

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



CICLO GONOTRÓFICO, SELECCIÓN Y FIDELIDAD A  
HOSPEDEROS Y COMPATIBILIDAD REPRODUCTIVA  
DE DOS POBLACIONES DE *ANOPHELES VESTITIPENNIS*,  
EN CHIAPAS, MÉXICO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR  
EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS CON  
ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGÍA MÉDICA

PRESENTA

M. EN C. ARMANDO ULLOA GARCÍA

MONTERREY, N. L.

JUNIO 2001

A. U. G.

CICLO GONOTRÓFICO, SELECCIÓN Y FIDELIDAD A  
HOSPEDEROS Y COMPATIBILIDAD REPRODUCTIVA  
DE DOS POBLACIONES DE *ANOPHELES VESTTIPENNIS*,

TD  
RC156  
.U5  
2001  
c.1

2001



1080124451

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EL GONOTRÓFICO, SELECCIÓN Y FIDELIDAD A  
SITIOS Y COMPATIBILIDAD REPRODUCTIVA  
EN DOS POBLACIONES DE *ANOPHELES VESTITIPENNIS*,  
EN CHIAPAS, MÉXICO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR  
EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS CON  
ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGÍA MÉDICA

PRESENTA

M. EN C. ARMANDO ULLOA GARCÍA

MONTERREY, N. L.

JUNIO 2001



TO  
RC 156  
- US  
2001



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**CICLO GONOTRÓFICO, SELECCIÓN Y FIDELIDAD A  
HOSPEDEROS Y COMPATIBILIDAD REPRODUCTIVA DE  
DOS POBLACIONES DE *ANOPHELES VESTITIPENNIS*, EN  
CHIAPAS., MEXICO**

**TESIS**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN  
ENTOMOLOGIA MEDICA**

**PRESENTA**

**M. EN C. ARMANDO ULLOA GARCIA.**

**MONTERREY N. L.**

**JUNIO 2001.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



CICLO GONOTRÓFICO, SELECCIÓN Y FIDELIDAD A HOSPEDEROS Y  
COMPATIBILIDAD REPRODUCTIVA DE DOS POBLACIONES DE  
*ANOPHELES VESTITIPENNIS*, EN CHIAPAS., MÉXICO.

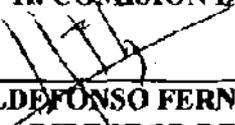
TESIS

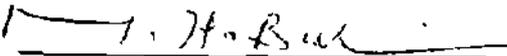
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN  
CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGÍA MÉDICA

PRESENTA

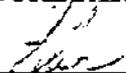
M. EN C. ARMANDO ULLOA GARCIA

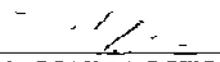
H. COMISIÓN DE TESIS

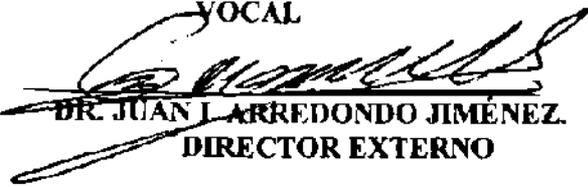
  
DR. ILDEFONSO FERNÁNDEZ SALAS  
DIRECTOR DE TESIS

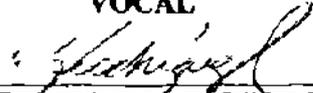
  
DR. MOHAMMED BADIL  
SECRETARIO

  
DR. ROBERTO MERCADO HERNÁNDEZ.  
VOCAL

  
DRA. ADRIANA FLORES SUÁREZ.  
VOCAL

  
DRA. MARÍA LUISA RODRÍGUEZ TOVAR.  
VOCAL

  
DR. JUAN LARREDONDO JIMÉNEZ.  
DIRECTOR EXTERNO

  
DR. MARIO HENRY RODRÍGUEZ LÓPEZ.  
CODIRECTOR EXTERNO

MONTERREY, N. L.

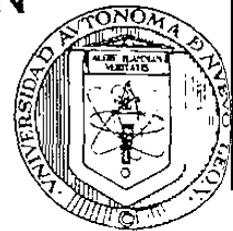
JUNIO 2001



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Subdirección de Postgrado



ACTA DE APROBACION DE TESIS DOCTORAL

LOS SUSCRITOS INTEGRANTES DEL COMITE DOCTORAL, COMUNICAMOS QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO Y REVISADO LA TESIS DOCTORAL DEL M. C. ARMANDO ULLOA GARCIA, Y TOMANDO EN CUENTA LA OPINION DEL COMITE DE TESIS RESPECTIVO, DECIDIMOS:

DAMOS FE

DR. LUIS J. GALAN WONG \_\_\_\_\_

DRA. ADRIANA E. FLORES S. \_\_\_\_\_

DR. JUAN MANUEL ALCOCER GZZ. \_\_\_\_\_

DR. CARLOS E. HERNANDEZ LUNA \_\_\_\_\_

DR. JESUS ANGEL DE LEON GZZ. \_\_\_\_\_

DR. RAHIM FOROUGHBAKHCH P. \_\_\_\_\_

DR. ROBERTO MENDOZA ALFARO \_\_\_\_\_

CD. UNIVERSITARIA, 4 JUNIO DEL 2001

## IN MEMORIAM

Al entrañable amigo y hermano Dr. Jorge Luis Martínez Muñoz  
quién estoy seguro comparte esta alegría.

Al amigo entomólogo Dr. Enrique Carmona.

A don Enrique Pérez. Gracias por su apoyo "Como dijo don Quique".

Descansen en Paz.

## RECONOCIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado para realizar los estudios de Maestría y Doctorado (Becario 86694).

Al Sistema Regional Benito Juárez (CONACYT) por el apoyo financiero al proyecto S02-005 "Selección de hospederos y aislamiento reproductivo en *An. vestitipennis*, un vector de paludismo en México".

Al Centro de Investigación de Paludismo del Instituto Nacional de Salud Pública, por brindarme la oportunidad de prestar mis servicios en tan prestigiada institución.

A DIOS

Gracias por la Vida

Gracias por mis Padres

Gracias por mis Hermanos

Gracias por mi Esposa

Gracias por mis Hijos

Gracias por toda mi Familia

Gracias por mis Amigos

Gracias por lo que han creído en mí.

Con profundo y especial agradecimiento a mi asesor PhD. Juan Ignacio Arredondo Jiménez, por compartir conmigo parte de su línea de investigación con *An. vestitipennis*, apreció mucho el apoyo que siempre me ha demostrado para superarme.

Con admiración y respeto a mi asesor PhD. Mario Henry Rodríguez López. Por su gran apoyo incondicional, ya que conociendo mis limitaciones confió en mí y aunque mis logros han sido modestos creo que no lo he defraudado. Sus puntos de vista a veces muy estrictos me han permitido superar lo difícil.

Con la admiración de siempre a mi asesor PhD. Ildelfonso Fernández Salas, quién nunca dudo en brindarme el apoyo para continuar mis estudios de doctorado en la UANL. Gracias por sus buenos deseos.

Aprecio mucho, la Amistad sincera del Dr. Cuauhtémoc Villarreal Treviño, quién me apoyo y sugirió cosas importantes para mejorar el trabajo de tesis. Gracias cuñao.

A mis amigos y compañeros investigadores del CIP, Rogelio Danis Lozano, Mauricio Casas, Iliana Malo, Guillermo Bond, Américo Ramírez, Patricia Penilla, , Arnoldo Orozco, José Luis Torres, Carlos Marina, Antonio Trejo, Norma Rivero, Mario Rodríguez, Lilia González.

Al Ing. Salvador Partida Pérez y a todo su grupo administrativo conformado por: Leticia Romero, Irma Flores, Odett de los Santos, Carlos Chamlati, Sandra Luz Robles, Magdali Agustín, Griselda López, Verónica Faviel, Doña Carmelita, Sandra Meza, Jana Ríos.

También aprecio mucho el apoyo del departamento de computo dirigido por Angel Wong, y su equipo, Ester Corzo y Orfa Palomeque.

Un agradecimiento muy especial al personal técnico que me apoyaron en los trabajos de campo tanto en la costa como en la Selva Lacandona. Señores, Eleazar Pérez, Rafael

Robledo, Pedro García, Oscar Reyes, José A. Zavala, Eufronio Díaz, René Monzón, Joaquín Covarrubias, Amicar Zuñiga. En el laboratorio a Antonio Morales, Olga Palomeque. En el insectario, al grupo de expertos en la cría de mosquitos, Martín Vázquez, Abel Alfaro, Fernando Cano, Daniel Ramírez. De igual forma a los Onco Boys Rafael Vázquez y Marco Alessio.

A todos los amigos y compañeros del área de patógenos y inmunoparasitología y otras áreas del CIP.

Al Dr. William de la Rosa, investigador de Ecosur por su apoyo de siempre.

Al Honorable comité de tesis conformado por prestigiados investigadores de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. PhD Mohammed Badii, Dra. Adriana Flores Suárez, Dr. Roberto Mercado Hernández y Dra. María Luisa Tovar. Por su valioso apoyo en la revisión del manuscrito y en especial por brindarme su Amistad.

Al Honorable comité doctoral conformado por el Dr. Luis J. Galán Wong, Dra. Adriana Flores Suárez, DR. Juan M. Alcocer, Dr. Carlos E. Hernández, Dr. Jesús A. De León, Dr. Rahim Foroughbakhch, Dr. Roberto Mendoza. Por sus sugerencias y comentarios al manuscrito.

Al personal de la división de estudios de postgrado, Dra. Julia Verde Star, Sra. Carmen Vázquez y el Sr. Ricardo Camarena. Por todo el apoyo que siempre me han demostrado.

Apreció mucho el apoyo de la Sra. Cristina Franco por estar pendiente de nosotros los estudiantes.

A doña Imita del laboratorio de Entomología por hacer sentirme en casa.

A la familia Rodríguez Ramírez por la Amistad demostrada en todo momento.

## DEDICATORIA

A mi esposa Helen por apoyarme en todo y sobre todo darme la oportunidad de ser Padre de mis hermosos hijos JOSE ARMANDO, LUIS ERNESTO y los GEMELOS (†) quienes son mi inspiración.

A mis Padres. Prof. Arnulfo Ulloa Castillejos y Silvia García Guillén. Gracias por darme la Vida y por legarme el gusto por la música de Marimba.

A los papás de mi esposa, Mayor Ernesto Macotela López y Elena Escobar Bado. Con todo cariño.

A mis hermanos, quienes no dejan de motivarme, en especial a Nuyo quién ha sido ejemplo de superación, de igual forma a Rodolfo, Jorge, Margarita, Yolanda, Silvia y Yesenia.

A las familias: Toledo Aguilar, García Ramón, Serra Macotela, Macotela Escobar, Ulloa Sancristobal, Ulloa García, Martínez Ulloa, Pérez Ulloa, Ulloa Martell, Juárez Ulloa, por permitirme contar con ellos. Con cariño a todos los sobrinos Paola, Betsabe, Jarumi, Montserrat, Maria José, Jorge Jr, Francisco, Xiomara, Raúl Jr, Gustavo, Eduardo, Juan Enrique, José Antonio, Juan Pablo, Monserrat y al que viene en camino.

## CONTENIDO

	PÁGINA
Reconocimientos.	ii
Dedicatoria.	vii
Lista de tablas.	xii
Lista de figuras.	xiv
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
El paludismo un problema de salud pública	01
Los parásitos del paludismo	03
Ciclo de vida del <i>Plasmodium</i>	03
Fase sexual	03
Fase asexual	05
Característica de la forma infectante del <i>Plasmodium</i>	06
El vector del paludismo	07
Los vectores del paludismo en el Mundo	07
Los vectores de paludismo en México	08
Importancia médica de <i>Anopheles vestitipennis</i>	09
Estudios en <i>Anopheles vestitipennis</i>	11
Evidencias de dos poblaciones en <i>Anopheles vestitipennis</i>	12
Importancia del Estudio	15
Literatura Citada	17
<b>CAPITULO 1.-</b>	
<b>ESTIMACIÓN DEL CICLO GONOTRÓFICO Y SOBREVIDA DE DOS POBLACIONES SIMPÁTRICAS DE AN. VESTITIPENNIS.</b>	
Resumen	36
Introducción	37
Antecedentes	39

Hipótesis	40
Objetivo General	40
Objetivos específicos	40
<b>Metodología</b>	<b>41</b>
Descripción del área de estudio	41
Estimación de la longitud del ciclo gonotrófico	41
Estimación de la sobrevida	42
Estimación de la desarrollo de la vitelogénesis	43
Cálculo de la tasa de pregravidéz	44
Análisis de datos	44
<b>Resultados</b>	
<i>Tasa de paridad</i>	45
Longitud del ciclo gonotrófico	45
Tasa de sobrevida	46
Vitelogénesis	46
Tasa de pregravidéz	47
Discusión	48
Conclusión	51
Literatura Citada	52

## CAPITULO 2.-

### ESTUDIOS DE SELECCIÓN DE HOSPEDEROS EN DOS POBLACIONES DE *AN. VESTITIPENNIS*.

Resumen	73
Introducción	74
Antecedentes	75
Hipótesis	78
Objetivo General	78
Objetivos específicos	78
<b>Metodología</b>	<b>79</b>
Descripción del área de estudio	79

Colección de mosquitos	80
Experimentos de marcaje y recaptura	80
Análisis de datos	81
<b>Resultados</b>	
Colecciones de mosquitos en la estación de lluvia, zona costa	82
Selección de hospederos por <i>Anopheles vestitipennis</i> , estación de lluvia, zona costa.	82
Colección de mosquitos en la estación de secas, zona costa	83
Selección de hospederos por <i>Anopheles vestitipennis</i> , estación de secas, zona costa.	83
Colección de mosquitos en la estación de lluvias, zona Selva Lacandona	84
Selección de hospederos por <i>Anopheles vestitipennis</i> , estación de lluvia, zona Selva Lacandona.	84
Colección de mosquitos en la estación de secas, zona Selva Lacandona	84
Selección de hospederos por <i>Anopheles vestitipennis</i> , estación de seca, zona Selva Lacandona.	85
Estudios de marcaje y recaptura zona costa	85
Estudios de marcaje y recaptura zona Selva Lacandona	87
Discusión	88
Conclusión	92
Literatura Citada	93

### CAPITULO 3.-

#### ESTUDIOS DE FIDELIDAD INNATA A HOSPEDEROS EN *AN. VESTITIPENNIS*.

Resumen	113
Introducción	114
Antecedentes	115
Hipótesis	117
Objetivo General	117
Objetivos específicos	117

Hipótesis	146
Objetivo General	146
Metodología	147
Definición de las poblaciones	147
Descripción del área de colecta	147
Colecciones de mosquitos	147
Procedimiento de laboratorio	148
Experimentos de hibridización	149
Resultados	152
Discusión	154
Conclusión	158
Literatura Citada	159
CONCLUSIONES FINALES	169
DECISIÓN TAXONOMICA	171
SUGERENCIA	171

<b>Metodología</b>	<b>118</b>
<b>Descripción del área de estudio</b>	<b>118</b>
<b>Experimentos de fidelidad a hospederos por hembras de <i>An. vestitipennis</i></b>	<b>119</b>
<b>Fidelidad a hospederos por hembras colectadas en campo y liberadas en una casa sin compartimiento</b>	<b>119</b>
<b>Fidelidad a hospederos por hembras colectadas en campo y liberadas en una casa con compartimiento</b>	<b>120</b>
<b>Fidelidad a hospederos por hembras F1 liberadas en una casa con compartimiento</b>	<b>121</b>
<b>Análisis de datos</b>	<b>122</b>
<b>Resultados</b>	
<b>Fidelidad a hospederos por hembras colectadas en campo y liberadas en una casa sin compartimiento</b>	<b>123</b>
<b>Fidelidad a hospederos por hembras colectadas en campo y liberadas en una casa con compartimiento</b>	<b>123</b>
<b>Fidelidad a hospederos por hembras F1 liberadas en una casa con compartimiento</b>	<b>124</b>
<b>Fidelidad a hospederos por hembras colectadas en campo y liberadas en una casa con compartimiento, zona Selva Lacandona</b>	<b>125</b>
<b>Fidelidad a hospederos por hembras F1 liberadas en una casa con compartimiento, zona Selva Lacandona</b>	<b>125</b>
<b>Discusión</b>	<b>126</b>
<b>Conclusión</b>	<b>129</b>
<b>Literatura Citada</b>	<b>130</b>

#### **CAPITULO 4.-**

### **COMPATIBILIDAD REPRODUCTIVA ENTRE DOS POBLACIONES DE *AN. VESTITIPENNIS*.**

<b>Resumen</b>	<b>141</b>
<b>Introducción</b>	<b>142</b>
<b>Antecedentes</b>	<b>143</b>

## LISTA DE TABLAS

	Página
<b>Introducción.</b>	
Tabla 1.- Especies de <i>Anopheles</i> reportadas en México.	26
<b>Capítulo 1</b>	
Tabla 1.1.- Paridad diaria de las dos poblaciones de <i>An. vestitipennis</i>	57
Tabla 1.2.- Valores de los coeficientes de correlación (r) que estimaron el ciclo gonotrófico de dos poblaciones simpátricas de <i>Anopheles vestitipennis</i> en Nueva Independencia, Chiapas, usando correlaciones cruzadas de series de tiempo.	58
Tabla 1.3.- Tasa promedio de paridad diaria de <i>An. vestitipennis</i> en la <u>población zoofílica</u> .	59
Tabla 1.4.- Tasa promedio de paridad diaria de <i>An. vestitipennis</i> en la <u>población antropofílica</u> .	60
Tabla 1.5.- Tasa de supervivencia de la población zoofílica y antropofílica de <i>An. vestitipennis</i> , calculada con la fórmula de Davidson.	61
Tabla 1.6.- Desarrollo de la vitelogénesis de mosquitos colectados en la <u>población zoofílica</u> de <i>An. vestitipennis</i> .	62
Tabla 1.7.- Desarrollo de la vitelogénesis de mosquitos colectados en la <u>población antropofílica</u> de <i>An. vestitipennis</i> .	63
Tabla 1.8.- Desarrollo de la vitelogénesis de mosquitos colectados en la <u>población zoofílica</u> de <i>An. vestitipennis</i> alimentados con sangre humana.	64
Tabla 1.9.- Desarrollo de la vitelogénesis de mosquitos colectados en la <u>población antropofílica</u> de <i>An. vestitipennis</i> alimentados con sangre animal.	65

## Capítulo 2

Tabla 2.1.- Especies de Anofelinos colectados durante veinte días consecutivos en cada experimento, durante la estación de lluvia, en la zona costa.	101
Tabla 2.2.- Selección de hospederos en <i>Anopheles vestitipennis</i> colectados en Nueva Independencia, Chiapas.	102
Tabla 2.3.- Especies de Anofelinos colectados durante veinte días consecutivos en cada experimento, durante la estación de secas, en la zona costa.	103
Tabla 2.4.- Especies de Anofelinos colectados durante veinte días consecutivos en un sólo experimento, durante la estación de lluvia, en la zona Selva Lacandona.	104
Tabla 2.5.- Especies de Anofelinos colectados durante veinte días consecutivos en cada experimento, durante la estación de secas, en la zona Selva Lacandona.	105
Tabla 2.6.- Fidelidad de hospederos en <i>Anopheles vestitipennis</i> determinado con la técnica de marcaje-recaptura.	106

## Capítulo 3

Tabla 3.1. Fidelidad a hospedero por hembras de <i>An. vestitipennis</i> colectadas en campo y liberadas en una casa experimental sin compartimientos.	135
Tabla 3.2.- Fidelidad a hospederos por hembras de <i>An. vestitipennis</i> colectadas en campo y hembras F1 resultantes, liberadas en la casa experimental en Nueva Independencia, Chiapas.	136
Tabla 3.3.- Fidelidad a hospedero por hembras de <i>An. vestitipennis</i> colectadas en campo y hembra F1 resultante liberadas en una casa experimental en la Selva Lacandona, Chiapas.	137

## Capítulo 4

Tabla 4.1.- Compatibilidad reproductiva de dos poblaciones de <i>Anopheles vestitipennis</i>	167
--	-----

## LISTA DE FIGURAS

Página

### Introducción.

Figura 1.- Distribución del paludismo en el Mundo.	27
Figura 2.- Tres regiones epidemiológicas de paludismo en México.	28
Figura 3.- Ciclo de vida del <i>Plasmodium vivax</i> en el mosquito y en el hospedero humano.	29
Figura 4.- Zonas epidemiológicas del paludismo en el Mundo.	30
Figura 5.- Tres áreas epidemiológicas del paludismo en Chiapas.	31
Figura 6.- Distribución de <i>Anopheles vestitipennis</i> en las Américas.	32
Figura 7.- Area de estudio.	33
Figura 8.- Casos reportados de paludismo en la comunidad de Benemérito de las Américas, desde el año de 1993, diagnosticado por el hospital del seguro social de la comunidad.	34
<b>Capítulo 1</b>	
Figura 1.1.- Area de estudio. Descripción de algunas características fisiográficas de la comunidad y la posición de las trampas cortinas.	66
Figura 1.2.- Fluctuación de la paridad en las dos poblaciones de <i>An. vestitipennis</i> .	67
Figura 1.3.- Valores de los coeficientes de correlación que estimaron el ciclo gonotrófico en la población zoofílica.	68
Figura 1.4.- Valores de los coeficientes de correlación que estimaron el ciclo gonotrófico en la población antropofílica.	69

Figura 1.5.- Dinámica de la estructura de edad (paridos-nuliparos) en los mosquitos colectados en la población zoofílica.	70
Figura 1.6.- Dinámica de la estructura de edad (paridos-nuliparos) en los mosquitos colectados en la población antropofílica.	71
 <b>Capítulo 2</b>	
Figura 2.1.- Area de Estudio.	105
Figura 2.2.- Prevalencia de A) <i>An. vestitipennis</i> ; B) <i>An. albimanus</i> y C) <i>An. punctimacula</i> colectadas en la estación de lluvia, zona costa.	108
Figura 2.3.- Prevalencia de A) <i>An. vestitipennis</i> ; B) <i>An. albimanus</i> y C) <i>An. punctimacula</i> colectadas en la estación de seca, zona costa.	109
Figura 2.4.- Prevalencia de A) <i>An. vestitipennis</i> ; B) <i>An. albimanus</i> y C) <i>An. punctimacula</i> colectadas en la estación de lluvia, zona Selva Lacandona.	110
Figura 2.5.- Prevalencia de A) <i>An. vestitipennis</i> ; B) <i>An. albimanus</i> , C) <i>An. punctimacula</i> , D) <i>An. darlingi</i> , E) <i>An. pseudopunctipennis</i> colectadas en la estación de seca, zona Selva Lacandona.	111
 <b>Capítulo 3</b>	
Figura 3.1.- Area de Estudio.	138
Figura 3.2.- Diseño de la casa experimental mostrando los compartimientos	139
 <b>Capítulo 4</b>	
Figura 4.1.- Area de colecta de <i>An. vestitipennis</i> .	168