areas of the United States. J. Allergy Clin. Immunol. 90 (3) part 1: 292-300.
- Arlian, L. G., Rapp, C. M. & Ahmed, S. G.** 1990. Development of *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). J. Med. Entomol., 27: 1035-1040.

- Arlian, L. G. & Veselica, M. M.** 1981. Reevaluation of the humidity requirements of the house dust *Dermatophagoides farinae* (Acari: Pyroglyphidae). *J. Med. Entomol.*, 18: 351-352.
- Arlian, L. G. & Wharton, G. W.** 1974. Kinetics of active and passive components of water exchange between the air and a mite *Dermatophagoides farinae*. *J. Insect Physiol.*, 20: 1063.
- Artigas, J. y Casanueva, M.** 1983. Ácaros del polvo de las habitaciones en Chile (Acari). *Gayana Zool.*, 47: 5-106.
- Barnes, K. C., Fernández-Caldas, E., Trudeau, W. L., Milne, D. E. & Brenner, R. J.** 1997. Spatial and temporal distribution of house dust mite (Astigmata: Pyroglyphidae) allergens Der p 1 and Der f 1 in Barbadian homes. *J. Med. Entomol.*, 34 (2): 212-218.
- Barnum, S. R.** 1998. *Biotechnology. An introduction.* Wadsworth Publishing Company, London, England. 225 p.
- Begon, M., Harper, J. L. & Townsend, C. R.** 1997. *Ecology.* Third edition. Blackwell Science Ltd, Oxford. 1068 pp.
- Benjamini, E., Sunshine, G. & Leskowitz, S.** 1996. *Immunology: a short course.* 3 rd ed. Wiley-Liss, Inc. New York, USA. 484 pp.
- Binotti, R., Muniz, J., Paschoal, I., do Prado, A. & Oliveira, C.** 2001. House dust mites in Brazil: an annotated bibliography. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 96 (8): 1177-1184.
- Bischoff, E. R. C., Fischer, A. & Liebenberg, B.** 1992. Assessment of mite numbers: new methods and results. *Exp. Appl. Acarol.*, 16: 1-14.
- Blythe, M. E.** 1976. Some aspects of the ecological study of the house dust mites. *Brit. J. Dis. Chest*, 70: 3.
- Brody, A. R., McGrath, J. C. & Wharton, G. W.** 1972. *Dermatophagoides farinae*: the digestive system. *J. N. Y. Ent. Soc.*, 80: 152.
- Brody, A. R., McGrath, J. C. & Wharton, G. W.** 1976. *Dermatophagoides farinae*: the supracoxal glands. *J. N. Y. Ent. Soc.*, 84: 34-47.
- Brody, A. R. & Wharton, G. W.** 1970. *Dermatophagoides farinae*: ultrastructure of lateral opisthosomal dermal glands. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 89: 499-513.
- Bronswijk, J. E. M. H. van.** 1979. House-dust as an ecosystem. Recent advances in Acarology Vol. II: 167-172.
- Bronswijk, J. E. M. H. van & Sinha, R. N.** 1971. Pyroglyphid mites (Acari) and house dust allergy. A review. *J. Allergy*, 47 (1): 31-52.

- Bronswijk, J. E. M. H. van, Schoonen, J. M. C. P., Berlie, M. A. F. & Lukoschus, F. S.** 1971. On the abundance of *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart, 1897) (Pyroglyphidae: Acarina) in house dust. *Res. Popul. Ecol.*, 13: 67-79.
- Brusca, R. & Brusca, G.** 1990. Invertebrates. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts, USA. 922 pp.
- Chapman, M. D.** 2000. (ed.). Indoor allergens. *Clin. Rev. Allergy Immunol.*, 18 (3): pp 424.
- Chapman, M. D.** 2001a. About Indoor Biotechnologies. Web: <http://www.inbio.com/about.html>.
- Chapman, M. D.** 2001b. Products and services of Indoor Biotechnologies. Web: <http://www.inbio.com/products.html>.
- Chapman, M. D., Vailes, L. D. & Ichikawa, K.** 2000. Immunoassays for indoor allergens. *Clin. Rev. Allergy Immunol.*, 18: 285-300.
- Colloff, M. J.** 1991. Practical and theoretical aspects of the ecology of house dust mites (Acari: Pyroglyphidae) in relation to the study of mite-mediated allergy. *Rev. Med. Vet. Entomol.*, 79 (11/12): 611-630.
- Colloff, M. J.** 1992. Age structure and dynamics of house dust mite populations. *Exp. Appl. Acarol.*, 16: 49-74.
- Colloff, M. J.** 1998. Taxonomy and identification of dust mites. *Allergy*, 53 (48 Suppl): 7-12.
- Colloff, M. J. & Spieksma, F. Th. M.** 1992. Pictorial keys for the identification of domestic mites. *Clin. Exp. Allergy*, 22: 823-830.
- Cunliffe, F.** 1958. *Pyroglyphus morlani*, a new genus and species of mite forming a new family, Pyroglyphidae, in the Acaridae. *Proc. Ent. Soc. Wash.*, 60: 85-86.
- Dobson, R. M.** 1979. Some effects of microclimate on the longevity and development of *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). *Acarologia*, 21: 482-486.
- Eraso, E., Guisantes, J., Martinez, J., Saenz-De-Santamaria, M., Martinez, A., Palacios, R. & Cisterna, R.** 1997. Kinetics of allergen expression in cultures of house dust mites, *Dermatophagoides pteronyssinus* and *D. farinae* (Acari: Pyroglyphidae). *J. Med. Entomol.*, 34 (6): 684-689.
- Eraso, E., Martinez, J., Garcia-Ortega, P., Martinez, A., Palacios, R., Cisterna, P. & Guisantes, J.** 1998. Influence of mite growth culture phases on the biological standardization of allergenic extracts. *Journal-of-Investigational-Allergology-and-Clinical-Immunology*, 8 (4): 201-206.
- Evans, G. O.** 1992. Principles of Acarology. CAB International. University Press, Cambridge, UK. 563 pp.
- Fain, A.** 1965. Les acariens nidicoles et detriticoles de la famille Pyroglyphidae Cunliffe (Sarcoptiformes). *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 72 (3-4): 257-288.

- Fain, A.** 1966a. Nouvelle description de *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart, 1897). Importance de cet Acarien en pathologie humaine (Psoroptidae). *Acarologia*, 8 (2): 302-327.
- Fain, A.** 1966b. Allergies respiratoires produites par un Acarien (*Dermatophagoides pteronyssinus*) vivant dans les poussières des habitations. *Bull. Acad. Roy. Méd. Belgique*, 7<sup>e</sup> série, 6 (6-7): 479-499.
- Fain, A.** 1967. Le genre *Dermatophagoides* Bogdanov 1864 son importance dans les allergies respiratoires et cutanées chez l'homme (Psoroptidae: Sarcoptiformes). *Acarologia*, 19 (1): 179-225.
- Fain, A.** 1988. En: *Acariens et Allergies* (Guérin, B., ed.). Groeninghe Publ., Courtrai, Belgium, Ch. 1 pp. 11-128.
- Fain, A.** 1990. Morphology, systematics and geographical distribution of mites responsible for allergic disease in man. In: *Mites and allergic disease* (Fain, A., Guérin, B. & Hart, B. J.). Allerbio, Varennes en Argonne, France, pp. 11-134.
- Fain, A. & Atyeo, W. T.** 1990. A new pyroglyphid mite (Acari: Pyroglyphidae) from a woodpecker (Picidae) in Thailand. *Acarologia*, 31 (1): 43-50.
- Fain, A., Cunnington, M. & Spieksma, F. Th. M.** 1969. *Malayoglyphus intermedius* n. g., n. sp. a new mite from house dust in Singapore and Djakarta (Pyroglyphidae: Sarcoptiformes). *Acarologia*, 11 (1): 121-126.
- Fain, A. & Hart, B. J.** 1986. A new, simple technique for extraction of mites, using the difference in density between ethanol and saturated NaCl (Preliminary note). – *Acarologia*, 27: 255-256.
- Fain, A., Guérin, B. & Hart, B. J.** 1990. Introduction. In: *Mites and allergic disease* (Fain, A., Guérin, B. & Hart, B. J.). Allerbio, Varennes en Argonne, France, pp. 7-10.
- Fain, A., Guérin, B. & Hart, B. J.** 1990. *Mites and allergic disease*. Allerbio, Varennes en Argonne, France, 190 pp.
- Fernández-Caldas, E.** 1999. Los ácaros y sus alérgenos. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 14 (6): 410-418.
- Fernández-Caldas, E.** 2001. Presente y futuro de la inmunoterapia. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 16 (1): 6-12.
- Furumizo, R. T.** 1973. The biology and ecology of the house-dust mite *Dermatophagoides farinae* Hughes, 1961 (Acarina: Pyroglyphidae). Ph. D. Thesis, University of California, 143 pp.
- Gamal-Eddin, F. M., Abou-Sena, F. M., Tayel, S. E., Aboul-Atta, A. M., Seif, A. M. & Gaafar, S. M.** 1983. Duration of the developmental stages of house dust mites

*Dermatophagoides farinae* and *D. pteronyssinus* under controlled temperatures and relative humidities to pave the way in front of the workers in the field of house dust mites bronchial asthma. I. Pre-imaginal period. J. Egypt. Soc. Parsitol., 13: 319-334.

- Garza, R.** 1996. Aeroalergenos y alergía respiratoria en el Estado de Veracruz, México. *Alergia e Inmunol. Pediatr.*, 5 (6): 190-192.
- Gaud, J. & Atyeo, W.** 1996. Feather mites of the World (Acarina, Astigmata): The supraspecific taxa. Part I. Musée Royal de L'Afrique Centrale Tervuren, Belgique. *Annales Sciences Zoologiques*. 277: 193 pp.
- González, J. & Llorens, M.** 1974. Identificación de los ácaros causantes de la sensibilización al polvo casero. Primer informe en México. *Rev. Med. del IMSS.*, 13 (1): 49-57.
- Griffiths, D. A. & Cunnington, A. M.** 1971. *Dermatophagoides microceras* sp.n.: A description and comparison with its sibling species, *D. Farinae* Hughes, 1961. *J. Stored Prod. Res.*, 7-14.
- Guérin, B.** 1990. Pathogenicity and control of mites in allergic disease. In: Mites and allergic disease (Fain, A., Guérin, B. & Hart, B. J.). *Allerbio, Varennes en Argonne, France.* pp 153-178.
- Hart, B. J.** 1990. Ecology and biology of allergenic mites. In: Mites and allergic disease (Fain, A., Guérin, B. & Hart, B. J.). *Allerbio, Varennes en Argonne, France.* pp. 135-152.
- Hart, B. J.** (ed.) 1992. Special issue: House dust mites. *Exp. Appl. Acarol.*, 16 (1,2): 202.
- Hart, B. J.** 1998. Life cycle and reproduction of house-dust mites: environmental factors influencing mite populations. *Allergy*, 53 (48 Suppl): 13-17.
- Hart, B. J. & Fain, A.** 1987. A new technique for isolation of mites exploiting the difference in density between ethanol and saturated NaCl: qualitative and quantitative studies. *Acarologia*, 28: 251-254.
- Hart, B. J. & Fain, A.** 1988. Morphological and biological studies of medically important house dust mites. *Acarologia*, 29: 285-295.
- Hay, D. B., Hart, B. J., Pearce, R. B., Kozakiewicz & Douglas, A. E.** 1992. How relevant are house dust mite-fungal interactions in laboratory culture to the natural dust system? *Exp. Appl. Acarol.*, 16: 13-47.
- Ho, T. M. & Nadchatram, M.** 1984. Life-cycle and longevity of *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) (Acarina: Astigmata: Pyroglyphidae) in a tropical laboratory. *Trop. Biomed.*, 1: 159-162.
- Hoffmann, A.** 1988. Animales desconocidos. Relatos acarológicos. *La Ciencia desde México* 60. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 127 pp.
- Hoffmann, A.** 1997. Ácaros y alergias. *Cuad. Mex. Zool.*, 3 (1): 16-21.

- Hoffmann, A. y López-Campos, G.** 2000. Biodiversidad de los ácaros en México. CONABIO. México, D. F. pp 136-137.
- Johansson, S. G. O.** 2000. Prevention of allergy and asthma, interim report – introduction. Eur. J. Allergy Clin. Immunol., 55: 1073-1074.
- Kern, R. A.** 1921. Dust sensitization in bronchial asthma. Medical Clinics of North America 5, 751-761.
- Krantz, G. W.** 1978. A manual of Acarology. Second edition. Oregon State University Book Stores, Inc. Oregon, USA. 509 pp.
- Lang, J. D., Charlet, L. D. & Mulla, M. S.** 1976. Bibliography (1864 to 1974) of house-dust mites *Dermatophagoides* spp. (Acarina: Pyroglyphidae), and human allergy. Science of Biology Journal, 2 (2): 62-83
- Larson, D. G., Mitchell, W. F. & Wharton, G. W.** 1969. Preliminary studies of *Dermatophagoides farinae* Hughes, 1961 (Acarina) and house dust allergy. J. Med. Entomol., 6: 295-299.
- Louadi, K. & Robaux, P.** 1992. Étude des populations d'acariens pulvicoles dans l'est Algérien selon les gradients climatiques propres a cette région. Acarologia, 33 (2): 177-191.
- Mayagoitia, M.** 1982. Distribución, frecuencia y fluctuación mensual de *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart, 1897); (Acari: Astigmata: Pyroglyphidae), del polvo doméstico en la zona centro-sur del Distrito Federal. Tesis de Licenciatura. E. N. C. B., Instituto Politécnico Nacional. México, 53 pp.
- Mayagoitia, M., Bassols, I. & Quintero, M.** 1981. Distribución y fluctuación mensual de *Dermatophagoides pteronyssinus* (Astigmata: Pyroglyphidae), en el sur del Distrito Federal. Folia Entomol. Mex., 48: 85-86.
- Méndez-Juárez, L., Paz-Martínez, D. Galindo-García, J. & Toriz-Martínez, J.** 1996. Principales alérgenos en las enfermedades alérgicas más frecuentes. Alergia e Inmunol. Pediatr., 5 (1): 5-8.
- Moreno, M., Sánchez, R., Yrarragorri, T. & Abdo, R.** 1999. Asociación entre el *Dermatophagoides pteronyssinus* y la rinitis alérgica. Alergia e Inmunol. Pediatr., 8 (1): 21-24.
- Mosbeck, H.** 1985. House dust mite allergy. Allergy, 40: 81-91.
- Nannelli, R., Liguori, M. & Castagnoli, M.** 1983. Osservazioni preliminari sulla biologia di *E. Maynei* (Cooreman) (Acari, Pyroglyphidae) e sua distribuzione in Italia. Redia, 66: 401-408.

- National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI).** 1997. Expert panel report 2: Guidelines for the diagnosis and management of asthma. National Institutes of Health pub no 97-4051: 150 pp
- Niles & Associates, Inc.** 1988-1995. EndNote Plus 2.1 (Enhanced Reference Database & Bibliography Marker). 2<sup>nd</sup> Edition. Berkeley, California, E.U.
- Novoa, D.** 1975. Ácaros del polvo en la República Mexicana. *Alergia*, 22-2: 59-77.
- OConnor, B. M.** 1982. Acari: Astigmata, 2: 146-169. In: Parker, S. P. (Ed). Synopsis and classification of living organisms. Mc Graw-Hill, New York.
- Ontiveros, C., López, S., Cerino, J. & García, C.** 1995. Aeroalergenos detectados por pruebas cutáneas en niños con alergia respiratoria (asma y rinitis); del sur de la ciudad de México *Alergia e Inmunol. Pediatr.*, 4 (4): 112-116.
- Ottoboni, F., Falagiani, P. & Centanni, S.** 1984. Gli acari allergenici. *Bull. Ist Scieroter. Milan*, 63: 389-419.
- Oshima, S.** 1967. Studies on the genus *Dermatophagoides* (Psoroptidae: Acarina) with special reference to the medical importance. *Japanese Journal of Sanitary Zoology*, 18: 213-214.
- Oshima, S. & Sugita, K.** 1966. Notes on the life history of *Dermatophagoides farinae* Hughes, 1961. *Bull. Yokohama Munic. Inst. Publ. Hlth.*, 4: 66-69.
- Pacheco, J.** 1980. Alergia a ácaros (*Dermatophagoides pteronyssinus* y *farinae*) y al polvo doméstico en niños con asma bronquial. Tesis de posgrado. Facultad de Medicina, UNAM, 16 pp.
- Peña, E., López, P. & Huerta, L.** 1998. Calendarización de síntomas agudos de asma crónica y su correlación con aeroalergenos. *Alergia e Inmunol. Pediatr.*, 7 (2): 60-66.
- Platts-Mills, T. A. E.** 1990. Foreword. In: Mites and allergic disease (Fain, A., Guérin, B. & Hart, B. J.). Allergio, Varennes en Argonne, France, pp. 3-4
- Platts-Mills, T. A. E. & Chapman, M. D.** 1987. Dust mites: immunology, allergic disease, and environmental control. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 80: 755-775.
- Ree, H., Lee, I., Kim, T., Jeon, S. & Hong, C.** 1997. Mass culture of house dust mites, *Dermatophagoides farinae* and *D. pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *Medical-Entomology-and-Zoology*, 48 (2): 109-116.
- Robbers, J. E., Speedie, M. K. & Tyker, V. E.** 1996. Pharmacognosy and pharmacobiotechnology. Williams & Wilkins. USA. 337 pp.
- Roitt, I. M.** 1998. Inmunología. Fundamentos. 9ª edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. Capítulo 16: 339-366.

- Saint Georges-Grèdelet, D. de.** 1987. Vitamins requirements of the European house dust mite *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae), in relation to its fungal association. *J. Med. Entomol.*, 24: 408-411.
- Saleh, S., Abdel-Hamid, M. & Rezk, H.** 1991. Biology of the European house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). *Acarologia*, 32: 57-60.
- Servín, R.** 1979a. Estudio de *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart, 1897) (Acarina - Pyroglyphidae) en el Distrito Federal y su relación con alergias al polvo doméstico. Tesis de Licenciatura. E. N. C. B., Instituto Politécnico Nacional. México, 33 pp.
- Servín, R.** 1979b. Distribución de *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acarina-Astigmata-Pyroglyphidae) en el Distrito Federal y sus alrededores; su relación con alergias al polvo doméstico. XIII Congreso Nacional de Entomología. *Folia Entomol. Mex.*, 42: 50-51.
- Servín, R., Mayagoitia, M., Espinoza, J., Chapa, R., Quintero, M. & Bassols, I.** 1982. Preparación y prueba en pacientes de un extracto alergénico crudo del ácaro *Dermatophagoides pteronyssinus* (Astigmata: Pyroglyphidae). XVII Congreso Nacional de Entomología. *Folia Entomol. Mex.*, 54: 105.
- Servín, R. & Tejas, A.** 1990. Ocurrencia de *Dermatophagoides* (Acari: Pyroglyphidae) en La Paz, B. C. S., México. XXV Congreso Nacional de Entomología.
- Servín, R. & Tejas, A.** 1991. Presencia de *Dermatophagoides* en Baja California Sur, México. *Southwest. Entomol.*, 16 (2): 156-161.
- Smith, A. M., Pomes, A. & Chapman, M. D.** 2000. Molecular biology of indoor allergens. *Clin. Rev. Allergy Immunol.*, 18: 265-283.
- Smith, J. E.** 1988. *Biotechnology*. Second edition. Edward Arnold. New York, USA. 130 pp.
- Solarz, K.** 1995. The review of the data on the occurrence of allergenic mites Pyroglyphidae (Acari: Acaridida) in Poland. En *The Acari. Physiological and Ecological aspects of acari-host relationships* (Kropczyńska, D., Boczek, J. & Tomczyk, A., eds.) Dąbór, Polonia. pp. 289-294.
- Spieksma, F. Th. M.** 1967. The house dust mite *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart, 1897) producer of the house dust allergen (Acari: Psoroptidae). Ph. D. Thesis Leiden N. V. Drukkerij. Battelje & Terpstra, Leiden, 65 pp.
- Spieksma, F. Th. M.** 1992. Introduction to special issue: House dust mites. *Exp. Appl. Acarol.*, 16 (1,2): ix-xiii.
- Spieksma, F. Th. M. & Spieksma-Boezeman, M. I. A.** 1967. The mite fauna of house dust with particular reference to the house dust mite *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart, 1897) (Psoroptidae, Sarcoptiformes). *Acarologia*, 9: 226-241.

- Stites, D., Terr, A. & Parslow, T. 1998. Inmunología básica y clínica. El manual moderno. 9ª edición de la 9ª edición en inglés. México, D. F. 1080 pp.
- Tabarez, V., Córdoba, R., Herrera, B. & Miranda, F. 1996. Alergenos más frecuentes causantes de sensibilización respiratoria. *Alergia e Inmunol. Pediatr.*, 5 (5): 152-154.
- Taylor, R. N. 1975. Contributions to the biology and ecology of the house dust mites. Ph. D. thesis. University of Glasgow, 98 pp.
- Uehara, K., Toyoda, Y. & Konishi, E. 2000. Contamination of passenger trains with *Dermatophagoides* (Acari: Pyroglyphidae) mite antigen in Japan. *Exp. Appl. Acarol.*, 24 (9): 727-734.
- van der Hoeven, W. A. D., de Boer, R. & Bruin, J. 1992. The colonisation of new houses by house dust mites (Acari: Pyroglyphidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 16: 75-84.
- Vargas, M. & Mairena, H. 1991. House dust mites from the metropolitan area of San José, Costa Rica. *Internat. J. Acarol.* 17 (2): 141-144.
- Vargas, M. & Smiley, R. 1994. A new species of *Hughesiella* (Acari: Astigmata, Pyroglyphidae) from Costa Rica. *Int. J. Acarol.* 20 (2): 123-131.
- Velázquez, V. & Méndez, C. 1977. Obtención por primera vez en México, de un extracto alergénico puro de ácaros (Pyroglyphidae: *Dermatophagoides pteronyssinus*). XII Congreso Nacional de Entomología. *Folia Entomol. Mex.*, 39-40: 43-44.
- Voorhorst, R., Spieksma-Boezeman, M. I. A. & Spieksma, F. Th. M. 1964. Is a mite (*Dermatophagoides* sp.) the producer of the house-dust allergen? *Allergie und Asthma*, 10: 329-334.
- Walzl, M. 1992. Ultrastructure of the reproductive system of the house dust mites *Dermatophagoides farinae* an *D. pteronyssinus* (Acari, Pyroglyphidae) with remarks on spermatogenesis and oogenesis. *Exp. Appl. Acarol.*, 16 (1-2): 85-116.
- Warner, A., Boström, S., Möller, C. & Kjellman, N. 1999. Mite fauna in the home and sensitivity to house-dust and storage mites. *Allergy* 54: 681-690.
- Wharton, G. W. 1976. House dust mites. Review article. *J. Med. Entomol.*, 12 (6): 577-621.
- Wharton, G. W. 1985. Water balance of insects. In: *Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology*. Volume 4. (Edited by Kerkut, G. A. and Gilbert, L. I.). Oxford, U. K.; Pergamon Press. pp 565-601.
- Wharton, G. W. & Brody, A. R. 1972. The peritrophic membrane of the mite, *Dermatophagoides farinae*: Acariformes. *J. Parasitology*, 58: 801-804.

## 8. ANEXOS

### ANEXO 1. PÁGINAS WWW SOBRE ALERGIA, ASMA Y ÁCAROS

- **Alergia y Asma (Información general, Investigación, Revistas y Cursos)**

<a href="http://www.allergyfoudation.com">http://www.allergyfoudation.com</a>	British Allergy Foundation
<a href="http://www.asthma.org.uk/">http://www.asthma.org.uk/</a>	National Asthma Campaign
<a href="http://www.aai.org">http://www.aai.org</a>	American Association of Immunologists
<a href="http://www.skinhealth.co.uk/">http://www.skinhealth.co.uk/</a>	British Association of Dermatologists
<a href="http://www.soton.ac.uk/~bsaci/">http://www.soton.ac.uk/~bsaci/</a>	British Society for Allergy and Clinical Immunology
<a href="http://www.eaaci.org/">http://www.eaaci.org/</a>	European Academy of Allergology and Clinical Immunology
<a href="http://www.blackwell-science.com/">http://www.blackwell-science.com/</a>	International Publishers in Science, Medicine and Technology
<a href="http://immunology.org/">http://immunology.org/</a>	British Societe for Immunology
<a href="http://www.sfaic.com/">http://www.sfaic.com/</a>	Société Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique
<a href="http://aaaai.org/">http://aaaai.org/</a>	American Academy of Allergy Asthma & Immunology
<a href="http://www.worldallergy.org/">http://www.worldallergy.org/</a>	World Allergy Organization
<a href="http://www.comaaipe.org.mx/">http://www.comaaipe.org.mx/</a>	Colegio Mexicano de Alergia, Asma e Inmunologia Pediátrica, A. C.
<a href="http://www.slaai.org.ar/">http://www.slaai.org.ar/</a>	Sociedad Latinoamericana de Alergia, Asma e Inmunologia
<a href="http://revista.seaic.es/">http://revista.seaic.es/</a>	Revista Alergologia e Inmunologia Clinica
<a href="http://www.imbiomed.com.mx/">http://www.imbiomed.com.mx/</a>	Indice Mexicano de Revistas Biomédicas
<a href="http://www.medigrafi.com/">http://www.medigrafi.com/</a>	Indice de Publicaciones (Literatura Biomédica)
<a href="http://www.iner.gob.mx/docs/asma/home.htm">http://www.iner.gob.mx/docs/asma/home.htm</a>	Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (Clínica de Asma)
<a href="http://www.lungusa.org/diseases/espanol/hhm19.html">http://www.lungusa.org/diseases/espanol/hhm19.html</a>	American Lung Association

- **Alergia y Asma (productos para evitar el contacto con alérgenos)**

<a href="http://www.healthyhouse.co.uk/">http://www.healthyhouse.co.uk/</a>	The Healthy House
<a href="http://www.flomy.com/">http://www.flomy.com/</a>	Laboratorio Farmaceutico LETI

- **Alérgenos (Investigación y Servicios)**

<a href="http://www.inbio.com/">http://www.inbio.com/</a>	Indoor Biotechnologies
<a href="http://home.hiroshima-u.ac.jp/mbiotech/ono_lab/ono_lab_e.html">http://home.hiroshima-u.ac.jp/mbiotech/ono_lab/ono_lab_e.html</a>	Laboratorio de Bioquímica Molecular

**ANEXO 2. RESULTADOS DE LA BUSQUEDA BIBLIOGRÁFICA (ver Disco 3<sup>1/2</sup>)**