

~~Recibido 16/6/97~~

3/103

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Biología Animal y Ecología



UNIVERSIDAD DE GRANADA
Facultad de Ciencias
Fecha ... 27-1-97
ENTRADA NUM. ... 242

Morfometría, biología reproductiva, dinámica poblacional y modelización de *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) en la provincia de Almería.

BIBLIOTECA UNIV. GRANADA
GRANADA
Nº Documento 613375672
Nº Copia 15448836

UNIVERSIDAD DE GRANADA
23 FEB. 1997
COMISION DE DOCTORADO

Pablo Barranco Vega

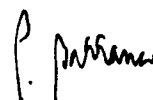
UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Biología Animal y Ecología

Morfometría, biología reproductiva, dinámica poblacional y modelización de *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) en la provincia de Almería.

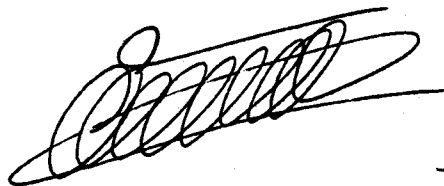
Memoria que para optar al grado de
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
presenta el Licenciado D.:
Pablo Barranco Vega



Granada, enero 1997

Vº Bº

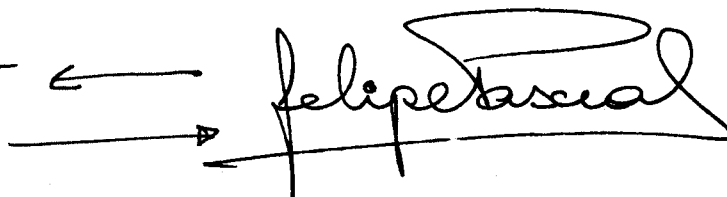
EL DIRECTOR DE LA TESIS



Prof. Dr. en Ciencias Biológicas
D. Felipe Pascual Torres. Dpto.
Biología Animal y Ecología. Fac.
Ciencias. Universidad de Granada.

Vº Bº

EL DIRECTOR DE LA TESIS



Prof. Dr. Ingeniero Agrónomo
D. Tomás Cabello García. Dpto.
Biología Aplicada. Esc. Politécnica
Superior. Universidad de Almería.

A Lola y Pablo

Una vez concluido este estudio y mirar hacia atrás, son muchas las personas que de algún modo han contribuido en mayor o menor grado en la elaboración de esta obra. Siempre se intenta no olvidar a nadie, pero siempre hay alguna ausencia en la lista final, sobre todo de los pioneros. Por eso a todos los que habéis estado conmigo en el campo, a los que me habéis ayudado a marcar la zona de estudio, a los que me habéis proporcionado bibliografía, a los que me habéis dado consejos y ánimos, os estoy muy agradecido.

A mis directores de tesis el Prof. Dr. D. Felipe Pascual Torres y el Prof. Dr. D. Tomás Cabello García que han compartido sus conocimientos y escaso tiempo, han gestionado vías de subvención y sobre todo han confiado en mi, les expreso mi más sincero agradecimiento.

A la F.I.A.P.A. por la concesión de un proyecto para el estudio de la langosta marroquí en nuestra provincia y a todos los colaboradores del proyecto. En especial D. Enrique Giménez Peñuela del Servicio de Protección de los Vegetales, que durante tantos años hemos compartido las campañas de langosta. Y a José Eduardo Belda por su constante apoyo y colaboración en el ensayo del control químico. A los guardas Emilio Plaza y Constantino Cortés de la A.M.A. y a Eduardo Barón del IARA.

Al Centro de Experiencias de MICHELIN que me suministró los datos climáticos que se han utilizado en este trabajo.

A Eugenio Morales Agacino, que con su veteranía "langostera" por todo el Mundo, me dió las orientaciones iniciales y una vasta información bibliográfica.

Al Grupo de Trabajo de Langosta de la Subdirección General de Sanidad Vegetal que me han enseñado muchas cosas de la langosta y hemos compartido agradables reuniones y sesiones de campo.

A Domingo Cañadas que me permitió escanear las figuras, a Ramón Carreño que me guió por los modelos matemáticos y a José Luis Ruiz que me identificó los Coleópteros depredadores.

Mi agradecimiento a Juan y José Andrés que han aliviado mi trabado durante estos últimos meses para pudiese acabar con este manuscrito.

Finalmente, deseo agradecer de forma muy especial a mis seres queridos, que han padecido mi abandono y han soportado mis encierros.

Y también a las langostas.

ÍNDICE

ÍNDICE	I
ÍNDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. DEFINICIÓN DEL TÉRMINO LANGOSTA	3
1.1.1. ESPECIES EN LA PENÍNSULA IBÉRICA.	5
1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	6
1.2.1. LA LANGOSTA EN ESPAÑA	6
1.2.2. LA LANGOSTA EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA	7
1.3. ESTUDIOS SOBRE LAS LANGOSTAS	10
1.3.1. LOS ESTUDIOS EN ESPAÑA.	11
1.4. LA LANGOSTA MARROQUÍ O MEDITERRÁNEA	12
1.4.1. POSICIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPECIE	12
1.4.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	15
1.4.3. MORFOLOGÍA	16
1.4.4. CICLO VITAL	19
1.4.5. AUTOECOLOGÍA: FASES GREGARIA Y SOLITARIA	21
1.4.5.1. TEORIA DE LAS FASES	21
1.4.5.2. CARACTERIZACION DE LAS FASES EN <i>DOCIOSTAURUS</i> <i>MAROCCANUS</i>	23
1.4.6. ENEMIGOS NATURALES	28
1.4.6.1. ESPECIES QUE ACTÚAN SOBRE LAS NINFAS Y ADULTOS	28
1.4.6.2. ESPECIES QUE ACTÚAN SOBRE LOS HUEVOS ...	29
1.4.7. DAÑOS	31
1.4.8. MÉTODOS DE LUCHA	33

2. OBJETIVOS	35
3. MATERIAL Y MÉTODOS	39
3.1. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE LA LANGOSTA EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA	41
3.1.1. ENCUESTAS SOBRE LA PRESENCIA DE LANGOSTA	41
3.1.2. DISTRIBUCIÓN Y CARTOGRAFÍA	43
3.2. ZONA DE ESTUDIO	44
3.2.1. LOCALIZACIÓN	44
3.2.2. CLIMATOLOGÍA	45
3.2.3. VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA	48
3.3. MÉTODOS DE MUESTREO	50
3.3.1. NINFAS Y ADULTOS	50
3.3.2. OOTECAS	53
3.4. ESTUDIOS EN LABORATORIO	54
3.4.1. BIOMETRIA DE ADULTOS	54
3.4.2. CRÍA DE INDIVIDUOS	56
3.4.3. RECOGIDA DE PUESTAS	56
3.4.4. RECUENTO DE HUEVOS Y DE DEPREDADORES	57
3.4.5. FERTILIDAD DE LAS HEMBRAS	58
3.4.6. INCUBACIÓN DE HUEVOS	59
3.5. AJUSTE DEL DESARROLLO POSTEMBRIONARIO A DIFERENTES MODELOS MATEMÁTICOS	60
3.6. CONTROL QUÍMICO	62
3.6.1. EL MATERIAL BIOLÓGICO	62
3.6.2. DISEÑO EXPERIMENTAL	63
3.6.3. PROCEDIMIENTO	63
3.6.4. PULVERIZACIÓN	64
3.6.5. DOSIS	64
3.6.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	66

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
4.1. SITUACION DE LA LANGOSTA	71
4.1.1. ENCUESTAS	71
4.1.2. CARTOGRAFIADO Y ZONAS DE RESERVA	72
4.1.3. HABITAT	79
4.1.4. ACTUACIONES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS	80
4.2. CICLO VITAL DE LA LANGOSTA EN LA PROVINCIA	82
4.2.1. MODELIZACIÓN	84
4.2.1.1. DURACIÓN DEL DESARROLLO POSTEMBRIONARIO	96
4.2.2. MADURACIÓN SEXUAL Y PERÍODO REPRODUCTIVO ..	100
4.3. OVIPOSICION	101
4.3.1. DENSIDAD DE OOTECAS POR SUPERFICIE	103
4.3.2. NÚMERO DE HUEVOS	105
4.3.3. FERTILIDAD DE LAS HEMBRAS	107
4.3.3.1. EN CAMPO	107
4.3.3.2. EN LABORATORIO	109
4.4. DESARROLLO EMBRIONARIO	110
4.4.1. DIFERENCIAS SEGÚN LAS CONDICIONES DE INCUBACIÓN	113
4.5. DINÁMICA POBLACIONAL	116
4.5.1. DENSIDAD	116
4.5.2. OCUPACIÓN	119
4.5.3. FORMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS MANCHAS	121
4.5.4. NÚMERO DE LANGOSTAS Y TASA DE MORTALIDAD ..	124
4.5.5. PROPORCIÓN DE SEXOS	128
4.6. CARACTERES DE GREGARIZACIÓN	131
4.6.1. CARACTERES BIOMÉTRICOS	131
4.6.1.1. VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS BIOMÉTRICOS	131
4.6.1.2. ESTUDIO DE LAS FASES	140

4.6.2. COLORACIÓN	159
4.6.3. COMPORTAMIENTO	161
4.7. DEPRDACION	162
4.7.1. EN NINFAS Y ADULTOS	162
4.7.2. EN HUEVOS	163
4.7.2.1. LAS ESPECIES DEPRDADORAS	163
4.7.2.2. PORCENTAJE E INCIDENCIA DE LA DEPRDACIÓN	164
4.8. PATÓGENOS DETECTADOS	167
4.9. CRÍA EN LABORATORIO	167
4.10. ESPECIES DE ORTÓPTEROS "COINCIDENTES"	169
4.11. CONTROL QUÍMICO	172
5. CONCLUSIONES	185
6. BIBLIOGRAFÍA	191

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.- Área de distribución de <i>Dociostaurus maroccanus</i> (Thunb.).	16
Fig. 2.- Estados y estadios de <i>Dociostaurus maroccanus</i> (Thunb.)	18
Fig. 3.- Escala de SKAF (1972) para diferenciar las fases según las manchas dorsales del fémur posterior.	24
Fig. 4.- Diagrama ombroclimático de Gaussen para el Cabo de Gata durante 1973-1995.	47
Fig. 5.- Tipos de vegetación de la parcela de estudio	49
Fig. 6.- Referencias consideradas para la medición de los ejemplares de langosta	55
Fig. 7.- Poblaciones y zonas de reserva de <i>Dociostaurus maroccanus</i> (Thunb.) en la provincia de Almería	73
Fig. 8.- Evolución de las poblaciones de langosta marroquí en la provincia de Almería	74
Fig. 9.- Ubicación de las denuncias y tratamientos sobre Ortópteros en Almería	75
Fig. 10.- Duración en semanas del ciclo vital de <i>Dociostaurus maroccanus</i> en el Cabo de Gata desde 1992 a 1996	83
Fig. 11.- Ajuste del desarrollo postembrionario de la langosta marroquí al modelo de Verhust-Pearl en 1994, 1995 y 1996	92
Fig. 12.- Ajuste del desarrollo postembrionario de la langosta marroquí al modelo de Gomperz en 1994, 1995 y 1996	93
Fig. 13.- Ajuste del desarrollo postembrionario de la langosta marroquí al modelo de Richards en 1994, 1995 y 1996	94
Fig. 14.- Ajuste del desarrollo postembrionario de la langosta marroquí al modelo de Carreño en 1994, 1995 y 1996	95
Fig. 15.- Temperaturas máximas y mínimas durante el desarrollo postembrionario de <i>Dociostaurus maroccanus</i> en los años 1994, 1995 y 1996	98
Fig. 16.- Situación de los rodales de puesta en la parcela de estudio en 1993 y 1994	104
Fig. 17.- Evolución de la densidad de individuos por m ² desde 1993 a 1996	118
Fig. 18.- Evolución de la ocupación de las langostas, formación y superficie de las manchas en el Haza de la Veedora durante 1994	120
Fig. 19.- Evolución de la superficie ocupada por la langosta marroquí en el Cabo de Gata desde 1993 a 1996	120
Fig. 20.- Formación y evolución de las manchas de langosta en 1 Ha en el Haza de la Veedora en 1994	123
Fig. 21.- Evolución del número de langostas en la parcela de estudio durante 1994 y movimientos de manchas hacia dentro y fuera de la misma	126
Fig. 22.- Variación del índice de sexos durante el desarrollo postembrionario	130

Fig. 23.- Referencias tomadas para la medición de la longitud del fémur posterior	131
Fig. 24.- Variación de los parámetros biométricos en la población del Haza de la Veedora	137
Fig. 25.- Variación del índice élitro-femoral en las poblaciones del Cabo de Gata	137
Fig. 26.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de las fases sin separar sexos	153
Fig. 27.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de las fases en los machos .	154
Fig. 28.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de las fases en las hembras	155
Fig. 29.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de todas las poblaciones . .	156
Fig. 30.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de los machos de las poblaciones	157
Fig. 31.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de las hembras de las poblaciones	158
Fig. 32.- Fenología de adultos de las especies "coincidentes" con la langosta marroquí en 1993 . .	173
Fig. 33.- Eficacia de Abbot para N_I-N_{II} a dosis baja	179
Fig. 34.- Eficacia de PRIU para N_I-N_{II} a dosis baja	179
Fig. 35.- Eficacia de Abbot para N_I-N_{II} a dosis media	180
Fig. 36.- Eficacia de PRIU para N_I-N_{II} a dosis media	180
Fig. 37.- Eficacia de Abbot para N_I-N_{II} a dosis alta	181
Fig. 38.- Eficacia de PRIU para N_I-N_{II} a dosis alta	181
Fig. 39.- Eficacia de Abbot para $N_{III}-N_{IV}$ a dosis baja	182
Fig. 40.- Eficacia de PRIU para $N_{III}-N_{IV}$ a dosis baja	182
Fig. 41.- Eficacia de Abbot para $N_{III}-N_{IV}$ a dosis media	183
Fig. 42.- Eficacia de PRIU para $N_{III}-N_{IV}$ a dosis media	183
Fig. 43.- Eficacia de Abbot para $N_{III}-N_{IV}$ a dosis alta	184
Fig. 44.- Eficacia de PRIU para $N_{III}-N_{IV}$ a dosis alta	184

RESUMEN

Las plagas de langosta en la provincia de Almería son endémicas, las crónicas escritas se remontan al siglo XII, existiendo después numerosas referencias históricas que lo atestiguan. En este siglo ha habido algunas plagas importantes, a comienzos, en los años treinta y cuarenta, ochenta y noventa. Siendo ésta última la que originó la realización de este estudio.

El primer cometido fue conocer la distribución de la especie en la provincia, para lo que se ha realizado un cartografiado en coordenadas U.T.M. Éste nos ha permitido no sólo conocer la distribución de la langosta marroquí, *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815), sino que además se ha seguido la evolución de la poblaciones a lo largo de estos años. Igualmente se ha caracterizado el hábitat típico de esta especie, consistente en un pastizal de *Stipa capensis*, hecho que constituye una herramienta muy útil para localizar poblaciones. Se han determinado también tres zonas de reserva en la provincia: Campo de Dalías, Llanos de Gérgal-Tabernas y Cabo de Gata. Esta última es que mayor importancia tiene en la actualidad, donde se han realizado los estudios de biología y se han llevado a cabo tratamientos insecticidas en 1993, 94 y 95.

Los estudios de biología se han concentrado en una parcela delimitada de una hectárea de extensión en el paraje del Haza de la Veedora junto a la pedanía de Los Albaricoques (Níjar). La estima poblacional y seguimiento de manchas se llevó a cabo mediante cuadros fijos 0.25 m² marcados en el suelo y cuadros de 100 m² marcados con estacas. Para el seguimiento del desarrollo postembrionario se tomaron muestras de langostas en cada muestreo. Igualmente se establecieron algunos estudios en laboratorio para completar los de campo, como estudios de la oviposición, desarrollo embrionario y control químico.

El seguimiento del ciclo biológico de la langosta durante varios años, ha puesto

de evidenciado su variación debido a condiciones climáticas, que se ha manifestado en su duración. No obstante se ha podido ajustar el desarrollo postembrionario a los modelos matemáticos de Verhust-Perl, Gomperz, Richards y Carreño, determinando la duración de los estadios ninfales en 7-10, 6-7, 4-8, 4-12 y 7-11 respectivamente. Igualmente se ha estimado la cantidad de Grados-Día Acumulados necesarios para el desarrollo postembrionario (280 GDA, con unos umbrales de desarrollo de 10-25 °C.) y embrionario (472, con umbrales de 15-32 °C). Constatándose además que existe un efecto de la temperatura en la última etapa del desarrollo embrionario sobre el sexo de la descendencia.

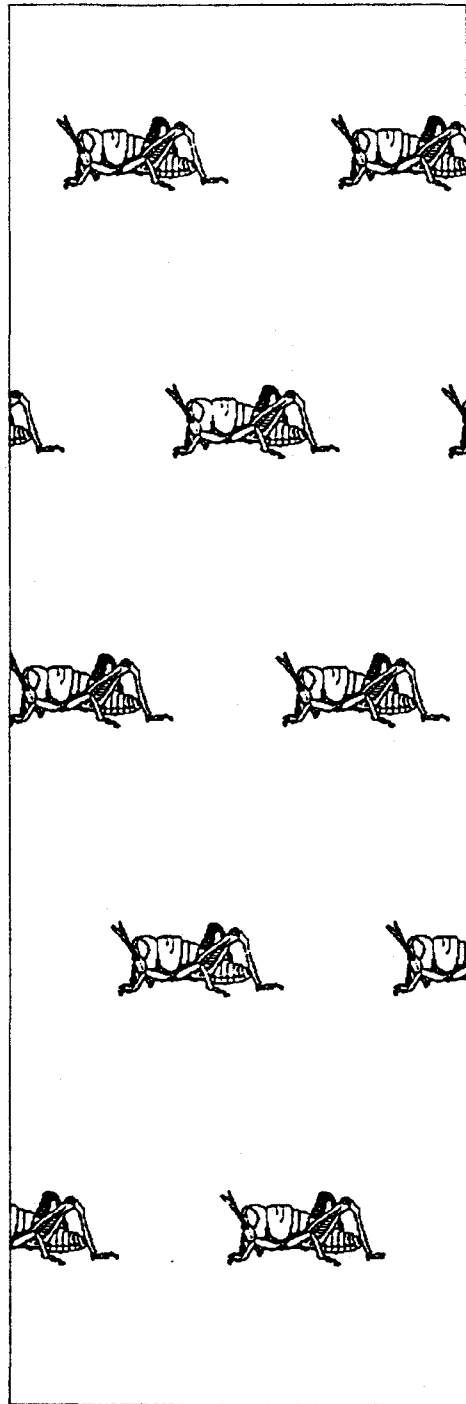
La puesta se ha estudiado mediante extracción en campo de ootecas para establecer su densidad, cantidad de huevos y depredadores, y en cautividad para establecer la fecundidad. El número de ootecas que pone una hembra depende de la longevidad, que está íntimamente relacionada con la disponibilidad de alimento. El número de huevos por ooteca está realacionado con la fase en la que se encuentra la población.

El seguimiento del proceso de formación y evolución de las manchas ha puesto de manifiesto fluctuaciones en la superficie ocupada, obedeciendo a agregación de individuos y distribución en manchas muy dinámicas constituyendo un mosaico que recorría la totalidad de la parcela. Se han estimado el número de langostas en la hectárea de estudio, su densidad, su mortalidad-día, tasas de mortalidad para cada uno de los estadios y movimientos de emigración e inmigración.

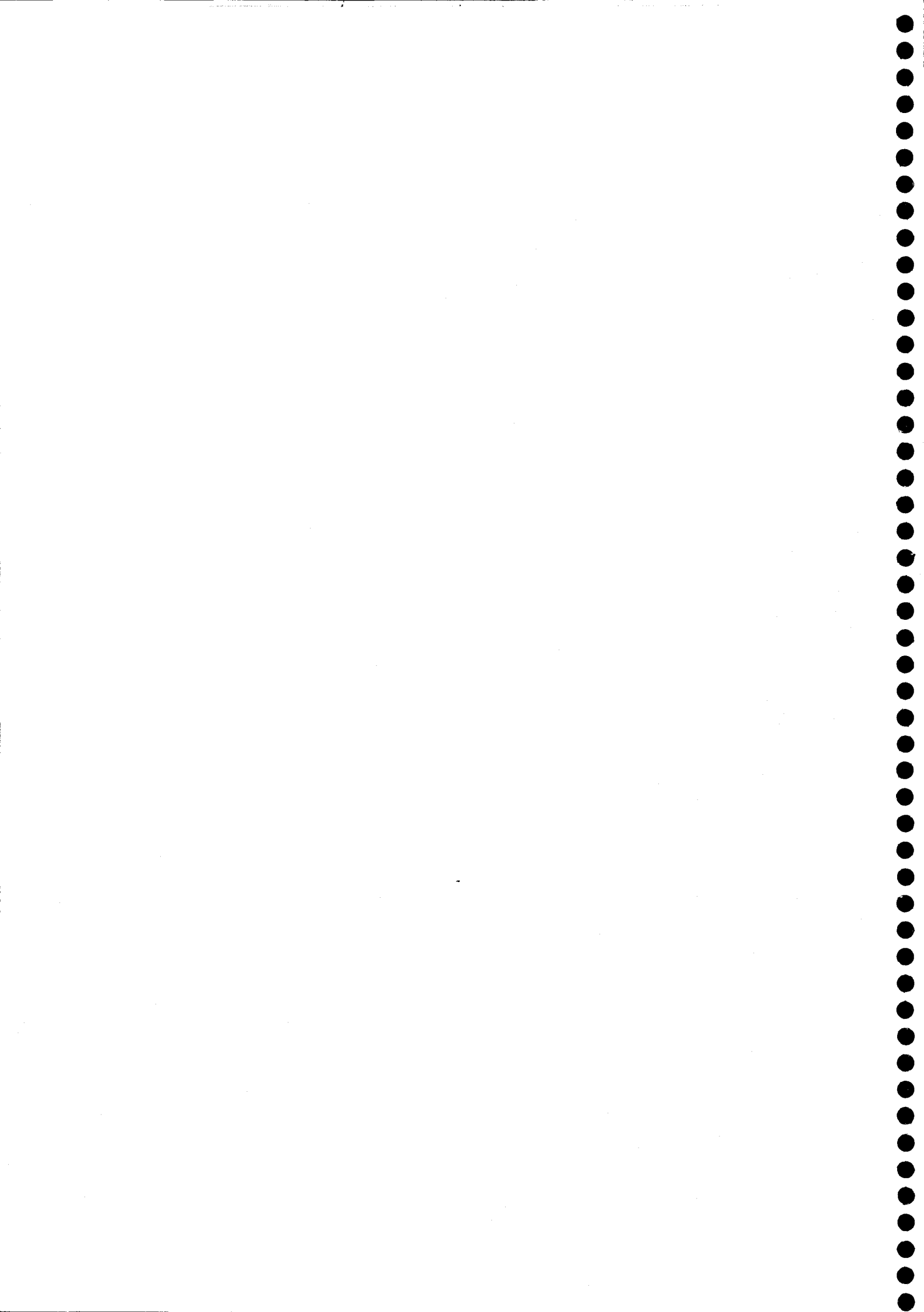
El estudio de las fases se ha abordado desde la biometría principalmente. Haciendo hincapie en el índice élitro-femoral como parámetro indispensable para caracterizar las fases. Lo que se ha puesto de manifiesto mediante el análisis multivariante discriminante, que señala esta variable como la mejor para separar las fases. Este análisis indica semejanzas entre las poblaciones situandolas en nubes de puntos próximas o separadas. De este modo se han establecido las distancias entre las diferentes poblaciones estudiadas y entre las fases. Se ha constatado que los machos

ofrecen información más clara sobre la fase en la que se encuentra. Se han redefinido los intervalos biométricos que establecen el valor del índice élitro-femoral para cada una de las fases, siendo de 1.66-1.81 para las hembras gregarias, 1.63-1.85 para los machos gregarios, 1.30-1.59 para las hembras solitarias y de 1.34-1.52 para los machos solitarios, y también por primera vez para la fase transformante: 1.52-1.65 para las hembras y 1.45-1.66 para los machos.

Finalmente se realiza un ensayo con tres dosis diferentes de insecticidas reguladores del crecimiento frente al malatión. Se obtienen porcentajes de mortalidad muy elevados que sugieren la posibilidad de una reducción de las dosis a emplear en los tratamientos contra los focos de langosta marroquí en el campo sin una disminución en la eficacia del tratamiento.



1. INTRODUCCIÓN



El primer contacto de la humanidad con las plagas de langosta se produjo en los albores de la agricultura, en Africa Central, cuando el hombre tuvo que cultivar las plantas para satisfacer sus necesidades. Quedando estos encuentros testimoniados en los relieves y representaciones pictóricas de las civilizaciones más antiguas. Es más, el avance de la agricultura ha extendido las áreas de expansión de las langostas en todos los continentes (UVAROV, 1928). A lo largo de la Historia, la langosta ha sido un terror para el hombre de una magnitud y dimensión desconocidas para cualquier otra plaga (BARON, 1972).

La plaga de langosta, al ser una plaga natural, es conocida desde tiempos históricos por el hombre, el cual ha sufrido la esporádica devastación de sus cultivos por estos insectos. Por esta razón se conservan registros escritos que aluden a las plagas y representaciones iconográficas de milenios de antigüedad.

Las primeras referencias escritas proceden de la Biblia, donde se describe muy gráficamente la plaga de langosta, que fue la octava plaga de Egipto. Numerosos autores estudian estas citas bíblicas que corresponden a la langosta del desierto *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), (MUNRO, 1900; BARON, 1972; VÁZQUEZ y SANTIAGO, 1993). Igualmente existen referencias a las plagas de langosta en la antigüedad clásica, edad media y edad moderna (ver capítulo de antecedentes). La literatura científica contemporánea diferencia las especies formadoras de plagas y recoge numerosos estudios sobre los procesos que conllevan a la formación de las mismas.

1.1. DEFINICIÓN DEL TÉRMINO LANGOSTA

Vulgarmente hablando, y más entre las personas dedicadas a la agricultura, la langosta es un número elevado y anormal de cualquier especie de grillo, cigarrón o saltamontes.

Sin embargo, el término correcto de langosta comprende aquellas especies de acrídidos que tienen la facultad de gregarizarse mediante un cambio de fase y la capacidad de migrar, mientras que el resto de los acrídidos son los conocidos saltamontes (UVAROV, 1928). El hecho que caracteriza a las langostas y las diferencia de otros acrídidos es la presencia de dos fases: fase gregaria y fase solitaria. Esta doble morfología de una misma especie ha sido ignorada por mucho tiempo, llegándose a

considerar ambas fases especies distintas. El cambio de fase es un proceso continuo dentro de la especie que fue postulado en la dogmática Teoría de las Fases de Uvarov en 1921. Este célebre ortopterólogo observó como nacían langostas de la especie "*Locusta danica*" a partir de huevos de "*Locusta migratoria*", lo que le demostró que ambas eran dos formas diferentes de una única especie (UVAROV, 1928). Una se comporta como un saltamontes vulgar y la otra forma bandos de millones de individuos y emigra.

Bajo el término langosta se incluyen pues una serie de especies nocivas para la agricultura y presentes en todos los continentes. En Europa, en su extremo oriental, se localiza la emblemática especie *Locusta migratoria* (Linneo, 1758) que fue sobre la cual Uvarov realizó sus estudios y postuló la Teoría de las fases. En Europa meridional se encuentra *Calliptamus italicus* (Linneo, 1758) que aunque no es una especie que presente comportamiento gregario (UVAROV, 1977), ocasiona daños por manifestar poblaciones con un elevado número de individuos. También en toda Europa meridinal se encuentra la langosta mediterránea o marroquí, *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815), que desencadena plagas periódicas desde tiempos históricos.

Africa es un continente donde proliferan especies de acrididos plaga, en todo el norte se encuentra la langosta marroquí (*D. maroccanus*); en la zona nororiental domina la langosta del desierto, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) que luego emigra hacia el oeste y sur. Ya hacia el sur del Sahel predominan varias especies migratorias *Nomadacris septemfasciata* (Serville, 1838), *Locustana pardalina* (Walker, 1870) y *L. migratoria*.

En el continente americano, la langosta migratoria es otra especie similar a la del desierto, *Schistocerca americana* (Drury, 1773) que produce invasiones tanto en América Central como Sur. En América del Norte, hay varias especies del género *Melanoplus* que ocasionan plagas.

En Asia se entrecruzan varias especies de acrididos gregarios, el suroeste se ve afectado por plagas de *S. gregaria* y *D. maroccanus*, mientras que la mitad sur y toda la polinesia se ve afectado por plagas de *L. migratoria*.

En Australia *Chortoicetes terminifera* (Walker) está distribuida por todo el continente y es la especie más importante.

Desde el punto de vista de su biología, estas especies se pueden encuadrar en dos grandes grupos: unas que se desarrollan en su lugar de origen y efectúan desplazamientos menores; y otras que nada más nacer se reúnen en grandes bandos y abandonando sus lugares de origen desencadenan vastas migraciones con vuelos de varios días (CHOPARD, 1945). En el primer grupo se englobaría a *C. italicus*, *D.*

maroccanus, *C. terminifera* y *Melanoplus spp.* En el segundo grupo se incluirían las grandes especies migradoras *L. migratoria*, *S. gregaria*, *S. americana*, *N. semifasciata* y *L. pardalina*. Aunque los desplazamientos de ambos grupos de especies son de magnitudes muy diferentes, los daños económicos que ambos producen son siempre importantes y en ocasiones devastadores.

1.1.1. ESPECIES DE LANGOSTAS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA.

En la Península Ibérica aparecen corrientemente varias especies de langosta: *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815), *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758), tres especies del género *Calliptamus*, y esporádicamente *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1975).

La primera de las especies, la langosta marroquí, es la que realmente ocasiona daños, pues es la única que ocupa vastas extensiones y continuamente se manifiesta en su fase gregaria en algún lugar de nuestra geografía.

La langosta migratoria está ampliamente distribuida en la Península, si bien siempre aparecen escasos individuos y en fase solitaria.

El género *Calliptamus* está también ampliamente distribuido y sus poblaciones son abundantes y en ocasiones muy numerosas. Aunque ha existido cierta controversia y equívocos con respecto a la determinación de las especies, finalmente parece ser que *Calliptamus italicus* (Linnaeus, 1758) sólo está presente en la mitad norte de la Península, siendo *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) la especie dominante en nuestro territorio. En la provincia de Almería hay dos especies que aparecen puntualmente en grandes cantidades: *C. barbarus* y *C. wattenwylanus* (Pantel, 1896). La segunda especie tiene tendencia a formar plaga (LLORENTE, 1982) y su proliferación es objeto de frecuentes denuncias al Servicio de Protección de los Vegetales de Almería, pues ocasionan daños locales en cultivos y han de ser tratadas con insecticidas. Pero en realidad, los *Calliptamus* son especies que muy raramente se muestran como formadora de bandos (UVAROV, 1928 y 1977).

En cuanto a *S. gregaria* no vive permanentemente en la Península, sino que aparece por invasiones esporádicas procedentes del norte de Africa, que con mayor frecuencia alcanza las Islas Canarias, conociéndose referencias de catorce invasiones producidas en los últimos cinco siglos (DEL CAÑIZO, 1954). BOLÍVAR (1876 y 1878) recoge una invasión en el suroeste peninsular en 1876 y menciona que esta especie se encuentra realmente en Las Baleares y ocasionalmente en España proveniente del Sahara y Senegal, si bien distingue una variedad amarilla y otra roja sangre.

(Posteriormente a partir de la Teoría de las Fases se ha demostrado que esta diferencia de color se debe al grado de maduración sexual).

1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

1.2.1. LA LANGOSTA EN ESPAÑA

Las referencias de "plagas" de langosta en la Península Ibérica son numerosas y muy antiguas, conservándose bastante documentación sobre las "calamidades" y sobre mandatos reales para la actuación contra la langosta. Gran parte de estas referencias están recogidas y relacionadas en las recientes obras de VÁZQUEZ y SANTIAGO (1993) con especial referencia a la provincia de Córdoba y la de BUJ (1996). No obstante señalaremos un escueto registro de las plagas de langosta en España y reseñas más significativas en cuanto a ellas se refiere.

La fecha más antigua recogida en bibliografía corresponde a las plagas de langosta que asolaron las regiones internas de Carthaginiensis durante los siglos VI-VII (BARCELÓ, en BUJ, 1996). Otra plaga que sucedió en Al-Andalus entre los años 845-46, en 1033, en 1044 asoló Navarra y La Rioja. Otras reseñas posteriores sitúan una plaga en Toledo en 1268, en Murcia en 1419 y en Aragón en 1495. Existiendo numerosas cartas entre autoridades locales y la Corona que se refieren a las plagas de langostas, como la de 1493 en Ciudad Real y 1496 en Toledo (VÁZQUEZ y SANTIAGO, *op. cit.*).

Casi un siglo más tarde hay datos documentados que hacen referencia a una plaga en La Mancha en 1584. En 1619, Felipe III destina una importante suma para la extinción de la plaga. En 1682 una plaga asoló Los Monegros, y en 1685-86 los campos de Lérida (DEL CAÑIZO, 1936).

BOWLES (1782) narra los hechos que tuvieron lugar con la plaga de langosta que desoló varias provincias de España y Portugal durante los años 1754, 55, 56 y 57. Comenta que la plaga comenzó en Extremadura en 1754 y que al año siguiente inundaron La Mancha y Portugal, extendiéndose posteriormente a Murcia, Valencia y Andalucía.

En 1908 se promulga la ley de Plagas del campo que establece las normas generales que han de seguirse en las campañas contra la langosta, así como su financiación.

Más recientemente hubo importantes plagas en España en los años 1890-92, 1901-03, 1910-13, 1922-23 y 1935. Por regiones, las más afectadas son Extremadura y Andalucía, Castilla-La Mancha, Castilla-León con seis provincias afectadas (a excepción de Burgos, Segovia, Soria y Guadalajara), Aragón, Cataluña y Murcia (DEL CAÑIZO, 1936).

En 1920 se publica por parte de la Dirección General de Agricultura, Minas y Montes unas Hojas Divulgadoras sobre lo que es la plaga de langosta y los modos de combatirla. Son 24 páginas en las que se describe el ciclo con bastante acierto, aunque también con algunos errores y se señalan los métodos de lucha, recogiendo las técnicas y aparatos utilizados en los distintos continentes.

En el primer tercio de este siglo comienzan a publicarse por parte de la Dirección General de Agricultura los anuarios nacionales sobre las actuaciones contra las plagas del campo, y entre ellas se incluye la langosta.

Como consecuencia de la Guerra Civil española se paralizaron los trabajos agrícolas y las campañas contra plagas, hechos que unidos a circunstancias climáticas favorables dieron lugar a un desarrollo extraordinario de la langosta, la cual llegó a alcanzar un área de puesta de 160.000 hectáreas en 1939, magnitud equiparable a la plaga de 1922-23. No obstante se realizaron tratamientos extensivos en 1940 bajo condiciones extremas de carencia, propias de la posguerra. Al año siguiente, 1941, la superficie afectada se redujo a la quinta parte. Durante 1942-44 la plaga fue decreciendo, aumentando en 1945 a niveles del 41, llegando a ocupar una superficie de 30.000 hectáreas. Situación mantenida en los años 1946-48 y alcanzándose una reducción en 1949 hasta tan sólo 6000 hectáreas afectadas (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1954).

1.2.2. LA LANGOSTA EN LA PROVINCIA DE ALMERIA

Las alusiones a la langosta en nuestra provincia se reflejan tanto en registros como en la denominación de algunos parajes. Así existen nombres como "El Cigarrón" en los términos municipales de Uleila del Campo, Sorbas, Macael y Carboneras; y "Los Grillos" en Níjar.

La primera referencia escrita de la plaga en la provincia, de la que tenemos conocimiento, data del siglo XVII, donde la langosta fué la "plaga" más común en las tierras labrantías, apareciendo en la zona del Andarax, Campo de Tabernas, Campo de Roquetas y Campo de Níjar (DE TORO, 1849). Este autor recoge numerosas citas de

las actas capitulares en las que se hace referencia, entre otras, a las plagas de langosta acaecidas en el Campo de Níjar en 1674-5, 1675-8, 1697-9. Y también en los años 1634, 1648, 1673, 1696, 1709 y 1716 (BUJ, 1996). Estas afectaron también a Pechina, Benahadux, Huércal y Viator. Finalmente hace alusión a una Real Orden de 1801 en la que se indica que el encargado de luchar contra la langosta ha de ser un experto municipal que debe realizar seguimiento de la misma y dar parte diario del estado de la plaga.

La siguiente reseña hace referencia a una plaga que tuvo lugar en María en los años 1708 y 1709 que dejó sin grano a la villa. Posteriormente en los años cincuenta del mismo siglo otra vuelve a afectar a la misma zona. Esta es de tal magnitud que en las Actas Municipales de María en 1755 se recogen unas instrucciones sobre la detección de las larvas y su erradicación (ALCAIDA, 1992). El documento consta de 31 capítulos en los que se describe el estado de "hovación" o canuto, el estado de "feto" o mosquitos y el de adulta o saltadora. Un año después llega a María una Real Cédula de don Fernando VI en la que envía al obispo de Pamplona con las reliquias de San Gregorio Ostiense para combatir la plaga de langosta de la mitad sur de España. Llega dicho obispo a Vélez Rubio en diciembre de 1756 para combatir la plaga mediante rociado de agua bendita pasada por la cabeza del glorioso santo (ALCAIDA, *op. cit.*).

En cuanto a otras crónicas escritas, cabe destacar la cita guardada en el Archivo Parroquial de Canjáyar, Libro del Boto, folio 15 y 17 vuelto que menciona una plaga de langosta acaecida en el año 1756 en la que se imploraba ayuda a la Virgen para combatirla, (comunicación personal del Secretario del Ayuntamiento de Canjáyar).

Ambas coinciden en la fecha con la recogida en el libro de BOWLES (1782), comentada en el capítulo anterior, en la que el autor hace referencia expresamente a lo temprana que es la langosta en Almería, pues observó miles de ejemplares ya en el mes de febrero.

BUJ (1992 y 1996) recoge algunos datos de infestación o del coste de la plaga de langosta en la provincia en los años 1876, 1887 y 1899-1901. MENDIZÁBAL (1943) señala una plaga que se desarrolló en 1899 en el Campo de Dalías y que se trasladó volando sobre la bahía de modo que la nube se posó sobre el Campo de Níjar, produciendo invasión en estos parajes ese año y el siguiente.

Plagas más recientes en nuestra provincia están recogidas por DEL CAÑIZO (1936) reflejadas en hectáreas "de canuto" en invierno en los años 1901-03, 1910-13,

1922-23 y 1931-33, siendo la de 1903 la que más superficie ocupó.

En las Memorias del Servicio Fitopatológico Agrícola se recoge información sobre las plagas acontecidas desde el primer tercio hasta la mitad del siglo. En 1933 se detectaron 936 hectáreas en los términos de Vélez Rubio y Chirivel, que se combatieron mediante roturaciones (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1934) . En 1935 se la vuelve a combatir mediante cebos en el término de Vélez Rubio; durante la Guerra Civil se interrumpió todo seguimiento y tratamientos en Almería (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1944).

En 1942 se detecta una plaga de importancia en los términos municipales de Dalías, Roquetas, Adra y Almería, donde ya hubo en 1899 y 1900, (MENDIZÁBAL, 1943) que se combatieron con buitrones y con cebos; también ese año en Huércal-Overa y Vélez Rubio. En 1943 reaparece en los términos municipales de Dalías, Felix y Adra; también se denuncian en Berja la proliferación de ensíferos. En 1944 se repite en Dalías, Adra y Almería, así como Huércal-Overa y Vélez Rubio (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1947); denunciándose también una invasión de la langosta del desierto, *Schistocerca gregaria*, que proveniente de Africa llegó a introducirse hasta 60 km hacia el interior (MENDIZABAL y MORALES, 1944).

Desde los años 50 hasta los 80 no hemos conseguido documentación sobre actuación y presencia de plaga de langosta en la provincia. Pues a lo largo de este período se han transformado los Servicios Agronómicos de la Administración, con diferentes sedes y traslados de inmuebles, lo que ha propiciado la desaparición, extravío o imposibilidad de localización de documentos y archivos con cierta antigüedad. Perdiéndose finalmente toda referencia a esta documentación después de la transferencia de las estructuras administrativas del Gobierno Central al Autonómico. Desde ese momento la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía se hace cargo de las campañas contra la langosta.

Desde 1981 se han consultado todos los informes de la citada Consejería alusivos al tema de la langosta. En esta documentación se refleja la confusión que existe aún sobre el término "langosta" y "plaga" de la misma, pues en la mayoría de los casos se denomina plaga de langosta a cualquier proliferación anormal de Acrididos. Estos informes recogen denuncias de plaga durante los años 1981-4 y 1988-91. La ubicación de estas "plagas" y la especie de la que se trata están recogidas en el mapa del capítulo de cartografía. Muchas de estas denuncias condujeron a tratamientos. Pero en realidad, únicamente aparecieron plagas de *Dociostaurus maroccanus* en 1981 en el término municipal de Níjar y en 1991 en el término de El Ejido. Esta última ocupó una superficie de 3000 Ha y produjo una considerable alarma entre los agricultores al

ubicarse junto a la zona de cultivos intensivos del Campo de Dalías (BELDA *et al.*, 1993). Fué precisamente la enorme proliferación de Ortópteros en toda la provincia durante los años 1990 y 91, lo que originó que se llevase a cabo este estudio.

1.3. ESTUDIOS SOBRE LAS LANGOSTAS.

Es prácticamente imposible evaluar la cantidad de trabajos que se han realizado sobre las langostas, el propio UVAROV reconoce ya en 1928 que el conjunto de cientos de libros y artículos sobre este tema supera ampliamente los referentes a cualquier otro grupo de insectos. Después de esa fecha los trabajos monográficos sobre plagas de langosta se han ido multiplicando por la aparición de ilustres especialistas, en ocasiones bajo el amparo de organismos dedicados exclusivamente a la lucha antiacridiana.

Es igualmente difícil establecer cuál es el primer trabajo científico sobre plagas, las referencias más antiguas a plagas aluden a daños y catástrofes, parte de las cuales se recogen en el capítulo de antecedentes. A partir del siglo XVIII ya aparecen obras que describen aspectos de la biología de las langostas, si bien estas obras no están exentas de creencias y tabúes que acompañan a la maldición que representaban las plagas.

Es a partir del siglo XIX cuando innumerables autores estudian la problemática de la langosta en todo el Mundo, como queda reflejado en las referencias bibliográficas de las fundamentales obras sobre este tema.

Sin duda la dilatada obra de Uvarov es la que marca un hito en el estudio de la problemática de la langosta, tanto por el postulado de la Teoría de las Fases como por la magnitud de sus estudios y trabajos que son la base para gran número de otros trabajos.

Concretamente sobre la especie que nos ocupa, hay numerosos autores que realizaron sus investigaciones en países europeos como Italia (PAOLI, 1932; JANONNE, 1934 y 1939), Hungría (NAGY, 1964), ex-Yugoslavia (ADAMOVIĆ, 1959) y Chipre (UVAROV *et al.*, 1951; DEMPSTER, 1957; MERTON, 1959); norte de África como Argelia (PASQUIER, 1934) y Marruecos (HALIMA *et al.*, 1984 y 1985); y próximo Oriente: Líbano, Jordania, Siria (SKAF, 1972), Turquía (UVAROV, 1932) y también Oriente Medio: Irán (MERTON, 1961) e Iraq (BODENHEIMER, 1944). Por supuesto que nuestro país también ha sido objeto de numerosos estudios que serán comentados en el siguiente apartado. Los trabajos de los autores italianos, como pioneros, son más descriptivos y estudian detalladamente la morfología, biología y ciclo de la especie, así como factores ambientales y enemigos naturales que afectan a la

langosta. El resto de los trabajos hacen referencia a los lugares en los que se asientan las poblaciones de langosta y la problemática que ocasiona, y suelen estudiar la dinámica poblacional. Por último cabe destacar el detallado trabajo sobre desarrollo embrionario de BODENHEIMER y SHULOV (1951).

Existen también numeros estudiosos en la ex-URSS que resultan ser poco conocidos debido a la dificultad para acceder a sus obras y, sobre todo, a su idioma; destacan Baranov, Ivanov y Tokgaïev. Por ello, obras como la de LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG (1992) sobre la langosta marroquí son enormemente útiles, porque recopilan el contenido de numerosos trabajos en ruso sobre esta especie, dándonos a conocer a bastantes autores y sobre todo ponen a nuestro alcance estudios inicialmente inaccesibles por su origen.

1.3.1. LOS ESTUDIOS EN ESPAÑA.

En nuestro país, el primer tratado sobre langostas es el del Doctor Ivan de Quiñones que data de 1620 (VÁZQUEZ y SANTIAGO, 1993). Posteriormente BOWLES (1783) recoge datos sobre la biología de la langosta, si bien contiene muchos errores y no está exento de cierta superstición popular. Aparecen durante el siguiente siglo otros tratados sobre la langosta y métodos de lucha, en los que como en los dos casos anteriores, se confunden en la definición de langosta los dos subórdenes de ortópteros, tanto saltamontes como chicharras. Será D. Ignacio Asso del Río en 1785 el único que defina claramente la langosta como un celífero. La confusión continuaría hasta pasados mediados del siglo XIX (BUJ, 1996), cuando el ilustre ortopterólogo D. Ignacio Bolívar zanjase toda duda sobre la identificación de las langostas españolas. Los primeros trabajos con rigor y acierto sobre la biología de la langosta corresponden a D. Casildo Azcárate en el último cuarto de siglo (VÁZQUEZ y SANTIAGO, *op. cit.*).

Pero es a comienzos de los años 30 del presente siglo cuando comienzan las verdaderas investigaciones sobre la langosta en España. Lógicamente se ciñen a la especie que es problema en la Península, la langosta marroquí o mediterránea. Estos trabajos están desarrollados por ingenieros agrónomos que se ven forzados a luchar con un problema histórico, de grandes dimensiones y bastante poco estudiado. No sólo son desconocidas muchas características de su biología, sino que los métodos de lucha también están anticuados y muchos de estos estudios van encaminados a combatir la plaga. El enfoque de las investigaciones tiene un nuevo giro, pues se asume la Teoría de las Fases de Uvarov.

Cabe destacar los trabajos de D. José Del Cañizo, D. Victor Moreno Márquez

y D. Miguel Benlloch orientados principalmente al estudio del ciclo biológico, caracterización de las fases por medios de índices biométricos, detección de focos y áreas gregarígenas y métodos de lucha. También aparecen algunos trabajos esporádicos de D. Manuel Mendizábal y los de D. Eugenio Morales Agacino principalmente taxonómicos o biológicos.

Después de los años cuarenta se llevan a cabo pocos trabajos sobre la langosta. Aparecen algunos aislados como los de PASCUAL (1977b) y GARCÍA (1980) que retoman el estudio biométrico de la especie; el trabajo de DEL MORAL (1986) sobre un ensayo con insecticidas; o trabajos que aluden a tratamientos puntuales sobre focos de langosta (BELDA *et al.*, 1993).

En la presente década de nuevo hay investigadores nacionales que trabajan con *D. maroccanus*, así aparecen artículos en los que se exponen aspectos sobre la biología, tales como la oviposición (ARIAS *et al.*, 1994), la eclosión (SÁNCHEZ *et al.*, 1994), o colorimetría (ARIAS *et al.*, 1996); métodos de lucha (ARIAS *et al.*, 1993) y ensayos con nuevos insecticidas (ARIAS y JIMÉNEZ, 1995). Otra línea de trabajo es la que se lleva a cabo en la Cátedra de Entomología Agrícola de la Escuela de Ingenieros Agrónomos y Montes de Córdoba, que investiga los organismos patógenos, depredadores y parasitoides de la langosta marroquí (HERNÁNDEZ, 1993).

1.4. LA LANGOSTA MARROQUÍ O MEDITERRÁNEA.

1.4.1. POSICIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPECIE.

La langosta mediterránea o marroquí, *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815), es un saltamontes y como tal pertenece al orden de los *ORTHOPTERA*. Presenta antenas y oviscapto corto por lo que se encuadra dentro del suborden *CAELIFERA*. El pronoto no alcanza el ápice del abdomen y los tarsos de todas las patas con tres arejos y con arolio entre las uñas, por lo que se encuadra en la superfamilia *ACRIDOIDEA*. Posee fémures posteriores con el lóbulo inferior más corto que el superior y el fastigio del vértex carece de surco longitudinal, características que la incluyen en la familia *ACRIDIDAE*. A partir de este punto comienzan las discrepancias, pues no todos los autores consideran las mismas subfamilias.

La especie posee el prosterno liso, sin tubérculo y carece de vena intercalar en el campo discoidal de la tegmina, lo que conduce a la subfamilia *GOMPHOCERINAE* (CLEMENTE *et al.* 1987). Estos autores adoptan los criterios taxonómicos de HARZ (1975), al igual que HERRERA (1982) que encuadra también esta especie en la

subfamilia anterior. SOLTANI (1978) realiza una claves para el género y adopta igualmente los criterios indicados con anterioridad. Por ello se asume el criterio de Harz al ser el más extendido entre los ortopterólogos españoles. Sorprende, no obstante, al consultar diferentes obras de reconocidos ortopterólogos la disparidad en cuanto a los criterios para establecer las subfamilias.

DIRSH (1965) incluye este género en la Subfamilia *TRUXALINAE*, la cual engloba los géneros tradicionalmente Gonfocerinos y no señala esta subfamilia como presente en el continente africano. En las claves que recoge separa los Acridinos de los Truxalinos por la existencia de fila estriduladora en la cara interna del fémur posterior en *TRUXALINAE* pero ausente en los primeros. Posteriormente este autor publica una obra en la que propone una total revisión de la sistemática del orden (DIRSH, 1975), pero en la cual considera la familia de los Acrididos, y en ella incluye las tres subfamilias mencionadas. Basa la diferenciación de estas tres subfamilias en el tipo de aparato estridulador que poseen sus especies. Así los *Gomphocerinae* se caracterizan por poseer la fila estriduladora de la cara interna del fémur posterior con dentículos articulados, las otras dos subfamilias carecen de dentículos articulados. La subfamilia *Acridinae* se caracteriza por producir una estridulación mediante mecanismos tegminoalares, mientras que los *Truxalinae* estridulan mediante la fila estriduladora de dentículos fijos y las venas radial y media de la tegmina. Ahora sin embargo los Truxalinos comprenden tan sólo seis géneros (retorna a la consideración clásica de la subfamilia) y el género *Dociostaurus* vuelve a estar incluido entre los Gonfocerinos.

UVAROV (1966) incluye al género *Dociostaurus* en la subfamilia *Gomphocerinae*, considerando la subfamilia *Truxalinae* en el sentido restringido clásico, y menciona en su obra el carácter englobador de los Truxalinos de Dirsh.

LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG (1992) no encuadran este género en ninguna de las dos subfamilias anteriores, sino que lo incluyen en la subfamilia *ACRIDINAE*. Estos autores adoptan los criterios que utilizan los ortopterólogos rusos actuales. BEI-BIENKO y MISHCHENKO (1963 y 1964) consideran una gran subfamilia *Acridinae* que englobaría a los acridinos, truxalinos y gonfocerinos de Uvarov, de modo que *Dociostaurus* pertenecería a esta subfamilia.

Indistintamente de la subfamilia, todos los autores suscriben unas características claras para diferenciar el género de los que le son afines: crestas laterales del pronoto curvadas interiormente en ángulo, de modo que el dorso del pronoto presenta un aspa

amarilla muy patente. El género comprende actualmente 21 especies encuadradas en tres subgéneros (LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG, 1992). *D. maroccanus* pertenece al subgénero en sentido estricto y se diferencia de sus congéneres por poseer las foveolas trapezoidales, tegminas y alas muy desarrolladas que superan ampliamente el ápice de los fémures posteriores; fémures anteriores engrosados, etc. Pero en realidad la cualidad más característica de la especie es su comportamiento gregario, es la única del género que tiene fase solitaria y gregaria, y que constituye una plaga.

El encuadre taxonómico de la especie considerado es el siguiente:

Orden *ORTHOPTERA*
Suborden *CAELIFERA*
Superfamilia *ACRIDOIDEA*
Familia *ACRIDIDAE*
Subfamilia *GOMPHOCERINAE*
Género *Dociostaurus*
Subgénero *Dociostaurus s.str.*
Especie *maroccanus*

La langosta marroquí ha poseído diferentes nombres atendiendo a la evolución de la sistemática del género y a la descripción de otras especies sinónimas o variedades y formas. Se expone a continuación el listado de sinonimias que ha experimentado la especie desde su descripción (basado en LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG, 1992).

- Gryllus maroccanus* Thunberg, 1815.
- Gryllus cruciatus* Charpentier, 1825.
- Oedipoda cruciata* Brullé, 1832.
- Oedipoda vastator* Fischer de Waldheim, 1833.
- Acridium cruciatum* Costa 1836.
- Stauronotus cruciatus* var. *major* Hagen, 1855.
- Epacromia oceanica* Walker, 1870
- Dociostaurus maroccanus degeneratus* Baranov, 1925
- Dociostaurus maroccanus* Baranov, 1925
- Dociostaurus maroccanus* forma *xanthocnema* Tarbinsky, 1932
- Dociostaurus maroccanus* fase *solitaria* Tarbinsky, 1932
- Dociostaurus maroccanus* fase *gregaria* Tarbinsky, 1932

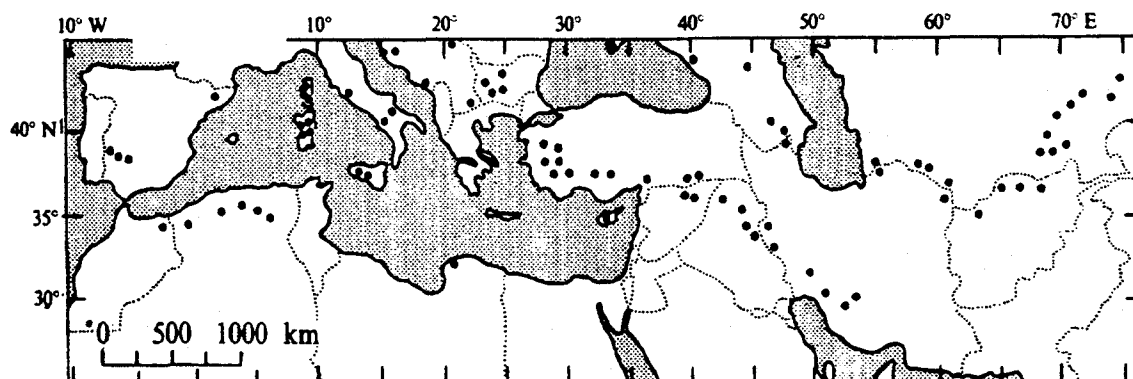
1.4.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.

La langosta marroquí tiene una distribución eminentemente mediterránea, de ahí su otra denominación como langosta mediterránea. Aunque llega a penetrar también en el continente asiático alcanzando algunos países de Asia Central. El mapa de distribución se recoge en UVAROV (1928) y posteriormente se actualiza y amplía por LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG (1992).

El límite occidental del área de distribución se encuentra en la región macaronésica, concretamente en Madeira y en la isla del Hierro del Archipiélago Canario. La zona de reserva de esta isla tiene la particularidad de localizarse a bastante altura y en un terreno bastante abrupto. Otras localizaciones insulares de esta especie la sitúan en Córcega, Cerdeña, Sicilia y Chipre. La distribución continental incluye todos los países circunmediterráneos, encontrando áreas de reserva en la Península Ibérica, el Midi francés, la Península Itálica; región Balcánica: Croacia, Bosnia, Serbia, Hungría, Rumanía, Bulgaria, Albania y Grecia; Asia Menor (mitad sur de Anatolia); Península de Crimea, región Caucásica: repúblicas de Moldavia, Georgia, Azerbayán y Armenia; en Oriente próximo está presente en Jordania e Israel; área Mesopotámica: Siria, Iráq e Irán; y extremo oeste de Asia Central: Afganistán y las repúblicas de Turkmenia, Uzbekistán, Tadjikistán, Kirguizistán y Kazajistán. Por el norte de Africa se ha citado en Egipto, Libia, Túnez, Argelia y Marruecos (Fig. 1).

En España se distribuye por las zonas de reserva en las provincias de Cáceres (Los Llanos), Badajoz (La Serena), Córdoba (Valle de Los Pedroches), Ciudad Real (Valle de Alcudia), Zaragoza y Huesca (Los Monegros), Navarra (Las Bardenas Reales) y El Hierro en Canarias. HERRERA (1982) cita la especie también de las provincias de Teruel, Murcia, Almería, Granada, Jaén, Huelva, Cuenca, Madrid, Segovia, y Canarias (Gran Canaria y Tenerife). MORALES (1941) la citó también en dos localidades de la provincia de Málaga.

Fig. 1.- Área de distribución de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.). Tomado de UVAROV (1977).



1.4.3. MORFOLOGÍA

Las langostas como Ortópteros que son, poseen un tipo de desarrollo heterometábolo, y concretamente paurometábolo en el que las ninfas y los imagos son semejantes morfológica y biológicamente, tienen el mismo régimen alimenticio, comparten el mismo nicho ecológico, etc. (NIETO & MIER, 1985).

Se detalla a continuación la descripción de cada una de las fases y estadios que presenta la especie, tomando como referencia el trabajo de MORALES (1941).

Huevo: Los huevos son alargados, de color blanco-amarillento, con un micropilo patente a simple vista y recubiertos de un corion muy reticulado con polígonos irregulares.

Ooteca: Los huevos se encierran en una ooteca o "canuto" que la hembra fabrica en el suelo mezclando una secreción espumosa con la tierra y que tiene una longitud de 17 a 24 mm. El canuto es una estructura cilíndrica de barro compacto, con cierta curvatura y ápice redondeado, (la hembra las construye en posición vertical enterradas en el suelo). Cada ooteca contiene un promedio de treinta huevos dispuestos en filas, sobre ellos existe una pequeña cámara con una especie de espuma esponjosa y todo el tubo se cierra por una placa denominada opérculo (Fig. 2), el cual suele quedar ligeramente por debajo de la superficie del suelo, o bien por encima o a ras.

Ninfa: Una vez alcanzado el momento óptimo, las langostas rompen el corion y eclosionan y avivan (entendiendo por tal, el proceso de emerger del canuto). Los individuos neonatos son de color blanco y están recubiertos de una fina película. Muchos autores llaman a esta *prelarva, larva neonata o vermiforme*. Sin embargo desde nuestro punto de vista, este nombre es incorrecto ya que como se argumenta al comienzo de este apartado estos insectos poseen desarrollo heterometábolo, en el que la larva no existe, y los estadios inmaduros se denominan ninfas. Inmediatamente sucede una muda para desprenderse de este envoltorio (detalladamente descrita por BOLIVAR (1899)) y aparecen las ninfas de primer estadio (en adelante N-I). Este caso es particular pues esta "muda" se realiza sin ingesta alguna de alimentos y es en realidad parte del proceso de avivamiento de las jóvenes ninfas. Posteriormente hay cinco mudas más con lo que el desarrollo postembrionario se compone de cinco estadios ninfales: N-I, N-II, N-III, N-IV, y N-V (Fig. 2). Es bastante generalizado que muchos autores adopten la denominación de larva para los tres primeros estadios ninfales y sólo la denominación de ninfa para los dos últimos (BENLLOCH y DEL CAÑIZO, 1941; MORALES, 1941); e incluso denominan larva a todos los estadios (BODENHEIMER, 1944; DEL CAÑIZO y MORENO, 1950; SÁNCHEZ *et al.*, 1994). Consideramos igualmente incorrecta esta denominación de larva por la misma razón que se mencionó anteriormente.

La ninfa de primer estadio (N-I) se caracteriza por tener una coloración muy oscura, casi negra y el pronoto presenta la característica aspa amarilla. Márgenes inferiores del meso y metanoto sin rudimentos alares apreciables. La N-II es algo mayor que la anterior, de coloración más clara y se aprecian ya los esbozos alares. La N-III es de color castaño y el pronoto cubre ya el mesonoto y parte del metanoto, se observan el esbozo elitral que sobresale en parte del pronoto y el esbozo alar presenta indicios de venación y es totalmente visible. La N-IV es de coloración aún más clara, los esbozos alares están ya formados alcanzando el margen posterior del segundo segmento abdominal y superponiéndose el alar al elitral. La N-V tiene una coloración de castaño claro a rosada, los esbozos alares alcanzan ya el borde distal del quinto segmento abdominal y han invertido su posición con respecto al anterior, estando el esbozo elitral sobre el alar. En todos los estadios ninfales es perfectamente distinguible el sexo (JANNONE, 1939).

Imago: El adulto de *D. maroccanus* tiene el aspecto típico de un saltamontes gonfocerino, de coloración castaño amarillenta manchada de oscuro, destacando el aspa amarilla (o cruz de San Andrés) sobre el pronoto; antenas rojizas superando la longitud de la cabeza y pronoto juntos. Palpos rojizos con el ápice del último artejo negro.

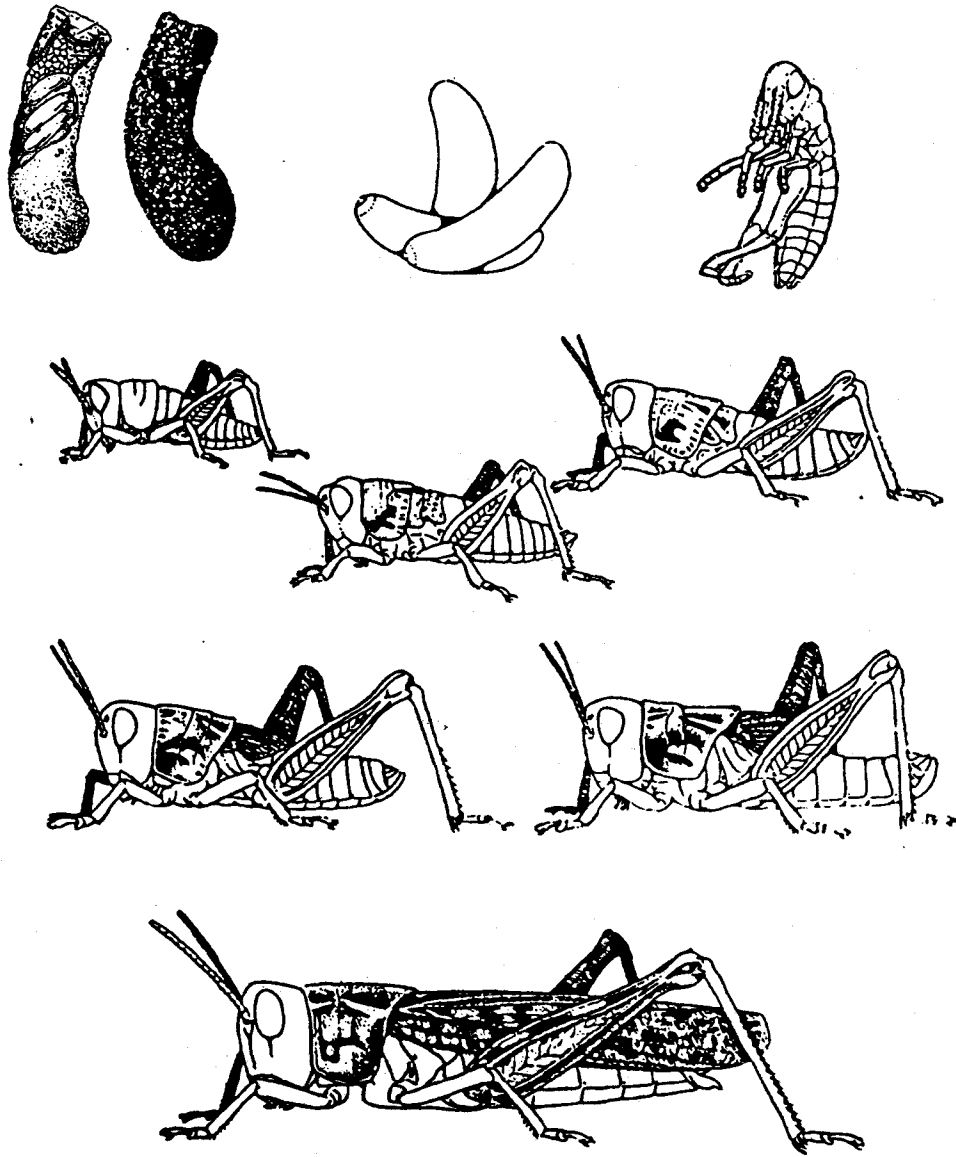


Fig. 2.- Estados y estadios de *Doclostaurus maroccanus* (Tnunb.). De izquierda a derecha y de arriba a abajo: ooteca, huevo, ninfa neonata, ninfas de primer a quinto estadio y adulto. Tomado de MORALES (1941).

Borde anterior del pronoto recto y el posterior en ángulo recto, quilla media baja y apenas interrumpida por el surco típico. Tegminas manchadas de oscuro y alas hialinas, superando ambas el ápice del abdomen y rodillas de los fémures posteriores. Fémures anteriores algo engrosados, los posteriores con tres manchas dorsales características y los cóndilos negros. Tibias posteriores rojas con una mancha amarilla. Placa subgenital del macho trapezoidal, la femenina acabada en tres puntas, siendo pardas las externas.

La variación en la coloración y morfología debida a las fases, se detalla en el apartado de autoecología.

Aparato bucal: La langosta posee un aparato bucal tipo masticador poco modificado. Con un par de mandíbulas muy esclerotizadas, piramidales y asimétricas que encajan una en la otra, el lóbulo molar de la misma posee una serie de dientes cónicos por lo que es una mandíbula herbívora típica (UVAROV, 1966). Las maxilas una parte apical constituida por dos piezas: gálea y lacinia, la cual tiene en el ápice un conjunto de dientes muy esclerotizados que intervienen en la masticación. Las maxilas portan un par de palpos pentasegmentados, donde el segmento apical es más largo y posee numerosas sensilas. La boca se cierra posteriormente por el labio, que porta igualmente un par de palpos trisegmentados. Toda la superficie externa de los palpos, maxilas y labio está punteada de pequeñas y numerosas sensilas cónicas (JANNONE, 1939).

El conjunto es una estructura perfecta para cortar y masticar las hojas y roer los tallos de las numerosas plantas de las que se alimenta. Se ha observado igualmente canibalismo en cautividad y en campo sobre los individuos que están mudando o que han sido atropellados.

1.4.4. CICLO VITAL

Muchos son los autores que han estudiado el ciclo de la langosta marroquí (PAOLI, 1932; JANONNE, 1934 y DEMPSTERS, 1957, entre otros). Este consta de tres estados: huevo, ninfa e imago. El desarrollo postembrionario consta de cinco estadios si bien existen seis mudas, pues la ninfa recién eclosionada muda inmediatamente después de avivar. Las siguientes cinco mudas dotan al ortóptero de alas bien desarrolladas y transcurren durante alrededor de un mes y medio. La langosta mediterránea es una especie univoltina, con un ciclo anual en el que el estado de huevo dura la mayor parte del ciclo. Sin embargo el estado de huevo es el peor conocido, siendo el trabajo de BODENHEIMER y SHULOV (1951) prácticamente el único que

abarca un estudio serio del desarrollo embrionario de esta especie.

Partiendo del estado de huevo, éstos son depositados por la hembra aproximadamente a los 15 días de la muda imaginal. El desarrollo embrionario se lleva a cabo a lo largo de unos ocho meses, si bien no es un proceso continuo pues durante este período existen interrupciones del desarrollo. Según BODENHEIMER y SHULOV (1951) el desarrollo embrionario transcurre en 20 etapas que se pueden separar atendiendo al grado de desarrollo morfológico y estructural. Las catorce primeras se diferencian por la aparición de características morfológicas, y las seis últimas por el tamaño del embrión y por la posición que ocupa éste dentro del huevo. Aunque señalan que esta división en etapas es arbitraria; lo que sí está claro es la existencia de cuatro periodos diferenciados en el desarrollo embrionario. El primero se denomina "período inicial", es muy corto y se alcanza a los tres días de la puesta, incluye solamente la etapa I. El segundo período se denomina "anatrepsis", incluye las etapas II a XIII-XIV y dura hasta el segundo mes de la puesta o incluso hasta el quinto. El tercero se llama "período de dormancia", corresponde a una diapausa y el huevo está listo para continuar su maduración dependiendo de las condiciones ambientales, se produce en el invierno. El cuarto y último período se denomina "Katatrepsis", sucede cuando el embrión toma humedad del ambiente y termina de crecer para eclosionar a principios de primavera. El último período parece que está altamente influenciado por el aporte de agua ocasionado por la lluvia en esta estación, aunque también parece intervenir la temperatura (BENLLOCH y DEL CAÑIZO, 1941).

A principios de primavera, si se dan las condiciones ambientales adecuadas, emergen las pequeñas langostas que empiezan a comer el pasto incipiente y tierno que comienza igualmente en este momento. Por sucesivas mudas se alcanzan los distintos estadios ninfales, apareciendo los adultos después de la quinta muda. Los distintos estadios ninfales se solapan en gran medida en la fase solitaria, siendo la sincronía entre estos una característica de la gregarización. La duración del estado ninfal es variable, pero en nuestra área geográfica suele tener una duración de 45 días, que coincide con las seis semanas (38-45 días) señaladas por MERTON (1959). Sin embargo, UVAROV *et al.* (1951) ofrecen un ciclo más corto de tan sólo 32 días.

Los individuos adultos comienzan el apareamiento después de alcanzar la madurez sexual, que suele durar una semana, y una semana más tarde comienza la puesta. La oviposición se prolonga a lo largo del estado imaginal, produciéndose un promedio de cuatro puestas por hembra (DEL CAÑIZO y MORENO, 1950). La puesta se realiza en las poblaciones densas en los "rodales de puesta", que son calveros de vegetación donde se concentran los individuos. La densidad de puestas puede ser muy

elevada, como en la plaga de 1940 en Daimiel que se alcanzaron las 2000 ootecas/m² (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1947). La muerte poblacional suele producirse en nuestra latitud a principios de julio, si bien MORALES (1941) cita adultos desde abril hasta septiembre.

Las estaciones de verano, otoño e invierno transcurren para esta especie en fase de huevo, por lo que el ciclo postembrionario tiene una duración muy breve, de apenas dos meses. Suficiente para un potencial reproductor como el de esta langosta que una sola pareja con un 90% de mortalidad de su progenie puede producir una descendencia de veinte millones de individuos (DEL CAÑIZO y MORENO, 1940).

Las distintas etapas del desarrollo reciben nombres vulgares que las caracterizan. Así se denominan "hembras pinchadas" a las que realizan la puesta, "mosquito" a las ninfas de primer estadio (N-I), "moscas" a las N-II y N-III, "saltón" a las N-IV y N-V. Los adultos son llamados "voladoras" y "langostos" en Extremadura.

1.4.5. AUTOECOLOGÍA: FASES GREGARIA Y SOLITARIA

La ecología de *Dociostaurus maroccanus* Thunberg está determinada por su carácter de langosta. Como ya se indicó en la definición del término langosta, esta especie posee la facultad de gregarizarse. Fue UVAROV (1922, en LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG, 1992) el primero en sugerir la existencia de fases en la langosta marroquí sobre la base de diferencias morfológicas y de color entre distintas poblaciones. Pero TARBINSKY (1932, en LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG, 1992) es quién consagró a *D. maroccanus* como una langosta.

1.4.5.1. TEORÍA DE LAS FASES

Es conveniente recordar aquí, a modo de síntesis, la Teoría de las Fases de Uvarov, que postuló en 1921 y que fue enriqueciendo y afirmando con trabajos posteriores de múltiples autores (UVAROV, 1966).

El mecanismo de la gregarización se inicia en los individuos solitarios, que por determinadas causas se agrupan, estableciéndose encuentros mutuos, y esa proximidad conduce a la adopción de un comportamiento gregario. Los individuos se habitúan a estar juntos, se relacionan y se producen estímulos sensoriales. Estos estímulos son

transmitidos al cerebro y transformados en impulsos que desencadenan reacciones neurosecretoras, neuromusculares y endocrinas, las cuales producen cambios en la fisiología completa del insecto. Se producen cambios en el metabolismo, coloración, tasas de desarrollo y crecimiento, actividad, potencial reproductor, etc.

Se desconoce qué cantidad de ejemplares son necesarios para desencadenar la transformación, pero una vez que los individuos comienzan el proceso, se mantienen unidos debido a su propio comportamiento.

Los factores ambientales que pueden propiciar el agrupamiento de individuos son lluvias muy locales en determinadas áreas, zonas con un patrón de vegetación inestable por rodales, etc.

No es del todo conocido como se transmite la agregación a la siguiente generación, pero se produce y los cambios fisiológicos desencadenan cambios comportamentales, morfológicos y de coloración, que son reversibles en cuanto desaparece el hacinamiento. La variación corporal ha sido ampliamente estudiada como el crecimiento relativo de las partes del cuerpo reflejados en la biometría. Poniéndose especial atención a la variación de la longitud de la tegmina, la longitud del fémur posterior y la relación entre ambos: índice élitro femoral. También se ha considerado la relación existente entre la anchura de la cabeza y la longitud del fémur posterior, por ser además un índice aplicable a todos los estadios del desarrollo postembrionario.

La naturaleza gradual de los cambios en distintas características de una especie, relacionados con la densidad de la población, que fue detectada sólo externamente, llevó a la adopción del término "fase", el cual es una forma alcanzada a través de cambios continuos. Las langostas manifiestan de una serie polimórfica de caracteres cuyos extremos se denominan *fase solitaria* y *fase gregaria*. Entre ambas quedan individuos intermedios que se denominan *fase transiens*. Esta fase intermedia que es producto de la transformación de *solitaria* en *gregaria* y viceversa, tomando el nombre de *congregans* si es de solitaria a gregaria, y *dissocians* si la transformación es en sentido contrario.

La *fase solitaria* se define pues como los valores medios y sus desviaciones de unos caracteres morfológicos, cromáticos, fisiológicos y comportamentales, obtenidos de una serie de poblaciones no gregarias durante al menos las dos generaciones precedentes. Por el contrario, la *fase gregaria* se define como los valores medios y sus desviaciones de un conjunto de caracteres obtenidos de una serie de poblaciones gregarias durante al menos dos generaciones sucesivas.

El grado de precisión con el que se puede definir las fases extremas de una especie, depende de la información disponible en cada caso.

La *fase transiens* se refiere a una población localizada y que comienza a incrementarse y agruparse; o bien decrece y los bandos desaparecen y se dispersan bien

en estadios de desarrollo o en estado adulto. La denominación de *congregans* y *dissocians* es un indicativo biológico del estatus de la población.

Durante un período de gregarización de una especie, la mayoría de su población está en un conglomerado, algunos individuos estarán más próximos a la fase gregaria que otros, y sólo algunos se encontrarán plenamente en esa fase. La mayor duración de la fase *transiens* en comparación con las fases extremas hace imprescindible establecer las medias para delimitar las variaciones de las poblaciones transformantes con las extremas.

Finalmente, es oportuno recoger las consideraciones sobre la transmisión del carácter de fase entre generaciones señaladas por KREBS (1986). Los cambios genéticos no intervienen en la transformación de la fase, ya que tanto la fase *gregaria* como la *solitaria* tienen idéntico genotipo. Los caracteres de fase se transmiten de generación en generación por herencia no génica a través del citoplasma del huevo. Los efectos fenotípicos fuertes están causados por la aglomeración dentro de cada generación.

1.4.5.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS FASES EN *DOCIOSTAURUS MAROCCANUS*

Como se acaba de exponer, la dinámica de las fases conlleva una profunda transformación fisiológica de los individuos a través de generaciones. Los diversos cambios no afectan con igual intensidad a todas las especies de langostas, por lo que se detallan aquí las transformaciones y sus características que se producen en *Dociostaurus maroccanus*. La transformación fisiológica se manifiesta, como ya se ha indicado, en cambios de coloración, comportamentales y morfológicos.

a) Cambios de coloración

Los cambios cromáticos no son muy patentes en la especie que nos ocupa. PAOLI (1932) diferencia a las langostas solitarias por tener una coloración más pálida frente a la más viva de las gregarias. PASQUIER (1934) define unos patrones para ninfas y adultos en cada fase extrema (Tabla 1), entre los que las manchas sobre el borde superior del fémur posterior de los adultos ha sido el carácter que más ha prevalecido entre los autores posteriores. Estos criterios son posteriormente recogidos por BODENHEIMER (1944), asumiendo que la coloración general de las ninfas permite una fácil diferenciación, pero que todos los demás caracteres son muy variables y

presentan muy diferentes grados de desarrollo dentro de una misma población. Este autor añade un nuevo carácter, la coloración de las tibia posterior, donde el color rojo indicaría fase solitaria, rosa sería intermedia y gris correspondería a la fase gregaria. El propio autor señala que la coloración de la tibia va cambiando con el tiempo, el porcentaje de machos con tibia gris, aumenta mientras que decrecen las rosas y se mantienen las rojos. En las hembras sucede lo contrario, aumentan las rosas y decrecen las grises. Sin embargo, estas variaciones no están explicadas por el autor, por lo que parece un carácter muy variable y difícilmente evaluable.

SKAF (1972) también recoge los criterios de Pasquier y cuantifica la coloración de las manchas dorsales de los fémures posteriores, asignándole valores según el desarrollo de las mismas. Los extremos de esos valores corresponderían con las fases gregaria y solitaria, y los centrales con las fases intermedias, (Fig. 3). Esta escala de las manchas femorales no está avalada por numerosos estudios, aunque recientemente ARIAS *et al.* (1996) han demostrado estadísticamente la correlación existente entre ésta y el valor del índice élitro-femoral.

BEI-BIENKO & MISHCHENKO (1964) señalan como único carácter para separar ambas fases la mayor o menor nitidez de las manchas del fémur posterior.

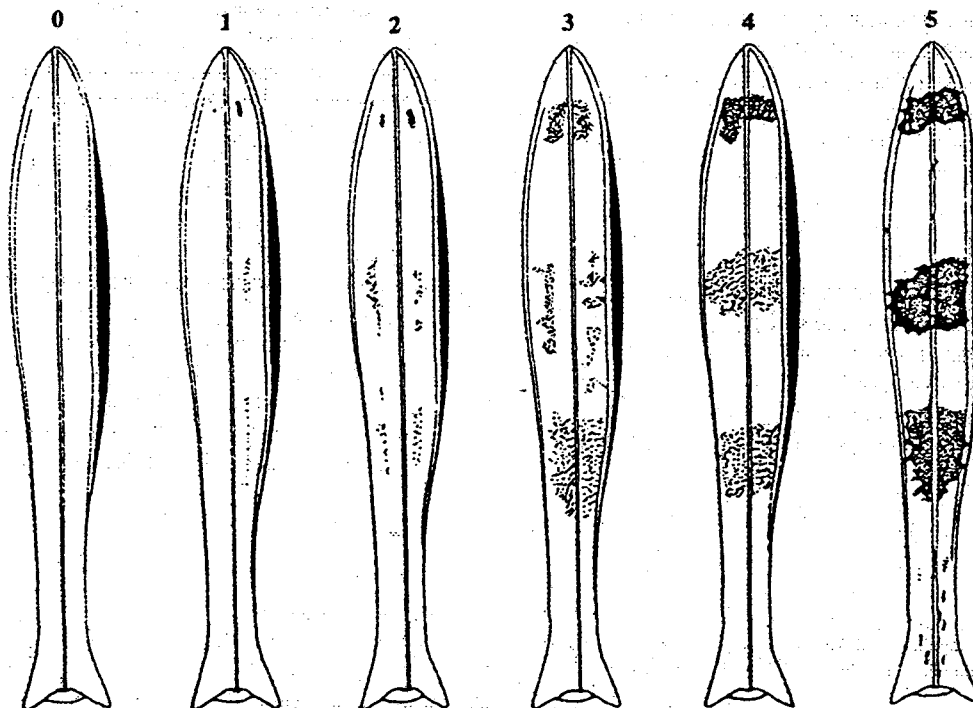


Fig. 3. Escala de SKAF (1972) para diferenciar las fases según las manchas dorsales del fémur posterior. De 0-1, gregaria; 2-4, transformante y 5 solitaria.

Tabla 1. Carácteres cromáticos para la fase gregaria y solitaria según PASQUIER (1934).

carácter	SOLITARIA	GREGARIA
ADULTOS		
Tegminas	Manchas negras dispersas, extendidas y bien netas.	Manchas marrones de extensión variable y sólo son bien aparentes en el extremo proximal.
Coloración general	Blanco amarillento, marfil.	Ocre más o menos ferruginoso.
Mandíbulas	Negras en la región secante y molar.	Casi totalmente negras brillantes.
Aspa protorácica	Bien neta en su totalidad, de color amarillo claro.	Poco neta, sobre todo en la parte anterior, de color gris amarillento.
Quilla pronotal	Bordeada de dos bandas claras	Bordeada de dos bandas apenas más claras que la coloración general.
Fémures posteriores	Tres manchas negras netas en la cara superior, la proximal más pequeña, a veces muy pequeña.	Tres manchas difusas, a veces tan sólo dos bien visibles.
NINFAS		
Coloración general	Gris amarillento.	Ocre rojizo.
Palpos	Últimos artejos generalmente negros.	Todos los artejos fuertemente teñidos de negro.
Mandíbulas	Claras	Negras brillantes.
Mancha lateral blanca del pronoto	Bien visible, poco o muy poco tiznadas de negro.	A veces poco visible, circunscrita anteriormente por una mancha extendida negra.
Aspa protorácica	Bien marcada anteriormente.	Poco marcada anteriormente.
Quilla pronotal	Bordeada de ocre, formando una banda clara muy neta.	Bordeada de ocre-rojizo formando una banda poco marcada.
Tegminas (estadios IV y V).	Ocre claro, poco o nada negras, salvo en la base dejando el borde dorsal claro. El conjunto resulta un banda clara visible sobre toda la línea media dorsal (pronoto y esbozos alares) que se prolonga por el abdomen.	Enteramente negras o negras con algunas líneas poco patentes claras.
Rodillas posteriores.	Poco teñidas de negro.	Negras.

b) Cambios de comportamiento

Una diferencia clara en el campo entre individuos solitarios y gregarios es la mayor actividad de los últimos, debido en parte a la mutua estimulación y que desencadena su desplazamiento en bandos (UVAROV, 1966). En ocasiones los enjambres efectúan vuelos locales que pueden desencadenar o no en migración, pero que, en cualquier modo, son una etapa importante en el desarrollo de los enjambres migratorios. Es precisamente *Doclostaurus maroccanus* una langosta cuyos enjambres raramente conducen a migraciones, limitándose a vuelos errantes (UVAROV, 1977).

PASQUIER (1934) coincidiendo básicamente con PAOLI (1932), distingue por su comportamiento dos tipos de ninfas:

- 1.- individuos más o menos numerosos que ocupan una superficie variable y de densidad uniforme, que viven y se desplazan independientemente del vecino. Este tipo de comportamiento corresponde a langosta en fase solitaria.
- 2.- individuos que se presentan en una masa densa en una superficie restringida y que se mueven al unísono ante un estímulo hostil. Este segundo comportamiento es característico de la fase transformante y gregaria.

MORENO (1942) contempla estos dos tipos de comportamiento de las poblaciones de langosta, aunque no los considera propiamente como fase solitaria y gregaria.

c) Cambios morfológicos

En *D. maroccanus*, la variación morfológica se limita a cambios en el tamaño corporal y relativo de determinados apéndices o porciones del cuerpo. No existe un cambio de forma apreciable que proporcione un aspecto diferente a cada fase. La langosta marroquí experimenta un aumento de tamaño al pasar de solitaria a gregaria. En ejemplares extremos, el tamaño del macho gregario es equivalente al de la hembra solitaria (UVAROV, 1966). Esta variación en tamaño es el aspecto más fácil de estudiar en el cambio de fase, puesto que se pueden medir y cuantificar de manera fiable y objetiva distintas partes del cuerpo del individuo para establecer comparaciones, así como variaciones mediante métodos estadísticos. Por ello, la mayoría de los autores realizan estudios biométricos de las poblaciones, midiendo las variaciones de la longitud del fémur posterior, tegminas, alas, pronoto, anchura de la cabeza, del esternón, etc. Si bien el carácter biométrico más generalizado es el índice élitro-femoral (cociente entre la longitud de la tegmina y la del fémur posterior: I). En la transformación de

solitaria a gregaria todos los parámetros biométricos aumentan de tamaño, siendo el fémur la dimensión más estable (PASQUIER; 1934). Los individuos gregarios poseen, por su mayor adaptación al vuelo, las tegminas más largas y los fémures más cortos, con lo que el I es mayor que en solitarias (LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG (1992). Esto explica la señalada estabilidad del fémur.

Se recoge a continuación una tabla con los valores del índice élitro-femoral obtenidos por múltiples autores en diferentes regiones del Mundo, actualizada de LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG (*op. cit.*) basándose en la realizada por UVAROV (1977).

Tabla 2.- Medidas del coeficiente élitro-femoral de la langosta marroquí en distintos países y provincias españolas. (* obtenido a partir de los datos del autor).

País	Solitaria		Gregaria		Autor
	♂	♀	♂	♀	
Montenegro	1.45	---	1.85	---	Baranov, 1925
Italia	1.48	1.55*	1.74	1.75*	Paoli, 1932
	1.37	1.40	1.64	1.70	Jannone, 1934
Azerbaijón	1.35	1.38	1.83	1.80	Tarbinsky, 1932
Moldavia	1.32	1.59	---	---	Guetzova, 1951
Tadzhikistán	1.43	1.51	---	---	Latchininsky, 1990
Uzbekistán	---	---	1.75	1.78	Tarbinsky, 1932
	---	---	1.66	1.66	Safarov, 1964
	---	---	1.67	1.67	Latchininsky, 1990
Argelia	1.48	1.55	1.76	---	Pasquier, 1934
Chipre	1.50	1.53	1.70	1.72	Gradojevic, 1960
	1.35	1.49	1.63	1.68	Waterston, 1977
Marruecos	1.41	1.49	---	---	Ben Halima, 1983
Turkmenistán	1.43	1.48	1.63	1.69	Tokgaev, 1966
Hungría	1.52	1.51	---	---	Nagy, 1964
(Badajoz)	1.49	1.57	1.74	1.72	M. Márquez, 1942
(Almería)	1.44	1.49	---	---	De la Vega, 1980
	1.50	1.57	---	---	Pascual, 1977
	---	---	1.66	1.58	Mendizábal, 1943

1.4.6. ENEMIGOS NATURALES

Como cualquier otra especie de insecto, la langosta posee un conjunto de organismos que actúan nocivamente sobre ella, bien sea por depredación de alguno de los estados de desarrollo, bien por producirle enfermedades u ocasionarles algún tipo de parasitismo. Cabe diferenciar dos grupos de especies según actúen sobre los huevos o sobre las ninfas y adultos.

1.4.6.1. ESPECIES QUE ACTÚAN SOBRE LAS NINFAS Y ADULTOS

A) Depredadores.

Siguiendo un orden de jerarquía zoológica se enuncian las distintas especies que depredan langosta marroquí en toda su área de distribución.

Entre los vertebrados hay citado un único mamífero: el jerbo (*Jaculus loftusi*) (BODENHEIMER, 1944). Gran número de aves como la lavandera blanca (*Motacilla alba*) (LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG, 1992), la cigüeña (*Ciconia ciconia*), el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*), el corredor (*Cursorius gallicus*), la cogujada común (*Galerida cristata*), y algunas rapaces como el milano negro (*Milvus nigrans*), el alimoche (*Neophron percnopterus*), el ratonero (*Buteo ferox*), (BODENHEIMER, *op. cit.*) y el cernícalo común (*Falco tinnunculus*), (DEMPSTER, 1959). Algunos reptiles como lagartijas han sido citados también (*Acanthodactylus schreiberi* y *Ophiops elegans*) (DEMPSTER, *op. cit.*).

Entre los invertebrados se mencionan los solífugos y escorpiones (BODENHEIMER, *op. cit.*) e insectos (ver Tabla 3). Existen también una serie de especies de ácaros pertenecientes a la familia *Trombidiidae*: se han citado *Parathrombium paolii* Berl. (UVAROV, 1928) y *Metathrombium daunium* Paoli, *Euthrombidium locustarum* Riley, *Achrolophus dubius* Paoli, *Balaustinum berlesianum* Paoli, *Smaris magnifica* Berl. (PAOLI, 1932).

B) Parasitoides.

De los invertebrados parásitos caben destacar los dípteros (Tabla 3), no habiéndose citado ningún himenóptero.

C) Patógenos.

(LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG *op. cit.*) recogen bastantes especies de agentes patogénicos sobre *D. maroccanus* entre los que predominan los hongos. Se han citado dos bacterias: *Micrococcus acricida* y *Coccobacillus acridiorum*; un protozoo

microsporídido *Nosema maroccanus* y cinco especies de hongos: *Scopulariopsis brevicaulis*, *Aspergillus terreus*, *A. flavus*, *Bauveria tenell* y *Empusa (Entomophthora) grylli*. En España HERNÁNDEZ (1993) aporta nuevos organismos a la lista de especies patógenas de esta langosta: una bacteria, *Bacillus thuringiensis*; un protozoo Gregarínido, *Gregarina sp.* y dos especies de hongos, *Bauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae*.

Entre los nematodos, se encuentra *Mermis albicans* (UVAROV, *op. cit.*), y recientemente se ha localizado *Hexamermis sp.* en la comarca de la Serena (HERNANDEZ, 1993).

1.4.6.2. ESPECIES QUE ACTÚAN SOBRE LOS HUEVOS.

A) Depredadores.

Dentro de las especies depredadoras de huevos hay también mamíferos como el jabalí (*Sus scrofa*); aves que picotean las ootecas, como el estornino (*Sturnus vulgaris*), la paloma bravía (*Columba livia*), la graja (*Corvus frugileus*) y la corneja cenicienta (*Corvus corone cornix*), (LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG *op. cit.*).

Pero la gran mayoría de ovoacridófagos son insectos y las distintas especies están recogidas en la Tabla 3.

Cabe destacar la existencia de tres géneros de nematodos en ootecas de langosta marroquí: *Acrobeles sp.*, *Acrobilloides sp.* y *Aphelenchus sp.* (LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG *op. cit.*).

B) Patógenos.

Entre las especies patógenas de ootecas se han citado dos especies de hongos: *Fusarium acridiorum* y *Aspergillus terreus* (LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG *op. cit.*). A los que hay que añadir *Paecilomyces sp.* (HERNÁNDEZ, *op. cit.*).

Tabla 3.- Especies de insectos que regulan las poblaciones de langosta marroquí. A partir de referencias de UVAROV (1928), BODENHEIMER (1944), DEL CAÑIZO (1953 y 1955), DEMPSTER (1957), SKAF (1972), LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG (1992) y HERNANDEZ (1993). D: depredadora, P: parasitoide, H: huevo, I: ninfas y adultos.

ESPECIE		ESPECIE			
ORITHOPTERA	<i>Decticus albifrons</i> F.	D I	<i>S. offusca</i> Meigen	P I	
	<i>D. verrucivorus</i> L.	D I	<i>Sarcophila latifrons</i>	P I	
	<i>Platycleis</i> sp.	D I	<i>S. clathrata</i>	P I	
	<i>Saga natoliae</i> Serv.	D I	<i>Apodacra</i> sp.	P I	
	<i>S. serrata</i> F.-W.	D I	<i>Tachinidae</i>	<i>Acemyia acuticornis</i> Meig.	P I
	<i>S. syriaca</i> Lucas	D I		<i>Hylemia cilicrura</i> Rond.	P I
	<i>Tettigonia</i> sp.	D I	<i>HYMENOPTERA</i>	<i>Myrmecocystis viaticus</i> F.	D I
MANTODEA	<i>Empusa fasciata</i> Brulle	D I		<i>Sphex</i> sp.	D I
	<i>Rivetina fasciata</i> Thun.	D I		<i>S. paludosa</i> Rossi	D I
	<i>R. baetica</i> Rambur	D I		<i>S. subfuscatus</i> Dahl.	D I
NEUROPTERA	<i>Palpares libelluloides</i> Ramb.	D I		<i>Trachydes</i> sp.	D I
DIPTERA	<i>Chrysopilus nubeculus</i> Fallen	D H,I	<i>COLEOPTERA</i>	<i>Trichodes annios</i> F.	D H
Asilidae	<i>Promachus leontochlaenus</i> Loew	D I	<i>Cleridae</i>	<i>T. flavocincta</i> Spin.	D H
	<i>Satanas</i> sp.	D I		<i>T. laminatus</i> Cherv.	D H
	<i>Stenopogon porcus</i> Loew	D I		<i>T. spectabilis</i> Krauss	D H
Bombyliidae	<i>Anastoechus nitidulus</i> F.	D H		<i>T. turkestanicus</i> Krauss	D H
	<i>Anthrax oophagus</i> Par.	D H		<i>T. umbellatarum</i> Oliv.	D H
	<i>Callostoma desertorum</i> Loew	D H	<i>Tenebrinidae</i>	<i>Apantanosodes globosus</i> Reic.	D H
	<i>C. fascipennis</i> Marq.	D H		<i>Ocnera</i> sp.	D H
	<i>Cythera fenestranula</i> Loew	D H	<i>Meloidae</i>	<i>Epicauta erythrecephala</i> Pall.	D H
	<i>C. infuscata</i> Meigen	D H		<i>Mylabris atrata</i> Pallas	D H
	<i>C. obscura</i> F.	D H		<i>M. berckeri</i> Esch.	D H
	<i>Exoprosopa</i> spp.	D H		<i>M. calida</i> Pallas	D H
	<i>Spogodrilus isis</i> Meigen	D H		<i>M. cincta</i> Oliv.	D H
	<i>Systoechus autumnalis</i> Pallas	D H		<i>M. decempunctatata</i> F.	D H
	<i>S. ctenopterus</i> Mikan	D H		<i>M. deserti</i> Semen.	D H
	<i>S. gradatus</i> Wied.	D H		<i>M. floralis</i> Pallas	D H
	<i>S. sulphureus</i> Mikan	D H		<i>M. frolovi</i> Germ.	D H
	<i>Thyridanthax</i> sp.	D H		<i>M. fusca</i> Oliv.	D H
	<i>T. fenestratus</i> Fallen	D H		<i>M. hieracii</i> Graells	D H
	<i>T. pallidipennis</i> Par.	D H		<i>M. madoni</i> Mars.	D H
	<i>Volucella bombylans</i> L.	D H		<i>M. magnogottata</i> Heyd.	D H
Sarcophagidae	<i>Blaesoxipha filipjevi</i> Rohd.	P I		<i>M. quadripustulata</i> Pall.	D H
	<i>B. grisea</i> Meigen	P I		<i>M. scabioseae</i> Oliv.	D H
	<i>B. laticornis</i> Meigen	P I		<i>M. schreibersi</i> Reiche	D H
	<i>B. lineata</i> Fallen	P I		<i>M. silbermani</i> Cherv.	D H
	<i>B. paoli</i> Vill.	P I		<i>M. tekkensis</i> Heyd.	D H
	<i>B. unguata</i> Pand.	P I		<i>M. variabilis</i> Pallas	D H
	<i>Sarcophaga cruentata</i> Meigen	P I		<i>M. zebraea</i> Mars.	D H

1.4.7. DAÑOS

El régimen alimenticio de esta especie polífaga es muy amplio. El número de especies vegetales que le sirven de alimento varía con la edad del individuo, siendo de hasta 14 plantas diferentes en N_1 incrementándose hasta llegar a 39 en los adultos en una única zona de estudio. La elección de una planta u otra depende de las condiciones ambientales, la deshidratación paulatina del pasto obliga a las langostas a elegir ciertas plantas, lo que representa una adaptación a condiciones desfavorables del ambiente (HALIMA *et al.*, 1984). Es obvio que el número de especies vegetales capaz de consumir la langosta marroquí sería mucho mayor si se estudiaran todas las fitocenosis donde está presente la especie.

Las langostas pueden provocar grandes daños en órganos vegetales tiernos o algo leñosos debido al poderoso aparato bucal que poseen. Los daños en cultivos pueden ser destrucción completa de plántulas, defoliación, ruptura de tallos devorados (KRANZ *et al.*, 1982).

Los cultivos dañados por las plagas de langosta marroquí de 1939-40 fueron principalmente cereales y leguminosas, viñas, huertas, olivos y pastos y praderas silvestres (FAO, 1949).

1.4.8. MÉTODOS DE LUCHA

Los métodos de combatir la plaga no han variado mucho durante siglos, permaneciendo inculcados entre la gente del campo unos sistemas arcaicos y poco eficaces. Ha sido en este siglo cuando se han producido grandes avances en la lucha contra la plaga, tanto por la incorporación de nuevas tecnologías como por los productos que se aplican. Incluso la concepción de las vías para luchar contra las plagas ha cambiado.

Algunas de las crónicas señaladas en el capítulo de Antecedentes Históricos hacen alusión a actividades que se desarrollaron para combatir la plaga. Así, en el siglo XVII la mejor forma de combatir la langosta era "el canutillo" que se extraía en invierno, contra las manchas se llevaba ganado a pastar sobre ellas y en innumerables ocasiones se proferían rogativas y conjuros (DE TORO, 1849). En el siglo XVIII también se utilizaron las rogativas para luchar contra la plaga (ALCAIDA, 1992).

En la Ley de plagas del campo de 1908, en el capítulo tercero se expone las medidas de extinción de la langosta. Esta ley otorga al propietario de las zonas afectadas por la langosta unas responsabilidades y obligaciones con respecto a la misma. El propietario deberá informar a la Junta Local de la aparición o detección de la langosta en cualquiera de sus estados y en cualquier época del año. Así mismo está obligado a combatirla y a sufragar sus costes. Entre las medidas a adoptar para luchar contra la langosta, la primera es acotar las zonas de puesta para después ararlas o cavarlas a mano, prohibiendo incluso la caza de aves insectívoras, hubiese veda o no. El kilo de canuto recogido se pagaba y almacenaba para posterior destrucción. La destrucción de ninfas se realizaba mediante la colocación de trochas de zinc y zanjas.

Otro sistema para acabar con las puestas de langosta fue la suelta de cerdos, gallinas y pavos, los cuales buscaban y comían los canutos que localizaban. El fuego solía ser la herramienta para luchar contra los primeros estadíos, desde círculos de ramas secas rodeando las manchas hasta gasolina o petróleo al 10% con bencina, rociada sobre las mismas. Las ninfas más grandes se combatían con trochas y zanjas, pisoteando, enterrando o quemando luego las langostas. Entre los insecticidas empleados destaca el petróleo, el zotal, agua jabonosa, verde de París, y arsenito y melaza (MINISTERIO DE FOMENTO, 1920).

Los métodos de lucha culturales han sido ampliamente utilizados desde hace siglos hasta los años 30 en algunos países y hasta los 40 en España. El propio UVAROV (1928) señala que la solución al problema ibérico de la langosta, pasa por el abandono de las roturaciones por inútiles y caras y la adopción de los cebos envenenados y trochas. Las labores de invierno contra las puestas se muestran poco eficaces porque producen resultados inciertos y muchas ootecas soportan estos tratamientos (MORENO, 1940, 1941b y BENLLOCH, 1940). BENLLOCH (1940) hace un estudio comparativo de los costes entre las labores de invierno y los cebos envenenados, indicando que las roturaciones sólo son rentables en zonas de puesta con una densidad de canutos superior a 1973/m². MORENO (1941a) compara los costes entre el empleo de trochas y cebos envenenados.

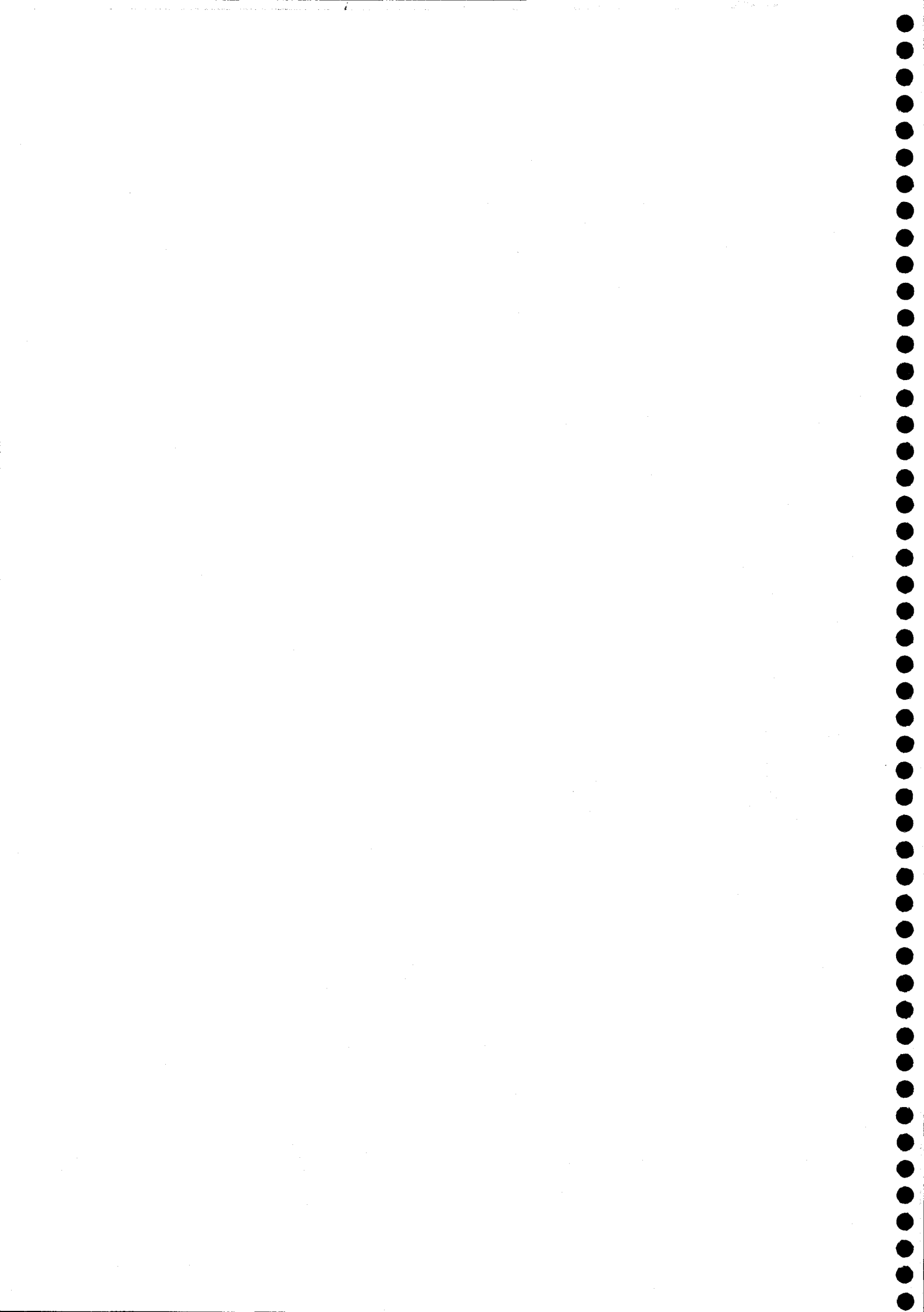
En los años 30 se generaliza el uso del arseniato de sodio en cebos con salvado y melaza, o en espolvoreo. Se utilizan también otros productos combinados con cebos de salvado, paja o harinas, son el fluosilicato de sodio, verde de París y otros arseniatos. A partir del año 1947 es generalizado, a nivel mundial, el uso de cebos de salvado y HCH (Hexaclorociclohexano) que eliminó los usos tradicionales (FAO, 1949). Durante los años 50 y 60 se empleó este producto masivamente, disminuyendo su uso posteriormente hasta sustituirse definitivamente a mediados de los 80, debido a que fue paulatinamente prohibido en muchos países. En los años 60 se extendió la utilización

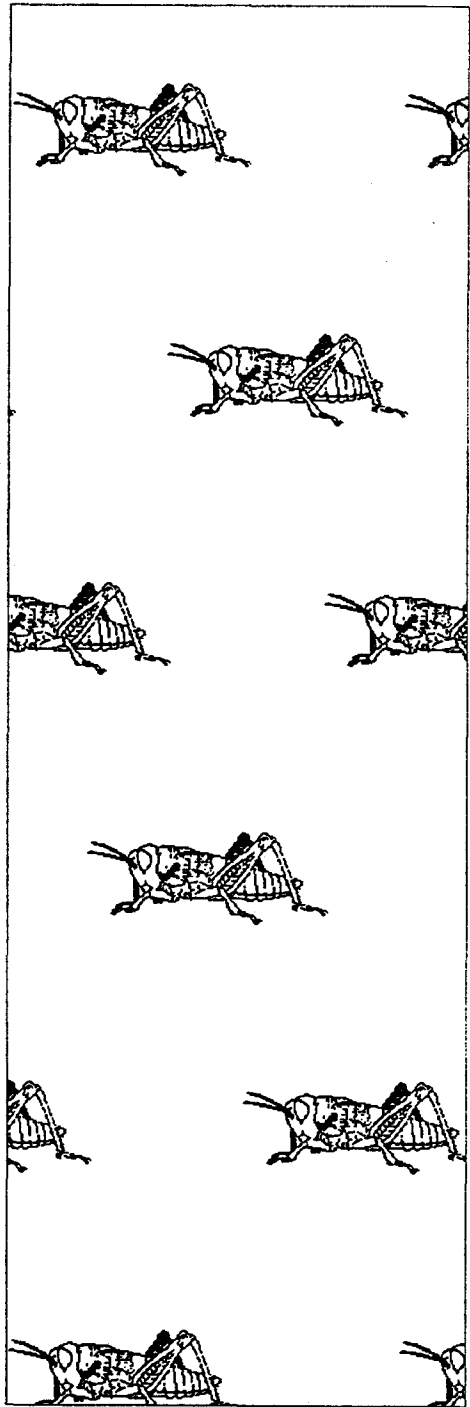
de la pulverización aérea a ultra bajo volumen (UBV ó ULV) con un nuevo producto: el malatión. El HCH posee una alta toxicidad crónica y baja degradación química, por lo que permanece tal cual a lo largo de la cadena trófica. El malatión tiene una baja persistencia pero no es selectivo con la fauna útil (DEL MORAL, 1986). Otro producto que se ha utilizado contra la langosta es el fenitrotión que sustituyó al HCH en 1986 (ARIAS *et al.*, 1993) y se sigue utilizando en la actualidad, pues es el producto que se ha pulverizado en nuestra provincia en los tratamientos de 1994 y 95.

Desde finales de los 80 hasta la actualidad se vienen realizando ensayos con piretroides e inhibidores del crecimiento (IGR) o inhibidores de la síntesis de quitina (GARCÍA *et al.*, 1987, 1988 y 1991; ALVEZ *et al.*, 1989; SÁNCHEZ *et al.*, 1993; BOUAICHI *et al.*, 1994a y 1994b y ARIAS y JIMÉNEZ, 1995).

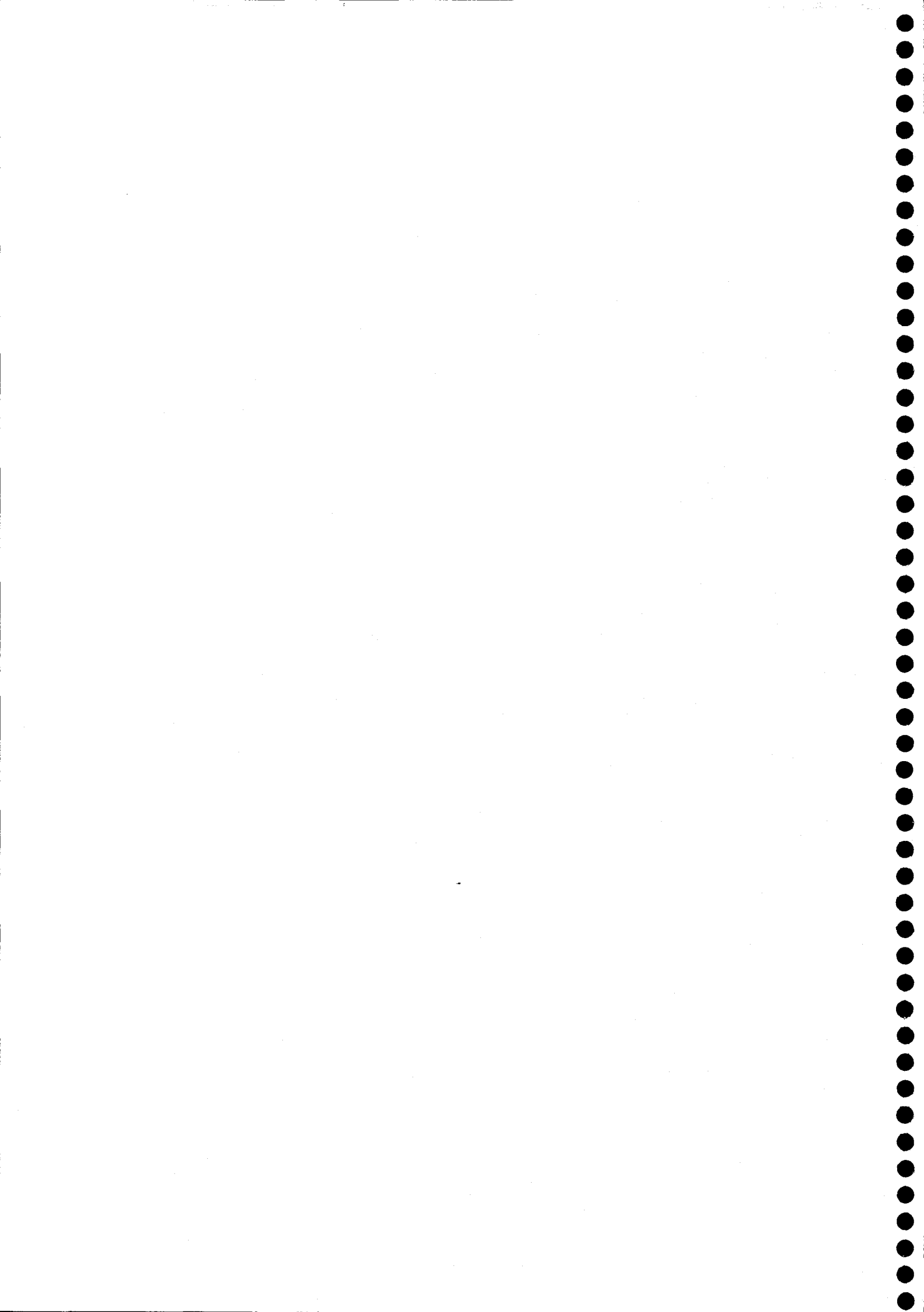
Los sistemas de aplicación de los productos son variados y dependen del entorno, edad de las langostas, superficie afectada y accesibilidad de los parajes afectados. En el período de avivamiento de la langosta se emplean espolvoreadores manuales sobre los rodales. Sobre manchas mayores se pueden realizar tratamientos terrestres mediante pulverizadores a bajo o ultrabajo volumen instalados sobre vehículos terrestres. Para grandes superficies el sistema más eficaz sigue siendo el tratamiento aéreo a ULV.

En cuanto a la lucha biológica, no existen referencias de su aplicación, tan sólo un caso en Cerdeña en 1946, en donde se soltaron miles de ejemplares del coleóptero meloideo *Mylabris variabilis* y de los dípteros bombílidos *Cytherea obscura* y *Systoechus ctenopterus* (CLAUSEN, 1978).





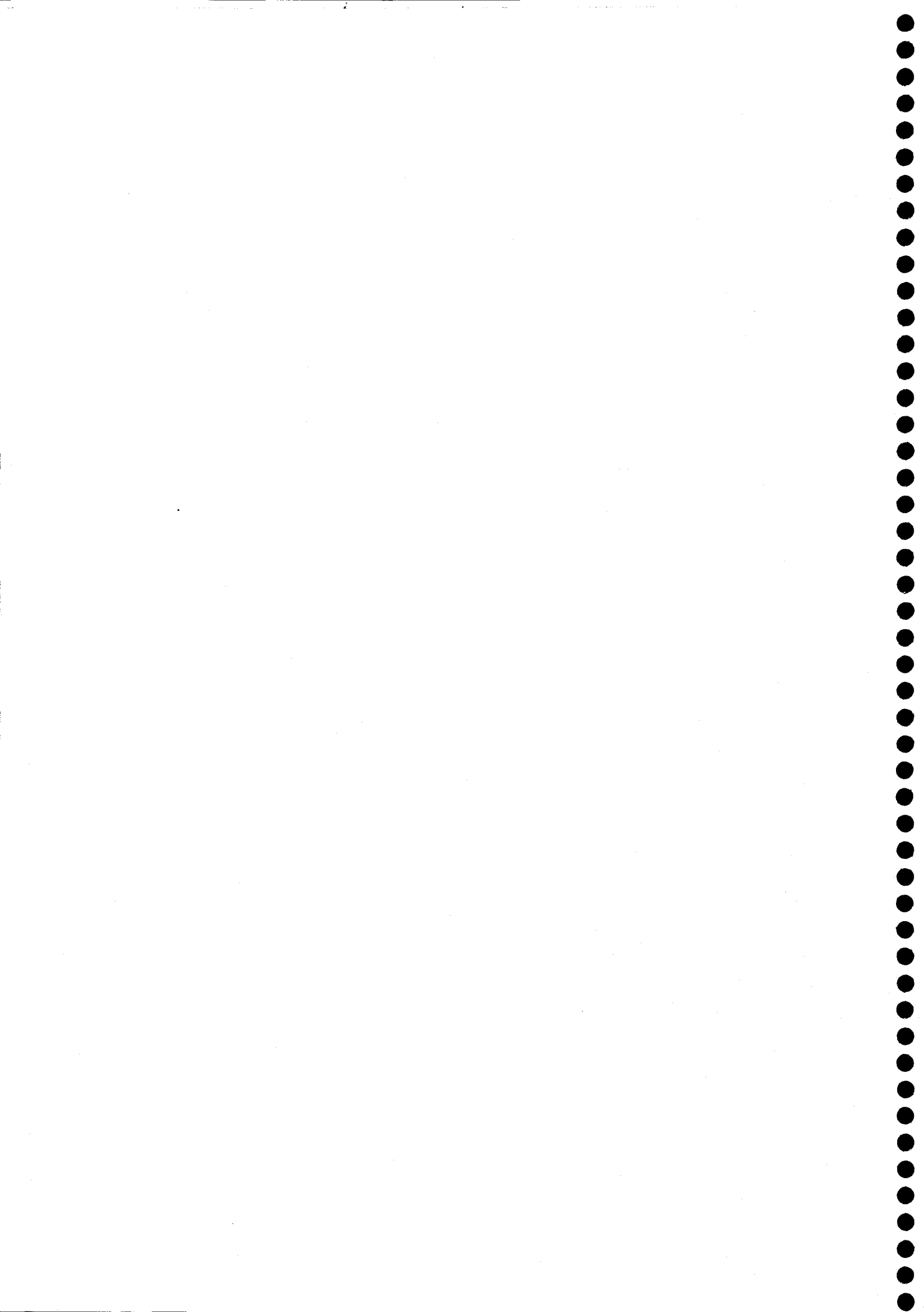
2. OBJETIVOS

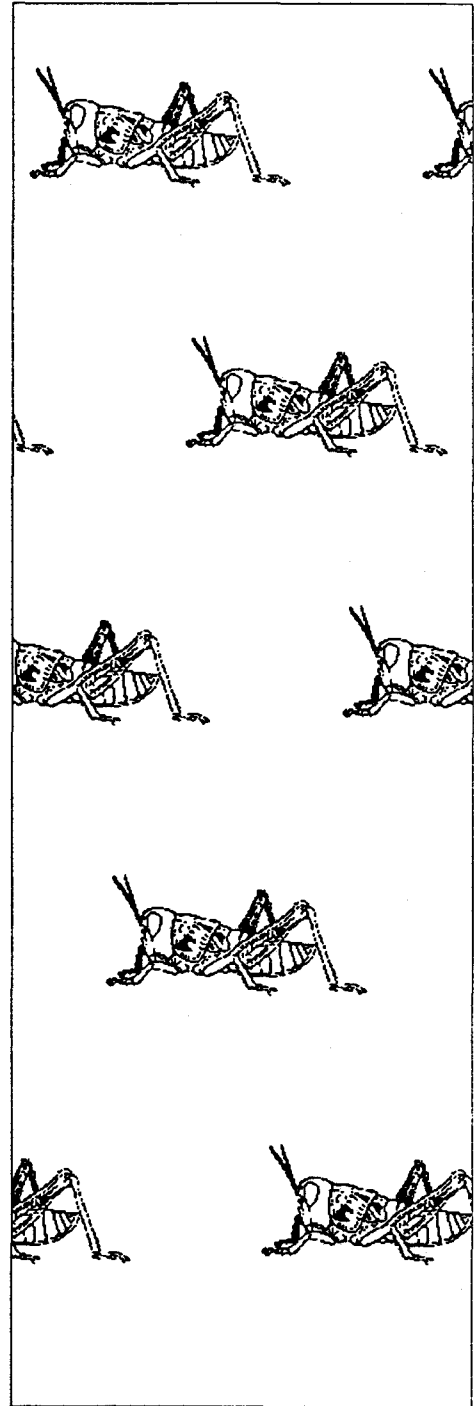


2. OBJETIVOS

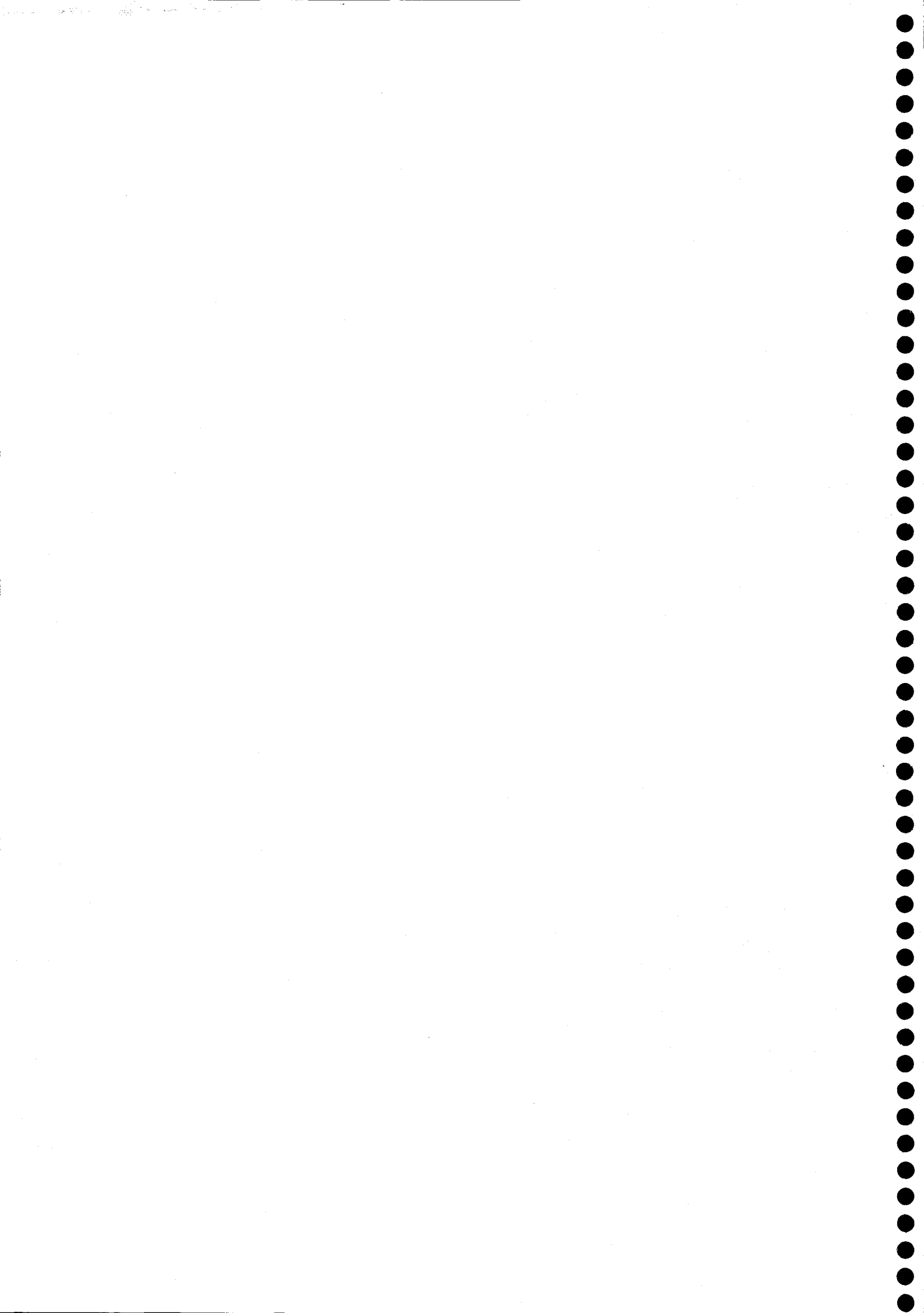
Los objetivos de este estudio pretenden combinar, por un lado la contribución al esclarecimiento de los aspectos biológicos de la langosta marroquí, y por otro la aplicación práctica de estos conocimientos en el control de sus poblaciones.

- Cartografiado de las poblaciones de *Doclostaurus maroccanus* en la provincia de Almería para facilitar su seguimiento y control.
- Caracterización del biotopo y hábitat preferente de la langosta marroquí como herramienta para localizar sus poblaciones.
- Calificación de las zonas langosteras de la provincia de acuerdo con la importancia de la población de langosta que habita en ellas. Establecimiento de las zonas permanentes, focos gregarígenos, etc.
- Estudio biométrico de las poblaciones para determinar su fase e intentar establecer los intervalos que caracterizan cada una de ellas.
- Estudio del ciclo de la langosta con la finalidad de desarrollar un modelo matemático como herramienta predictiva de su crecimiento.
- Intentar cerrar el ciclo vital en condiciones artificiales mediante la obtención de puestas en cautiverio e incubación posterior.
- Igualmente y relacionado con el anterior, intentar romper la diapausa y comprobar como afectan a los embriones las diferentes condiciones de incubación.
- Conocer la dinámica y factores que regulan las poblaciones, mediante el seguimiento de su evolución, con objeto de aportar herramientas que tengan aplicación para su control.
- Evaluar la eficacia de productos insecticidas mediante ensayos en condiciones controladas, con objeto de rebajar las dosis recomendadas o como posibles sustitutos de los que se emplean en la actualidad.





3. MATERIAL Y MÉTODOS



3.1. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE LA LANGOSTA EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA

En este epígrafe se engloban una serie de actividades y metodologías que se han desarrollado, orientadas al conocimiento real de la problemática de la langosta marroquí en la provincia de Almería.

3.1.1. ENCUESTAS SOBRE LA PRESENCIA DE LANGOSTAS

Como punto de inicio para determinar la existencia de poblaciones de langosta en la provincia de Almería, se confeccionó un cuestionario con objeto de delimitar zonas, caracterizar daños y conocer la frecuencia de la aparición de esta especie. Se partió de la base de que en la mayoría de los casos las personas consultadas desconoce la especie que causa daños o es objeto de denuncias, pero la prospección posterior de los lugares comunicados confirmaría o no la presencia de la especie en cuestión.

Las encuestas se distribuyeron a comienzos de 1992 y se enviaron por correo a cada uno de los Ayuntamientos de cada término municipal de la provincia. También el I.A.R.A. distribuyó ejemplares entre su guardería al igual que la A.M.A. y el Servicio de Extensión Agraria que envió encuestas a todas sus Agencias. Estos organismos colaboraron en la distribución y recogida del cuestionario que posteriormente nos remitieron una vez cumplimentadas. El número total de encuestas emitidas fue de 220.

ENCUESTA SOBRE LA LANGOSTA EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA

NOMBRE: _____
DIRECCION: _____
ORGANISMO: _____
TÉRMINO MUNICIPAL: _____

1) ¿TIENE USTED CONOCIMIENTO ANTERIOR O ACTUAL DE LA EXISTENCIA DE PLAGA DE LANGOSTA, GRILLOS, SALTAMONTES O CHICHARRAS EN SU TÉRMINO MUNICIPAL?
 SI / NO

2) SI TIENE NOTICIAS, INDIQUE EL PARAJE O ZONA: _____

3) ¿CUANDO APARECIÓ LA PLAGA?

AÑO: _____ MES: _____
AÑO: _____ MES: _____
AÑO: _____ MES: _____

4) EL ÁREA EN QUE APARECIÓ SE PUEDE ENCUADRAR EN:

- CULTIVO. INDIQUE LOS MISMOS:
 CAMPOS BALDÍOS O ABANDONADOS
 MONTE
 OTROS. INDIQUE CUALES (por ejemplo cañaverales, etc.): _____

5) ¿CONOCE USTED EL NOMBRE DE LA ESPECIE?: _____

6) ¿QUÉ EXTENSIÓN DE TERRENO SE VIÓ AFECTADA?: _____

7) ¿OBSERVÓ DAÑOS?: SI / NO

¿CON QUÉ GRAVEDAD?

- DAÑO LEVE (Solo pocas plantas afectadas)
 DAÑO MEDIO (Bastantes plantas afectadas)
 DAÑO GRAVE (Todas las plantas fueron afectadas)

¿QUÉ TIPO DE DAÑO?

- EN HOJAS EN CORTEZA
 EN FRUTOS OTROS (especificar): _____

8) ¿FUE TRATADA O SULFATADA LA PLAGA? SI / NO

¿CÓMO SE TRATÓ?

- TRATAMIENTO TERRESTRE (MOCHILA, PULVERIZADOR, ETC.)
 TRATAMIENTO AÉREO (AVIONETA/HELICÓPTERO)

9) ¿LOS TRATAMIENTOS FUERON REALIZADOS POR ALGÚN ORGANISMO OFICIAL?

SI / NO

¿RECUERDA QUÉ ORGANISMO FUE?:

- SERVICIO DE PLAGAS AMA
 ICONA DELEGACIÓN DE AGRICULTURA

3.1.2. DISTRIBUCIÓN Y CARTOGRAFÍA.

Uno de los objetivos del estudio de la langosta marroquí en la provincia de Almería es el conocimiento exacto de la ubicación de sus poblaciones. Para lo cual es necesario conocer dos aspectos que determinan su distribución: el biotopo óptimo para la especie y la fase en la que se encuentran las poblaciones. El conocimiento del biotopo permite localizar las posibles zonas en las que se encuentra la especie, evitando vagar por el campo hasta tropezarse con los ejemplares. El otro aspecto, la fase, condiciona la movilidad de la población; así, las poblaciones de langosta solitaria no se desplazan del lugar en el que se asientan. Por el contrario, las poblaciones gregarias poseen gran movilidad y varían continuamente su posición a lo largo de su ciclo.

Otra característica de los Ortópteros, muy práctica para buscar langostas solitarias, es el canto de los machos, conocer la estridulación característica de la especie, permite detectar y localizar ejemplares aislados, aún cuando sean muy escasos, separándolos de otras especies de acrididos.

Se ha muestreado la provincia de Almería durante los años 1992 a 1996, ambos inclusive, con objeto de conocer las poblaciones de langosta existentes en la provincia y su evolución a lo largo de los años. Estas poblaciones se representan en un mapa de proyección U.T.M. que permite, mediante coordenadas, la localización exacta de las poblaciones.

Las coordenadas U.T.M. son una herramienta sencilla y universal ampliamente utilizada por todos los entomólogos europeos que realizan estudios faunísticos.

El cartografiado de los registros biológicos puede hacerse a distintas escalas, siendo la representación en cuadrículas de uno o dos kilómetros de lado las más apropiadas para extensiones provinciales (PASCUAL y MONSERRAT, 1988). El retículo de la provincia de Almería de 2 km de lado supone un total de 4.500 cuadros, lo que se traduce en igual número de puntos de muestreo. Esto es una cantidad enorme e inabarcable desde un punto de vista práctico, teniendo en cuenta las dificultades que entraña localizar la langosta marroquí: inicialmente son ninfas de muy pequeño tamaño, cuando están en fase solitaria se distribuyen al azar, pero en fase gregaria su distribución es por contagio, pudiendo aparecer manchas de miles de individuos y a escasos metros no existen. Para poder contemplar toda la provincia todos los años que ha durado este estudio y en el período en el que aparece la langosta, (de mediados de marzo a principios de julio), se ha considerado un retículo de 10 km de lado al comprobar que su área de distribución es bastante amplia.

La simbología recomendada es de puntos negros para los registros observados y de puntos blancos para los datos procedentes de la bibliografía (PASCUAL y MONSERRAT, *op. cit.*).

El muestreo para establecer el cartografiado preciso en cuadrículas de 1-2 km de lado, es frecuentemente complicado por la dificultad de acceso a muchos de los puntos e imposible de aplicar para *Doclostaurus maroccanus* por su breve ciclo postembrionario. Sin embargo a efectos prácticos se puede reducir la zona a prospectar una vez que se conoce el biotopo en el que se localiza la especie: pastizales nitrificados. Se descartan pues grandes extensiones de montaña como zonas abruptas, piornales, áreas forestadas y de matorral denso, campos de cultivo roturados y desprovistos de hierba, cultivos forzados, etc. En realidad la langosta se ha localizado siempre en campos baldíos con suelo compacto y con las características que se exponen más adelante.

3.2. ZONA DE ESTUDIO

Con este apelativo se hace alusión a la zona o parcela en la que se realizó el seguimiento pormenorizado de las poblaciones de langosta, ya que en realidad el ámbito de estudio de la langosta es la totalidad de la provincia de Almería. Pero después de los muestreos del primer año de estudio se seleccionó una zona, principalmente por el tamaño de la población de langosta encontrada, en la que se decidió realizar el seguimiento durante los años posteriores. A raíz de los muestreos de 1992 se detectaron tres posibles puntos donde ubicar una parcela marcada para el seguimiento de la especie. Dos de estos puntos se encontraban en la zona de Gérgal y uno en el Cabo de Gata. Se escogió el último por presentar una vegetación más estable (no se había roturado en muchos años ni parecía que lo fuese en un futuro inmediato) y por su mayor proximidad.

3.2.1. LOCALIZACIÓN

La zona de langosta escogida se encuentra en el límite del Parque Natural del Cabo de Gata, en el término Municipal de Níjar, junto al caserío de Los Albaricoques, en el paraje denominado Haza de la Veedora, coordenadas U.T.M. 30SWF7678 y 100 m sobre el nivel del mar. Es una zona llana de antiguos cultivos cerealistas que actualmente se utiliza para el pastoreo de ganado ovino y caprino. Es una zona ideal

para realizar un estudio prolongado porque tiene buen acceso, está justo al lado de una carretera asfaltada y relativamente cerca del centro de investigación (a media hora de coche). Inicialmente se consideró que era una zona poco transitada con lo que las poblaciones de langosta no se verían afectadas por agentes externos (a excepción del pastoreo). Pero a lo largo de los años en los que se ha desarrollado este estudio, se han ido construyendo invernaderos en las inmediaciones, por lo que la actividad rural se ha incrementado enormemente. Y aunque estos cambios no han afectado directamente a la zona de estudio, sí afectan a la población al disminuir el trasiego de individuos hacia y desde poblaciones colindantes.

3.2.2. CLIMATOLOGÍA

Para el estudio del clima en la parcela de seguimiento, se dispone de los datos meteorológicos del Centro de Experiencias de SAFEN Michelin-Almería, ubicado a 7 kms de la misma. Los datos abarcan un período bastante dilatado, desde 1973 hasta la actualidad. En las Tablas 4 y 5 se recogen las medias anuales de los parámetros más significativos, que ofrecen una idea global de las características climáticas de la zona.

La temperatura media anual es de 19,4 °C, bastante elevada y característica de climas subtropicales. El clima del Cabo de Gata es subtropical mediterráneo subdesértico con veranos largos y cálidos, inviernos frescos y cortos, tanto la primavera como el otoño son moderados, siendo el otoño más cálido que la primavera como ocurre en toda la cuenca mediterránea (CASTRO, 1993). No existe un invierno térmico de manera estricta, pues ningún mes desciende de los 6 °C. Las mínimas medias de los meses invernales no bajan de 8 °C y las medias máximas superan siempre los 15 °C. Aunque pueden existir heladas muy puntuales, puesto que se han alcanzado mínimas de -2 °C en enero de 1985 y de -1 en marzo de 1993.

El verano es cálido y largo, prolongándose desde mayo a octubre, seis meses en los que la temperatura media es superior a 20 °C. Las medias máximas no superan nunca los 32°C, aunque se han llegado a medir 43 °C en julio de 1975.

La precipitación media anual del Cabo de Gata es típica de los climas desérticos, con tan sólo 192.2 l/m² (promedio de 1973-95). Lo que le encuadra dentro del dominio árido del mundo subtropical. Esta carestía en lluvias está acentuada además por una gran irregularidad interanual, apareciendo años húmedos con 498 l/m², y otros con tan sólo 108.7 l/m². El máximo de lluvias se produce en otoño, seguido de otro pico en

Tabla 4.- Datos climáticos anuales del período 1973-1995.

Año	Temperaturas		Tª M.	Lluvia	Días
	Tª M. Max.	Tª M. Min.		l/m²	cubiertos
1973	22.3	13.7	17.9	212.5	25
1974	21.2	13.5	17.4	108.7	28
1975	20.3	13.1	16.8	176.0	29
1976	22.5	15.2	19.1	293.1	33
1977	22.4	15.3	19.1	166.8	32
1978	22.9	15.6	19.6	111.5	30
1979	22.1	14.1	18.3	126.0	34
1980	22.7	14.4	18.9	220.5	46
1981	24.3	15.8	20.4	112.0	40
1982	24.5	15.9	20.6	173.0	39
1983	23.6	15	19.7	181.0	30
1984	23.2	14.5	19	147.0	27
1985	23.6	15.5	19.6	170.0	32
1986	23.8	15.9	19.9	251.2	29
1987	22.7	15.4	19.2	181.0	49
1988	24.4	17.4	21.2	193.0	43
1989	24.3	17.9	21.4	498.1	46
1990	23.8	16.9	20.6	184.4	43
1991	22.1	14.8	18.6	124.4	32
1992	23.7	16.6	20.3	268.7	39
1993	22.9	16.5	19.9	217.1	37
1994	23.2	16.4	20.1	189.1	28
1995	22.6	14.9	19	115.0	29
×	23	15.4	19.4	192.2	35

primavera, en contraste con la sequía estival. Es el pico de primavera el que condiciona los avivamientos de la langosta.

Los vientos son un componente fundamental en el clima del Cabo de Gata, pues soplan con bastante frecuencia e intensidad. Más del 80% de los días hace viento en esta comarca. El viento dominante es el poniente de componente SW, seguido del levante de componente E, y en menor grado del N o S.

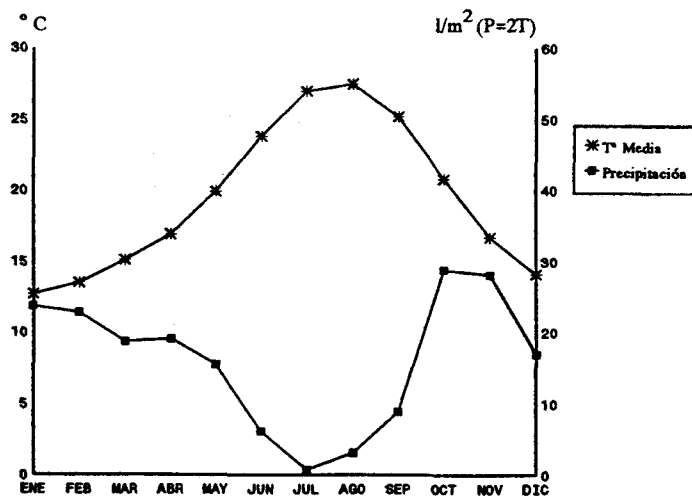
Tabla 5.- Temperaturas y lluvia por meses en el Cabo de Gata durante el período 1973-95.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T. máx. absol.	24	23	28	29	33	37	43	41	36	32	30	24
T. media max.	16.5	17.1	18.7	20.3	23.2	27.3	30.8	31.2	28.8	24.3	20.2	17.6
T. mín. absol.	-2	0	-1	6	9	11	15	15	10	8	4	1
T. media mín.	8.5	9.6	11.1	12.8	15.9	19.6	22.7	23.4	21.1	17	12.9	10.2
T. media	12.7	13.5	15.1	16.9	19.9	23.8	27	27.5	25.2	20.8	16.7	14.1
Precipitación	23.7	22.8	18.6	19	15.4	6.1	0.7	3.1	8.9	28.8	28.1	16.9

La luz solar es otra característica del clima de esta zona. El promedio de horas de sol, en el período que se viene contemplando, es de 2877.4 al año, habiéndose alcanzado las 3154.7 horas. Los días nublados representan un promedio de 35, con un máximo de 49 y un mínimo de 25 a lo largo del año. La insolación es un factor fundamental en la regulación de la temperatura corporal de la langosta.

En la Fig. 4 se ha representado el diagrama ombrométrico de Gaussen, que pone de manifiesto la extrema aridez de la zona en todos los meses del año. Este ombroclima árido sólo está presente en pequeñas áreas costeras murciano-almerienses (RIVAS, 1987). Este diagrama ha variado sensiblemente en los últimos años debido a que han decrecido las lluvias medias en los primeros meses del año y por contra han ascendido las temperaturas medias.

Fig. 4.- Diagrama ombroclimático de Gaussen para el Cabo de Gata durante el período 1973-1995. Datos suministrados por el Centro de Investigación de MICHELIN.



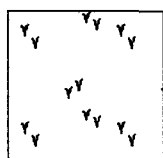
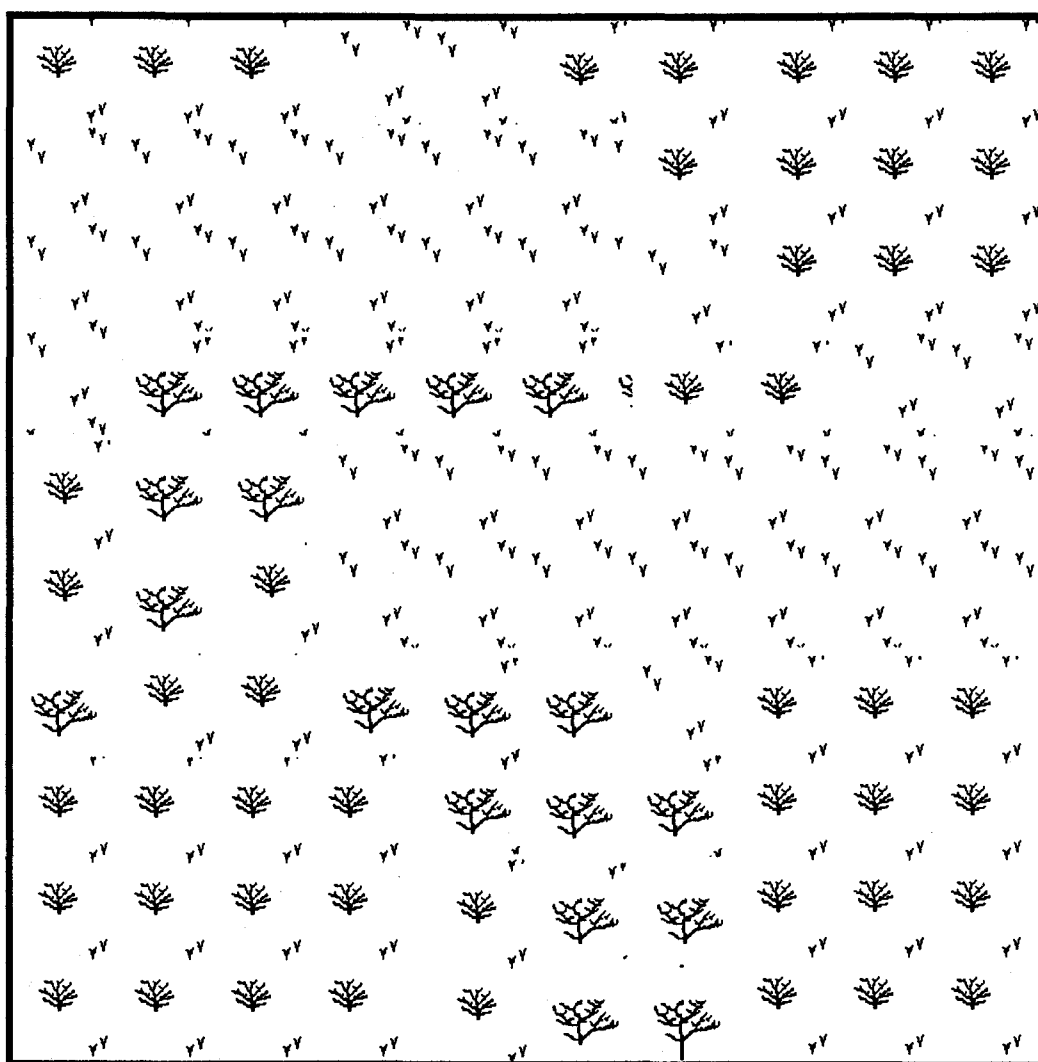
3.2.3. VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA.

El Cabo de Gata se encuentra dentro de la Región Mediterránea, en el Sector biogeográfico Almeriense de la Provincia biogeográfica Murciano-Almeriense, en el Piso Termomediterráneo. La serie de vegetación que aparece en esta zona es la Serie termomediterránea murciano-almeriense semiárido-árida del azufaifo (*Ziziphus lotus*), *Zizipheto loti sigmetum*. Esta serie presenta una etapa madura constituida por matorral denso de azufaifo acompañado de otros matorrales espinosos. La degradación de la serie produce un matorral mucho menos denso y más diversificado, hasta llegar finalmente a un pastizal en el que predominan las gramíneas *Lygeum spartum* y *Stipa capensis* (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987).

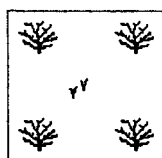
La zona seleccionada para el seguimiento de la langosta tiene una extensión de dos hectáreas y es prácticamente llana, pues los únicos desniveles se deben a antiguas terrazas de cultivo y ramblillas de poca consideración. En ella hay algún pie de palmito (*Chamaerops humilis*), de azufaifo y de *Rhamnus lycioides*, lo que la identifica como perteneciente a la serie anterior. Si bien lo que caracteriza a la zona es el matorral disperso de tomillo y salsola y el pastizal de *Stipa capensis*. Su composición florística a lo largo de los años que ha durado el estudio no ha variado perceptiblemente puesto que la zona está sometida a pastoreo y a la acción de los recolectores de tomillo.

Para realizar el seguimiento de la población de langosta se ha diseñado un croquis con los principales tipos de vegetación presentes en la parcela (Fig. 5). Se ha distinguido un pastizal (32 % de la parcela de estudio), un matorral bajo con pastizal (51 %) y un matorral más alto formado casi exclusivamente por *Thymelea hirsuta* que se asienta en las ramblillas (19 %) y que suele ser excluyente de la langosta.

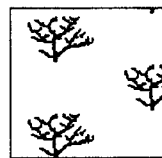
Fig. 5.- Tipos de vegetación de la parcela de estudio: 1, pastizal de *Stipa capensis*; 2, tomillar con pastizal; 3, matorral de *Thymelea hirsuta*.



①



②



③

3.3. MÉTODOS DE MUESTREO

Para llevar a cabo el estudio de las poblaciones de langosta marroquí, se han establecido una serie de métodos de muestreo para los estados de ninfa y adulto que permitan conocer el desarrollo de las poblaciones, la evolución en el tiempo y su dinámica. Igualmente se han hecho muestreos para conocer la densidad de las ootecas, número de huevos por puesta y depredación de los mismos.

Estos diferentes métodos de muestreo se han utilizado tanto en la parcela de estudio ubicada en el Haza de la Veedora como en la población establecida en las cercanías de Fernán-Pérez. Si bien no todos los métodos aplicados se han utilizado simultáneamente ni en el mismo período, pues se han ido modificando en el transcurso del estudio a tenor de los resultados obtenidos.

El seguimiento de la población de la zona de estudio se realizó dos veces por semana desde la eclosión de los huevos hasta la muerte generacional durante los años 1993, 94 y 95. En 1996 se ha incrementado un día de muestreo a la semana durante las tres últimas mudas.

3.3.1. MUESTREO DE NINFAS Y ADULTOS

El muestreo de individuos de *D. maroccanus* se ha centrado fundamentalmente en la parcela seleccionada para ello. En ésta se estableció un retículo de un centenar de cuadros de 10 m de lado, marcados en el suelo mediante estacas de 20 cm clavadas en los vértices de cada cuadro. Las estacas que se deterioraron o fueron arrancadas por el ganado, de un año para el siguiente fueron repuestas antes de avivar la langosta.

Se han utilizado cuatro métodos diferentes de muestreo de acuerdo con la finalidad de los datos a conocer: transecto, recuento de individuos en cuadros marcados en el suelo, recuento en cuadros de alambre y batida de manga entomológica.

a) Transecto.

Se recorría una distancia de poco más de 141 metros de largo por uno de ancho. La longitud del transecto viene dada por la diagonal de un cuadrante de la zona parcelada, lo que equivale a cinco diagonales de los cuadros de 10 metros de lado establecidos. La anchura es la distancia que se bate con la red entomológica al desplazarla hacia un lado y otro del cuerpo, a una distancia lo suficientemente cercana

al suelo como para poder levantar y capturar las langostas. Se batía con la red entomológica en zig-zag la diagonal de cada cuadro sin detenerse y realizando el recuento al final de ésta. Los individuos contados se soltaban de nuevo en sentido contrario al de la marcha para evitar que fuesen anotados reiteradamente. El transecto a muestrear cada día se escogió por sorteo aleatorio de cuadrantes.

El inconveniente de este método es que no es objetivo ni constante, ya que se ve alterado fácilmente por múltiples factores: edad de los individuos, condiciones climáticas y vegetación (EVANS, 1989). Los vientos fuertes limitan la capacidad de captura porque modifican sustancialmente la movilidad y forma de la red (conviene recordar, como ya se ha mencionado, que el 80% de los días hace viento). KEMP (1992a) realizó muestreos de Ortópteros mediante pasadas de red siempre que la velocidad del viento sea inferior a 25 m/s. La temperatura ambiental condiciona la mayor o menor actividad de los individuos. Y la existencia o no de plantas a lo largo del transecto, puesto que la presencia de plantas altas produce un sesgo hacia la captura de estadíos mayores. En general la toma de muestras mediante batidas de red produce diferencias eficacias en los distintos estadíos (BROWDE *et al.*, 1992).

El método utilizado por Waloff, consiste en un número determinado de batidas de red (UVAROV *et al.*, 1951) adolece también de los inconvenientes mencionados. No obstante muchos autores lo siguen utilizando (QUINN & WALGENBACH, 1990; BROWDE *et al.*, *op. cit.*; KEMP, 1992 a y 1992b, etc.).

Este método se abandonó en el segundo año del seguimiento exhaustivo de la población debido a las grandes fluctuaciones que presentaba. Se considera que es un método útil para muestreos puntuales pero no en seguimientos continuados.

b) Cuadros marcados en el suelo.

Este método está basado en el utilizado por Waloff en Chipre, aunque este autor utilizó cuadros móviles de alambre de un pie cuadrado (0.093 m²) y que situaba 24 horas antes del recuento para evitar posibles distorsiones (UVAROV *op. cit.*). ONSAGER & HENRY (1977) desarrollan un método para la estima poblacional de ortópteros semejante al anterior, utilizan anillos de aluminio de 0.1 m² y estudian estadísticamente su eficacia al ser utilizado por diferentes operarios. Basado en lo expuesto, se marcó en el centro de cada uno de los cuadros de 10 m de lado otro cuadro de 50 cm de lado (0.25 m²) por medio de piedras pintadas de blanco y situadas en los vértices. Al ser cuadros fijos se evitan las posibles distorsiones que supone su colocación.

No existe la necesidad de señalar con balizas la ubicación de los cuadros de alambre para evitar extraviarlos, ya que las piedras blancas son visibles a distancia. Todas las señalizaciones se realizaron en invierno, antes del avivamiento de la langosta. Esto permite ubicar los cuadros antes de que nazca la vegetación herbácea ya que el suelo aún permanece ralo y desnudo, con lo que también se evita una posible distorsión al situar los cuadros por existencia de mayor o menor densidad de pasto. Otra gran ventaja que se obtiene al utilizar cuadros fijos, es de ahorro, tanto de índole económica como temporal, ya que se prescinde de un desplazamiento a la zona de estudio la víspera de cada recuento para colocar los cuadros de alambre, inconveniente ya expuesto por ONSAGER & HENRY (*op. cit.*).

Por último los cuadros fijos por medio de marcas en el suelo no representan elementos exógenos al ambiente en el que vive la langosta, puesto que están presentes en su entorno desde que nacen. De hecho, en algunas ocasiones se han detectado individuos posados sobre las piedras que delimitan la superficie de recuento. Se han mantenido los mismos cuadros durante los tres años de muestreo, y durante los meses del estado de huevo sólo se han realizado dos visitas de mantenimiento de las marcas y reposición de las estacas y piedras que se hubiesen extraviado o movido por alguna causa (deterioro, inclemencias climáticas o pastoreo del ganado).

Se realizó el recuento del 20% de los cuadros marcados en 1993 y el 100% en 1994 y 1995. El porcentaje establecido en 1993 se hizo mediante sorteo aleatorio por ordenador de los cuadros a visitar cada día. La modificación introducida en 1994 se llevó a cabo con el objeto de poder tener una idea global del movimiento de la población, pues de este modo se pudo comprobar la constitución, movimiento y desintegración de las manchas en el total de la superficie acotada.

Con este método se ha podido conocer el número de ejemplares por superficie, así como la ocupación de la zona por las langostas.

El recuento de los individuos se realizó aproximándose a cada cuadro en contra del sol y contando visualmente los individuos que se encontraban en su interior. Hay que tener en cuenta los que entran y los que salen en el recuento. Es conveniente realizarlo temprano cuando los individuos tienen menor actividad (UVAROV *et al.*, *op. cit.*).

El hecho de dejar los cuadros fijos y sortear cuáles de ellos han de muestrearse permite un muestreo aleatorio. Esto no se conseguiría si se lanzasen cuadros de alambre al azar, puesto que se tiende a lanzar los cuadros a los lugares donde hay mayor densidad de individuos y ausencia de vegetación. El propio DEMPSTER (1957) manifiesta que los cuadros de alambre han de ponerse en filas y distancias regulares, pues si se dispusieran de modo aleatorio se perderían.

c) Cuadros de alambre.

Se utilizó un cuadro de alambre de 50 cm de lado que era arrojado sobre la población de langosta para establecer su densidad. Se observó que al arrojar el alambre no se producía distorsión en la disposición de los individuos, a excepción de los casos en que el alambre tocaba a alguno de ellos, cosa que no ocurría casi nunca. Si se produce un desalojo por parte de los saltamontes cuando se coloca directamente un cuadro de alambre en un punto concreto, pero no cuando el cuadro se arroja a distancia.

Con este método se ha podido calcular el número de individuos por superficie en las zonas donde se detectaron poblaciones de langosta fuera de la parcela de estudio. También se utilizó para el recuento de langostas muertas después del tratamiento.

Es un método óptimo para lugares llanos y con pastizales, pero es inadecuado para suelos con grandes piedras y/o vegetación densa o de porte mediano puesto que el alambre se engacha y no se pueden realizar recuentos con fiabilidad.

d) Batida con manga entomológica.

Se realizó batida con red hasta capturar ampliamente el centenar de individuos. De este modo se obtuvo la proporción de edades, sexos y especies. KEMP (1992b) efectúa tantas pasadas de red como son necesarias para capturar 100 ejemplares, lo que finalmente establece en 100 pasadas. El material recolectado se conservó en alcohol de 70° para su posterior estudio en el laboratorio.

En la zona parcelada la toma de muestras se llevó a cabo fuera de las cuadrículas, aunque dentro del mismo área y población, con objeto de no producir modificaciones en los parámetros poblacionales.

3.3.2. MUESTREO DE OOTECAS

Para poder obtener datos sobre la depredación de ootecas en campo, no se muestrearon ootecas inmediatamente después del declive poblacional, a principios de julio, sino que se pospuso hasta mediados de agosto y septiembre.

Los puntos de muestreo se fijaron previamente en las zonas de puesta de las hembras en aquellos parajes en los que la densidad de langosta había sido elevada, concretamente en la parcela de estudio y en el paraje denominado Cerros del Jayón, en los alrededores de Fernán-Pérez, en el Parque Natural del Cabo de Gata.

Para cuantificar el número de ootecas por m² se cavaron 20 cuadros de 30 cm de lado en cada paraje seleccionado.

Se procedía a un barrido del suelo con un cepillo duro con objeto de eliminar los restos sueltos de vegetación y dejar el suelo casi desnudo. En algunos casos podían apreciarse algunos espejuelos a ras de la superficie o sobresalir ligeramente, pero siempre en un número muy inferior a la cantidad de canutos existentes en ese área. Se depositaba un cuadro de alambre de las citadas dimensiones para delimitar cada cuadro y a continuación se realizaba el cavado y desmenuzado minucioso de la tierra separando los canutos del sustrato.

Parte de las ootecas recolectadas se utilizaron para el recuento del número de huevos, otros para la incubación y todos ellos para el estudio de la densidad de las puestas y porcentaje de depredación.

3.4. ESTUDIOS EN LABORATORIO

3.4.1. BIOMETRÍA DE INDIVIDUOS.

La biometría es una herramienta de trabajo imprescindible para el estudio de las fases de las langostas. La investigación de las dimensiones de determinadas estructuras ha conducido a la obtención de índices que caracterizan las fases de la especie. En *Doclostaurus maroccanus* el índice más extendido es el que se deriva de la relación entre la longitud de la tegmina y la longitud del fémur posterior (E/F).

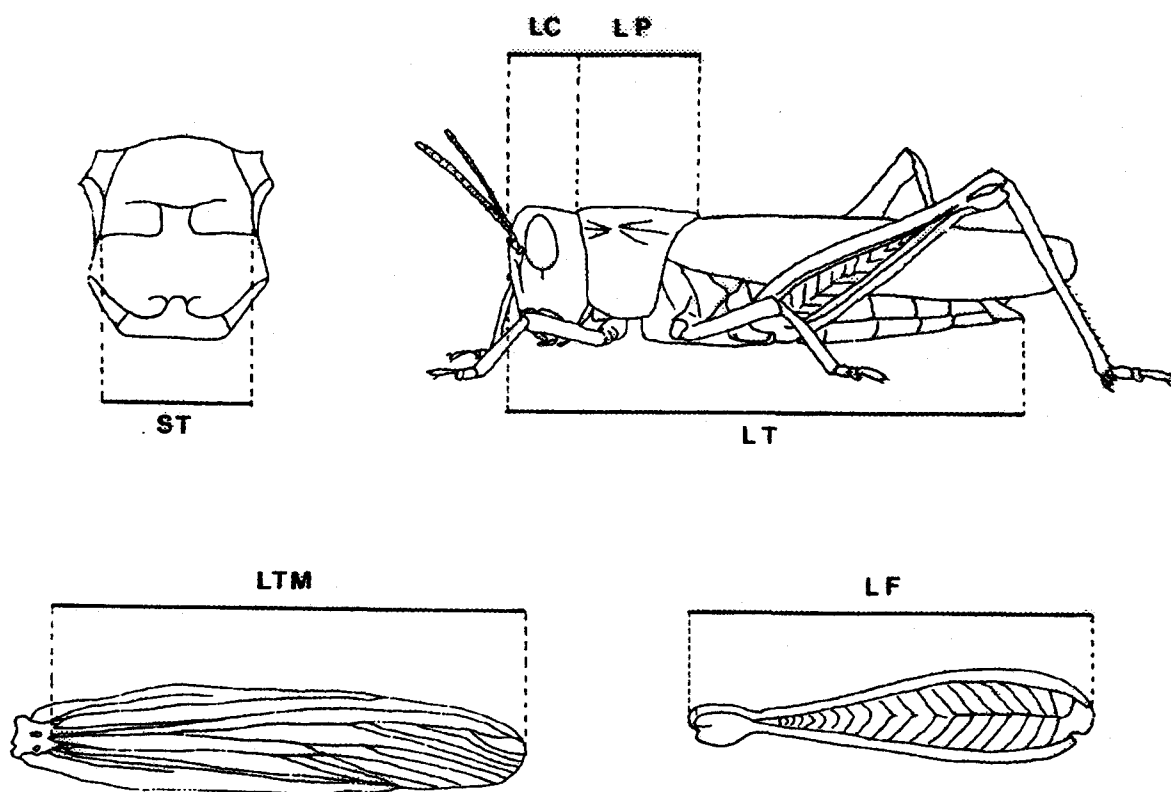
En este estudio se han medido una serie de parámetros con objeto de comprobar su variación. Los parámetros estudiados son: longitud de la cabeza (lc), longitud del pronoto (lp), longitud de la tegmina derecha (ltd), longitud de la tegmina izquierda (lti), anchura del esternón (st), longitud del fémur posterior derecho (lfd) y longitud del fémur posterior izquierdo (lfi) (ver Fig. 6). A partir de los valores dobles de la tegmina y fémur se ha obtenido para los cálculos el valor medio. La medición de ambos apéndices pares minimiza el error de medida, y permite en caso de deterioro o ausencia de alguno de ellos, la obtención del dato de ese parámetro.

La medición de las tegminas se ha realizado extendiéndolas perpendicularmente al cuerpo sobre una plaqueta plana.

Los ejemplares se han medido en fresco, bien a las pocas horas de la captura, o bien se han conservado en frigorífico para medirlos después. El instrumental utilizado ha sido un calibre electrónico digital, marca Ega-Master, que proporciona valores hasta la centésima de milímetro.

Para el estudio de la variación de los datos biométricos en relación con las fases, se ha realizado un análisis estadístico mediante el programa informático BMDP Statistical Software.

Fig. 6.- Referencias consideradas para la medición de los ejemplares de langosta.



3.4.2. CRÍA DE INDIVIDUOS

Se partió de ejemplares en cuarto y tercer estadio larvario capturados en la zona de seguimiento del "Haza de la Veedora", aunque también se utilizaron ejemplares en quinto estadio del foco posteriormente tratado en los alrededores de Fernán-Pérez. Se utilizaron 6 jaulones de madera con un lado de cristal. La base medía interiormente 20 x 20 cm, con una altura de 25 cm, en el lado opuesto al cristal se dispuso un portalámparas y en los contiguos una rejilla en uno y una puertezuela giratoria en el opuesto. En el techo del jaulón se colocó otra rejilla respiradero. La jaula se levantaba del suelo con 4 patas finas de 11 cm, lo que permitía la instalación y manipulación de los frascos de puesta.

Los jaulones eran iluminados con bombillas de 40 w que se encendían mediante un temporizador al que se programó para 12:12 horas de luz:oscuridad.

En 5 jaulones se metieron, directamente en el campo, 50, 75, 100, 125, 150 especímenes de langosta marroquí respectivamente, procedentes del paraje de los Albaricoques. En otro jaulón se introdujeron unas 100 ninfas de quinto estadio procedentes de Fernán-Pérez con objeto de obtener puestas y comparar ambas poblaciones. La composición de cada lote no fue seleccionada en absoluto, se introdujeron los individuos tal y como se habían capturando, de modo que las proporciones de edades y sexos son las que existían en ese momento en condiciones naturales. La gran mayoría se encontraban en estadio cuarto y algunos en tercero.

El objetivo de introducir diferentes densidades era comprobar si podrían darse o no diferencias de puesta y/o comportamiento de un jaulón a otro. En los frascos de cría se les puso sustrato para que realizasen la ovoposición (ver siguiente punto).

Las langostas fueron alimentadas con hierba fresca, fundamentalmente gramíneas, malvas, etc. y col, aunque también se les suministraba salvado, "ad libitum". Inicialmente se suministró un frasco lleno de agua con una esponja en su superficie, para que las langostas pudisen beber sin ahogarse. Rápidamente se comprobó que el agua no era necesaria, ya que el pasto aporta la suficiente y ésta se corrompía en corto espacio de tiempo al llenarse la esponjilla de excretas.

Regularmente se eliminaban las excretas y diariamente se revisaban los frascos de puesta.

3.4.3. RECOGIDA DE PUESTAS

La recogida de puestas en los jaulones de cría en laboratorio se hizo en frascos

de plástico de 8 cm de profundidad y 4,2 de diámetro que se colocaban a nivel del suelo de la jaula. Estos envases se rellenaron inicialmente con vermiculita. Pero se comprobó que no era muy eficaz, puesto que en la mayoría de los casos las hembras introducían sus abdómenes pero no llegaban a realizar la puesta, que finalmente era depositada indiscriminadamente en cualquier punto del jaulón con lo que era inmediatamente devorada por otros individuos. Posteriormente se utilizó tierra y se vió que era necesaria la compactación para el éxito de la ovoposición, pues con tierra suelta ésta tampoco se producía. Por lo tanto se comprobó que la compactación del sustrato constituye un factor primordial para el desarrollo de la ovoposición (MORENO, 1943). Puede suponerse que la compactación ayuda a ejercer la presión y/o sujeción del abdomen necesarias para la fabricación del canuto y expulsión de los huevos. Sin embargo la puesta se realiza sin ningún tipo de presión externa en el abdomen cuando las hembras ovopositan indiscriminadamente por el jaulón.

También se hicieron pruebas con tierra compactada mojada pero al secarse se endurecía en exceso e impedía la ovoposición.

3.4.4. RECUESTO DE HUEVOS Y DE OOTECAS DEPREDADAS

Para conocer el número de huevos por canuto se procedió al recuento de 20 ootecas, dependiendo del origen (laboratorio o campo) y de la zona de procedencia (Fernán-Pérez o Haza de la Veedora). Para ello se metieron en una placa de Petri con agua durante 24 horas unos 25 canutos de cada sitio. El agua reblandece la cubierta terrosa y posteriormente con ayuda de dos pares de pinzas se rompía cuidadosamente el canuto para extraer los huevos sin dañarlos. Las cinco ootecas de reserva servirían para sustituir a las que apareciesen depredadas dentro de las 20 primeras.

El recuento de las ootecas depredadas hay que hacerlo en diferentes fases y no se completa hasta que se han revisado todas las puestas recolectadas en campo. El porcentaje final de ootecas depredadas se expresa del siguiente modo:

$$\% O_{dep} = \frac{O_c + O_h + O_i + O_r}{O_{total}} \times 100$$

O_c : número de ootecas que en campo se detectan como depredadas, bien porque presentan orificios o porque al extraerlas se rompen y dejan ver el depredador.

O_b : número de ootecas que se observan depredadas en el recuento de huevos.

O_i : número de canutos que van apareciendo depredados a lo largo de la incubación. Esto se produce porque la larva depredadora abandona el canuto para pupar al humedecerlos para incubarlos.

O_r : número de ootecas depredadas dentro del resto de puestas recogidas. (Esto se realiza abriendo todos los canutos después de reblandecerlos, o incubándolos indiscriminadamente para forzar al depredador a abandonar el canuto).

3.4.5. FERTILIDAD DE LAS HEMBRAS

Durante 1993 no fue posible el aislamiento de hembras para comprobar su capacidad reproductora, aunque se hizo el seguimiento de algunas para obtener una idea global del número de puestas por hembra.

A) Dentro de las jaulas de cría se marcaron con un número en el pronoto un total de 16 hembras. Cuando se las detectaba poniendo, se esperaba hasta que finalizasen la ovoposición y seguidamente se extraía la ooteca y se contaban el número de huevos.

Este método tiene la dificultad de que hay que estar presente siempre que la hembra está poniendo para poder aislar la ooteca y no confundirla con la de otras hembras. Los datos de algunas hembras son incompletos ya que no siempre se pudieron observar todas las oviposiciones.

B) En 1994 se independizaron 10 hembras con dos machos en frascos de cristal de boca ancha (10×15 cm) rellenos con un fondo de tierra cribada y apelmazada de unos 5 centímetros. La tapadera consistió en un trozo de tela de visillo sujeta con una goma elástica. Si algún macho moría era repuesto. Se suministraba alimento fresco diariamente extrayendo el del día anterior. Las excretas se extrajeron periódicamente, volcando cuidadosamente el frasco, el sustrato fuertemente comprimido no se desprendía.

C) También en este año se pudieron aislar en jaulas de cría 5 hembras acompañadas de un par de machos.

D) Otra modalidad utilizada en 1994, con objeto de conocer el número de puestas realizadas por una hembra en su medio natural, ha sido la colocación de un total de 15 jaulas de malla de aluminio con aristas de alambre acerado. Fueron clavadas en el suelo, teniendo la precaución de que todos los bordes quedasen a rás del suelo, de modo

que los ejemplares no pudiesen escapar ni algún otro lograrse entrar. Se procuró colocar las jaulas con suficiente vegetación en el interior. Las dimensiones de éstas fueron 10×30×30 cm.

3.4.6. INCUBACIÓN DE HUEVOS

Para estudiar la viabilidad de los huevos de langosta, el porcentaje de eclosión, y posibilidades de desarrollo en laboratorio de *Dociostraurus maroccanus*, se incubaron canutos de esta especie en condiciones controladas. Se incubaron ootecas obtenidas en laboratorio y extraídas en campo, tanto del paraje de Los Albaricoques como de Fernán-Pérez, para poder establecer diferencias según la población y el origen.

Los "canutos" se colocaban en placas de Petri debidamente etiquetadas a las que se les puso una base de papel secante. Los canutos se mantuvieron húmedos mediante la administración de dos gotas de agua, cada dos días mientras se incubaban a 25 °C y cada semana mientras se mantuvieron a 12 °C. En ningún caso se estableció ciclo día-noche puesto que se consideró que los "canutos" enterrados en el campo no reciben nada de luz, de forma que ésta no tendría influencia. Los incubadores fueron dos armarios KOXKA MEC-185/F.

A) Para intentar alcanzar los objetivos marcados en cuanto a la incubación de ootecas en condiciones controladas, se realizaron dos etapas de incubación. En la primera, con objeto de romper la diapausa, se establecieron tres tipos de condicionantes para la incubación de los canutos, independientemente del origen y zona.

a) con tratamiento térmico durante 10 días a 12 °C y posterior incubación a temperatura constante de 25 °C.

b) con tratamiento térmico durante 20 días a 12 °C y posterior incubación a temperatura constante de 25 °C.

c) a temperatura constante de 25 °C.

En cada fecha de inicio de incubación se metieron 10 ootecas (+ 3-5 de reserva por si alguno estaba depredada) de cada origen con cada una de las variantes.

B) Para intentar alcanzar el segundo objetivo: comprobar como afectan a los embriones las diferentes condiciones de incubación, se pusieron más ootecas a incubar, pero con algunas modificaciones con respecto al ensayo anterior. Se incubaron a finales de enero

de 1994 ootecas extraídas en campo. Estos canutos se habían extraído de los dos lugares antes mencionados a finales de agosto y comienzos de septiembre de 1993, y se habían conservado en frascos de cristal cerrados herméticamente a temperatura ambiente (T^a A.), sin adición de agua. Las condiciones de incubación consistieron en un choque de frío a 5° e incubación a 25° o a la T^a A. del laboratorio que osciló entre 12 y 23°. Se incubaron 30 ootecas aisladamente y otras 70 en lotes.

3.5. AJUSTE DEL DESARROLLO POSTEMBRIONARIO A VARIOS MODELOS MATEMÁTICOS

Se utilizan los modelos matemáticos logísticos como herramienta para el conocimiento de la dinámica poblacional. Estos modelos se basan en la tasa de crecimiento de las poblaciones sometidas a una capacidad de carga que viene determinada por las limitaciones físicas y biológicas del ecosistema.

Se aplican a los datos de desarrollo postembrionario de las poblaciones de langosta de Almería una serie de modelos logísticos para conocer su ajuste a una determinada curva y comparar los distintos ajustes. Se emplean dos tipos de modelos: los clásicos y autónomos, y uno no autónomo. Los autónomos consideran el tiempo como una función periódica que se repite y que se presenta en la naturaleza con pequeñas variaciones y no está recogido en sus ecuaciones diferenciales. Los modelos no autónomos, por el contrario, si consideran el tiempo.

Los modelos logísticos clásicos exigen que exista uniformidad entre los individuos y que la tasa de crecimiento de la población cambie instantáneamente con su densidad. El modelo logístico no autónomo de CARREÑO (1996) utilizado, establece que el comportamiento dinámico de la población está determinado por el tamaño de la población y por el tiempo.

Se han aplicado tres modelos logísticos clásicos de los cuatro más usuales señalados por MORENO (1994). Estos modelos y sus curvas son:

- Modelo Logístico de Verhust-Pearl:

$$\frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{K}\right)$$

cuya solución es:

$$x = \frac{K}{1 + \left(\frac{K}{x_0} - 1\right) e^{-rt}}$$

- Modelo de Gompertz:

$$\frac{dx}{dt} = rx \ln \left(\frac{K}{x} \right)$$

cuya solución es:

$$x = K \exp \left[\ln \left(\frac{x_0}{K} \right) e^{-rt} \right]$$

- Modelo de Richards:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{r}{v} x \left(1 - \left(\frac{x}{K} \right)^v \right)$$

cuya solución es:

$$x = \frac{K}{\left[1 + \left(\left(\frac{x}{x_0} \right)^v - 1 \right) e^{-rt} \right]^{\frac{1}{v}}}$$

- Modelo de Carreño:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{r}{v} x \frac{a}{a + e^{-\mu t}} - \mu x$$

cuya solución es:

$$x = \frac{x_0(a+1)^{\frac{1}{v}} e^{-\mu t}}{\left(1 + a e^{-rt} \right)^{\frac{1}{v}}}$$

En todos ellos,

x = población

x_0 = población inicial

r = tasa de crecimiento

K = capacidad del sistema

a , v , y μ son parámetros específicos de cada modelo.

Al expresar el modelo fenológico como un conjunto de ecuaciones predictivas, donde cada una describe la proporción de insectos que han alcanzado un determinado estadio, se consiguen una serie de propiedades. Por un lado, la variabilidad en la

duración de los estadios es considerada; se permite la acomodación de la correlación entre los distintos estadios, siguiendo su ritmo normal de desarrollo; y no es necesario conocer la tasa de mortalidad al asumir la supervivencia como una función temporal (HUDES & SHOEMAKER, 1988).

Para poder aplicar a los datos los modelos matemáticos se han utilizado los siguientes programas informáticos: STATISTIC, Ver. 4.1, Analytical Software, 1994; STATGRAPHICS, Ver. 7.1, Statistical Graphics Corporation, 1994 y Table Curve 2D™, JANDEL SCIENTIFIC, AINS Software, 1994.

3.6. CONTROL QUÍMICO

En 1995 se llevó a cabo un ensayo en laboratorio con objeto de comprobar la eficacia de algunos insecticidas sobre diferentes estadios de langosta.

3.6.1. EL MATERIAL BIOLÓGICO

Los tratamientos se efectuaron sobre langostas inmaduras criadas en laboratorio y capturadas en campo. Teniendo en cuenta que la langosta marroquí es una especie univoltina de desarrollo rápido (40 días aproximadamente) y algunos de los estadios duran menos de una semana. Se decidió incubar en laboratorio un lote de canutos extraídos en campo para poder disponer de ninfas durante un periodo de tiempo más dilatado. De este modo se dispuso de material para realizar las distintas aplicaciones y repetir alguna si había algún fallo.

Los huevos que se incubaron fueron extraídos del canuto para evitar la proliferación de hongos sobre la tierra que recubre la puesta. La incubación se realizó en estufa a temperatura constante de 25 °C, comenzando a mediados de febrero y obteniendo las larvas 15 días después, añadiendo periódicamente agua para mantener un grado de humedad ideal.

Una vez que se produjeron los avivamientos, se pasaron las ninfas a recipientes de plástico (19.6 × 13.37 × 9.3 cm) cerradas con tela de visillo para permitir el intercambio gaseoso y la entrada de luz. Las ninfas fueron alimentadas con gramíneas frescas y posteriormente con malvas. Las fiambreras se colocaron bajo focos luminosos para luz y calor, sujetas a un ciclo L/O de 12:12 horas mediante un temporizador.

Los individuos capturados en campo se transportaron al laboratorio y posteriormente se mantuvieron en jaulones de madera como ya se ha explicado

anteriormente.

3.6.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizaron seis ensayos para determinar la mortalidad de dos grupos de edades: NI-NII y NIII-NIV. La unidad experimental fue un lote de 20 langostas, recogidas en el recipiente antes indicado, para el primer grupo de edades y de 10 para el segundo.

Se partió para realizar los tratamientos de lotes de 20 individuos en NI-NII (la mayoría estaba en NI), porque a esta edad las langostas son muy vulnerables a la manipulación y es una cantidad de individuos manejable en una placa de Petri. Los lotes de segunda edad (NIII-NIV) fueron de 10 individuos porque no son tan vulnerables y tienen un tamaño que hace difícil el manejo de un número mayor en una Placa de Petri.

Se recogen a continuación los insecticidas utilizados junto con la materia activa que poseen y su concentración.

Materia activa	Riqueza m.a.	Formulación	Producto Comercial	Empresa
malation	50 %	LE	EXATION 50	Rhône Poulenc
hexaflumuron	10 %	LA	CONSULT 10 Flow	DowElanco
teflubenzuron	15 %	LA	NOMOLT	Cyanamid
flufenoxuron	10 %	DC	CASCADE	Cyanamid
diflubenzuron	25 %	PM	DIMILN 25	AgrEvo
testigo	---	---	----	-----

3.6.3. PROCEDIMIENTO

Los lotes para cada uno de los ensayos se prepararon la tarde anterior al día de la aplicación, puesto que lleva bastante tiempo preparar 26 lotes para cada ensayo (siempre se prepararon en exceso por si accidentalmente se perdía algún lote). Los lotes se metían en placas de Petri con algo de hierba a partir de las fiambreras o jaulones de cría. Las placas fueron perforadas en la tapa para permitir una mejor aireación, y una vez llenas eran selladas con cinta adhesiva para evitar que se escapasen las langostas

en caso de que volcasen.

Antes de la pulverización, se introducían los lotes en el frigorífico (5-7 °C) durante unos treinta minutos para aminorar la actividad de las langostas.

En cada uno de los ensayos el diseño fue totalmente aleatorio, pues se sorteaba el orden del tratamiento numerando los lotes por repeticiones.

Una vez pulverizados los individuos, se trasladaban inmediatamente a los recipientes de plástico mencionados y numerados para eliminar un excesivo contacto con las placas impregnadas de caldo.

3.6.4. PULVERIZACIÓN

Los tratamientos químicos se realizaron en laboratorio mediante una Torre Potter (Burkard Manufacturing Co. Ltd.) pulverizando sobre placas de Petri de plástico. Para tratar las langostas se utilizó una rejilla de 2 mm de luz para evitar que los individuos escapasen durante la pulverización.

Se calibró inicialmente cada una de las dosis mediante pesadas de placas de Petri con el fondo recubierto de papel secante. De esta modo se pudo calcular cuanto producto por superficie llegaba a la muestra tratada. Se pesaron en una balanza de precisión 20 placas pulverizadas con rejilla, obteniendo un peso medio de producto por placa de 0.003565 gr (D.E. = 8.732×10^{-4}) a partir de 0.5 ml de caldo. Lo que equivale a un volumen de 1.71 ml de caldo por placa, o 6.12×10^{-5} ml de caldo por cm^2 .

La presión media de trabajo fué de 680 mm Hg, (= 90.6 KPa) controlada con una columna de mercurio mantenida entre 670 y 690 mm en todas las aplicaciones.

3.6.5. DOSIS

Los insecticidas se utilizaron a 3 dosis diferentes (denominadas ALTA, MEDIA y BAJA) expresados en mg de materia activa por ml en la Tabla 6, y con los valores de materia activa por unidad de superficie que se especifican en la Tabla 7 expresadas como mg m.a./ cm^2 .

Las proporciones entre dosis (alta, media y baja) era de 7.2 medido por el depósito de materia activa por unidad de superficie.

Los valores de dosis utilizados para el malation, producto que se ha considerado como estándar de referencia, son en todos los casos inferiores a las dosis utilizadas en los tratamientos habituales en las campañas fitosanitarias. Así, la dosis máxima

empleada de malation (ALTA = 2.305×10^{-6}) es alrededor de 4 veces menor que las dosis recomendadas en los tratamientos que usualmente se realizan contra la langosta.

Tabla 6.- Concentraciones de las dosis empleadas.

MATERIA ACTIVA	DOSIS		
	BAJA	MEDIA	ALTA
malation	0.725 mg/ml	1.5 mg/ml	3 mg/ml
hexaflumuron	0.048 mg/ml	0.1 mg/ml	0.2 mg/ml
teflubenzuron	0.0435 mg/ml	0.09 mg/ml	0.18 mg/ml
flufenoxuron	0.048 mg/ml	0.1 mg/ml	0.2 mg/ml
diflubenzuron	0.0725 mg/ml	0.15 mg/ml	0.3 mg/ml

Tabla 7.- Dosis de productos empleados por superficie.

Dosis	Materia activa	Dosis producto comercial en caldo	Depósito de materia activa en placa (gr m.a./cm ²)
ALTA	malation	6 ml/l	2.305×10^{-6}
	hexaflumuron	2 ml/l	1.53×10^{-7}
	teflubenzuron	1.2 ml/l	1.38×10^{-7}
	flufenoxuron	2 ml/l	1.53×10^{-7}
	diflubenzuron	1.2 gr/l	2.30×10^{-7}
MEDIA	malation	3 ml/l	3.20×10^{-7}
	hexaflumuron	1 ml/l	2.13×10^{-8}
	teflubenzuron	0.6 ml/l	1.92×10^{-8}
	flufenoxuron	1 ml/l	2.13×10^{-8}
	diflubenzuron	0.6 gr/l	3.20×10^{-8}
BAJA	malation	1.45 ml/l	4.45×10^{-8}
	hexaflumuron	0.48 ml/l	2.96×10^{-9}
	teflubenzuron	0.29 ml/l	2.67×10^{-9}
	flufenoxuron	0.48 ml/l	2.96×10^{-9}
	diflubenzuron	0.29 gr/l	4.45×10^{-9}

3.6.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los conteos de cada ensayo se realizaron diariamente al suministrar el alimento vegetal fresco y retirar los muertos, pues en esta especie existe predación de los cadáveres.

Los datos del número de individuos y porcentaje de mortalidad a T+ 0, T+1, T+3, T+7 y T+14 fueron sometidos a un análisis de varianza para cada ensayo transformando dichos porcentajes mediante la fórmula:

siendo x la mortalidad en %.

$$y = \arcsin \sqrt{x+0.1}$$

Los valores medios de los porcentajes de mortalidad se comparan mediante la mínima diferencia significativa ($\alpha = 0.05$). Se calcularon las eficacias según la fórmula de Abbot rectificada (BUSVINE, 1971):

$$P_E = \frac{P_i - P_t}{100 - P_t} \times 100$$

donde

P_i : % de la mortalidad observada

P_t : % de la mortalidad del testigo

P_E : % eficacia.

También se utilizó el índice de eficacia de CARREÑO-ANDUJAR-CABELLO que calcula el porcentaje de reducción de la incidencia unitaria (PRIU) según la siguiente fórmula:

Siendo:

N_0 = infestación inicial.

N_k = infestación en el momento k .

N'_0 = infestación inicial del testigo.

N'_k = infestación del en el momento k .

IDU = incidencia-día de la plaga.

t_k = número de días desde la realización de los tratamientos.

$$PRIU = \frac{IDU_{testigo} - IDU_{pesticida}}{IDU_{testigo}} \cdot 100$$

con:

$$IDU_{testigo} = \frac{1}{2 \cdot N_o} \sum_{k=1}^j (N'_k + N'_{k-1}) \cdot (t_k - t_{k-1})$$

$$IDU_{pesticida} = \frac{1}{2 \cdot N_o} \sum_{k=1}^j (N_k + N_{k-1}) \cdot (t_k - t_{k-1})$$

Ambos porcentajes de eficacia, previa transformación (log x), se compararon mediante una recta de regresión para cada ensayo y fecha de conteo.

Finalmente se ha calculado el tiempo letal subcincuenta según la fórmula de BIEVER & HOSTETTER (1971):

$$TL_{50} = a + \frac{c - b}{d}$$

siendo,

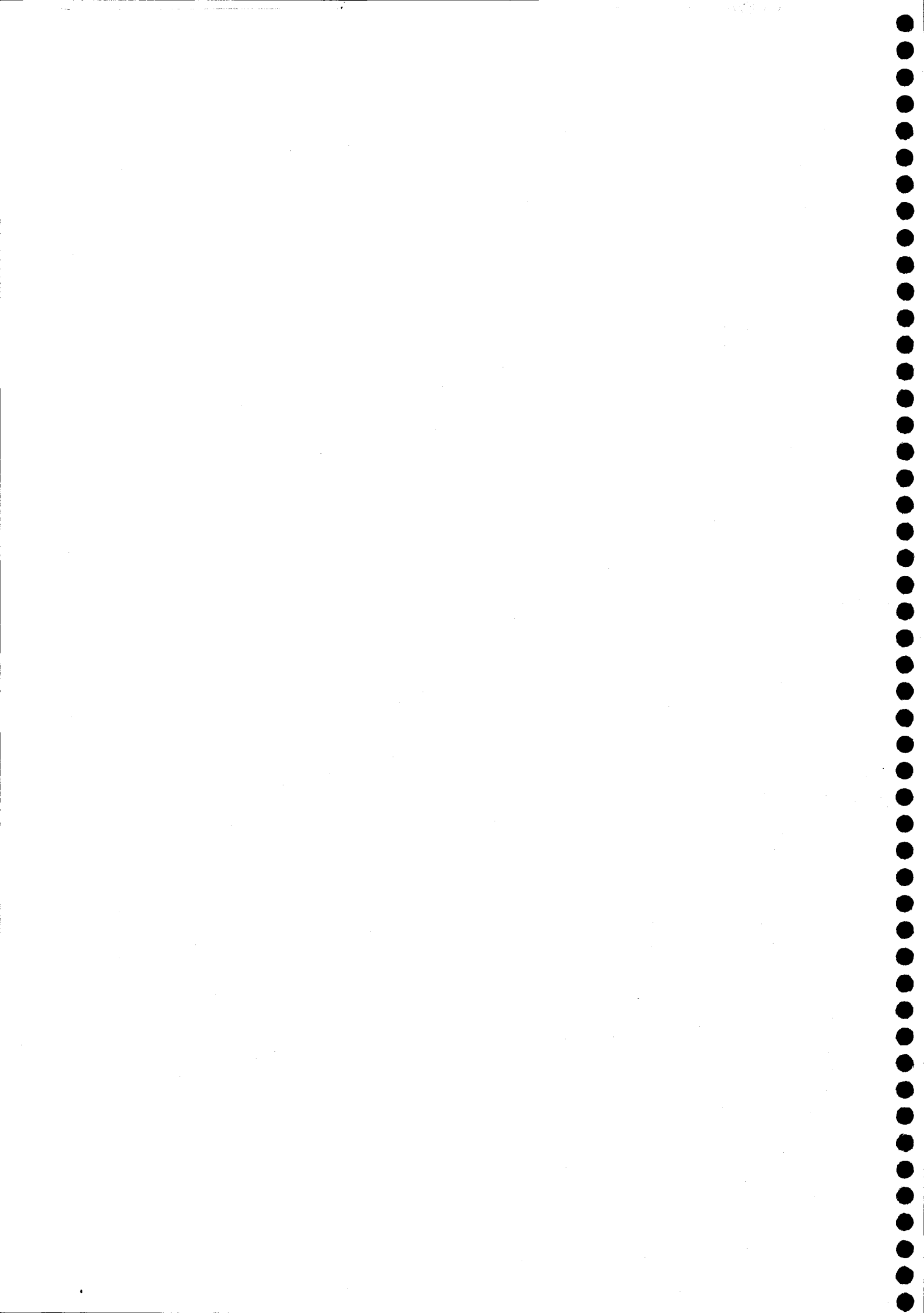
TL_{50} : tiempo transcurrido desde la inoculación a la muerte del 50 % de los individuos tratados.

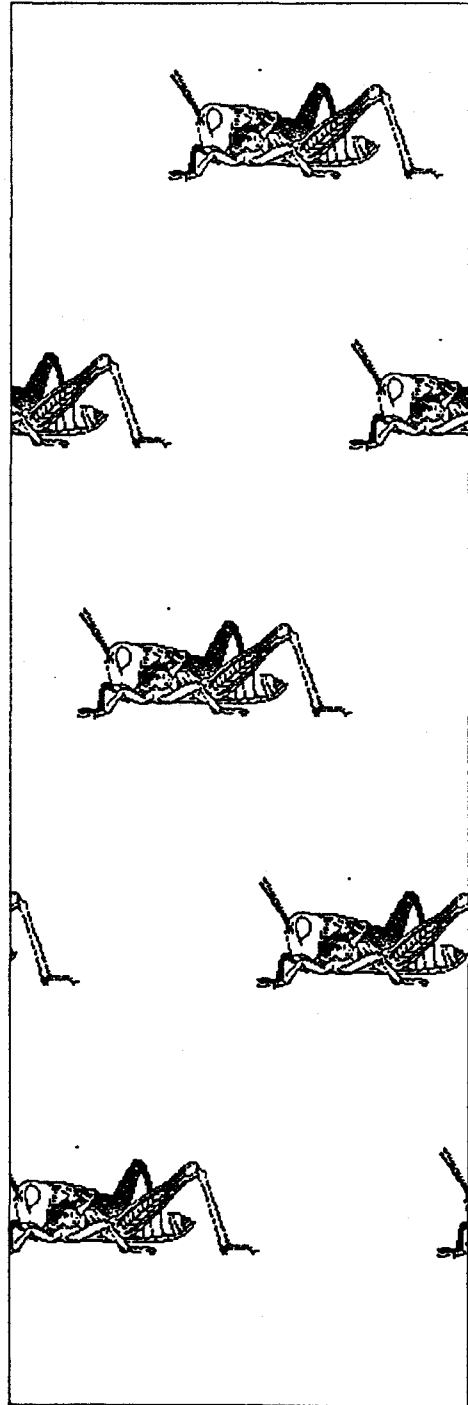
a: número de días desde el inicio del bioensayo hasta el del control efectuado antes de alcanzar el 50 % de la mortalidad.

b: número total de larvas muertas hasta el control anterior al que se alcanza el 50 % de mortalidad.

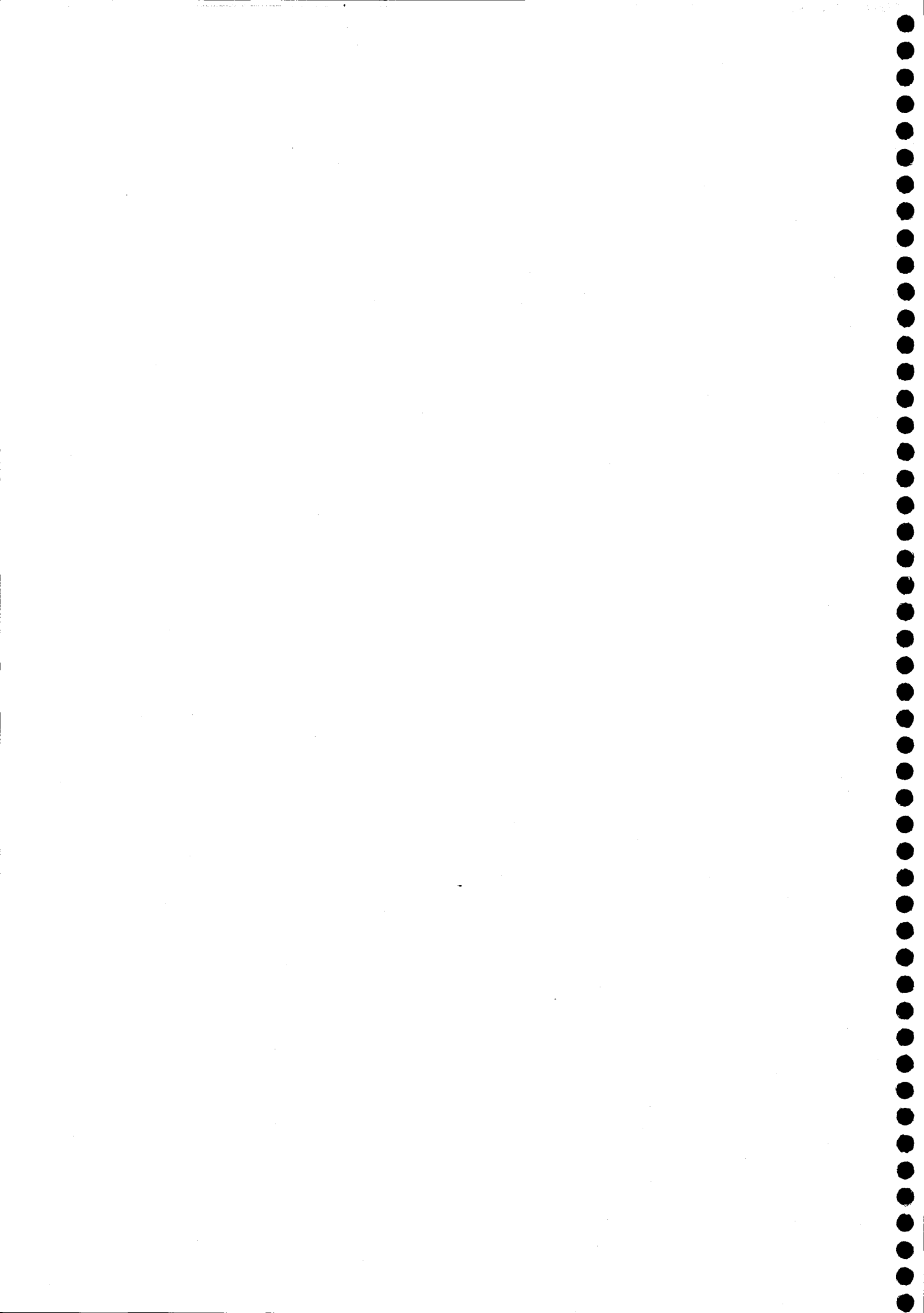
c: 50 % del número total de larvas tratadas.

d: número de larvas que mueren en el periodo de 24 horas durante el cual se alcanza el 50 % de mortalidad.





4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



4.1. SITUACION DE LA LANGOSTA

4.1.1. ENCUESTAS

De las 220 encuestas sobre la existencia o no de plaga de langosta repartidas entre los distintos organismos de la provincia (Ayuntamientos, S.E.A., I.A.R.A. y A.M.A.), sólo se recibieron 75. Algunas de ellas han aportado datos interesantes y han servido de punto de partida para los muestreos en diversas zonas. Sin embargo no todas son fiables para este estudio pues las respuestas de muchas de ellas fueron poco precisas, confusas, contradictorias e incluso erróneas. El balance final de las encuestas recibidas es el siguiente:

	NO	SI
Ayuntamientos	32	12
S.E.A.	4	6
A.M.A.	11	4
I.A.R.A.	3	3
total	50	25

Entre las respuestas imprecisas sobre los parajes que ocupa la langosta cabe mencionar respuestas como "todo el término, la vega y parte de la sierra". Las contradicciones se han producido entre las respuestas ofrecidas por las diferentes administraciones referentes a una misma comarca, así mientras por un lado la respuesta a la presencia de plagas era afirmativa, por otro fue negativa. En otros casos la respuesta fue afirmativa pero los detalles de daños y cultivos afectados denotaron que se trataba de otra plaga. Sirva de ejemplo daños señalados en corteza y frutos de almendro, o en injertos de cítricos y ápices de plantas de tomate. Es por tanto arriesgado asumir esta información como válida, por lo que tan sólo en casos muy claros se ha tenido en cuenta para las prospecciones y posterior confirmación de los datos.

Una información mucho más útil para localizar poblaciones de langosta ha sido la suministrada por el personal del Servicio de Protección de los Vegetales de Almería, tanto en documentos como comunicaciones personales. Esta información se comenta en el apartado de cartografiado.

4.1.2. CARTOGRAFIADO Y ZONAS DE RESERVA.

A) CARTOGRAFIADO

Como resultado de las prospecciones de la langosta marroquí se ha confeccionado un mapa en el que se representan mediante puntos de 1 km² todas las poblaciones detectadas y las citas fiables obtenidas de la bibliografía (Fig. 7). Las coordenadas de estos puntos están recogidas en el apéndice adjunto.

Al comparar los mapas del cartografiado de la langosta a lo largo de los años 1992 a 1996 (Fig. 8), se observa una reducción paulatina de las poblaciones. A nuestro juicio la sequía de los últimos años ha afectado de diferente modo a las poblaciones, favoreciendo su desarrollo en algunos casos (PASQUIER, 1947) y su declive en otros. Así las más pequeñas se han visto reducidas aún más o han desaparecido (nivel poblacional tan bajo que no es detectable), debido a la no disponibilidad de pasto o bien este ha sido insuficiente. Las poblaciones más grandes han tendido a gregarizarse, lo que ha conducido a los tratamientos efectuados durante estos años.

El área de dispersión actual de las poblaciones de langosta está bastante restringida, pues existe una regresión manifiesta con respecto a lo que se observó en 1992 y únicamente existe un punto en el Cabo de Gata con una población estable y susceptible de gregarizarse a corto plazo, precisamente donde se realizaron los tratamientos en 1993 y 94.

En la documentación consultada sobre denuncias, avisos y tratamientos efectuados por el Servicio de Protección de los Vegetales desde 1980 hasta 1991 se recogen una serie de parajes afectados por plagas y a veces hasta las especies que las causan. Estos datos e informaciones sobre tratamientos contra la "langosta" confiados por el S.P.V. junto con las denuncias y avisos atendidos por nosotros se recogen en la Fig. 9. En los casos en los que no se puede saber con certeza la especie de ortóptero a la que se hace referencia, se han señalado la posible especie para la cual se hizo el tratamiento de acuerdo con la que se encuentra en la actualidad y que es objeto de denuncias. Por lo tanto círculos con el número uno correspondería a *D. maroccanus*, con el número dos a *Calliptamus wattenwylanus* y con el número tres *Heteracris littoralis*, que eventualmente puede presentarse asociado con *Eyprepocnemis plorans*. Ocasionalmente también podrían haberse producido denuncias originadas por *Calliptamus barbarus*, pero las que se han atendido durante el presente estudio corresponden a las especies señaladas.

Fig. 7.- Poblaciones y zonas de reserva de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) en la provincia de Almería. Los puntos blancos corresponden a citas bibliográficas, los negros a poblaciones muestreadas. Zonas de reserva: A, Campo de Dalías; B, Llanos de Gérgal-Tabernas y C Cabo de Gata.

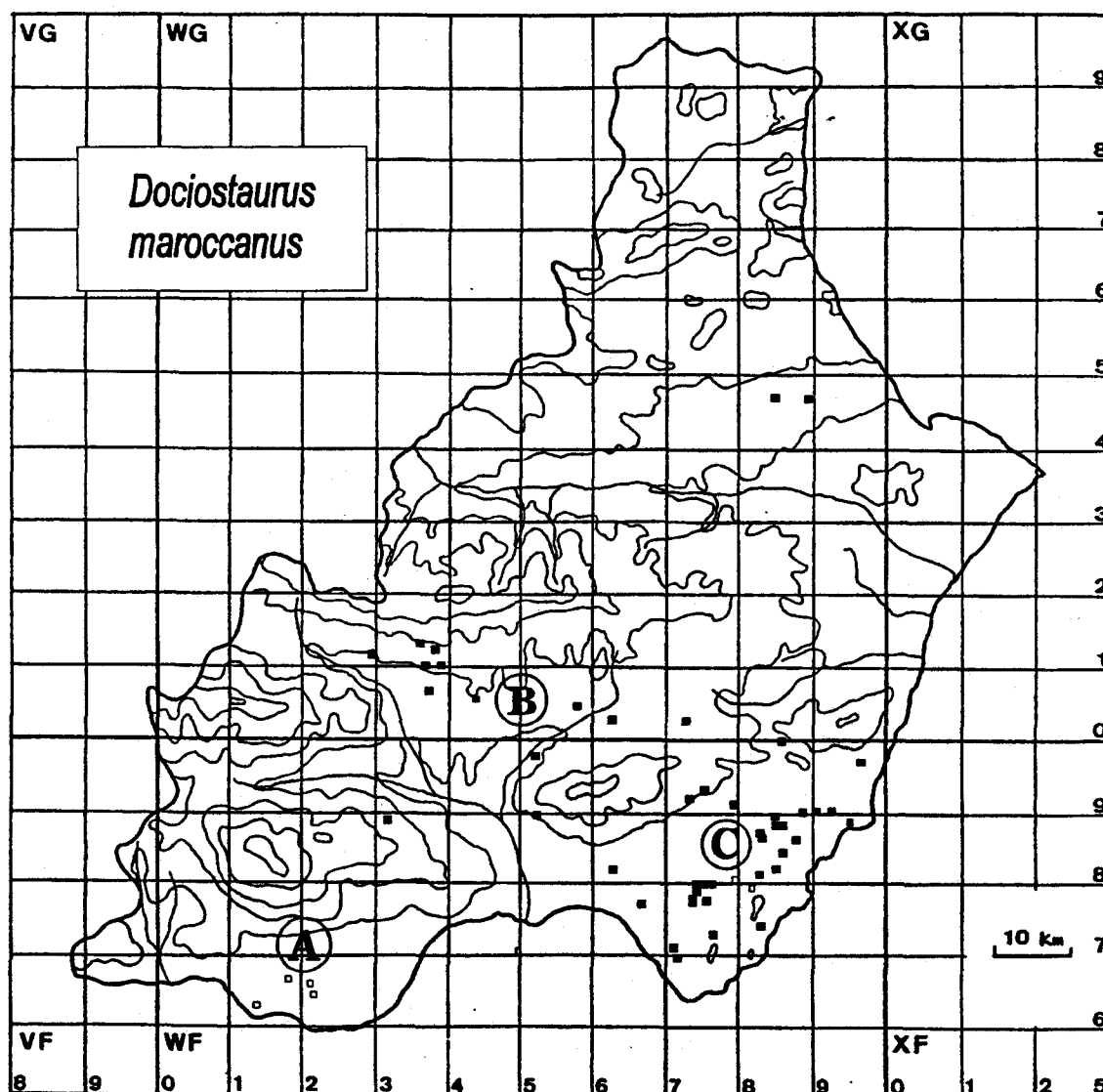


Fig. 8.- Evolución de las poblaciones de langosta marroquí en la provincia de Almería.

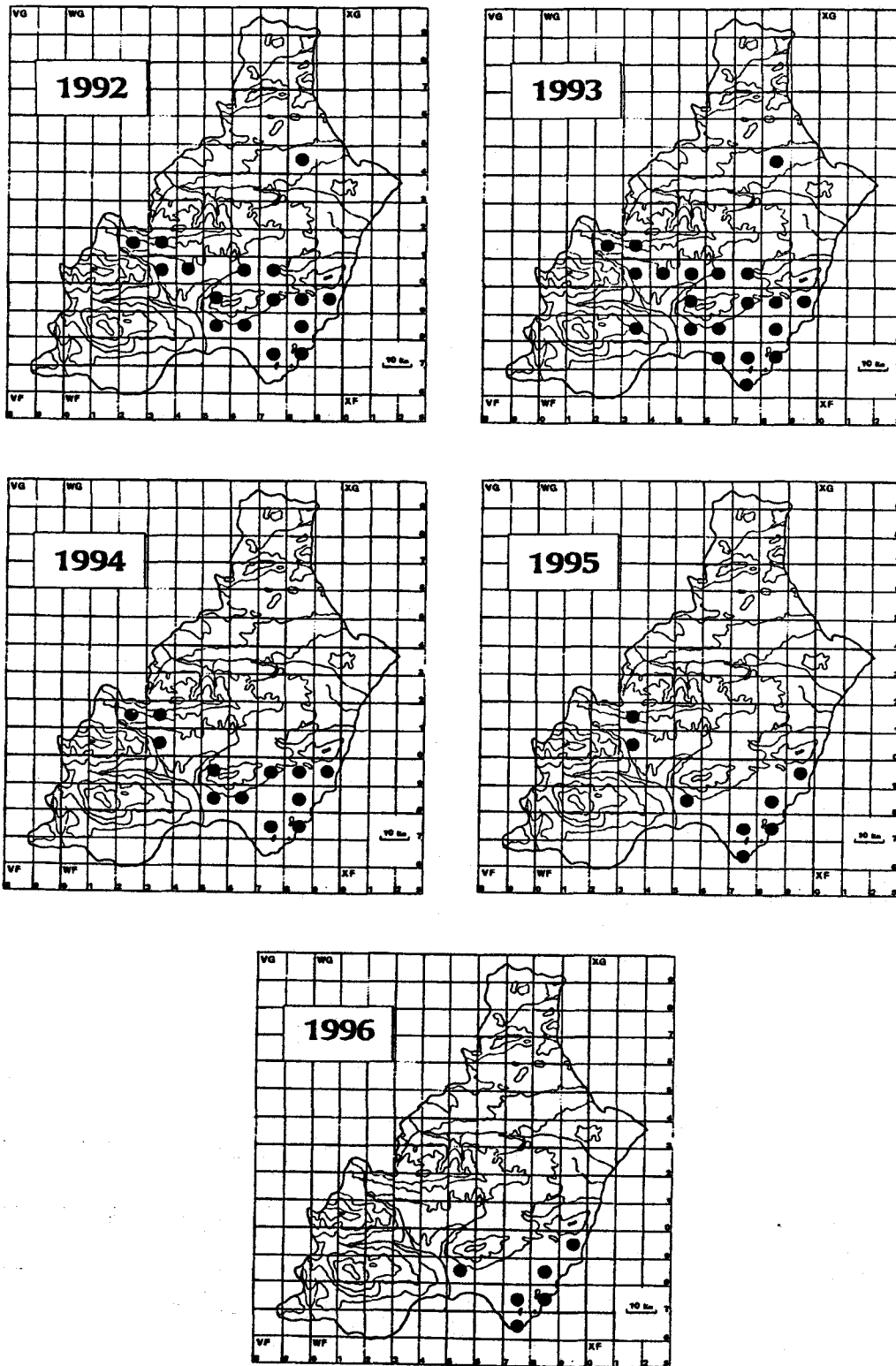
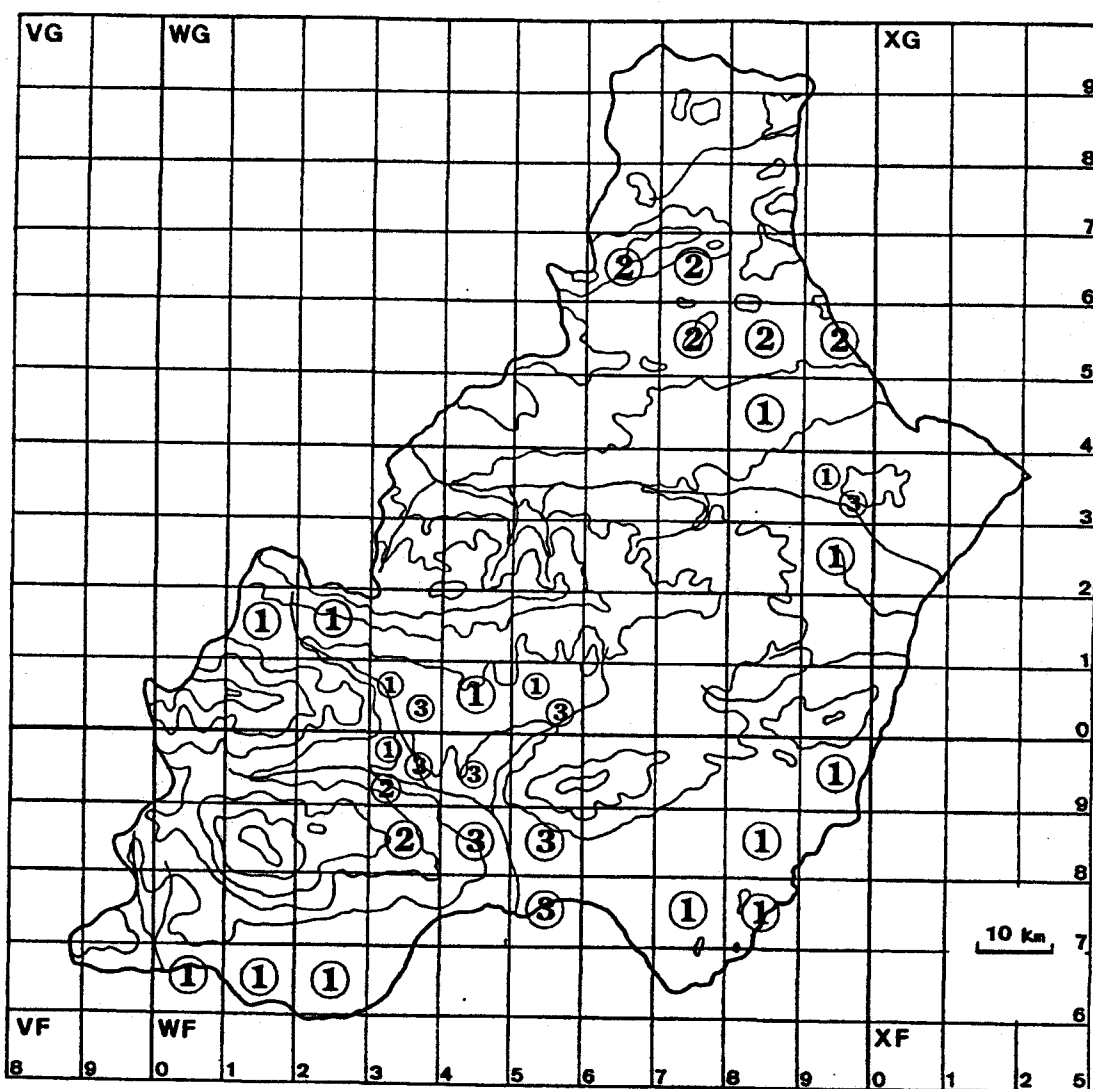


Fig. 9.- Ubicación de las denuncias y tratamientos sobre otópteros en Almería. Especies: 1, *Doclostaurus maroccanus*; 2, *Calliptamus wattenwylianus* y 3 *Heteracris littoralis*, que eventualmente puede presentarse asociado con *Eyprepocnemis plorans*.



El conocimiento del mapa de distribución de las poblaciones de langosta, nos permite establecer cuáles son las zonas permanentes, los reservorios y las áreas de invasión. De modo que se puede establecer, en cada campaña, una vigilancia, seguimiento y control de las poblaciones, observando su evolución y grado de gregarización. Lo que conduciría a un rápido aviso y en su caso eficaz tratamiento, tanto por lo preciso como por lo adecuado en el tiempo.

B) ZONAS DE RESERVA

Debe ser un objetivo primordial el acotamiento de los focos gregarígenos dentro de las áreas de reserva, entendiendo por éstas las zonas donde pueden darse las condiciones ecológicas necesarias para que la especie alcance la fase gregaria. Inicialmente estas zonas se corresponderían con las tradicionalmente conocidas como langosteras y en las que la plaga se produce con cierta periodicidad. De las áreas langosteras detectadas en la provincia, se puede decir que hay tres zonas de reserva, a tenor de la magnitud de las poblaciones aparecidas en momentos concretos. Estas zonas se localizarían en el Campo de Dalías, Llanos de Gérgal y Parque Natural de Cabo de Gata (Fig. 7). En la actualidad el foco del poniente (Campo de Dalías) no existe, después del tratamiento efectuado en 1991 (BELDA *et al.*, 1993) no se ha vuelto a detectar ni un solo ejemplar de *D. maroccanus* en los años posteriores. Sin embargo esta zona es históricamente langostera y es en ella donde llevó a cabo sus estudios Mendizábal en 1943.

En los Llanos de Gérgal y Nacimiento, se detectaron importantes poblaciones de langosta marroquí en 1991 y la campaña de 1992 comenzó con un avivamiento masivo fruto de la puesta del año anterior. Pero en el mes de mayo de ese año se produjeron unas nevadas hasta cotas bastante bajas en la Sierra de los Filabres, lo que originó bajas temperaturas que condujeron a la mortalidad de la mayoría de la población de la langosta. El exceso de humedad y el frío ocasionan gran mortalidad sobre *D. maroccanus*, sobre todo en los primeros estadios (MERTON, 1959). Esta circunstancia ha mantenido en niveles poblacionales muy bajos este foco en los años posteriores.

El foco existente en el Cabo de Gata, es en la actualidad el más importante de la provincia, pues ha provocado tratamientos de distinta índole durante los años 1993, 1994 y 1995. Presenta además esta zona una característica orográfica particular pues aparecen poblaciones de langostas distribuidas por todo el Parque Natural en los pequeños valles que existen entre las lomas de baja cota.

Volviendo al tema de las zonas permanentes, éstas son las zonas donde la

langosta vive normalmente y donde se desarrolla en masa, para posteriormente invadir otras zonas mayores (DEL CAÑIZO y MORENO, 1940). Históricamente se han considerado como zonas permanentes en España, las comarcas de la Serena (Badajoz), Llanos de Cáceres, Valle de Alcudia (Ciudad Real), Los Pedroches (Córdoba) y Los Monegros (Zaragoza-Huesca) (ARIAS *et al.*, 1994a). Sin embargo, cabría pensar que puesto que las elevadas poblaciones decrecen extraordinariamente en número para convertirse en fase solitaria, serían zonas de reserva los lugares donde ésta se localiza (MORENO, 1946). A nuestro juicio parece claro que la provincia de Almería cumple con todos los requisitos que definen una zona de reserva, y ha de considerarse como tal, pues periódicamente sufre plagas de langosta desde tiempos históricos. Aunque por su heterogeneidad orográfica, las extensiones que constituyen las áreas de reserva son de inferiores dimensiones que las de otras provincias. Esta circunstancia podría ser análoga a la que sucede en Chipre, en la que la gregarización de la langosta está favorecida por la distribución particular de las áreas gregarígenas y sus dimensiones reducidas (MERTON, 1959).

Por tanto, en realidad las zonas de reserva coincidirían con todo el área donde se localiza la especie, o lo que es lo mismo el hábitat permanente de ésta. Si bien, parece claro que la langosta solitaria se asienta en determinados lugares en los que aparece el hábitat típico para su desarrollo, los cuales no son otros que los focos gregarígenos. Este punto lleva nuevamente a la caracterización de la biocenosis vegetal típica de la especie. De modo que el seguimiento de estas zonas sería mucho más preventivo que restringirlo únicamente a los lugares en los que aparecen los brotes de la plaga, aunque el esfuerzo sería lógicamente mucho mayor.

Los focos gregarígenos de la provincia de Almería presentan todas unas características similares, son zonas bastante llanas con un pastizal pobre y nitrificado típico. Sin embargo MORENO (1946) sitúa las áreas de reserva en zonas de pendiente, pues son más heterogéneas y están sujetas a cambios. Pero en la provincia de Almería no existen grandes llanuras, lo que encontramos son siempre pequeñas planicies entre zonas más o menos elevadas.

Tabla 8.- Cuadrículas U.T.M. y sus localidades de los puntos con poblaciones de langosta marroquí.

U.T.M.	T.M.	Paraje
WF6476	Almería	Hoya Altica
WF6676		La Amoladera
WF7070	Níjar	El Pozo del Cabo
WF7169		Barranco El Sabinar
WF7375		Frente a Michelin
WF7377		Rambla del Hacho
WF7392		Cortijo Peñón Alamo
WF7493		Embalse Isabel II
WF7577		Los Rubiales
WF7579		Llanos de Veloy
WF7678		Haza de la Veedora
WF7679		Lomas del Castillo
WF7772		Boca de los Frailes
WF7776		Cortijo del Apero
WF7779		Lomas del Castillo
WF7878		Cerro Blanco
WF7972		Cruce Rodalquilar-S. José
WF7976		Collado Presillas Altas
WF7980		Antes del Bobar
WF8073		Cerro Pansica
WF8075		Rambla Majada Honda
WF8273		Cruce Presillas Bajas
WF8274		Carretera Presillas Bajas
WF8279		Los Martínez
WF8280		Cortijo del Fraile
WF8285		Fernán Pérez
WF8286		Fernán Pérez
WF8374		Cortijo Iribarne
WF8481		Pisco Chimba
WF8488		La Balsa Blanca
WF8577		Rambla de Rodalquilar
WF8583		Cañada Segura
WF8587		Cerros de Jayón
WF8785		El Aguilón
WF8889		Rincón Caleras
WF9091		Rellana Los Cayuelas
WF9290		Llanos de los Torres
WF9489		Rambla Viruegas
WF9696	Carboneras	Cruce Cueva Pájaro
WF3187	Huécija	Cortijo Artilleros
WG3708	Gérgal	El Campillo
WG3609		El Campillo de Aulago
WG3611		La Cañada
WG3710		Altos de Malena
WG3605		Las Alcubillas
WG4307		Cerro Mariquita Pérez
WG2910	Nacimiento	Llanos de Moniquín
WG7002	Lucainena	Venta Manoleta
WF5197	Tabernas	Rambla de Genaro
WF6099		Marchante
WF5703		Los Retamales
WG8344	Taberno	Loma Capellanía
WG8743		La Peruela

4.1.3. HABITAT DE LA LANGOSTA.

La tipificación de la biocenosis vegetal que caracteriza el biotopo de la langosta marroquí es una cuestión tremendamente importante. *D. maroccanus* posee una distribución geográfica muy amplia, lo que condicionaría la existencia de muy variadas corologías en cada continente, aunque el biotopo sea prácticamente invariable. No obstante, la mayoría de los autores que han estudiado poblaciones de langosta marroquí en puntos geográficos muy distantes, señalan la gramínea *Poa bulbosa* como la especie más característica y emblemática de las zonas langosteras (FAO, 1949; UVAROV, 1977), tanto en Iraq (UVAROV, 1933; EIG, 1935 y BODENHEIMER, 1944), como en Argelia (PASQUIER, 1934), Chipre (MERTON, 1959); y Extremadura en España (MORENO, 1946; DEL CAÑIZO y MORENO, 1950; ARIAS *et al.*, 1994a). Sin embargo hay otras especies de gramíneas que pueden caracterizar la biocenosis de los pastizales ocupados por la langosta mediterránea. En Chipre (DEMPSTER, 1957 y MERTON, 1959), hay zonas langosteras donde los pastizales se forman inicialmente de *Poa* y a final de primavera y comienzos de verano es sustituida por *Stipa capensis*, algunas de estas zonas están ocupadas sólo por densas masas de *Stipa*. Igualmente en Irán MERTON (1961), estudia numerosas zonas langosteras, tanto costeras como del interior del país, describiendo exhaustivamente la corología de cada zona, y señala que algunos pastizales están mayoritariamente constituidos por *Poa bulbosa* pero en otros casos se forman por la gramínea *Stipa capensis*, y en otras ocasiones se mezclan ambas. En Hungría la langosta marroquí ocupa un pastizal diferente a los dos anteriores, en el que la gramínea predominante es *Festuca sp.* (NAGY, 1964).

El aspecto del biotopo ideal en nuestra provincia para el asentamiento de *D. maroccanus* se corresponde con algunas de las zonas langosteras de Chipre e Irán, puesto que en Almería la *Poa* no aparece salvo en pastizales silíceos de escasa extensión en Sierra Nevada (PALLARÉS, 1994). De modo que las poblaciones de langosta siempre se han localizado en pastizales compuestos mayoritariamente por la gramínea *Stipa capensis* Thunb. Es pues esta fitocenosis la que caracteriza la distribución de la langosta marroquí en nuestra provincia. MENDIZÁBAL (1943) señala la presencia de *Stipa tortillis* Desf. en la zona langostera del campo de Dalías, indicando además que es una planta muy apreciada por la langosta. En realidad esta especie es una sinonimia de la anterior.

Stipa capensis es una planta ampliamente distribuida en la región mediterráneo-arábica (KUNKEL, 1993). Característica de pastizales nitrificados por acción del hombre o de pastoreo más o menos acusado (ORTEGA *et al.*, 1986). La forma *glabra* Marre & Weiller es muy frecuente en toda la provincia corológica murciano-almeriense,

mediterránea árida, sobre suelos empobrecidos de diversa naturaleza (PALLARÉS, *op. cit.*). Esta Poácea florece y fructifica de abril a mayo, agostándose a principios de verano, coincidiendo con el declive poblacional de la langosta. Y es esta planta la que constituye su primer alimento.

Se ha comprobado que este tipo de pastizal es el óptimo para la langosta, pues en numerosos casos estas zonas están rodeadas de espartales densos o bien tomillares, y la langosta no se encuentra entre los matorrales (PASQUIER, 1946), (salvo cuando se gregariza y los invade para trasladarse y extenderse), es más, el matorral de tipo arbustivo es disgregante (DEL CAÑIZO y MORENO, 1950).

Las tres zonas langosteras de la provincia: Campo de Dalías, Cabo de Gata-Níjar y Gérgal-Tabernas, presentan pues una misma biocenosis vegetal de los pastos aunque las series de vegetación de las tres áreas son diferentes, siendo termomediterráneas las de las dos primeras y mesomediterránea la tercera (que coincide con la zona de Taberno). Esto se debe a que el pastizal señalado es la última etapa de degradación de las series, después de haber estado sometidas a un prolongado uso agrario y ganadero. El abandono de estas zonas antropomorfizadas favorece el asentamiento de la langosta marroquí (PASQUIER, 1934; ARIAS *et al.*, 1993).

4.1.4. ACTUACIONES DE LOS ÚLTIMOS AÑOS

En este punto se describen las actuaciones o tratamientos que se han efectuado en el transcurso del presente estudio sobre las poblaciones de *Dociostaurus maroccanus*. Aunque estos tratamientos insecticidas han sido realizados por parte del Servicio de Protección de los Vegetales o bien por la Agencia de Medio Ambiente, nuestra implicación en los mismos es manifiesta, puesto que nuestros informes han sido el fundamento de los mismos. Además del estudio de las poblaciones de langosta marroquí en nuestra provincia, que es el objeto del presente trabajo, se estableció un convenio con la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía para llevar a cabo el seguimiento de la langosta e informar periódicamente del estado de las poblaciones, así como de la necesidad de efectuar tratamientos.

Además de informar sobre las circunstancias de las diferentes poblaciones situadas en las áreas señaladas en el apartado de resultados de cartografía, se delimitaba la extensión de la superficie a tratar, y en caso de tratamientos terrestres se realizó la localización de las manchas de langosta a medida que el vehículo se iba trasladando.

En el período 1992-96 se han llevado a cabo tres tratamientos contra *Dociostaurus maroccanus* en la zona de reserva del Cabo de Gata. El primero se realizó

en 1993, junto a los Cerros del Jayón en los alrededores de Fernán Pérez dentro del Parque Natural del Cabo de Gata. En la primavera de 1993 se realizó un tratamiento aéreo con Malatión ULV sobre una superficie de 500 Has. El resultado del tratamiento fué eficaz al 100% pues acabó con toda la población asentada sobre la superficie tratada. Pero hubo un retraso en la aplicación del tratamiento y las langostas ya habían comenzado la ovoposición, lo que posibilitó que en 1994 se produjese el avivamiento de otra generación.

Durante 1994 se realizó el seguimiento de este foco y se solicitó otro tratamiento. En esta ocasión el tratamiento fue terrestre, para el cual se utilizó un tractor y una cuba de 500 litros que suministraba producto a dos mangueras manejadas por sendos operarios que dispersaban el producto. El insecticida utilizado fue Fenitrotión (SUMITHION 50). Nuevamente el tratamiento se retrasó sobre la fecha prevista y las langostas ya se habían diseminado ampliamente por la zona afectada. Se aplicó producto sobre una superficie de alrededor 25 Has, procurando cubrir las áreas con mayor densidad de individuos, tanto si se trataba de manchas como si constituían individuos dispersos muy abundantes. No obstante sobrevivieron suficientes langostas como para producir una nueva generación de tamaño poblacional considerable al año siguiente.

En la primavera de 1995 se volvió a realizar un tratamiento terrestre en los alrededores de Los Albaricoques y Los Martínez, sitios en la zona de preparque. El sistema utilizado fué idéntico al del año anterior, si bien se realizó en el momento preciso con ninfas de estadíos III y IV, lo que impidió el desarrollo de una nueva generación en 1996. El producto utilizado fué igualmente Fenitrotión. La superficie tratada es difícil de estimar puesto que se pulverizaron manchas dispersas y localizadas a "ojeo" en una superficie afectada de 300 Has. La cantidad total de caldo gastado fue de 8500 l.

Los tratamientos mencionados han afectado a la dinámica poblacional de las langostas, sobre todo el que se realizó en 1995, pues prácticamente se produjo la extinción de la población del Haza de la Veedora ubicada en la zona marcada y descrita en el punto 3.2. Pues aunque no se pulverizó directamente sobre esta "parcela", si se hizo en las zonas colindantes, lo que interrumpió el flujo de manchas que se había detectado en años anteriores, (emigración-inmigración dentro de la parcela). La población asentada en la "parcela" salió de la zona marcada y se dispersó, siendo además gravemente diezmada por los estorninos que habían acudido a alimentarse de los bandos de langosta, y a los que sólo les quedó esta mancha después del tratamiento.

De hecho los tratamientos contra la langosta han reducido de forma general sus poblaciones, con lo que los grandes bandos migratorios son raros en la actualidad y parecen pertenecer al pasado (UVAROV, 1977).

4.2. CICLO VITAL DE LA LANGOSTA EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA

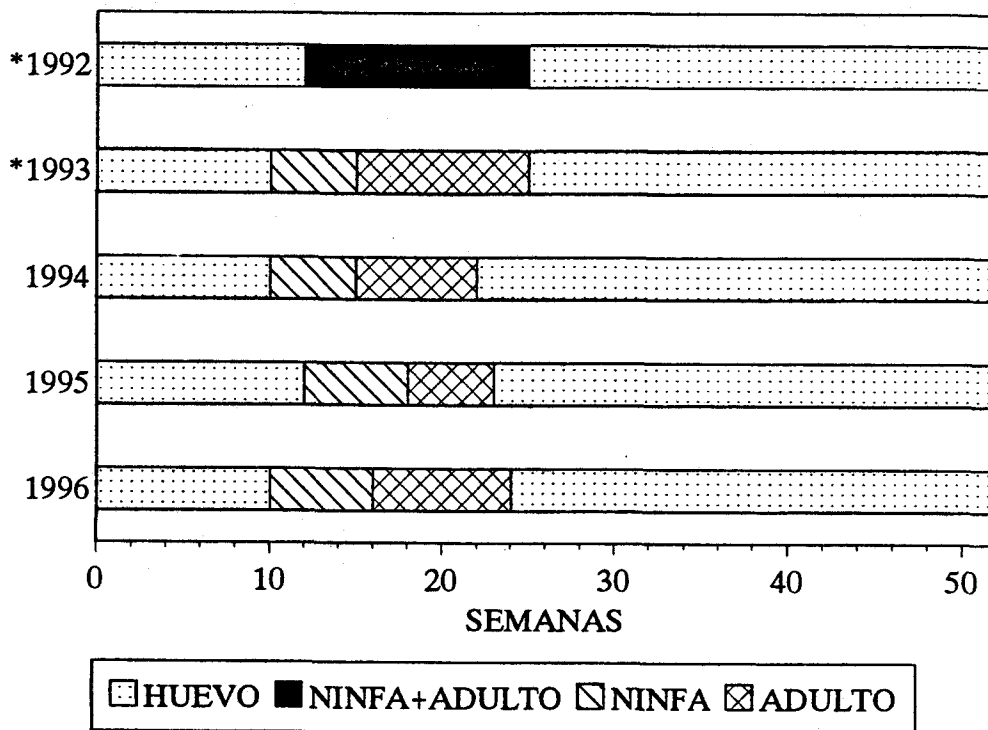
Se entiende por ciclo vital el período que transcurre desde que comienza una generación hasta que desaparece. Como ya se expuso en el capítulo de introducción, la langosta marroquí es una especie univoltina con una diapausa en estado de huevo muy prolongada, un desarrollo postembrionario y un período de reproducción relativamente cortos.

La duración del ciclo vital no es constante todos los años pues está fuertemente influenciado por las condiciones climáticas que condicionan un adelanto o retraso en la emergencia de las ninfas (BODENHEIMER & SHULOV, 1951), y una mayor o menor disponibilidad de alimento que condicionará la longevidad de los adultos y/o la duración del desarrollo. La cantidad de hierba verde incrementa la fertilidad y longevidad de los adultos, la cual determina el número de puestas realizadas (MERTON, 1961). En la Figura 10 se ha representado la duración en semanas del ciclo vital.

La cantidad de pasto disponible está íntimamente relacionada con la cantidad de precipitaciones y con la distribución de éstas. En el Haza de la Veedora hubo bastante alimento durante los años 1993 y 1994, pero en el 95 apenas hubo, lo que condujo a una reducción de la duración del ciclo.

En la Fig. 10 se observa, descartando el año 1992 del que se tienen datos insuficientes, que la eclosión se produce normalmente en la segunda semana de marzo, salvo en 1995 que fue más tardía. El comienzo de los avivamientos está íntimamente relacionado con la temperatura y la pluviometría (BENLLOCH, 1947; DEL CAÑIZO y MORENO, 1950). El desarrollo de los huevos está determinado por la temperatura y la humedad del suelo a la profundidad de la ooteca (REUS & SYMMONS, 1992), lo que a su vez depende de la climatología. En la Tabla 9 se recogen los datos climáticos para esos años durante los meses de enero, febrero y marzo, que es cuando se rompe la diapausa y terminan de desarrollarse los embriones. Las temperaturas medias no varían demasiado de un año a otro, llegando las máximas a superar los 15 °C que según BODENHEIMER & SHULOV (1951) son necesarios para la eclosión, aunque DEL CAÑIZO (1942) situó este umbral en 11 °C. Pero sí varía considerablemente la

Fig. 10.- Duración en semanas del ciclo vital de *Dociostaurus maroccanus* en el Cabo de Gata desde 1992 a 1996.



* (Duración del período ninfal estimado)
 [El estado de huevo se solapa con los adultos desde el comienzo de la puesta]

Tabla 9.- Datos de precipitación y de temperatura para el periodo de eclosión de la langosta marroquí en el Cabo de Gata. Tomados del Centro de Experiencias de MICHELIN.

	ENERO			FEBRERO			MARZO					
	Precip. l/m ²	T ^m medias °C			Precip. l/m ²	T ^m medias °C			Precip. l/m ²	T ^m medias °C		
		Mx	Mn	Md		Mx	Mn	Md		Mx	Mn	Md
1992	62.4	16.6	9.5	13	45.9	17.5	10.6	13.9	29	18.4	12	15.6
1993	0.9	17.5	9.8	13.3	43.7	17	11	13.9	6.7	18.7	11.6	15.5
1994	13.7	15.5	8	12.1	79.8	16.9	9.6	13.5	0	19.5	12.9	16.4
1995	0	15.8	6.8	11.7	40.4	17.2	9.9	13.8	7.7	17.9	11.3	14.7
1996	40.6	17.1	9.8	13.7	5.8	16.3	6.6	12	12.7	18	9.8	14.2

cantidad de lluvia acumulada por mes. Así en el año 1995 no llovió nada en enero, y los 40.4 l/m² de febrero, cayeron el día 28; por eso el avivamiento no comenzó hasta el 26 de marzo, quince días más tarde que los otros años. DEL CAÑIZO (1942) indica que la cantidad de lluvia necesaria para originar la eclosión de la langosta marroquí es de 15-20 l/m². Lo que no indica este autor es si esta cantidad es acumulada o puntual. Nos inclinamos por la opción de que sea acumulada, considerando los datos de SÁNCHEZ *et al.* (1994). En la tabla se contemplan cantidades superiores a la requerida entre los meses de enero y febrero en todos los años, con lo que el avivamiento puede tener lugar con normalidad.

Estas variaciones en la duración del ciclo tienen explicación lógica, ante el hecho de que el inicio del avivamiento y la mayor o menor duración del estado adulto, dependen de las condiciones climáticas particulares de cada lugar, e incluso microclimáticas, como lo demuestra la circunstancia de que tampoco coincide el inicio de la eclosión en los dos parajes en los que se ha estudiado la langosta, Fernán-Pérez y Haza de la Veedora.

4.2.1. MODELIZACIÓN

La modelización del desarrollo postembrionario se puede realizar mediante el ajuste de la fenología en días, en grados-día acumulados o en tiempo fisiológico (que establece una tasa de crecimiento en función del tiempo y temperatura). Los datos de campo contienen valores de distintos estadios simultáneamente, cuyas proporciones van variando en cada muestra. El modelo fenológico se expresa como un conjunto de ecuaciones predictivas, donde cada ecuación describe la proporción de insectos que han alcanzado un determinado estadio conforme pasa el tiempo (HUDES & SHOEMAKER, 1988). Además, al ajustar independientemente cada estadio se pueden aplicar tasas de crecimiento diferentes para cada uno de ellos (DENNIS *et al.*, 1986).

La modelización del desarrollo postembrionario se ha realizado en días, pero igualmente se intentó ajustar en grados-día acumulados (GDA). Este tipo de ajuste en GDA es muy utilizado en insectos plaga (DENNIS *et al.*, *op. cit.*; MUNHOLLAND & DENNIS, 1992; NAILAND & HANRAHAN, 1993; BELDA, 1994 y CABELLO *et al.*, 1996, entre otros). El inconveniente para realizar el ajuste en la langosta marroquí en GDA (y en tiempo fisiológico) reside en que se desconoce el umbral de desarrollo de la langosta.

MERTON (1959) señala haber conseguido acortar en laboratorio el crecimiento

de la langosta en "alrededor" de 15 días mediante cría en laboratorio de ninfas a 30-35 °C de temperatura diurna. Pero la falta de datos sobre la temperatura nocturna y la imprecisión de los señalados, tampoco arrojan mucha luz para esclarecer la cuestión. Por lo que se probaron varios umbrales para obtener los grados-día, basados en los señalados por distintos autores para otras especies de Ortópteros (Tablas 10 y 11). Si se considera como umbral base para el desarrollo los 17.8 °C adoptados por KEMP & ONSAGER (1986) para seis especies distintas de Ortópteros, (se ha considerado 18 °C), se obtienen valores excesivamente pequeños de GDA para el desarrollo de la langosta, tan sólo 37-61 GDA. Si se acepta que la langosta marroquí puede regular su temperatura de 3-9 °C, tal y como se comenta más adelante, podría establecerse el umbral base del desarrollo a una temperatura ambiente cercana a 10 °C (TOKGAÏEV, 1966, en LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG, 1992; REUS & SYMMONS, 1992), con lo que el número de GDA estaría entre 280-419 (31.7%). Esta diferencia de 139 GDA entre los calculados para 1995 y 1994, parece muy elevada, siendo este último año en general algo más frío y con menor número de horas de sol en el periodo de crecimiento. Sin embargo KEMP & ONSAGER (*op. cit.*) señalan para los Acrídidos *Melanoplus packardii* Scudder y *M. sanguinipes* (Fabricius) diferencias respectivas de 179 (38.8%) y 105 (26.7%) GDA en años consecutivos y con tan sólo 4 (1.9%) y 11 (5.14%) días de diferencia en la duración del crecimiento.

Por otro lado, el número de GDA para *Dociostaurus maroccanus* a temperatura ambiente y con umbrales de desarrollo entre 10-25 °C no deben estar muy alejados de la realidad, son semejantes a los dados por los anteriores autores para seis especies distintas de Ortópteros, que oscilan entre 233 y 461 GDA. El desarrollo se realiza cuando se alcanzan o superan los suficientes GDA (NAILAND & HANRAHAN, 1993), por lo que parece lógico pensar que la cantidad de GDA necesarios estén más próximos el valor mínimo observado.

Tabla 10.- GDA con un umbral máximo de 25 °C.

	Umbrales mínimos			
	5°	10°	15°	18°
1994	744	439	148	56
1995	503	280	96	37
1996	716	419	161	61

Tabla 11.- GDA con un umbral mínimo de 10 °C.

	Umbrales máximos		Σ horas de sol en el periodo de crecimiento
	20°	25°	
1994	419	439	601.6
1995	308	280	487.1
1996	395	419	538.3

Ante esta imprecisión en la cantidad de GDA por desconocimiento de los umbrales reales de desarrollo, parece más adecuado realizar el ajuste en días que presentan menor rango de variación en la duración total del crecimiento. Aunque como se verá en el punto siguiente, a nivel de estadíos la variación es también considerable pues depende igualmente de la temperatura.

Existen suficientes trabajos que ponen de manifiesto la termorregulación en los adultos de diferentes especies de Ortópteros. BEGON (1983) señala en *Chorthippus brunneus* Thunberg (otro Gonfocerino) que con tiempo cubierto la temperatura corporal (t. c.) es igual a la ambiental (t. a.), pero a pleno sol la t. c. se puede elevar de 3-9 °C por encima de la t. a. KEMP (1986) determina este incremento en tres especies diferentes de Acrididos entre 6-7 °C, indicando además que no es lineal: por debajo de los 10 °C de t. a. los Ortópteros tienen una t. c. muy semejante, de 10-30 °C de t. a. estos insectos aumentan su temperatura en el rango indicado, y por encima de 30 °C de t. a. los saltamontes modifican su comportamiento y postura para que su t. c. decaiga. Aunque este autor señala que en realidad este umbral máximo es aún más bajo, situándolo alrededor de los 14 °C de t.a. Igualmente, las ninfas de *Schistocerca gregaria* Forkål controlan su t.c., bien soleándose sobre el suelo desnudo o cobijándose a la sombra en las horas de más calor (REUS & SYMMONS, 1992). Por el contrario, *Locustana pardalina* (Walker) es capaz de mantener su t.c. dos grados por debajo de la t.a. máxima (NAILAND & HANRAHAN, 1993). Incluso, algunos Ortópteros de zonas áridas reducen el exceso de temperatura por evaporación (PRANGE & PINSHOW, 1994).

No es por tanto desafortunado afirmar que la langosta no tiene un comportamiento puramente ectotérmico, como otros insectos plaga señalados, sino que tendría, al igual que otros Ortópteros, cierta capacidad de termorregulación a partir de la radiación solar. Con lo que los GDA no se restringen a la temperatura ambiental,

sino que están parcialmente controlados por la fisiología y comportamiento del insecto.

Por otro lado es bien conocido que durante el reposo las ninfas de langosta orientan su posición para regular la insolación que reciben. Sería necesario conocer el incremento sobre la t. a. que pueden efectuar esta especie para establecer sus umbrales de desarrollo. Parece igualmente razonable pensar, que la coloración oscura de los estadios ninfales tenga su explicación por esta cuestión.

Se hace necesario la realización de estudios que permitan establecer qué cantidad de temperatura es capaz de incrementar la langosta por termorregulación y la posibilidad de establecer una correlación entre ésta y la temperatura ambiental, a fin de estimar los GDA reales que necesita la langosta para concluir cada estadio.

Como ya se ha indicado, el ajuste del desarrollo postembrionario de la langosta a distintos modelos matemáticos se ha realizado en días. HUDES & SHOEMAKER (1988) comparan los ajustes realizados de la fenología de un lepidóptero plaga en días, GDA y tiempo fisiológico, siendo mejor el ajuste en días en determinados estadios y en otros a tiempo fisiológico. Cuando las tasas de crecimiento de los insectos no son funciones estrictamente lineales de la temperatura las escalas simples de tiempo fisiológico no dan resultados exactos (STINNER *et al.*, 1974).

Los modelos empleados y sus características se contemplaron en el punto 3.5. Los resultados de estos ajustes están recogidos en las Tablas 12, 13 y 14, y en las Figuras 11 a 14.

El desarrollo postembrionario de la langosta sigue una función logística que se ajusta muy bien a todos los modelos utilizados. En el 80% de los casos $r^2 > 0.99$ y en ningún caso r^2 es inferior a 0.9 siendo la significación siempre alta ($P < 0.001$). Por lo que cualquiera de los modelos elegidos es válido para la simulación del desarrollo de la langosta por estadios. Sin embargo, no todos los modelos se comportan de igual modo. En el 83% de los casos, el modelo de Carreño ha presentado una r^2 mayor, aunque este modelo no es logístico, y si continuamos la función al infinito, no se mantiene estable, sino que dependiendo del parámetro que actúa de freno de la función μ ésta continúa creciendo o se extingue. Su estabilidad depende de que μ sea suficientemente pequeño, y cuando se hace cero, este modelo se convierte en el de Richards.

Por otro lado, a pesar de que en la mayoría de los casos el modelo de Carreño es el mejor, su interpretación biológica al igual que en el de Richards es difícil, pues aparte de los parámetros ecológicos reconocidos, K (capacidad de carga del sistema) y

r (tasa de crecimiento de la población), los otros dos parámetros, ν y μ , tienen un sentido únicamente matemático. Además, en el modelo de Carreño la tasa de crecimiento tiene valores demasiado altos, comparados con los otros ajustes, para los estadios quinto y adulto en 1994, así como para el tercero y adulto en 1995.

Esta primera aproximación a la modelización del crecimiento de la langosta ha de servir de base para futuros trabajos en campo, para los que previamente en laboratorio se determinen los umbrales térmicos de desarrollo de la misma para precisar en el ajuste, bien en GDA bien a tiempo fisiológico.

Un modelo completo de la dinámica poblacional en saltamontes necesitaría no sólo datos cuantitativos de los factores bióticos y abióticos que afectan a la densidad, sino también consideraciones de la variación regional de los factores clave (CAPINERA & HORTON, 1989).

Hay que precisar que no importa cuán bueno sea un modelo ya que nunca podrá sustituir a los datos de campo. Aunque la mayor precisión en la información biológica disponible permite igualmente una mayor precisión en la predicción (NAILAND & HANRAHAN, 1993).

Tabla 12.- Valores de los parámetros obtenidos del ajuste y significación de los distintos modelos matemáticos para el año 1994.

1994 ESTADIO	FUNCIÓN	COEFICIENTES										G.L.	r ²	des. est.	signif.
		x ₀	K	r	ν	μ									
N _I	Verhulst-Pearl	9.846	98.785	0.415	---	---	---	---	---	---	---	6	0.9790	6.932	<0.001
	Gompertz	8.035	103.993	0.244	---	---	---	---	---	---	---	6	0.9719	6.433	<0.001
	Richards	8.165	103.551	0.252	0.056	---	---	---	---	---	---	6	0.9818	7.453	<0.001
	Carreño	9.03	107	0.24	0.016	0.0019	---	---	---	---	---	6	0.9818	9.102	<0.001
N _{II}	Verhulst-Pearl	1.002	99.410	0.699	---	---	---	---	---	---	5	0.9962	3.756	<0.001	
	Gompertz	0	101.037	0.479	---	---	---	---	---	---	5	0.9997	1.089	<0.001	
	Richards	≈0	100.988	0.483	0.013	---	---	---	---	---	5	0.9997	1.378	<0.001	
	Carreño	0	102	0.48	0.011	0.0005	---	---	---	---	6	0.9996	1.917	<0.001	
N _{III}	Verhulst-Pearl	1.26 × 10 ⁻⁵	99.442	0.709	---	---	---	---	---	---	6	0.9987	2.080	<0.001	
	Gompertz	0	100.262	0.511	---	---	---	---	---	---	6	0.9999	0.325	<0.001	
	Richards	0	100.260	0.512	0.004	---	---	---	---	---	6	0.9999	0.372	<0.001	
	Carreño	0	103	0.518	0.102	0.00103	---	---	---	---	6	0.9999	0.294	<0.001	
N _{IV}	Verhulst-Pearl	0.5 × 10 ⁻⁵	96.529	0.559	---	---	---	---	---	---	7	0.9949	3.688	<0.001	
	Gompertz	0	98.031	0.372	---	---	---	---	---	---	7	0.9980	2.323	<0.001	
	Richards	0	98.025	0.373	0.002	---	---	---	---	---	7	0.9980	2.600	<0.001	
	Carreño	0	97	0.48	0.114	-0.0087	---	---	---	---	7	0.9991	1.984	<0.001	
N _V	Verhulst-Pearl	7.3 × 10 ⁻⁴	121.665	0.280	---	---	---	---	---	---	6	0.9894	5.079	<0.001	
	Gompertz	0	94.663	0.494	---	---	---	---	---	---	6	0.9174	14.208	<0.001	
	Richards	0.002	119.291	0.310	1.234	---	---	---	---	---	6	0.9902	5.638	<0.001	
	Carreño	2.8	27	7.09	50	-0.02	---	---	---	---	6	0.9969	1.728	<0.001	
A	Verhulst-Pearl	1.4 × 10 ⁻¹⁶	100.794	0.841	---	---	---	---	---	---	5	0.9995	1.380	<0.001	
	Gompertz	0	102.393	0.536	---	---	---	---	---	---	5	0.9990	1.924	<0.001	
	Richards	0	102.946	0.508	2.5 × 10 ⁻⁶	---	---	---	---	---	5	0.9991	2.219	<0.001	
	Carreño	0	100	1.91	2.59	0.029	---	---	---	---	6	0.9999	0.593	<0.001	

Tabla 13.- Valores de los parámetros obtenidos del ajuste y significación de los distintos modelos matemáticos para el año 1995.

1995 ESTADÍO	FUNCIÓN	COEFICIENTES										des. est.	signif.
		X_0	K	r	ν	μ	G.L.	r^2					
N _I	Verhulst-Pearl	10.197	101.929	0.529	---	---	4	0.9741	9.311	<0.001			
	Gompertz	8.122	109.048	0.311	---	---	4	0.9789	8.400	<0.001			
	Richards	8.151	108.955	0.312	0.008	---	5	0.9789	11.892	<0.001			
	Carreño	9.5	105	0.274	0.011	0.022	6	0.9834	11.989	<0.001			
N _{II}	Verhulst-Pearl	1.05×10^5	100.054	1.414	---	---	5	0.9998	0.800	<0.001			
	Gompertz	0	100.137	1.207	---	---	5	0.9998	0.953	<0.001			
	Richards	0	99.896	1.318	0.00079	---	5	0.9998	1.022	<0.001			
	Carreño	0	98	1.47	0.035	-0.00075	6	0.9998	1.42	<0.001			
N _{III}	Verhulst-Pearl	8.9×10^7	100.426	0.910	---	---	6	0.9991	1.776	<0.001			
	Gompertz	0	99.951	0.938	---	---	6	0.9978	2.808	<0.001			
	Richards	0	99.767	0.992	0.0002	---	6	0.9978	3.211	<0.001			
	Carreño	0	92.5	1.66	2.85	-0.0027	6	0.9999	0.4493	<0.001			
N _{IV}	Verhulst-Pearl	1.6×10^7	99.960	0.774	---	---	6	0.9999	0.098	<0.001			
	Gompertz	0	100.362	0.581	---	---	6	0.9997	0.978	<0.001			
	Richards	0	100.362	0.581	0.0004	---	6	0.9997	1.129	<0.001			
	Carreño	0	106.5	0.56	0.004	0.0016	6	0.9997	1.309	<0.001			
N _V	Verhulst-Pearl	2.3×10^4	103.221	0.420	---	---	5	0.9859	6.734	<0.001			
	Gompertz	0	108.074	0.271	---	---	6	0.9844	6.176	<0.001			
	Richards	≈ 0	107.706	0.277	0.029	---	5	0.9905	6.783	<0.001			
	Carreño	0	168	0.25	0.006	0.01	6	0.9906	9.502	<0.001			
A	Verhulst-Pearl	1.4×10^{11}	103.969	0.675	---	---	4	0.9524	15.821	<0.001			
	Gompertz	0	104.907	0.546	---	---	4	0.9787	10.596	<0.001			
	Richards	0	100.311	0.953	8.4×10^{12}	---	5	0.9999	0.575	<0.001			
	Carreño	0	100	5.81	3.58	0.00003	5	1	0.0008	<0.001			

Tabla 14.- Valores de los parámetros obtenidos del ajuste y significación de los distintos modelos matemáticos para el año 1996.

1996 ESTADIO	FUNCIÓN	COEFICIENTES							G.L.	r ²	des. est.	signif.
		x ₀	K	r	v	μ						
N _I	Verhulst-Pearl	4.655	104.011	0.290	---	---	---	8	0.9903	4.735	<0.001	
	Gompertz	1.134	110.110	0.178	---	---	---	8	0.9879	5.282	<0.001	
	Richards	4.606	104.628	0.272	0.845	---	---	8	0.9903	5.194	<0.001	
	Carreño	4.25	110	0.091	0.056	0.079	---	8	0.9925	5.089	<0.001	
N _{II}	Verhulst-Pearl	5.1 × 10 ⁸	99.222	1.135	---	---	---	7	0.9996	1.124	<0.001	
	Gompertz	0	99.221	0.924	---	---	---	7	0.9983	2.347	<0.001	
	Richards	0	99.115	0.944	0.00021	---	---	7	0.9981	2.793	<0.001	
	Carreño	0	89	1.44	1.597	-0.0036	---	7	0.9998	2.883	<0.001	
N _{III}	Verhulst-Pearl	1.2 × 10 ⁷	99.563	0.842	---	---	---	5	0.9997	1.039	<0.001	
	Gompertz	0	101.406	0.500	---	---	---	5	0.9991	1.832	<0.001	
	Richards	0	101.404	0.501	0.003	---	---	5	0.9991	2.230	<0.001	
	Carreño	0	130	0.45	0.007	0.0071	---	6	0.9997	1.819	<0.001	
N _{IV}	Verhulst-Pearl	9.1 × 10 ¹⁰	97.639	0.894	---	---	---	9	0.9975	2.614	<0.001	
	Gompertz	0	98.302	0.593	---	---	---	9	0.9989	1.732	<0.001	
	Richards	0	98.255	0.602	0.00025	---	---	9	0.9989	1.868	<0.001	
	Carreño	0	96	1	0.175	-0.0059	---	9	0.9997	0.993	<0.001	
N _V	Verhulst-Pearl	5.9 × 10 ⁵	100.724	0.372	---	---	---	9	0.9972	2.507	<0.001	
	Gompertz	0	104.311	0.245	---	---	---	9	0.9937	3.780	<0.001	
	Richards	1.5 × 10 ²⁰	104.430	0.253	0.149	---	---	9	0.9945	3.816	<0.001	
	Carreño	0	122	0.33	0.83	0.0037	---	9	0.9972	3.353	<0.001	
A	Verhulst-Pearl	2.4 × 10 ⁵	110.092	0.314	---	---	---	8	0.9930	3.757	<0.001	
	Gompertz	0	131.373	0.161	---	---	---	8	0.9967	2.600	<0.001	
	Richards	0	110.841	0.203	0.016	---	---	9	0.9940	3.986	<0.001	
	Carreño	0	112	0.136	0.051	0.049	---	8	0.9962	3.032	<0.001	

Fig. 11.- Ajuste del desarrollo postembrionario de la langosta marroquí al modelo de Verhust-Pearl en 1994, 1995 y 1996.

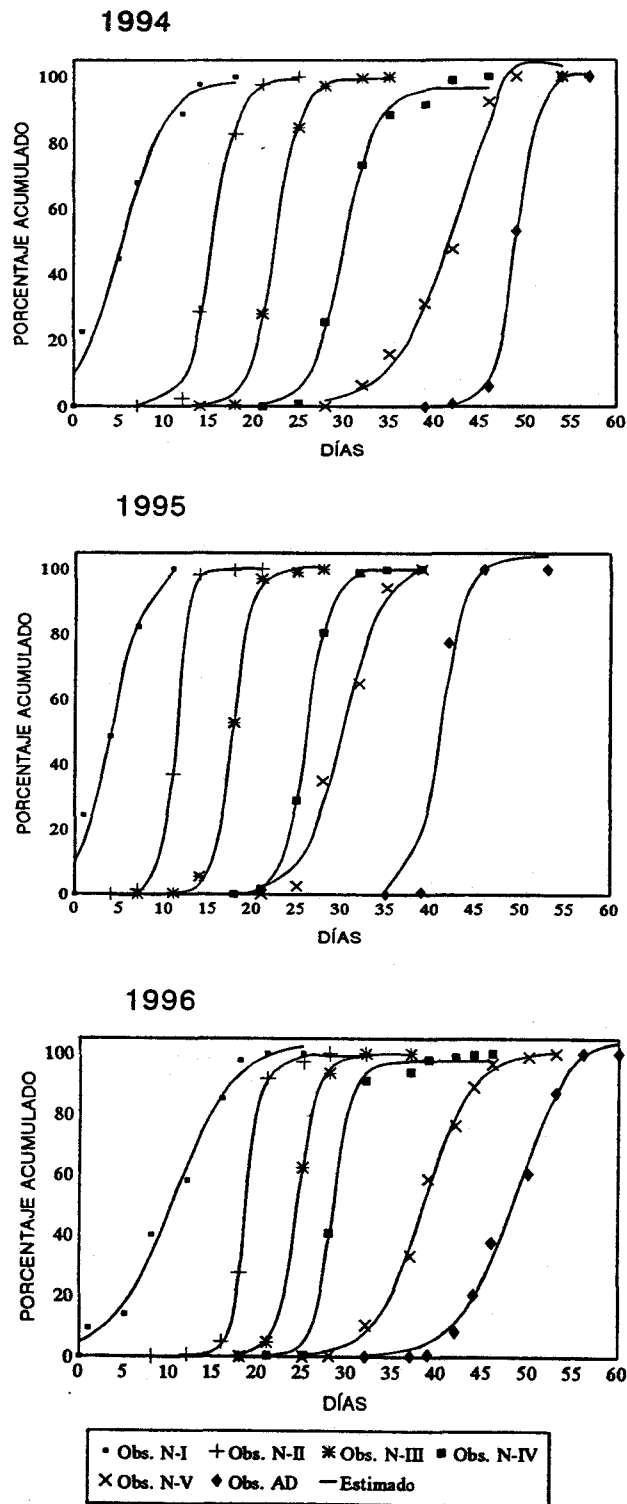


Fig. 12.- Ajuste del desarrollo postembrionario de la langosta marroquí al modelo de Gompertz en 1994, 1995 y 1996.

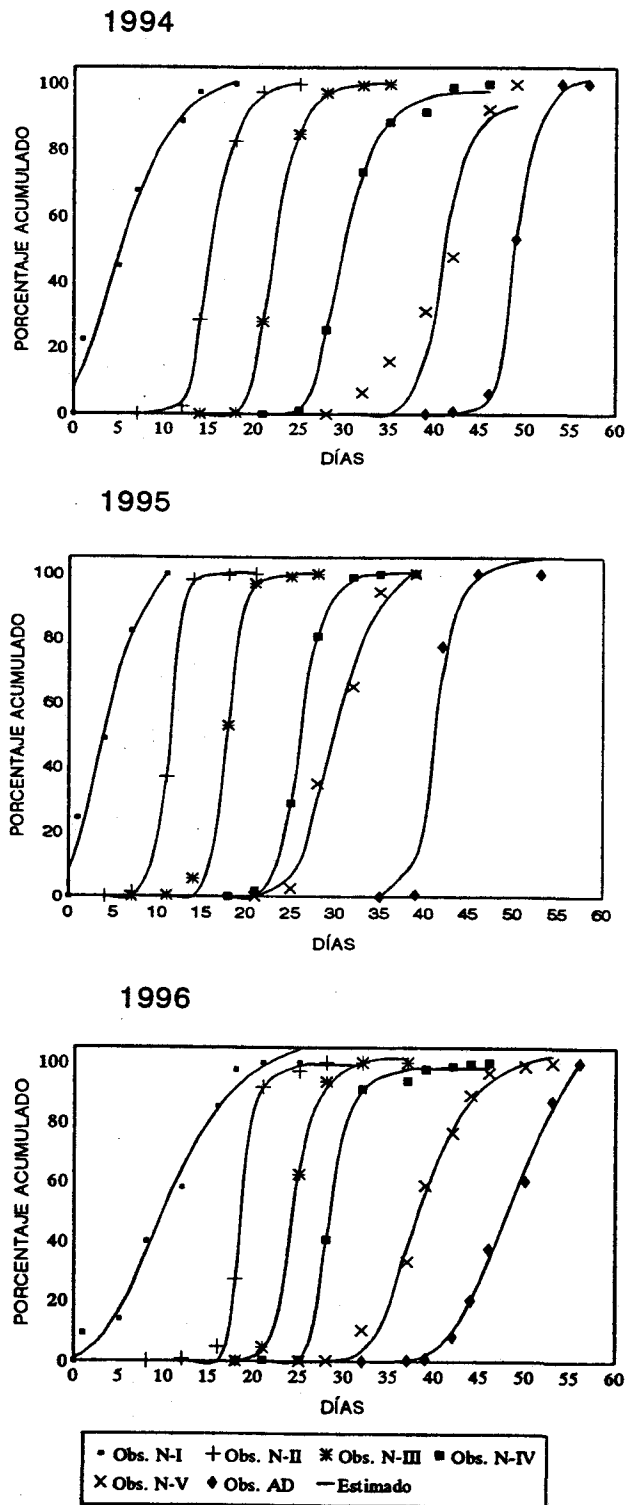


Fig. 13.- Ajuste del desarrollo postembrionario de la langosta marroquí al modelo de Richards en 1994, 1995 y 1996.

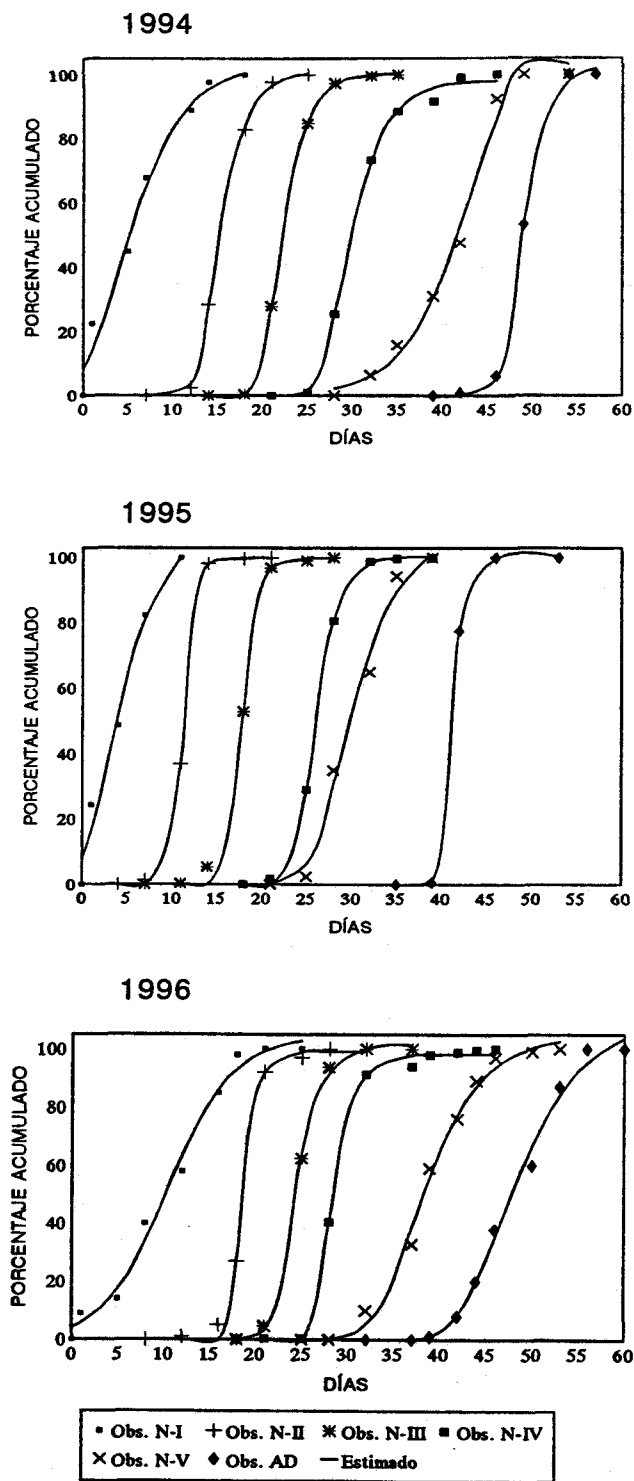
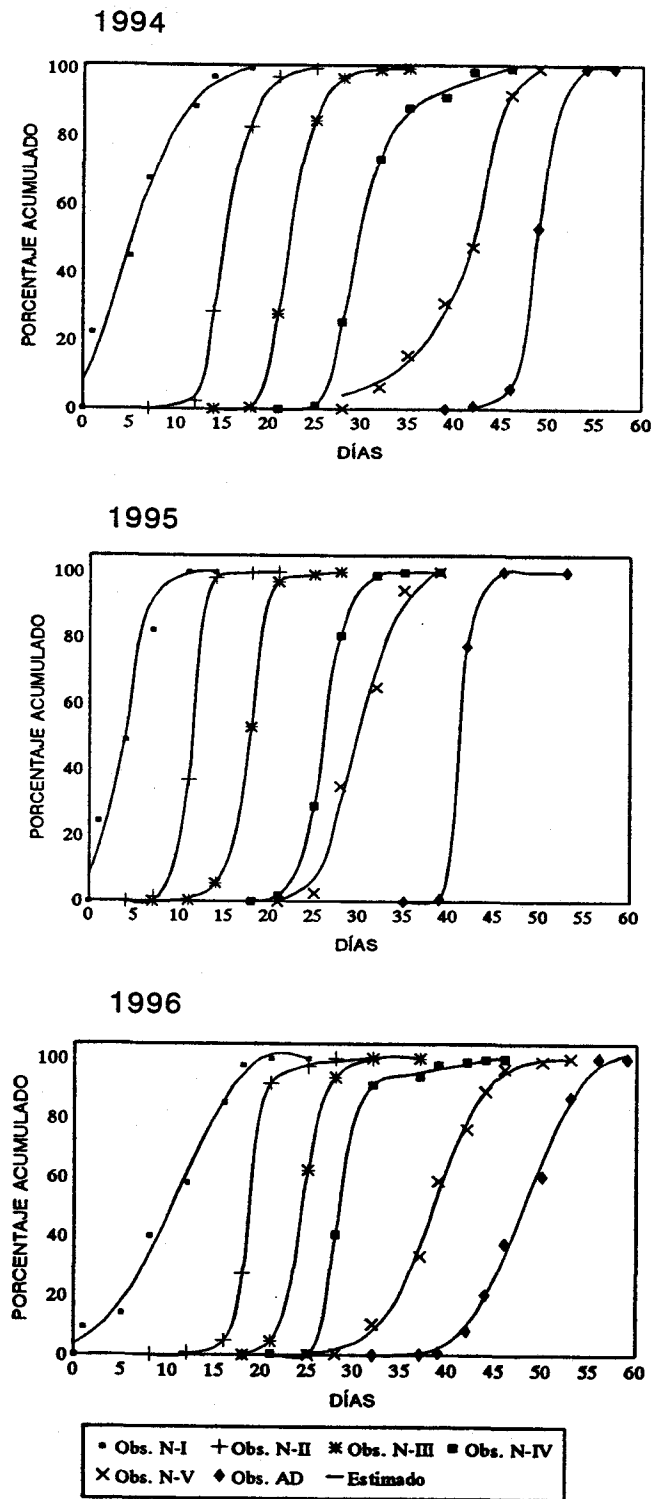


Fig. 14.- Ajuste del desarrollo postembrionario de la langosta marroquí al modelo de Carreño en 1994, 1995 y 1996.



4.2.1.1. DURACIÓN DEL DESARROLLO POSTEMBRIONARIO

Para el conocimiento del período de desarrollo se han empleado los datos de porcentajes relativos de edades a partir de las muestras de material capturado en campo y conservado en alcohol. De este modo se ha establecido una estructura de edades a lo largo del tiempo para las poblaciones del Haza de la Veedora durante los años 1994 y 95 y la de los alrededores de Fernán-Pérez en 1996. (Como ya se indicó, la población del primer paraje fue muy escasa en 1996 debido al tratamiento fitosanitario efectuado el año anterior).

El conocimiento de la duración exacta de cada estadio en campo es frecuentemente complicado pues las mudas se producen en un período dilatado de varios días o semanas, dependiendo de lo sincronizada que se encuentre la población. Por regla general la mayoría de los autores señalan un intervalo de tiempo en el que tiene lugar la muda de cada estadio, o bien la fecha en la que se observa la primera muda de un estadio. READ & ASHFORD (1968) elaboran un modelo no logístico para estimar la duración en días del ciclo, (excluyendo el estado de huevo), de otro Gonfocerino (*Chorthippus parallelus*), y establecen la duración de los estadios como el período global en el que aparecen estos. Lo cual es erróneo, pues ni la eclosión ni las mudas están sincronizadas (ONSAGER & HEWITT, 1982).

DEMPSTER (1957) realiza la estima de la duración de los estadios de cuatro modos diferentes: tiempo transcurrido entre la primera aparición de dos estadios consecutivos, el que transcurre entre la última aparición de cada estadio, tiempo que transcurre entre los picos de máxima aparición de los estadios y tiempo entre los días medios de aparición de los estadios. El problema de estos sistemas de estima, a excepción del tercero (cuyos datos se recogen en la Tabla 16), es que se basan únicamente en días sin tener en cuenta la tasa de desarrollo de la población.

En este estudio, se ha optado por establecer la duración de cada estadio como el tiempo que transcurre desde que el 50% de la población está en determinado estadio hasta que ese porcentaje alcanza el siguiente (ONSAGER & HEWITT, *op. cit.* y DENNIS & KEMP, 1988). Para ello se han utilizado los ajustes a los modelos matemáticos, despejando la t en cada modelo y haciendo $x=50\%$. En el caso del modelo de Carreño, no es posible despejar el tiempo, por lo que se ha calculado la duración del estadio mediante interpolación. La duración estimada resultante para cada estadio y la total del desarrollo se recogen en la Tabla 15. Para cada año la duración total del desarrollo apenas varía de un ajuste a otro, lo que pone de manifiesto la idoneidad de todos los modelos utilizados. La duración del crecimiento es semejante

en 1995 y 96 y algo más largo en 1994. La variación máxima entre años es de casi ocho días y se produce entre 1994 y 1996. Las causas que ocasionan estas diferencias son las señaladas en el punto anterior.

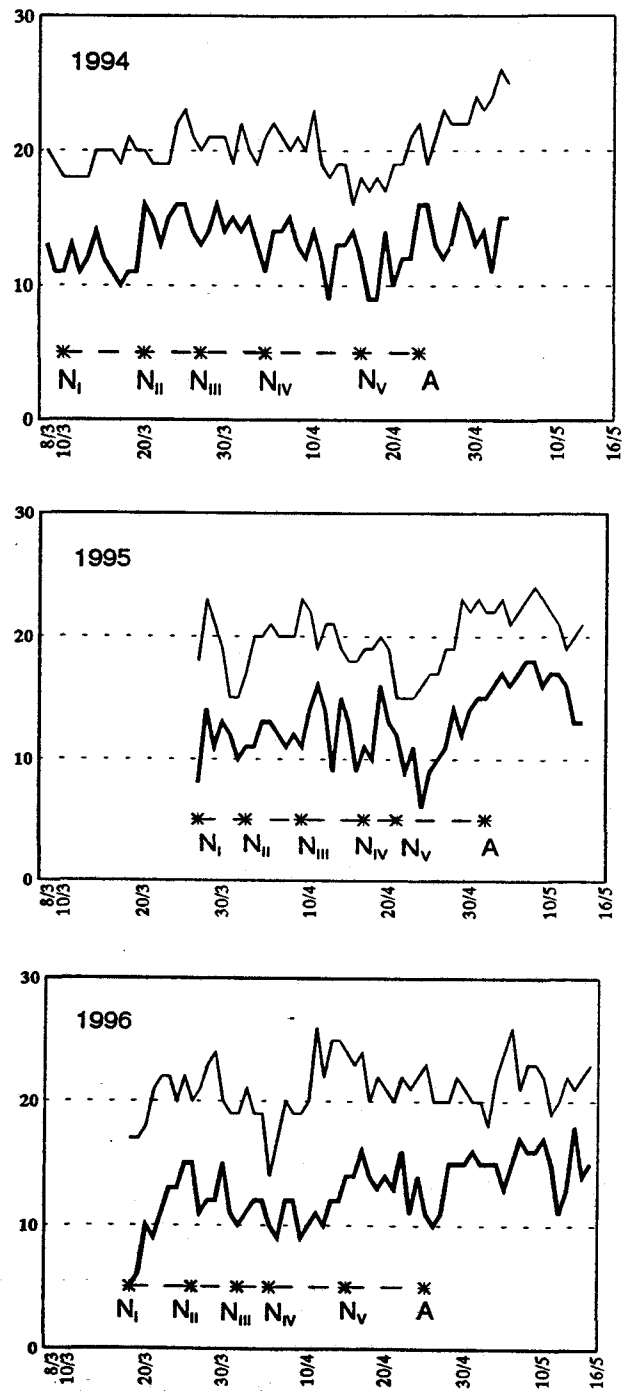
La duración media de cada estadio es sin embargo muy variable entre años, como se aprecia en la Tabla 15. Aunque dentro de un mismo año los ajustes proporcionan estimas muy semejantes, a excepción del modelo de Richards que establece duraciones anómalas para los estadios IV y V en 1994, y I en 1996. En la Figura 15 se han representado las temperaturas mínimas y máximas en cada año para el período de crecimiento de la langosta. La duración de los estadios considerada es el promedio de la ofrecida por los ajustes (se han rechazado los casos anómalos del ajuste al modelo de Richards). Al intentar establecer una relación entre estas temperaturas y el incremento o decremento de los mismos estadios en diferentes años, parece ser que es la temperatura mínima la que influye en el desarrollo. Así, aparecen picos de mínima por debajo de los diez grados cada vez se dilata la duración de un estadio. La breve duración del estadio cuarto en 1995 podría deberse a la existencia de un pico de más de 15 °C en la mínima y la ausencia de descenso por debajo de 10 °C. Sin embargo, la breve duración del estadio tercero en 1996 no tiene una explicación lógica, pues si no se produce un descenso de la mínima, tampoco hay un incremento importante.

Tabla 15.- Duración estimada de cada estadio y total del desarrollo.

	Modelo	N-I	N-II	N-III	N-IV	N-V	Total
1994	Verhust-Pearl	10.18	6.89	7.69	11.54	7.19	43.49
	Gomperz	10.12	6.93	7.84	11.3	7.44	43.63
	Richards	9.94	6.92	7.63	15.23	3.54	43.26
	Carreño	10.4	5.6	8.8	12.4	6.8	44
1995	Verhust-Pearl	7.29	6.47	8.32	3.96	10.93	36.97
	Gomperz	7.39	6.64	8.15	3.78	11.18	37.14
	Richards	7.46	6.69	8.1	3.82	10.51	36.58
	Carreño	7.5	6.4	8.3	3.8	11.2	37.2
1996	Verhust-Pearl	8.56	5.55	4.09	10.04	9.71	37.95
	Gomperz	8.81	5.5	4.24	9.91	10.11	38.57
	Richards	6.08	5.53	4.32	10.12	10.03	36.08
	Carreño	8.1	5.9	3	11.1	9.4	37.5

En la Tabla 16 se han recogido los datos ofrecidos por los distintos autores sobre la duración de los estadios ninfales de la langosta marroquí, incluyendo en último lugar los promedios de los obtenidos a partir de los ajustes de nuestros datos. Se puede

Fig. 15.- Temperaturas máximas y mínimas durante el desarrollo postembrionario de *Dociostaurus maroccanus* en los años 1994, 1995 y 1996.



apreciar que la variabilidad es muy amplia, además se ignora cómo se han calculado en la mayoría de los casos, a excepción de los Dempster, ya mencionado. Y precisamente este autor realiza, en el caso recogido, una estima semejante a la nuestra. De todos los datos expuestos, son lógicamente, los de las zonas europeas los más próximos a los del Cabo de Gata: la Baume (1918), Melis (1934), Jannone (1934) y Dempster (1957).

Es importante señalar, que en los datos tomados de otros autores, los límites del intervalo que indica la duración total del desarrollo embrionario, son producto de la suma de los valores máximos y mínimos para cada estadio. Se considera que este modo es incorrecto, puesto que un estadio tiene una duración breve por determinadas causas, el resto no tiene por qué estar sometido a esas circunstancias. Por eso en nuestro caso ese modo no se cumple, porque se han considerado los valores totales independientemente de los parciales.

Tabla 16.- Duración de los distintos estadios ninfales y total del desarrollo postembrionarios en *D. maroccanus* según los distintos autores. (*) Tomado de PAOLI (1937), (+) tomado de LATCHININSKY y LAUNOIS-LUONG (1992).

Autor	N-I	N-II	N-III	N-IV	N-V	Total
LA BAUME, 1918*	6	5	9	15	10	45
MELIS, 1934*	7-11	5-8	4-5	4-7	7-16	27-47
JANNONE, 1934	10	8	8	8	11	45
ZHDANOV, 1934+	7	5-6	4-6	5	9-13	30-37
TARBINSKI, 1940+	5-8	8-9	7	6	9	35-39
EVSTROPOV, 1948+	7-9	6-7	5-7	7-9	8-10	33-42
SVIRIDENKO, 1924+	5-8	8-9	7	6	9	35-39
BOUSHOÏEV, 1905+	10	5	8	8	10	41
SIĀZOV, 1912+	5-6	6-7	6-7	6-8	12-14	35-42
PLOTNIKOV, 1917+	5-7	5-7	5-7	5-7	10-14	30-42
POUKHOV, 1925+	5-7	8-9	8-9	8-9	10	39-44
PODOVKINE, 1931+	5-6	5-6	6-7	6-7	7-10	29-36
IVANOV, 1946+	4-6	5-6	5-6	5-6	5-6	24-30
TOKGAÏEV, 1966+	6	5-6	6-12	8	6-8	31-40
SHAMONINE, 1964+	8-10	5	5-7	6-7	3-7	27-36
LATCHININSKY, 1992	6	6-8	7	6-7	8-11	33-39
BODENHEIMER, 1944	8	6	7	6	6	33
DEMPSTER, 1957	6-11	5-8	4-7	5-8	8-10	23-44
	7-10	6-7	4-8	4-12	7-11	37-44

4.2.2. MADURACIÓN SEXUAL Y PERÍODO REPRODUCTIVO

El periodo reproductivo se inicia con el apareamiento, que tiene lugar después de la madurez sexual. Determinar en campo la duración de estos procesos es complicado, pues no aparecen cambios fácilmente identificables que denoten tanto la madurez sexual como la conclusión de una puesta. Por ello, la mayoría de los autores toman como referencia la aparición de las primeras cópulas y oviposiciones, pues no se pueden evidenciar estos procesos en porcentajes.

El apareamiento comienza a los 10 días de la muda imaginal en langostas solitarias, mientras que para las gregarias se produce a los 6 días (BODENHEIMER, 1944). Aunque según SKAF, (1972) se produce de 9-18 después. Para MORENO (1943) este período es aún más breve de 4-9 días, con un promedio de 5 días, y que abarca la variación señalada por JANNONE (1934) de 6-8 días. Años más tarde DEL CAÑIZO & MORENO (1950) ensanchan el intervalo a 6-10 días con una media de 8. LATCHININSKY-LAUNOIS-LUONG (1992) recogen el período más corto, con tan sólo 2 días, lo que parece extremadamente breve.

En la parcela de estudio los días transcurridos desde la aparición de los primeros adultos hasta que se observaron las primeras cópulas, transcurrieron invariablemente 7 días en los tres años (1993-95).

Las observaciones sobre la puesta son aún más complicadas y se recogen en el punto 4.3. Según DEMPSTER (1957) la primera puesta se produce de 4 a 7 días después de la cópula, mientras que para JANNONE (1937) ésta acontece a los 12 días.

Se ha podido constatar que las hembras ponen prácticamente hasta el final de sus días (PAOLI, 1937). Lo que está avalado por las observaciones realizadas en el laboratorio, ya que estas hembras prolongaron el período de puesta hasta diez días antes de morir.

4.3. OVIPOSICION

El estudio de la oviposición conlleva la consideración de varios aspectos, tanto comportamentales como los relacionados con las ootecas.

Para PAOLI (1932) las hembras gregarias se concentran para la puesta en zonas restringidas de pocos metros cuadrados de superficie próximas unas a otras, mientras que las langostas solitarias no se agrupan y avanzan de forma dispersa en una gran superficie. Según DEL CAÑIZO (1942) la acumulación de canutos en un área reducida contribuye a acentuar las variaciones en la descendencia que encontrándose predominantemente en fase *transciens* acaba por constituir la fase *gregaria* definida.

El primer aspecto que hay que establecer para poder conocer las características que rodean este proceso es localizar a las hembras poniendo. La experiencia en campo nos indica como bastante improbable encontrar a un ortóptero realizando la puesta; así JANNONE (1937) señala que los sondeos proporcionan casi siempre resultados negativos en caso de que no se conozcan o se tenga indicio de las zonas de puesta. Sin embargo, en *D. maroccanus* cuando se alcanzan niveles poblacionales altos, las hembras se aglutinan en determinados lugares para ovipositar: los rodales de puesta. Estos lugares suelen ajustarse a un patrón fisionómico que se cumple regularmente. Los rodales de puesta son sitios de suelo compacto, calveros o de muy escasa vegetación (UVAROV, 1928 y 1977 y ARIAS *et al.*, 1995). En la parcela de estudio los rodales se han identificado en la zona de pastizal de *Stipa capensis*. Cuando las langostas llegan a su madurez, el pasto está casi agostado y deja el suelo libre para la puesta.

La textura del suelo no parece influir en la elección del rodal de puesta, aunque sí determina la configuración de la ooteca. No parece existir correlación entre la textura del suelo y concentración de ootecas (ARIAS *et al.*, 1994b). Lo que sí es imprescindible es que el suelo sea muy compacto (MORENO, *op. cit.*). En la parcela de estudio del Haza de la Veedora la mayoría de los canutos fueron de paredes lisas, aunque ocasionalmente aparecían incluidos en las paredes restos vegetales como finas raíces y fragmentos de tallo. En Fernán-Pérez el suelo es más duro y pedregoso con lo que la mayoría de los canutos aparecen con pequeñas piedrecitas incluidas en las paredes.

Cómo se acaba de comentar, los rodales de puesta se producen al incrementarse el número de langostas. Siempre se había relacionado la existencia de rodales con las fases gregarias o de transición, o cuando menos indicativos de la gregarización; mientras que las langostas en fase solitaria realizarían la puesta de forma dispersa

(UVAROV, 1928 y 1977; PAOLI, 1932; BODENHEIMER, 1934; JANNONE, 1934; LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG, 1992). Este criterio se ha cumplido en las poblaciones en las que se ha podido observar la puesta (lógicamente se excluyen las poblaciones que han sufrido tratamientos insecticidas). Así las poblaciones de Sierra Alhamilla de 1995, Haza de la Veedora de 1992 y la de Fernán-Pérez de 1996 no constituyeron rodales de puesta. La última además llegó a presentar una densidad media a lo largo del ciclo de 3-9.48 individuos/m², pero sin constituir manchones ni cordones. Se observaron rodales de puesta en las poblaciones del Haza de la Veedora de 1993-94 y la de Fernán-Pérez de 1993.

Sin embargo, en un reciente trabajo de ARIAS *et al.* (1995) sobre poblaciones de langosta "solitaria, a lo sumo de transición", la distribución de las ootecas no sólo es agregativa en los rodales de puesta, sino que también lo es en las amplias zonas de puesta dispersa, siendo además muy baja la cantidad de ootecas reunidas en los rodales en comparación con las que se distribuyen fuera de estos. Según estos autores la concentración de las puestas se produce tanto en fase solitaria como gregaria, pues depende de la densidad de las hembras. Los rodales de puesta, apuntan, no sólo se producen por una oviposición casi simultánea y masiva (fase gregaria), sino que también por una oviposición concentrada pero distanciada en el tiempo debido a una menor densidad de hembras (fase solitaria).

El resultado en ambas situaciones es una condensación de ootecas en ciertos lugares, que están determinados por sus características físicas (calveros) y señalados por feromonas por las hembras ovipositoras.

Estas nuevas aportaciones al concepto de rodal de puesta, se basan en considerar a la población objeto del estudio, en fase solitaria. Inicialmente los autores la sitúan inciertamente entre fase solitaria y transformante, lo que deja abierta la posibilidad de que sea ésta última, con lo que los rodales señalados comenzarían a formarse en la fase transformante, signo de agregación, confirmando lo que los autores clásicos señalan. Además el trabajo está relizado en las mismas fincas que el año anterior tuvieron gran cantidad de rodales de puesta (ARIAS *et al.*, 1994b). Otras consideraciones que se desprenden de lo postulado por estos autores, es que la feromona de agregación estaría presente en todas las fases, sería emitida en cada puesta y perduraría en el tiempo lo suficiente como para producir concentración de puestas a lo largo del periodo fértil de la hembra.

4.3.1. DENSIDAD DE OOTECAS POR SUPERFICIE

Al estudiar el número de ootecas por superficie, la gran mayoría de los autores hacen referencia a la densidad de canutos en los rodales de puesta. Generalmente siempre se consideran estas zonas como las que albergan la mayor parte de las puestas de las poblaciones gregarias. Sin embargo no es del todo cierto, pues gran número de ootecas se depositan de forma dispersa fuera de estos rodales (ARIAS *et al.*, 1995). El límite del rodal parece tener una densidad de 20 ootecas/m² (ARIAS *et al.*, 1994b).

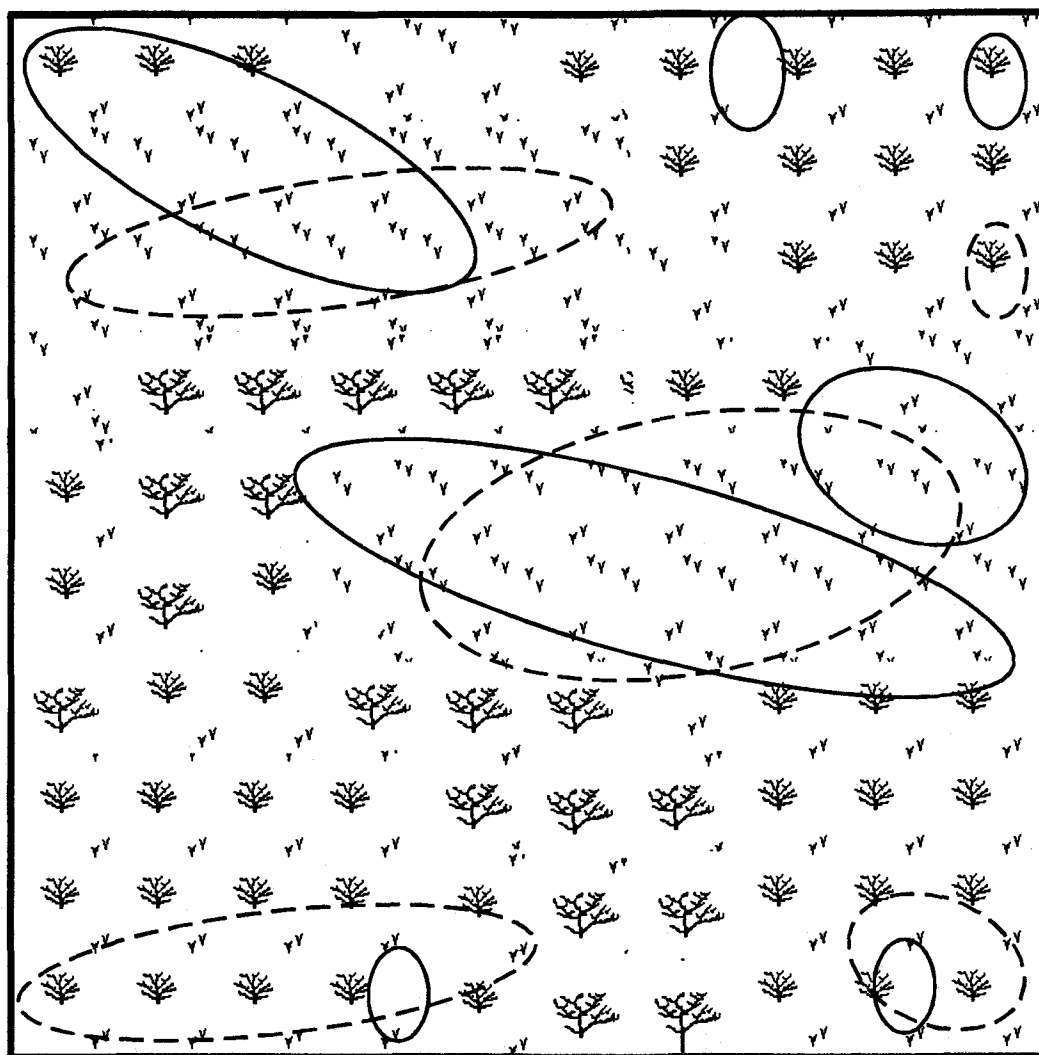
Las ootecas se muestrearon siguiendo la metodología recogida en el capítulo tercero, prospectando los rodales de puesta que fueron detectados al segundo año de comenzar el estudio.

Se tomaron muestras en 1993 en el Haza de la Veedora y en Fernán-Pérez. En 1994 sólo se pudieron detectar rodales de puesta en el Haza de la Veedora, ya que el tratamiento efectuado ese año en Fernán-Pérez redujo y dispersó la población. En 1995, como ya se ha comentado, se llevó a cabo un tratamiento en el primer paraje, reproduciendo las consecuencias anteriores.

Se pretendió comprobar si la localización de los rodales coincidía un año tras otro. Durante 1994 la población fue bastante mayor en HV que el año anterior y la puesta comenzó en los mismos rodales de puesta de 1993, coindiendo en muchos puntos en ambos años (Fig. 16), pero el mes de mayo fue especialmente ventoso, con rachas de viento de poniente muy fuertes que fueron aprovechadas por las langostas para realizar vuelos largos. De este modo la superficie ocupada por la langosta se quintuplicó y la puesta se dispersó por toda la nueva área ocupada. En 1995 el avivamiento fue masivo en los rodales de la zona de estudio y área de expansión, lo que condujo a un tratamiento que acabó con la población. JANNONE (1934) indica que los rodales de puesta de una zona no se sitúan en los mismos puntos en años sucesivos. En Extremadura se confirma este hecho, los rodales de puesta no coinciden en años sucesivos (ARIAS *et al.*, 1994). Esto podría deberse a que en las llanos langosteros de Extremadura la fisionomía es muy uniforme y en grandes superficies de terreno, mientras que en la zona de estudio es más heterogénea, concentrándose la langosta en los calveros.

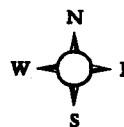
La muestra recogida en Fernán-Pérez en 1993 en campo también se realizó en un rodal de puesta al que las langostas venían volando. Las langostas efectuaban vuelos rectilíneos a distintas alturas, entre cuatro y doce metros (es difícil de precisar), y al

Fig. 16.- Situación de los rodales de puesta en la parcela de estudio en 1993 y 1994.



----- 1993

————— 1994



aproximarse al rodal de puesta descendían bruscamente. Las recién llegadas, independientemente del sexo, eran acosadas por varios machos, que pugnaban por asirse a las hembras o bien se retiraban si era macho. Se comprobó que esta conducta de acoso de los machos, se produce sobre cualquier objeto nuevo que se movía en su entorno, puesto que al arrojar un pequeño guijarro los machos del alrededor se avalanzaban rápidamente sobre él, abandonándolo rápidamente al comprobar su naturaleza.

La existencia de rodales de puesta hace que la densidad de ootecas sea radial con respecto a estas zonas y la periferia, llegándose a alcanzar densidades de hasta 1.232 canutos por m² (BENLLOCH y DEL CAÑIZO, 1941). En los puntos prospectados las densidades encontradas están recogidas en la Tabla 17. Las densidades medias obtenidas en nuestros muestreos son mayores a las medias ofrecidas por ARIAS *et al.*, (1994), que oscilan de 22 a 65 ootecas/m². Ello se debe probablemente a que estos autores excavan una gran superficie, casi rodales enteros desde el perímetro hasta el centro del rodal, mientras que en nuestro caso la superficie excavada es una pequeña muestra de la totalidad del rodal.

4.3.2. NÚMERO DE HUEVOS

En la mayoría de las especies de langostas el número de huevos por ooteca decrece con la gregarización, sin embargo en *D. maroccanus* este número aumenta (BODENHEIMER, 1944; UVAROV, 1966 y WALOFF & POPOV, 1990).

PAOLI (1932) obtiene un promedio de 32 huevos que oscila entre 28-34, aunque posteriormente en 1939 recoge promedios de 29.4 a 29.8; JANNONE (1937) señala una media de 30 para la fase gregaria. BODENHEIMER (*op. cit.*) indica un promedio de 31.37 huevos por ooteca en un enjambre de langostas en Irak, mientras que para una población menos densa es de 25.13. DEMPSTER (1957) señala promedios algo inferiores 28.1-30. MERTON (1959) obtiene medias de 24-33 huevos según el lugar y el año. En nuestro país, ARIAS *et al.* (1994) señalan promedios de 27.5 y 29.2.

Dentro de la variación en el número de huevos por canuto, las de menor cuantía son menos significativas, pues al analizar tanto los datos de ARIAS y MERTON (*op. cit.*) el número de ootecas con menos de 10 huevos es del 0.7% y con menos de 15 el 0.6% respectivamente.

El resultado de los recuentos de huevos tanto de las ootecas recogidas en campo como las obtenidas en el laboratorio está relacionado en la Tabla 17. Se aprecian variaciones tanto por la zona (Fernán-Pérez y Haza de la Veedora) como por el origen (campo y laboratorio) y año.

Tabla 17. Datos de recuento de huevos y de ootecas.

ZONA	ORIGEN	año	huevos/ooteca				ootecas/m ²	Fase
			min	\bar{x}	σ	max		
FP	Laborat.	1993	24	31.5	4.43	39	---	GREGARIA
FP	Campo	1993	29	33.5	3.99	40	130	GREGARIA
HV	Laborat.	1993	18	26.7	3.57	36	---	CONGREG.
HV	Campo	1993	22	29.7	3.75	35	158.9	CONGREG.
HV	Campo.	1994	24	31.6	4.9	40	140	GREGARIA

Para poder comprobar si estas diferencias son estadísticamente significativas, se realizó un análisis de la varianza cuyos resultados están recogidos en la Tabla 18.

Tabla 18.- Análisis de la varianza del n° huevos/ooteca según el origen.

significación	Todos	Campo	Labor.
	0.05	0.05	0.01
93FPCampo	a	a	
93FPLabor	b		a
93HVCampo	b	b	
93HVLabor	c		b
94HVCampo	ab	ab	

Se observa que las ootecas incubadas en laboratorio, con número inferior de huevos con respecto a las de campo, presentan también diferencias según la zona. Esta diferencia en el número de huevos según el origen podría deberse a la alimentación. En

laboratorio se les ha suministrado una dieta vegetal fresca continuamente y de diferente composición a la zona de origen. Son muy numerosos los estudios que ponen de manifiesto que la variación en la dieta produce alteraciones tanto en el número de huevos como en el de ootecas (UVAROV, 1966).

Con respecto a las ootecas provenientes de campo, las diferencias entre las ootecas de FPC93 y HVC93 se debe a que ambas estaban en fases diferentes. Al año siguiente, la población del Haza de la Veedora (HVC94) se encontraba en fase gregaria, por lo que no presenta diferencias con la gregaria anterior, si bien está relacionada con la *congregans* porque el número de huevos no llega a ser tan elevado como HVC93. Este hecho pone de manifiesto que la fase si influye en el número de huevos contenidos en la ooteca tal y como apuntan los autores mencionados al inicio de este apartado, y que había sido puesto en duda por MERTON (1959).

Por último al considerar todas las casos, la relación entre los distintos casos es más compleja debido a que existe un rango más amplio de variaciones.

4.3.3. FERTILIDAD DE LAS HEMBRAS

En la mayoría de las langostas el número de ootecas que realiza la hembra decrece con la gregarización (UVAROV, 1966). Pero en *Dociostaurus maroccanus* esta circunstancia se desconoce, de hecho no se sabe cual es su tasa normal de puesta. El número de ootecas que es capaz de poner una hembra es difícil de cuantificar en el campo (MORENO, 1943) y de validez dudosa en el laboratorio, como se verá más adelante.

4.3.3.1. EN CAMPO

Conocer el número de ootecas que pone un hembra en libertad a lo largo de su vida, es complicado, pues son insectos con gran movilidad, sobre todo en poblaciones densas y sólo casualmente ponen dos ootecas consecutivas en un mismo lugar (BODENHEIMER, 1944 y DEL CAÑIZO & MORENO, 1950).

PAOLI (1937) estima que una hembra debe poner tres o cuatro ootecas y excepcionalmente cinco, ya que según él necesitan veinte días para cada puesta y con un promedio de vida algo superior a dos meses obtiene esa cantidad.

Un método indirecto utilizado por DEMPSTER (1957) consistió en contar diariamente en un mismo lugar, desde el comienzo de la puesta hasta la muerte de los adultos, el número de hembras que había poniendo durante un intervalo de media hora. A lo largo de todo el periodo observó cuatro picos, lo que interpretó como que las hembras realizaban cuatro puestas. Pero al realizar el recuento de la población de langostas existentes y las ootecas prospectadas, el número de ootecas es muy superior al esperado, por lo que supone que debe haberse producido una quinta puesta. Por otra parte este autor constata que el año con mayor número de ootecas es el que menor población de langostas ha tenido, aduciendo que se debe al adelanto en la eclosión, lo que permitió mayor disponibilidad de pasto.

Al estudiar los datos de DEMPSTER (*op. cit.*) se comprueba que si se hace un cálculo entre la población estimada, el índice de sexos inicial, el número de huevos total estimado y el número de huevos por ooteca, el resultado es tan sólo de dos ooteca por hembra. Por otro lado los picos son cada vez mas pequeños, con lo que las hembras que realizasen una tercera puesta oscilarían entre un 25-50%, y la cuarta puesta entre el 8-15%. Debería, además, tenerse en cuenta las puestas que se realizan fuera de los rodales de puesta, pues su número es proporcionalmente mayor (ARIAS *et al.*, 1995).

Para intentar arrojar más luz a esta cuestión, se introdujeron 15 parejas recién mudadas a estado imaginal en las jaulas y condiciones descritas en el punto en 3.4.5.D. La experiencia resultó ser un absoluto fracaso, las parejas murieron antes de las dos semanas. Se excavó la planta de la jaula de aquellas que habían vivido más de una semana y no se halló ninguna puesta. Ya no se pudo repetir el ensayo puesto que el periodo de puesta había comenzado y no existían garantías de que las hembras no hubiesen puesto con anterioridad.

Pensamos que la causa de la muerte pudo deberse a que la temperatura en el interior de las jaulas se elevaba demasiado con la insolación, o el pasto incluido en su interior no era óptimo para alimentarlas. Experiencias similares con *Locusta migratoria* de ACKONOR & VAJIME (1995), ponen de manifiesto una elevada mortandad de hembras en jaulas en campo que eran repuestas continuamente, suministrando además, alimento fresco a las langostas.

En el futuro habrá que diseñar jaulas más altas y con una luz de malla mayor. Aunque la escasez de pasto seguirá siendo un inconveniente, puesto que las langostas libres pueden desplazarse para alimentarse y volver a los rodales de puesta para ovipositar. Pero si se les administra alimento, se aumentaría su longevidad y por tanto el período de oviposición, como se demuestra en el punto siguiente.

4.3.3.2. EN LABORATORIO

En los distintos tipos de experiencias recogidas en el punto 3.4.5. se han obtenido un número variable de puestas por hembra dependiendo de la longevidad de las mismas.

Se ha comprobado que las hembras que se mantuvieron con dos machos, copulaban después de cada puesta. También se ha podido constatar que el número de huevos de las ootecas depositadas por una misma hembra es variable y que no se cumple que la primera puesta tiene menor número de huevos que las siguientes como indica BODENHEIMER (1944).

A) HEMBRAS HACINADAS

En las experiencias desarrolladas durante 1993 a partir de hembras marcadas con un número en el dorso ($n=16$), el promedio de puestas por hembra ha sido de 4 ootecas con un máximo de 5 y un mínimo de 3. El promedio de días entre una puesta y la siguiente ha sido de 6 días, si bien fluctuó entre 5 y 8, lo que coincide exactamente con los datos de MORENO (1943). Si bien el período de tiempo entre las puestas ha sido bastante homogéneo y contante en cada hembra, no incrementándose hacia el final, a diferencia de lo que ocurre en campo que se va dilatando con el tiempo debido a que el pasto verde va escaseando y las hembras envejecen (DEMPSTER, 1957).

El número de huevos ha fluctuado por ooteca de un mínimo de 15 hasta un máximo de 35, siendo la media de 26 huevos por canuto.

En los dos grupos de hembras mantenidas hacinadas con machos en jaulones (55 y 34) el promedio de ootecas por hembra fue desigual, de 1,9 y 5,8 respectivamente. Esta diferencia puede deberse a que el hacinamiento en el primer grupo fue excesivo, pues presentó un alto grado de canibalismo y se molestaban unas a otras constantemente.

B) HEMBRAS AISLADAS

Los tríos (dos machos y una hembra) aislados en frascos de cristal con tela de visillo murieron antes que las mantenidas en jaulones. Las hembras pusieron de 0-3 ootecas con un promedio de 0.9. Este sistema se mostró muy ineficaz para el

mantenimiento de parejas. Los cinco tríos aislados en jaulas estuvieron en condiciones óptimas, como lo demuestra el hecho de que se obtuviesen 15, 13, 11, 5 y 5 ootecas, con promedio de huevos similar a los señalados para las hembras .

Las parejas hacinadas en los jaulones han sobrevivido un mes a los individuos del campo, ello se debe sin duda a la disponibilidad de alimento. Es ésta probablemente, la causa del mayor potencial biótico de las hembras solitarias señalado por numerosos autores, pues esos datos siempre se refieren a langostas criadas en laboratorio. Por otro lado la oviposición ha continuado hasta diez días antes de morir la hembra.

JANNONE (1934) da la cifra, a partir de datos experimentales, de cuatro ootecas de media con un mínimo de tres y un máximo de cinco, coincidiendo con BODENHEIMER (1944). MORENO (1943) estudia la puesta de seis parejas aisladas en jaulones en laboratorio, las cuales ponen un promedio de 5,5 ootecas (mínimo de 3 y máximo de 10), el número de huevos por ooteca es de 30.4 (mínimo de 19 y máximo de 37). El período de puesta varía de 10 a 45 días (lógicamente depende de la longevidad, al igual que el número de ootecas que pone una hembra).

A la vista de los resultados, el potencial reproductivo de las hembras es muy elevado, hasta 15 ootecas, en condiciones óptimas de alimentación y temperatura. Sin embargo este potencial no se pone de manifiesto en campo debido a las condiciones limitantes del entorno.

4.4. DESARROLLO EMBRIONARIO

En la langosta marroquí el desarrollo embrionario es muy dilatado (al menos ocho meses) puesto que como ya se ha señalado en el punto 4.2. la duración del estado de huevo es muy larga. A lo largo del desarrollo se producen interrupciones de varias de sus etapas: períodos de diapausa, debidas tanto a causas intrínsecas como extrínsecas (temperatura y humedad) (SHULOV & PENER, 1961). Finalmente es la lluvia la que desencadena la eclosión acortando o prolongando la duración del desarrollo en su última etapa, aspecto ya discutido en el mencionado apartado.

Después del estudio de las variaciones de los estados ninfal y adulto, se ha pretendido conocer las que se producen en el estado de huevo. Para lo cual se ha

intentado calcular la cantidad de grados día acumulados que son necesarios para su desarrollo. Se han asumido para ello, tanto las etapas embrionarias establecidas por BODENHEIMER & SHULOV (1951) así como sus interrupciones y umbrales térmicos. Según estos autores se produce cierto desarrollo embrionario inmediatamente después de la oviposición que se puede prolongar de uno a tres meses, aunque por lo general se produce una diapausa estival producida por elevación de la temperatura. Posteriormente acontece una segunda etapa de desarrollo hacia octubre que es nuevamente interrumpida por una diapausa de invierno al descender demasiado las temperaturas. Esta diapausa se mantiene hasta que se producen las lluvias y se desencadena la eclosión.

La primera etapa de desarrollo se ha considerado desde el final del período de puesta, ya que este proceso también está dilatado en el tiempo (ver punto 4.3), pero es obvio que las últimas ootecas depositadas también completan el desarrollo embrionario. Teniendo en cuenta también que en las poblaciones estudiadas más del noventa por ciento del avivamiento es sincronizado y se produce en muy pocos días. Se ha considerado igualmente que el factor determinante que desencadenaría la diapausa de verano es cuando se alcanzase una temperatura máxima ambiental de 32 °C, y ésta perduraría hasta que dejase de alcanzarse esta máxima. BODENHEIMER & SHULOV (*op. cit.*), establecen el umbral máximo de desarrollo embrionario para *D. maroccanus* en 32 °C y el umbral mínimo en 12.5 °C, el cual está próximo al mínimo para *Schistocerca gregaria* que es de 15 °C (HUNTER-JONES, 1970).

Se produce entonces (en septiembre u octubre) otro período de desarrollo que permanecería mientras que la temperatura mínima ambiental superase los 15 °C. Cuando la mínima descendiese hasta de esta cifra se desencadenaría la diapausa de invierno. La cual duraría hasta inicio de primavera donde la lluvia es el factor detonante.

Dependiendo de las condiciones ambientales, la diapausa en esta especie puede llegar a prolongarse de cinco a ocho meses (BODENHEIMER & SHULOV, 1951).

Según estas consideraciones se ha calculado la cantidad de GDA que se producen durante los dos primeros períodos de desarrollo, ya que el último período que desencadena la eclosión en primavera al adquirir la cantidad de agua que necesita, ha sido estimado en 164 GDA por BODENHEIMER & SHULOV (*op. cit.*) y en 130-155 GDA por TOKGAÏEV (1966, en UVAROV, 1977 y en LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG).

Las cantidades de GDA estimadas para las dos primeras etapas del desarrollo embrionario en 1993 a 1995 han sido respectivamente 645, 632 y 400. Al sumar los 130 GDA de la última etapa de desarrollo, las cantidades de GDA quedarían 775, 762 y 530. Los resultados de estimar la duración y cantidad de grados días para el desarrollo están recogidos en la Tabla 19. El final de la diapausa invernal se ha estimado como la fecha necesaria para obtener los 130 GDA establecidos por Tokgaiev hasta el inicio de la eclosión y considerando un umbral mínimo de 12 °C. Conseguir acumular semejante cantidad de grados por encima de ese umbral en enero y febrero es difícil y requiere muchos días. Por eso las fechas que supuestamente marcan el final de la diapausa invernal y desencadenan la última etapa de desarrollo se han situado en pleno invierno.

Tabla 19.- Estima de los GDA del desarrollo embrionario y duración de sus etapas.

año	Desar.	DIAPAUSA ESTIVAL		Desar.	DIAPAUSA INVERNAL		Total	Katatrepsis y Eclosión GDA	Fecha de inicio de la eclosión
	GDA	inicio	final	GDA	inicio	final			
1993	138	6/7	24/8	507	21/10	29/12/93	645		7/3/94
1994	134	29/6	4/9	498	2/11	3/2/95	632	+ 130	26/3/95
1995	248	8/7	27/8	152	12/9	3/1/96	400	(Torgaiev, 1966)	18/3/96

A la vista de los resultados, parece exagerada esa cantidad de GDA en primavera para que comience la eclosión porque coinciden una serie de circunstancias climáticas que serían bastante inadecuadas para activar en ese momento el final del desarrollo y avivamiento de la langosta. Si se observa la Tabla 5 en la página 47, se comprueba que enero y febrero son los meses más fríos del año, alcanzándose mínimos absolutos por debajo de cero; también en la Tabla 9 se aprecia que la temperatura media de estos meses no llega a 14 grados. No parece pues muy lógico que estos meses propicien la última etapa del desarrollo embrionario.

Por otro lado, como se discutió en el punto 4.2., en el caso de 1995 no llovió absolutamente nada hasta finales de febrero, por lo que no existió aporte de agua necesario para activar la maduración del embrión y la eclosión. En los otros dos años si habían caído pequeñas cantidades de agua en los meses de diciembre y enero que quizás habrían sido suficientes para iniciar el proceso.

Después de estas contradicciones y ante la evidencia de que el factor que sirve de detonante para la eclosión de la langosta es el aporte de agua (BENLLOCH, 1947; BODENHEIMER & SHULOV, *op. cit.* y MERTON, 1959), nos centraremos en este

punto para intentar aclarar las circunstancias que activan la eclosión.

Precisamente, las especiales condiciones en 1995 contribuyen a extraer ciertas conclusiones que no se han presentado en los otros años. El hecho de que se produjese un invierno seco, con 67 días consecutivos sin lluvia, permite establecer el momento que desencadena el cambio, pues los 40,4 l/m² caídos el 28 de febrero son sin duda el detonante, ya que tan sólo cayeron 7.7 litros seis días después y no volvió a llover hasta el mes de junio. La eclosión masiva de individuos se produjo 26 días más tarde en el mes de marzo. Este número de días fueron los necesarios para completar la maduración y en ese intervalo de tiempo se alcanzaron 72 GDA con un umbral mínimo de 12 °C.

Al igual que sucedía en el desarrollo postembrionario, sería correcto pensar que la cantidad de GDA necesarios estén más próximos el valor mínimo observado, ya que éste sucede cuando se alcanzan o superan los suficientes GDA (NAILAND & HANRAHAN, 1993). La cantidad de GDA requerida por la langosta marroquí para su desarrollo embrionario estaría pues estimada en 472.

Esta cifra no está demasiado alejada de la requerida por otra especie de Acrido univoltino, *Caledia captiva*, que necesita 370 GDA para completar su desarrollo embrionario (GROETERS & SHAW, 1992). Aunque es bastante próxima a los 444 GDA requeridos por *Melanoplus sanguinipes* (SHOTWELL, 1965, en UVAROV, 1977).

Otro aspecto que hay que tener presente es que el desarrollo de los huevos está determinado por la temperatura y la humedad del suelo a la profundidad de la ooteca (REUS & SYMMONS, 1992). Por tanto el sol puede calentar el suelo y elevar la temperatura con lo que se alcanzarían un número más elevado de GDA, si bien es cierto que en estos meses el calentamiento es mínimo. Pero esta circunstancia se produciría también en otoño y no tendría explicación ni la diapausa de invierno ni la activación de la maduración de la embriogénesis. Muchas otras especies de Ortópteros norteamericanos tienen una diapausa invernal que es interrumpida cuando el suelo es calentado en primavera (FISCHER, 1994).

4.4.1. DIFERENCIAS SEGÚN LAS CONDICIONES DE INCUBACIÓN

El primer objetivo de la incubación en condiciones controladas fue a intentar romper la diapausa, para lo que se comenzaron a incubar ootecas en 1993 a comienzos

de agosto, de septiembre y de octubre. Se pusieron 39 lotes con un número de ootecas variable de 5 a 9, provenientes tanto del Haza de la Veedora como de Fernán-Pérez. Se incubaron de acuerdo con lo expuesto en el punto 3.4.6., ya que parece ser la temperatura el factor que prioritariamente regula la diapausa (REUS & SYMMONS, 1992; ANDO & YAMASHIRO, 1993; GROETERS, 1994 y TANAKA, 1994; entre otros).

Pero desgraciadamente ninguno de los huevos de las 241 ootecas llegó a eclosionar. Debido a que semana tras semana los mohos iban destruyendo las ootecas, y a pesar de que se utilizaron fármacos y otros productos químicos, no se consiguió detener la proliferación de micelios y no se obtuvo ni un sólo avivamiento. Si se extraía el envoltorio de la ooteca y se incubaban los huevos aislados, también sucumbían, bien por deshidratación, bien por micosis. Las pocas ootecas que alcanzaron el mes de febrero no produjeron langostas, quizás debido a que los distintos fungicidas empleados afectaron también a los embriones, o bien el exceso de agua en las primeras etapas de desarrollo podría haber matado los huevos y facilitar la proliferación de hongos (BODENHEIMER & SHULOV, 1951).

Ante el desafortunado desenlace del ensayo anterior, se realizó una nueva experiencia. El 26 de enero de 1994 se incubaron un total de 130 ootecas recogidas entre el 26 de agosto y 9 de septiembre de 1993. Estas ootecas se habían guardado en frascos de cristal herméticos desde que se colectaron en campo hasta que se incubaron. Algunas ootecas procedían unas del Haza de la Veedora y otras de Fernán-Pérez. Se establecieron 7 lotes con un número variable de ootecas (de 3 a 12) y se individualizaron 30 ootecas; se les adicionó agua periódicamente y se las sometió a las distintas condiciones de temperatura de incubación que se recogen en la Tabla 20. También aparecieron mohos durante la incubación, pero en esta ocasión no interfirieron el desarrollo (MERTON, 1959). Al incubar los huevos con el invierno tan avanzado, los embriones están ya muy desarrollados con muchas probabilidades de éxito y los hongos actúan en un plazo mucho más reducido.

En la mayoría de los trabajos y ensayos sobre el desarrollo embrionario de Ortópteros se estudian qué factores y cómo actúan sobre la tasa de desarrollo de los huevos y su diapausa (SHULOV & PENER, 1959 y 1963; MERTON, 1959; PENER & SHULOV, 1960; ANDO & YAMASHIRO, 1993; FISCHER, 1994; GROETERS, 1994; TANAKA, 1994; ACKONOR & VAJIME, 1995, entre otros), pero no se refieren a cómo afectan esos factores a la descendencia. Aunque si existen trabajos en otros órdenes de insectos en los que se estudia la influencia de la temperatura en el determinismo del sexo de la prole (por ejemplo FLANDERS, 1939; BERGERARD,

1975; CABELLO & VARGAS, 1985, 1986 y 1988).

Tabla 20.- Resultados de la incubación de ootecas.

	5 °C (7 días)	25 °C	T ^a . A.	% ♂	% ♀	n° langostas	
		*		60.7	39.3	168	
		*		57.6	42.4	41.2	262
H.V.	*	*		56	44	359	
	*	*		53.5	46.5	44.9	215
			*	52.8	47.2	299	
F.P.		*		58.4	41.6	202	
	*	*		53.1	46.9	143	
			\bar{x}	55.9	44.1	Total	1.849

Al contemplar los datos de avivamientos de las langostas (Tabla 20) se aprecia que las ootecas incubadas a temperatura ambiente (t^a variable entre 15-23 °C) produjeron un porcentaje de machos del orden del 52.8%, las que se sometieron a un choque de frío a 5 °C de una semana y después se incubaron a temperatura constante a 25 °C el porcentaje de machos varió del 53.1-55.1% (\bar{x} = 54.2); y las que se incubaron desde el principio a temperatura constante de 25 °C produjeron un porcentaje de machos del 58.4-58.8% (\bar{x} = 58.7). El porcentaje final de machos por orígenes varía tan solo 0.4%, siendo del 55.8% para el Haza de la Veedora y del 56.2% para Fernán-Pérez.

Es evidente que existe influencia de la temperatura en la determinación del sexo de las langostas. Una elevada temperatura constante produce mayor número de machos, la temperatura variable es la que produce el menor porcentaje. Considerando además que la temperatura ambiente del laboratorio es poco variable y que es más elevada que la que existe en el campo durante el periodo de avivamiento, es probable que la relación de sexos en campo sea aún más próxima a uno.

Se aplicó un test de X² mediante tablas de contingencia para comprobar si existían diferencias significativas tanto entre tratamientos como entre tratamientos y orígenes. En ambos casos la significación fue muy elevada (P > 0.001).

Aunque no se han encontrado trabajos de Ortópteros sobre la influencia de la temperatura de incubación en el sexo de la descendencia, puede que se produzca un

hecho semejante a lo que ocurre en algunos Himenópteros. La acción de la temperatura, para que sea efectiva, no se produce sobre un período prolongado de tiempo, sino puntual y en un momento específico del desarrollo (CABELLO & VARGAS, 1986).

El avivamiento en los lotes incubados comenzó en el laboratorio el día 14 de febrero, produciéndose el 95% de las eclosiones en los cinco primeros días, aunque en algunos lotes ésta se prolongó hasta 34 días. Ese año, 1994, la eclosión en campo comenzó el 10 de marzo, generalizándose el día 15. Ello supone un adelanto de casi un mes en el laboratorio, debido tanto a la temperatura como al aporte de agua (BENLLOCH, 1947; BODENHEIMER & SHULOV, 1951 y HERNÁNDEZ, 1993).

4.5. DINÁMICA POBLACIONAL

Los ecólogos siempre han estado interesados en el movimiento de los organismos, incluyendo su dispersión, migración y movimientos locales entre microhábitats, ya que ello proporciona un conocimiento profundo del por qué de la distribución y abundancia de organismos como los Ortópteros fluctúan en el tiempo (KREBS, 1986).

La langosta marroquí presenta una pauta de comportamiento diferente dependiendo de la fase en que se encuentre. Como ya se ha indicado, en fase *solitaria* los individuos (ninfas) permanecen aislados, de modo semejante a otras especies de Acrídidos. Pero en las fases *congregans* y *gregaria* las ninfas se reúnen en manchas y frecuentemente avanzan en cordones.

4.5.1. DENSIDAD

Según BERLOVSKY & SLADE (1995) las densidades de los saltamontes están a menudo relacionadas con la temperatura y precipitación del año anterior y el número de saltamontes varía según el año dependiendo de los cambios en la abundancia de comida. Por lo que el control de plagas utiliza esta relación para predecir la aparición de plagas.

Este criterio que es válido para la mayoría de los acrídidos, no se cumple en el caso de las especies gregarias, puesto que su dinámica poblacional se rige por factores internos de la población (fases). Así BODENHEIMER (1944) apunta que pocos

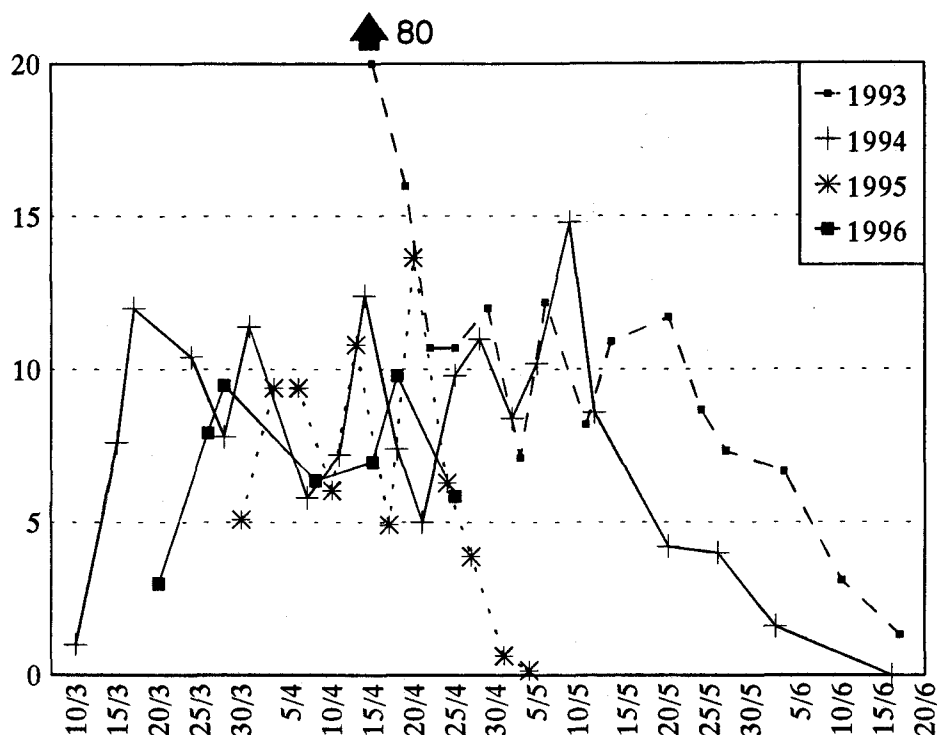
animales poseen una distribución tan desigual como las langostas.

Por lo tanto los métodos usuales de estima de población y densidad utilizados normalmente para los Acrididos y recogidos en el punto 3.3.1. tienen sus limitaciones para el caso particular de la langosta, debido a la distribución por contagio que presenta cuando no es solitaria. En concreto la estimación de la densidad de individuos por medio de batidas de red a lo largo de un transecto fue rechazada a partir de 1994 por las causas expuestas en el punto 3.3.1.a. No obstante se utilizó en 1993 y se realizó una regresión lineal pasando por el origen entre los datos obtenidos con ambos sistemas, obteniéndose una $r_{exp}=0.79$ con una altísima significación ($P>0.005$, g.l. = 10). A pesar de la elevada correlación que existe entre ambos sistemas de muestreo, los datos de densidad calculados mediante el transecto ofrecieron valores mucho más bajos que los obtenidos por medio de los cuadros fijos en el suelo, del orden de un tercio a más de un cuarto por debajo. Esto se debe a que con este método es más difícil acceder a las manchas porque los puntos de muestreo están menos dispersos. De modo que se abandonó este sistema de estima de densidad poblacional.

Se utilizaron pues, los cuadros fijos y de alambre para la estima de densidades de población (DEMPSTER, 1957). Los primeros para el caso de la parcela de estudio y los segundos para otras poblaciones. Como se ha comentado en la metodología, para obtener un muestreo al azar, se sortearon y muestrearon el 20% de los cuadros fijos durante 1993. En los años siguientes se adoptó el recuento de todos los cuadros para poder conocer el proceso de formación y distribución de las manchas, lo que equivale al recuento del número de individuos en una superficie de 25 m². Como a partir de 1994 se estableció el recuento de todos los cuadros, se realizó nuevamente una regresión lineal pasando por el origen entre los datos obtenidos con el 20% y el 100% de los cuadros, obteniéndose una $r_{exp}=0.96$ e igualmente con una altísima significación ($P>0.001$, g.l.=19). Este análisis pone de manifiesto que el muestreo aleatorio del 20% de los cuadros es altamente representativo del total. Aunque este porcentaje impide tener una visión general de la evolución de las manchas.

La evolución de la densidad de individuos por metro cuadrado desde 1993 a 1996 está representada en la Figura 17, en la que se observan grandes fluctuaciones, debido a la particular distribución de esta especie. Las poblaciones estudiadas durante estos años no se encontraban nunca en fase solitaria, por lo que siempre han aparecido en manchas y cordones de ninfas, lo que caracteriza a una distribución por contagio. Esta peculiaridad en la distribución hace que en un mismo muestreo llegasen a aparecer

Fig. 17.- Evolución de la densidad de individuos por m² desde 1993 a 1996.



cuadros con una densidad de 875 langostas por metro cuadrado, y a escasos metros la densidad sea cero, aspecto ya indicado por BODENHEIMER (*op. cit.*). Por ello y después de los resultados obtenidos durante estos años, parece inadecuado un muestreo al azar para conocer la densidad real de langostas y estimar la población de las mismas. Debido a que el azar puede, como de hecho ocurre en numerosas ocasiones, estimar la densidad media de langostas no agrupadas en manchas. Así por ejemplo, en la Figura 17 aparecen picos tan extremos como al inicio de 1993 en el que se alcanza una densidad media de 80 individuos por m². Además, en este caso la densidad está estimada a partir de tan sólo 20 cuadros, mientras que en el resto de los años se ha hecho a partir de 100 cuadros.

El descenso súbito de la densidad en 1995 obedece a circunstancias excepcionales provocadas por el tratamiento insecticida de ese año (ver punto 4.1.4.).

En 1994 y 1995 las fluctuaciones no son tan desproporcionadas, a pesar de que en algunos de los cuadros se han ubicado manchas también. Pero en estos años estas densidades elevadas se disipaban con las bajas densidades aparecidas en la mayoría del

centenar de cuadros. En definitiva densidades medias mayores a 10 individuos por m² en estos dos años suponen haber interceptado alguna mancha.

El caso de 1996 es completamente diferente a los anteriores, debido a que la parcela se reubicó en Fernán-Pérez porque la población de los otros años sucumbió en el tratamiento insecticida ya mencionado. Esta población presentó una densidad que puede considerarse alta pues siempre superó los cinco ejemplares por metro cuadrado y alcanzó los 9.48. Además no se formaron manchas, las langostas estaban distribuidas de forma más o menos regular por toda la parcela, apareciendo pocos cuadros vacíos y con un número semejante de individuos. En este caso el muestreo aleatorio si es reflejo de distribución real de la especie.

Como ya se ha indicado, el muestreo aleatorio basado en los utilizados por otros autores tanto sobre *D. maroccanus* (UVAROV *et al.*, 1951 y DEMPSTER 1957), como sobre otras especies (ONSAGER & HENRY, 1977), presenta inconvenientes al aplicarlo sobre poblaciones gregarias. Por ello se considera necesario combinar esta metodología con otra que permita conocer y estimar el número y extensión de las manchas. Para ello se realizó una estima de la dinámica de las manchas en los años 1994 y 1995 basada en presencia o ausencia de manchas en la mitad de los cuadros de 100 m² inicialmente pensados para realizar los transectos. Los resultados de este estudio se recogen más adelante.

4.5.2. OCUPACIÓN

Se ha denominado ocupación al porcentaje de superficie ocupada por la langosta, dentro del área en donde se distribuye. Se han utilizado para ello los datos de los muestreos de los cuadros fijos situados en el campo. Por lo tanto, el estudio de la ocupación plasmado en este punto no tiene ninguna relación con la estima de la ocupación que realizan tanto PAOLI (1937) como DEL CAÑIZO & MORENO (1950), puesto que estos autores estiman esta ocupación como progresión geométrica del aumento de tamaño de las ninfas de edades sucesivas.

En la Fig. 18 se ha representado la evolución de ésta ocupación a lo largo del crecimiento de la langosta en 1994, calculada a partir de la presencia o ausencia de individuos en los cuadros marcados en el suelo descritos en el punto 3.3.1.b.

Al inicio del desarrollo postembrionario, las ninfas recién avivadas aparecen por todos lados llegando a ocupar el 70% de la superficie, pero a los pocos días estas ninfas

Fig. 18.- Evolución de la ocupación de las langostas, formación y superficie de las manchas en el Haza de la Veedora durante 1994.

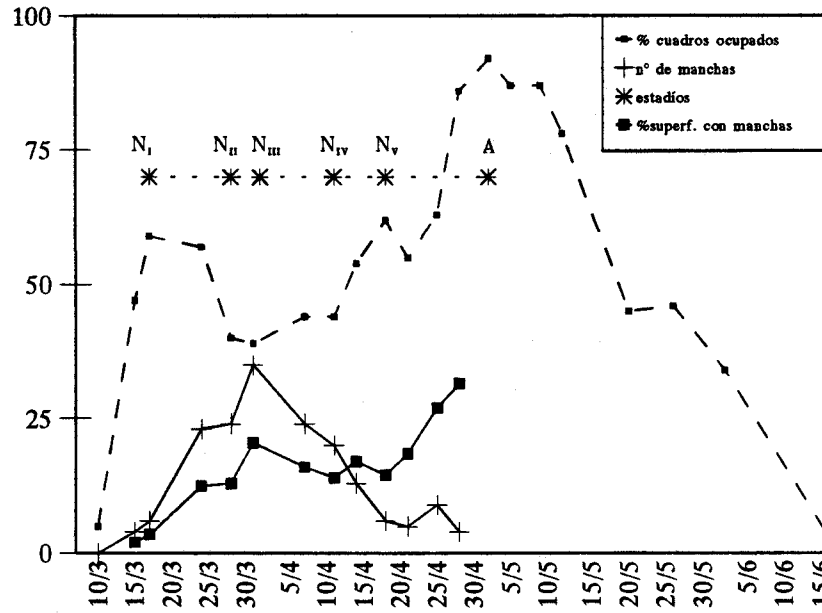
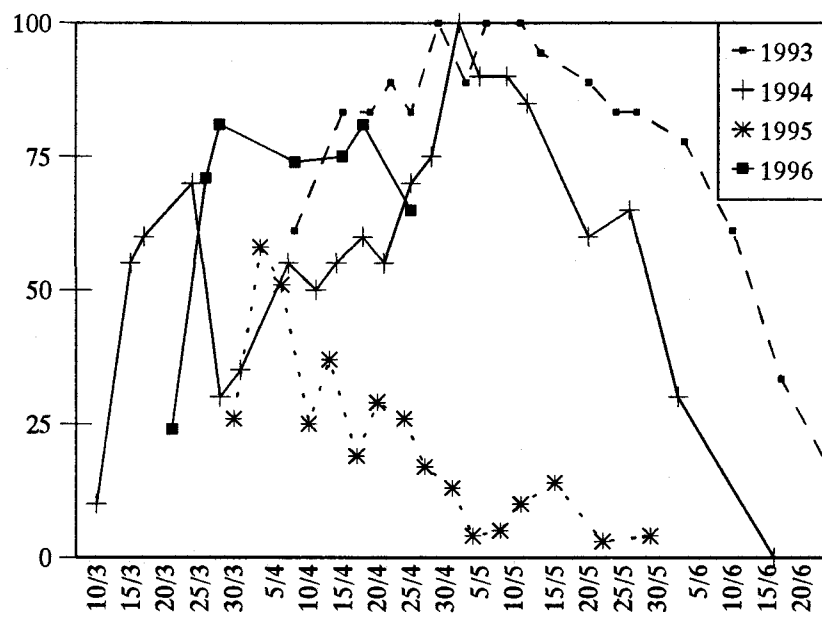


Fig. 19.- Evolución de la superficie ocupada por la langosta marroquí en el Cabo de Gata desde 1993 a 1996.



se reúnen en los manchones, decreciendo la población bruscamente. A lo largo del crecimiento de los individuos, la ocupación no supera el 60% debido a los factores que rigen la densidad antes mencionados. Posteriormente, durante el último estadio y principio del periodo imaginal, la ocupación es máxima (Fig. 18), con una media de 10 individuos/m² en 1994. La población vuelve a reagruparse para el apareamiento y luego aún más para la oviposición en los rodales de puesta; con lo que la ocupación disminuye, para posteriormente decrecer rápidamente con el declive poblacional (Figs. 18 y 19).

En Figura 18 se aprecia cómo evolucionan las manchas de langosta a lo largo del desarrollo postembrionario. El número de manchas de langosta aumenta hasta que se alcanza el segundo estadio. A partir de esta edad, el número de manchas comienzan a decrecer porque se van fusionando manchas más pequeñas para constituir otras mayores. Así la superficie que ocupan estas manchas sigue aumentando hasta que desaparecen al llegar a estado imaginal, en el que los adultos se dispersan ocupando la mayor superficie pero sin reunirse en manchones.

Podría establecerse que el momento más apropiado para efectuar un tratamiento insecticida, es cuando la langosta tiene una edad que se encuentra entre los estadios segundo y tercero, pues es cuando ocupa la menor superficie, está más reunida en manchas y existen menor número de ellas.

Todo este proceso está representado en la Figura 18 y sólo ha podido ser estudiado completamente en 1994. En 1995 las manchas que existían en la parcela de estudio la abandonaron por desplazamientos habituales de las mismas, sin que hubiese posibilidad de recolonización debido al tratamiento insecticida.

4.5.3. FORMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS MANCHAS

En este punto se estudia la constitución y evolución de los manchones de langosta marroquí a lo largo de su desarrollo dentro de un área conocida de una hectárea, en la cual se producen determinado número de manchas que se agrupan y desplazan, saliendo algunas de esta extensión y entrando otras diferentes. No es comparable pues con los datos ofrecidos en UVAROV (1977) para desplazamientos de bandos gregarios de langosta marroquí. DEL CAÑIZO & MORENO (1950) efectúan una descripción muy general del proceso de constitución de las manchas y cordones, pero no lo cuantifican ni estudian su evolución en el tiempo y en una extensión determinada.

La densidad de la langosta en los primeros estadios ninfales es muy alta porque se produce una distribución agregada en manchones que es debido a interacciones entre los individuos, que son a la vez las responsables de la cohesión de las manchas en sus desplazamientos (UVAROV, *op. cit.*).

A partir del cuarto estadio los individuos se van dispersando, teniendo una densidad que permanece más o menos constante hasta que comienza el declive de la población hacia final de junio.

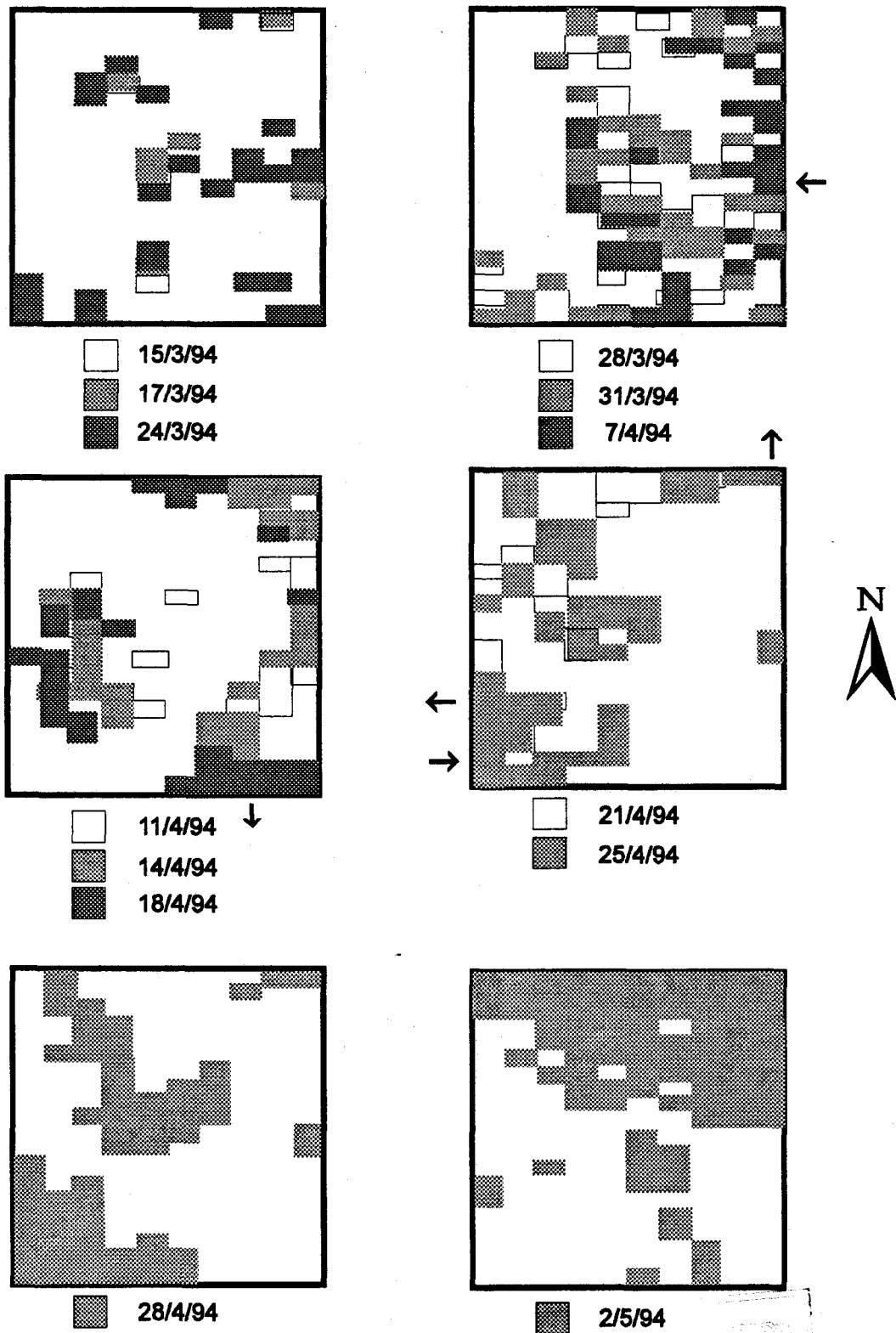
En la Figura 20 se ha representado la dinámica de constitución y desplazamiento de las manchas a lo largo del crecimiento en la parcela de estudio durante 1994. La situación de las manchas se estimó en unidades mínimas de 50 m² que corresponden a los rectángulos pequeños que aparecen abundantes en el primer cuadro. Los cuadros pequeños con las fechas a las de muestreo representan una superficie de 100 m². Se señala con flechas los movimientos de inmigración y emigración de manchas dentro de la parcela.

En los distintos cuadros se aprecia que el mosaico que constituyen las manchas obedece a un desplazamiento en busca de alimento, pero de forma extensiva y no se manifiesta esa tendencia inherente de las ninfas hacia zonas en las que la vegetación es más alta y densa como señala DEMPSTER (1957). Las manchas, aunque pueden parcialmente solaparse de una fecha a otra, normalmente se extienden a zonas vecinas que aún no han sido comidas. Si se representase en un único cuadro la evolución de las manchas durante el período completo de crecimiento, se cubriría el 91% de la superficie. Prácticamente las manchas habrían arrasado la totalidad del terreno. Aunque como ya se ha señalado las langostas dispersas llegan a ocupar, en momentos determinados, toda la superficie.

La dirección del desplazamiento, tal y como se observa en la secuencia de cuadros, es inicialmente de este a oeste invirtiéndose al final. En el último cuadro las langostas habían alcanzado el estado adulto. Esta orientación en el desplazamiento no corresponde por tanto con el "heliotropismo positivo" señalado por Mendizábal tanto en su artículo de 1943 como en comunicación personal.

En 1995 la dinámica de formación de manchas fué semejante, aunque cuando las langostas alcanzaron el estadio tercero y cuarto formaron manchas mayores que en el año precedente que se transformaron en cordones con gran movilidad en algunas zonas colindantes con la parcela de estudio. Precisamente, uno de estos cordones cruzó la carretera y produjo la alarma que desembocó en el tratamiento de ese año.

Fig. 20.- Formación y evolución de las manchas de langosta en 1 Ha en el Haza de la Veedora en 1994.



La recopilación de mayor número de datos de este tipo, e incluso los del cartografiado, durante años sucesivos y su aplicación mediante paquetes informáticos como Sistemas de Información Geográfica (GIS) aplicados a escalas más pequeñas de superficie, podrían sin duda ofrecer mucha más información sobre la dinámica de las poblaciones, su relación con el medio y los factores que determinan su distribución. En la actualidad estos sistemas se emplean para caracterizar áreas susceptibles de alojar plagas y recopilación de datos de censos de insectos (FIELDING & BRUSVEN, 1993 y LIEBHOLD *et al.*, 1993). Su utilización con Ortópteros ha servido ya para establecer la relación entre los estallidos poblacionales de saltamontes y las características climáticas y de suelo (JOHNSON, 1989 y JOHNSON & WOROBEK, 1989).

4.5.4. NÚMERO DE LANGOSTAS Y TASA DE MORTALIDAD

La determinación del número exacto de langostas que existen en una extensión determinada es imposible, el propio BODENHEIMER (1944) indica que este cálculo "está más allá del poder humano". No obstante se pueden hacer estimas que cuantifiquen esta cantidad (BODENHEIMER, *op. cit.* y DEMPSTER, 1957).

Así, mediante el sistema empleado en el punto anterior, se puede estimar la superficie ocupada por las manchas (Tabla 21), que junto con la estima de la densidad media de langostas en la manchas calculada a partir de los recuentos en los cuadros (siempre que algunas de ellas se hubiesen localizado sobre cuadros), proporcionan una estima aproximada del número de langostas en manchones por hectárea. Esta cantidad junto con la del resto de la superficie por la densidad media de individuos fuera de las manchas, establecen el número total de langostas por hectárea, lo que puede aproximar al número total de langostas de la población si se extrapola al área total de ocupación.

Esta generalización de estimar el número de langostas en zonas reducidas y por extensión calcular el número total de langostas de una población es una práctica habitual entre los diferentes autores citados anteriormente. Sin embargo, a nuestro juicio ha de aplicarse con cautela, puesto que el estudio de la distribución durante varios años, nos indica que las langostas no se distribuyen ni al azar ni de forma regular, sino agregada. Tienden a agruparse en manchones cada vez de mayor tamaño y cuanto mayor es la mancha más rápidamente se desplaza. Además en la estima de la densidad media de langostas en la manchas se puede producir un sesgo a la baja, puesto que no todas las manchas tienen igual densidad, siendo además las de mayor tamaño las más densas.

En Tabla 21 se recogen los datos estimados del número de langostas por

hectárea a lo largo del período de crecimiento obtenidos de acuerdo con lo expuesto anteriormente. Estos datos están representados en la Figura 21, en la que se señalan los movimientos de manchas dentro y fuera de la parcela de estudio. La densidad de langostas dentro de las manchas se asemejan en algunos casos a las proporcionadas por BODENHEIMER (1944), aunque él llega a estimar cordones de varios millones de individuos. La cantidad total de langostas estimadas se asemeja a las poblaciones estudiadas por DEMPSTER (1957), si bien la mortalidad es muy diferente como se verá más adelante.

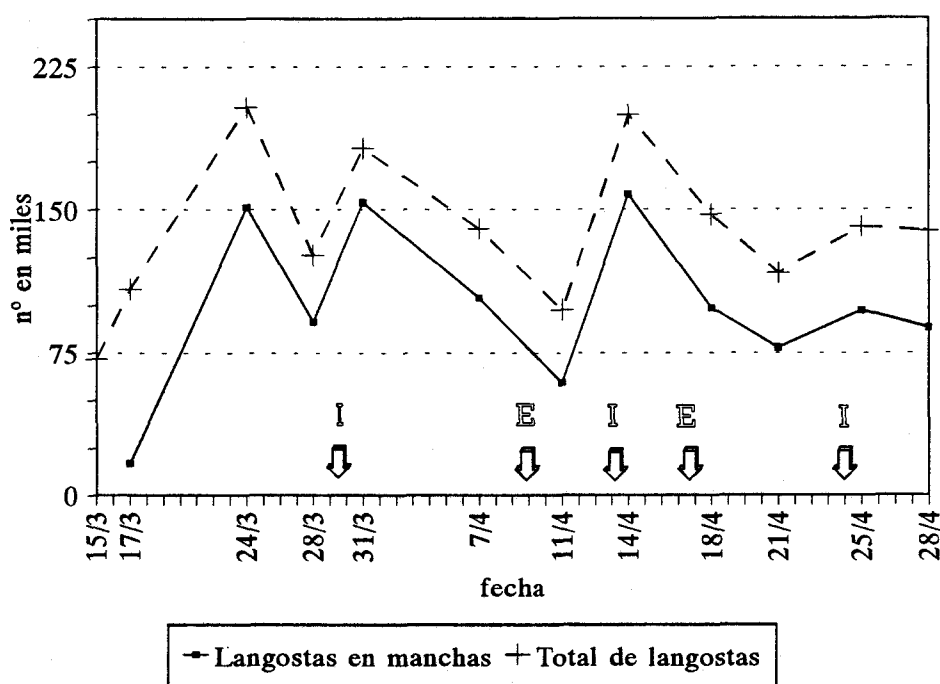
Tabla 21.- Estima de la densidad y del número de langostas en 1 Ha durante el período de crecimiento.

fecha	EN LAS MANCHAS			FUERA DE LAS MANCHAS			TOTAL	estadio
	superf. en m ²	langostas por m ²	total de langostas	superf. en m ²	langostas por m ²	total de langostas		
15/3	200	?	?	9.800	7.2	?	72.000	
17/3	350	48	16.800	9.650	9.5	91.675	108.475	
24/3	1250	121	151.250	8.750	6	52.500	203.750	fin eclosión
28/3	1300	70	91.500	8.700	4	34.800	126.300	N-II
31/3	1900	81	153.900	8.100	3.5	28.350	182.250	
7/4	1600	65	104.000	8.400	4.3	36.120	140.120	N-III
11/4	1350	44	59.400	8.650	4.4	38.060	97.460	N-IV
14/4	1700	93	158.100	8.300	5	41.500	199.600	
18/4	1450	68	98.600	8.550	5.7	48.735	147.335	N-V
21/4	1850	42	77.700	8.150	4.8	39.120	116.820	
25/4	2700	36	97.200	7.300	6	43.800	141.000	
28/4	3150	28	88.200	6.850	7.4	50.690	138.890	

En el conjunto de datos estimados se comprueba que conforme aumenta la superficie ocupada por manchas se produce una tendencia a disminuir la densidad de las mismas y el número de ejemplares que contienen, que únicamente se ve alterada por la inmigración de individuos que elevan en gran medida el número total de ejemplares. La densidad de langostas fuera de las manchas es más regular, aunque presenta un incremento al final debido a que las manchas van dispersándose paulatinamente para desaparecer como tales al alcanzar el estado adulto.

Otro aspecto llamativo es que a pesar de que el número de langostas fuera de las manchas es muy inferior al contenido en ellas, es una cantidad considerablemente elevada. Esta circunstancia parece importante y ha de tenerse en cuenta a la hora de efectuar los tratamientos insecticidas, puesto que ceñirse únicamente a las manchas puede comportar dejar un remanente poblacional suficientemente elevado. Este hecho es semejante, aunque en una escala inferior, al apuntado por ARIAS *et al.* (1995) acerca de que la cantidad de ootecas puestas de forma dispersa es muy superior a la que encierran los rodales de puesta.

Fig. 21.- Evolución del número de langostas en la parcela de estudio durante 1994 y movimientos de manchas hacia dentro y fuera de la misma.



Teóricamente, el cambio en el número de individuos se debe a la mortalidad añadida a las variaciones por desplazamientos (DEMPSTER, 1957). Sería factible hacer una estima de la tasa de mortalidad a lo largo de la vida de las langostas sustrayendo el número de langostas existentes entre distintas fechas. Pero si se observa la Tabla 21 y la Figura 21 conjuntamente, se aprecia que los movimientos de poblaciones dentro y fuera de la parcela son de tal magnitud que enmascaran la tasa de mortalidad.

No obstante se ha realizado una estima de la tasa de mortalidad por estadios y

de las langostas que entran y salen de la parcela de estudio, cuyo resultado está recogido en la Tabla 22. La mortalidad en cada estadio se ha calculado por etapas: primero se ha estimado la mortalidad entre dos fechas en las que no se hubiese detectado movimientos de manchas que superasen el perímetro. Esa tasa se ha dividido entre el número de días que hubiesen transcurrido entre esas fechas: mortalidad-día. Posteriormente se ha aplicado esa tasa de mortalidad-día al resto del período que dura un estadio calculando las langostas que mueren entre dos fechas consecutivas; conocida esta cantidad se ha estimado las que salen o entran por diferencia. La mortalidad final del estadio se ha calculado a partir de las muertas en el total de fechas que dura éste.

Tabla 22.- Estima de la mortalidad por estadios y cantidad de langostas que entran o salen de la parcela de estudio.

fecha	TOTAL	estadio	Inmigrac.	Emigrac.	Mortalidad	Mortalidad-día
24/3	203.750	N-I			43%	9.5%
28/3	126.300	N-II			40%	3.3%
31/3	182.250		68.454			
7/4	140.120	N-III			30%	4.3%
11/4	97.460	N-IV			26%	6.5%
14/4	199.600		124.068			
18/4	147.335	N-V		28.305	3.4%	0.5%
21/4	116.820					
25/4	141.000		26.516			
28/4	138.890					
Media total					66%	4.82%

PAOLI (1937) realiza un cálculo de la mortalidad asumiendo que en cada estadio desaparece la quinta parte de la población existente en la edad anterior, de modo que la mortalidad por estadio es del 20% y la acumulada del 32.73%. DEMPSTER (1957) señala una mortalidad media estimada de tres años consecutivos del 47%, 28%, 25%, 35% y 57% respectivamente para cada estadio del desarrollo, con una mortalidad media total del 91%. Las cantidades estimadas por este autor parecen exageradas, de hecho si se observa la Tabla 21, el número final es demasiado elevado para ajustarse a esa estima. Al comparar estos datos con los obtenidos, las tasas de mortalidad de los tres primeros estadios podrían considerarse semejantes, pero la de los dos últimos son

totalmente diferentes. Llama la atención las elevadas tasas de mortalidad de los dos últimos estadios ninfales de Dempster y también la tasa total de mortalidad, que contrasta con el 66% estimado en nuestro caso. Parece lógico pensar que mortalidad sea superior en los primeros estadios y pequeña en los últimos, como sucede en nuestro caso y en otras seis especies de Ortópteros americanos (ONSAGER & HEWITT, 1982). Estos autores indican mortalidades que varían respectivamente para cada estadio entre 68.8-17.4%, 38.6-14.2%, 25.1-6.8%, 9.6-2% y 10.6-0.7% que se adecúan perfectamente a las estimadas. Igualmente sus mortalidades-día varían entre 3.06% y 12.95% que abarcan las obtenidas.

4.5.5. PROPORCIÓN DE SEXOS.

Las obras consultadas sobre la langosta marroquí indican que la proporción de sexos en los adultos es siempre favorable a los machos, oscilando entre 55 al 76 % (UVAROV, 1933); 61% (UVAROV *et al.*, 1951). Si bien PAOLI (1937) y BODENHEIMER (1944) expresan un porcentaje igual para los dos sexos.

Al contemplar la proporción de sexos a lo largo del desarrollo postembrionario, el porcentaje de ambos sexos fluctúa sobre el 50%, desviándose a veces hacia las hembras (en un 25.5% de las fechas, en negrita en la Tabla 23). Aunque en la mayoría de los casos la desviación es hacia los machos. En la tabla se observa cómo el porcentaje de machos llega a superar al de hembras en más del 25%, invirtiéndose, en algunas ocasiones, hasta superar las hembras a los machos. Estas fluctuaciones hacia un sexo u otro en estadios ninfales es igualmente señalada por PAOLI (1937). De las 49 muestras estudiadas a lo largo de los 4 años, el porcentaje de machos supera en menos de 10 puntos a las hembras en el 36.7% de los casos; de 10-20 puntos el 25.5% y de 20-30 el 12.5%.

En el conjunto total de la muestra anual el porcentaje de machos es algo mayor en todos los años, a excepción de 1995 en que son iguales. Los valores obtenidos de porcentaje de machos, 50.4 a 55.5%, no difieren demasiado del 54.5% señalado por MORENO (1953) para los tres primeros estadios ninfales. HERNÁNDEZ (1993) obtiene una relación de sexos semejante o ligeramente más elevada para los machos (51.7-57.8%) en ninfas y adultos, igualmente para el estado de huevo (57.4% de machos, n=977) a partir de ootecas incubadas en laboratorio. Este porcentaje en puestas incubadas debe tomarse con cautela, pues puede estar influenciado por las condiciones de incubación (ver punto 4.4.1.2.).

Para representar estas fluctuaciones se ha calculado el índice de sexos del

siguiente modo:

$$\text{Índice de sexos} = \frac{n \delta \delta}{n \text{♀♀}} = \frac{\% \delta \delta}{\% \text{♀♀}}$$

En la Fig. 22 cada raya horizontal representa la unidad. En el año 1993 hay menos muestras porque el ciclo ya había comenzado cuando se efectuaron los primeros muestreos. El final de cada curva indica que la totalidad de la población está en estado adulto.

Posteriormente, se ha observado que con la madurez de los adultos, esta relación varía, haciéndose muy favorable a los machos, llegando a ser superior a 3:1 con respecto a las hembras. Esta variación en la proporción de sexos al inicio del estado adulto, no es real, sino que se debe al método de muestreo. Al realizar batidas con la manga entomológica se seleccionan involuntariamente las capturas, siendo favorables para los machos que manifiestan mayor actividad (DEMPSTER, 1957). Es una cuestión de comportamiento: las hembras al madurar y pasar a un estado de gravidez son menos activas. Al pasar la red a ras del suelo, los machos saltan inmediatamente al ser hostigados mientras que las hembras permanecen inmóviles pegadas a la superficie, incluso después de reiteradas pasadas. Por ello, la captura de adultos con manga entomológica está sesgada a favor de los machos.

Para MORENO (1953) y LATCHINISKY & LAUNOIS-LUONG (1992) la proporción de sexos es semejante al comienzo de la vida imaginal, pero al comenzar la puesta el número de hembras decrece porque mueren antes que los machos. Esta disminución en el porcentaje de hembras adultas es atribuida por Dempster (*op. cit.*) a la predación selectiva de dos especies de saurios sobre las hembras ovopositando, pues los activos machos escapan más rápidamente.

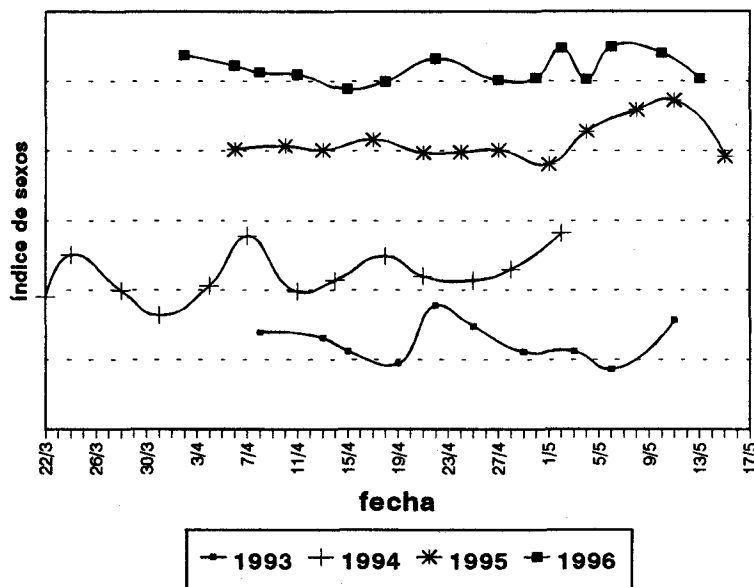
A la luz de lo expuesto, no hay una explicación lógica para la variación desordenada de los porcentajes de ambos sexos a lo largo del desarrollo. Lo más plausible es que se deba al muestreo mismo, o a un diferente comportamiento de los sexos desde edad temprana. Aunque al ceñirse al valor global de la población, si parece que existe una tendencia a un mayor número de machos, pero la diferencia es escasa.

Respecto al incremento de alguno de los sexos en relación con las fases, no se aprecia variación alguna. Pues como queda reflejado en el punto 4.6.1.2. la población del año 1994 se encontraría en fase gregaria y el resto en transformante, y no existen diferencias notables en la proporción de sexos.

Tabla 23.- Proporción de sexos durante el desarrollo postembrionario.

Haza Veedora 1993				Haza Veedora 1994				Haza Veedora 1995				Fernán-Pérez 1996			
f	n	♂	♀	f	n	♂	♀	f	n	♂	♀	f	n	♂	♀
8/4	115	58.3	41.7	22/3	349	47.6	52.4	6/4	279	50.5	49.5	2/4	157	58	42
13/4	162	56.8	43.2	24/3	247	60.3	39.7	10/4	247	51.6	48.4	6/4	241	55.2	44.8
15/4	252	52.8	47.2	28/3	349	49.7	50.2	13/4	189	50.3	49.7	8/4	143	53.2	46.8
19/4	186	48.4	51.6	31/3	158	39.2	60.7	17/4	160	53.7	46.3	11/4	122	52.5	47.5
22/4	145	64.1	35.9	4/4	167	51.5	48.5	20/4	154	49.4	50.6	15/4	157	47.1	52.9
25/4	166	59.6	40.4	7/4	103	64.5	35.9	24/4	129	49.6	50.4	18/4	164	50	50
29/4	146	52.7	47.3	11/4	186	49.4	55.5	27/4	247	50.2	49.8	22/4	191	57.1	42.9
3/5	142	52.8	47.2	14/4	107	53.2	46.7	1/5	208	44.7	55.3	27/4	117	50.4	49.6
6/5	107	46.2	53.8	18/4	112	59.8	40.2	4/5	148	56.1	43.9	29/4	133	51.1	48.9
11/5	172	61.1	39	21/4	135	54.8	45.9	8/5	143	37.1	62.9	2/5	114	59.6	40.4
				25/4	316	53.2	46.8	11/5	120	63.3	36.7	4/5	106	50.9	49.1
				28/4	159	56.6	43.4	15/5	48	47.9	52.1	6/5	100	60	40
				2/5	107	64.5	35.5					10/5	94	58.5	41.5
												13/5	101	51	49
T	1.593	55.5	44.5	T	2.495	52.9	47.1	T	2.070	50.4	49.6	T	1.940	53.9	46.1

Fig. 22.- Variación del índice de sexos durante el desarrollo postembrionario.



4.6. CARACTERES DE GREGARIZACIÓN

4.6.1. CARACTERES BIOMÉTRICOS.

4.6.1.1. VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS BIOMÉTRICOS

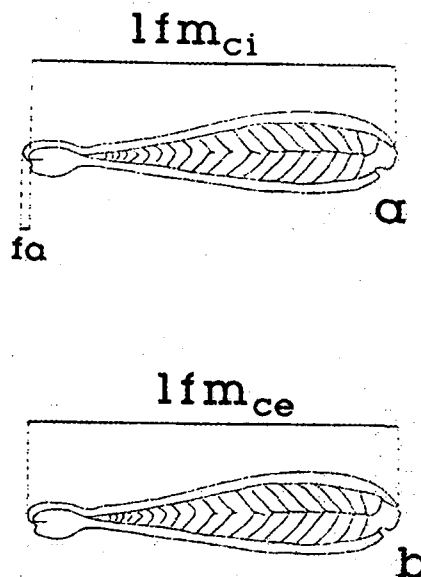
Un aspecto importante a tener en cuenta en la biometría de esta especie son los puntos de referencia considerados en las estructuras del insecto para cada uno de los parámetros (PASQUIER, 1934). Es necesario una uniformidad de criterios para que los datos expresados por los distintos sean comparables.

Al analizar en 1993 la variación del índice élitro-femoral se constató que según los autores consultados se podía aplicar dos límites distintos al considerar la longitud del fémur posterior:

a) $LF_{(ci)}$. Se considera la longitud del fémur posterior como la distancia existente entre el punto más externo de la base del fémur y el cóndilo interno de la rodilla como límite posterior (MORENO, 1942), (Fig. 23a).

b) $LF_{(ce)}$. Se considera la longitud del fémur posterior como la distancia existente entre el punto más externo de la base del fémur y el cóndilo externo de la rodilla como límite posterior (PASQUIER, 1934), (Fig. 23b).

Fig. 23.- Referencias tomadas para la medición de la longitud del fémur posterior.



Desgraciadamente no todos los autores detallan con exactitud los puntos de referencia tomados para sus mediciones.

Esta diferencia en las referencias de los parámetros incide directamente en la obtención del valor del índice élitro-femoral, que es ligeramente superior según el segundo criterio para un mismo ejemplar. No obstante hemos calculado un factor de conversión, (fa), mediante la medición de la longitud existente entre ambos cóndilos para cada uno de los sexos y que se suma a la longitud media del fémur. El factor de conversión para cada uno de los sexos es:

$$fa_{\varphi} = 0.471 \text{ mm} \text{ y } fa_{\delta} = 0.445 \text{ mm}$$

Este factor permite la obtención de dos índices élitro-femorales diferentes de acuerdo con cada uno de las dos referencias consideradas. (fa) sólo se aplicará en el caso de tomar como referencia el cóndilo interno del fémur.

El factor de conversión (fa) se aproxima al medio milímetro. Sin embargo, superar las dos décimas de milímetro, según PASQUIER (1934), es el máximo error admitido al realizar las mediciones. Para comprobar si estas diferencias son estadísticamente significativas se comparó en los datos de 1993, mediante un análisis de la varianza, la longitud del fémur según ambas referencias y en los dos sexos. Los resultados indican que existen diferencias significativas entre ambas mediciones, a $P=0.05$.

Para verificar la validez del factor de conversión, se comparó la longitud del fémur medida con el cóndilo externo como referencia ($LF_{(ce)}$) y la longitud del fémur con el cóndilo interno de referencia ($LF_{(ci)}$) más el factor de conversión y se comprobó estadísticamente que no existen diferencias significativas entre ambos. Podría expresarse como $LF_{(ce)} = LF_{(ci)} + fa$.

Para comprobar como inciden estas diferencias en el valor del índice élitro-femoral se aplicó el factor de corrección en su cálculo.

Y siendo:

LTG: Longitud media de la tegmina para cada sexo.

$LF_{(ci)}$: Longitud media del fémur posterior para cada sexo tomando como referencia el cóndilo interno.

I_1 : Índice élitro-femoral tomando como referencia el cóndilo interno.

I_2 : Índice élitro-femoral tomando como referencia el cóndilo externo.

$$I_1 = \frac{ltm}{l_{fm} (ci)}; \quad I_2 = \frac{ltm}{l_{fm} (ci) + fa}$$

Se obtienen los siguientes valores para la población estudiada:

	I ₁	I ₂
♂	1.69	1.63
♀	1.72	1.68

El valor de los índices varía escasamente, se aprecia una diferencia del orden de 0.04 en hembras y 0.06 en machos, lo que no representa una variación suficiente del índice élitro-femoral como para poder pasar de un intervalo de fase solitaria a otro de fase gregaria, aunque se puede dar la posibilidad de quedarse en fases intermedias.

Para verificar si la diferencia entre ambos índices es estadísticamente significativa, se ha realizado un análisis de la varianza comparando ambas variables en los dos sexos, los resultados sugieren que las diferencias entre los dos índices son significativas, ($P=0.05$).

Por tanto hay que tener muy en cuenta, al comparar los índices biométricos dados por los distintos autores para establecer las fases, cuáles han sido las referencias tomadas en sus mediciones. En el caso de que se utilice el cóndilo interno del fémur como referencia, habría que aplicar un factor de corrección para comparar realmente con índices obtenidos mediante la medición del fémur por su cóndilo externo. Este factor (f_i) se obtiene mediante el cociente entre ambos índices ($f_i = I_2/I_1$). Se puede establecer que el valor de dicho factor de corrección del índice es el siguiente:

$$f_{i♀} = 0.98 \text{ y } f_{i♂} = 0.97$$

A partir de 1994 siempre se consideró el cóndilo externo para determinar la longitud del fémur posterior.

Se han recopilado datos biométricos de 9 poblaciones procedentes de distintos años y lugares. De la zona de estudio en el Haza de la Veedora (HV), de la zona cercana a Fernán-Pérez (FP), de una población solitaria en la falda de sierra Alhamilla (SA) y una muestra procedente de Zaragoza (ZA). El año de captura se indica con dos dígitos junto a las siglas.

En las Tablas 24 y 25 se recogen las medias de los parámetros medidos para cada sexo en cada una de las poblaciones, en cada año muestreado. Algunas de estas poblaciones ha presentado diferente grado de gregarización a lo largo del período de

Tabla 24.-Valores medios en mm y desviaciones típicas de las variables biométricas medidas en los machos en cada una de las poblaciones.

δ	n		I	LC	LF	LP	LT	LTG	ST
HV92	39	\bar{x}	1.41	3.68	13.78	4.1	22.88	19.38	4.01
		σ	0.06	0.42	0.6	0.35	1.36	0.99	0.22
HV93	45	\bar{x}	1.56	3.99	14.58	5	26.74	22.79	4.38
		σ	0.06	0.21	0.56	0.27	1.52	1.16	0.32
HV94	31	\bar{x}	1.7	4.10	14.11	5.19	27.67	23.90	4.56
		σ	0.08	0.15	0.46	0.23	1.04	1.19	0.23
HV95	16	\bar{x}	1.63	3.77	13.31	4.56	24.64	21.66	4.26
		σ	0.06	0.21	0.5	0.26	1.30	1.31	0.39
FP93	19	\bar{x}	1.68	4.10	14.66	5.24	28.34	24.06	4.56
		σ	0.02	0.0	0.02	0.01	0.00	0.21	0.0
FP94	33	\bar{x}	1.58	3.74	13.54	4.65	24.37	21.41	4.38
		σ	0.08	0.24	0.67	0.28	1.63	1.64	0.44
FP95	10	\bar{x}	1.44	3.26	12.2	3.75	22.49	17.56	3.74
		σ	0.03	0.20	0.71	0.25	3.47	1.07	0.25
SA95	17	\bar{x}	1.43	3.41	13.26	4.11	22.09	18.97	3.81
		σ	0.03	0.23	0.76	0.34	1.82	1.42	0.36
ZA94	25	\bar{x}	1.51	3.73	13.86	4.5	23.88	20.9	4.26
		σ	0.04	0.2	0.52	0.25	1.12	1.01	0.26

estudio, cuestión que se examina más adelante. Al contemplar los valores medios obtenidos de la biometría, aparecen diferencias a lo largo del tiempo en las poblaciones del HV y FP. En las muestras de estas dos zonas existen variaciones progresivas de tamaño en los dos sexos, aunque las fluctuaciones son más patentes en los machos que en las hembras, tal y como se aprecia en la Fig. 24. En ésta, se observa como prácticamente todos los parámetros experimentan un aumento desde el año 1992 al 94, donde se alcanzan los máximos valores. En 1995 se produce un declive. Este incremento de tamaño de las estructuras tiene su origen y explicación en la transformación de la población de fase solitaria a gregaria, fenómeno que se analiza más adelante.

El análisis de la varianza de los parámetros en las dos poblaciones de Cabo de Gata por años, pone de manifiesto que existen diferencias significativas a $P=0.05$ para la totalidad los parámetros medidos y para cada uno de los sexos (Tablas 26 y 27). Sin

Tabla 26.- Valores medios en mm y desviaciones típicas de las variables biométricas medidas en las hembras en cada una de las poblaciones.

♀	n		I	LC	LF	LP	LT	LTG	ST
HV92	15	\bar{x}	1.49	4.66	16.88	5.30	30.8	25.07	5.46
		σ	0.03	0.42	0.85	0.54	2.14	1.16	0.30
HV93	37	\bar{x}	1.62	4.58	16.52	5.82	30.74	26.82	5.33
		σ	0.08	0.23	0.64	0.27	1.43	1.54	0.31
HV94	30	\bar{x}	1.72	4.73	16.00	5.89	30.86	27.50	5.53
		σ	0.06	0.30	0.74	0.34	2.41	1.61	0.34
HV95	19	\bar{x}	1.61	4.19	14.63	4.97	29.09	23.51	4.99
		σ	0.04	0.25	0.58	0.25	2.10	0.93	0.23
FP93	18	\bar{x}	1.63	4.68	16.62	6.03	31.48	27.92	5.72
		σ	0.00	0.0	0.02	0.01	0.00	0.02	0.0
FP94	21	\bar{x}	1.59	4.25	15.27	5.20	28.33	24.26	5.06
		σ	0.04	0.25	0.60	0.36	1.49	1.24	0.29
FP95	10	\bar{x}	1.5	4.01	14.42	4.68	27.71	21.66	4.78
		σ	0.09	0.38	0.98	0.57	2.27	2.6	0.42
SA95	11	\bar{x}	1.48	4.46	17.20	5.49	29.47	25.52	5.35
		σ	0.04	0.31	0.93	0.34	1.74	1.39	0.44
ZA94	19	\bar{x}	1.57	4.39	15.78	5.31	28.65	24.70	5.37
		σ	0.05	0.24	0.57	0.29	1.90	1.25	0.23

embargo no todos los parámetros experimentan variaciones relativas de tamaño de igual magnitud. De hecho, las hembras son menos plásticas y las variaciones son más modestas que en los machos, a excepción de las tegminas en las que la variación es igualmente importante en ambos sexos. El parámetro menos variable es, en los dos sexos, la longitud del pronoto, que apenas experimenta variación en los machos. El fémur posterior tampoco sufre mucha variación, lo cual coincide con PASQUIER (1934), que señala este parámetro como el más estable. Estas circunstancias tienen su importancia por ser la longitud del fémur y de la tegmina, las que se utilizan para la obtención del índice de gregarización de la especie: el índice élitro-femoral. Es por ello, que es en realidad la longitud de la tegmina la que mejor refleja el cambio de fase.

Tablas 26 y 27. Análisis de la Varianza de las poblaciones de Cabo de Gata por años.
Valores con distinta letra en fila, representa diferencias significativas.

	♂					♀				
	HV92	HV93	HV94	HV95	sign.	HV92	HV93	HV94	HV95	sign.
I	a	b	c	d	P>0.01	a	b	c	d	P>0.05
LF	a	b	c	d	P>0.05	a	a	b	c	P>0.05
LTG	a	b	c	d	P>0.01	b	a	a	c	P>0.05
LC	b	a	a	c	P>0.05	ab	b	a	c	P>0.05
LT	a	b	c	d	P>0.01	a	a	a	b	P>0.05
ST	a	b	c	b	P>0.05	ab	b	a	c	P>0.05
LP	a	b	c	d	P>0.01	b	a	a	c	P>0.05

	♂				♀			
	FP93	FP94	FP95	sign.	FP93	FP94	FP95	sign.
I	a	b	c	P>0.01	a	a	b	P>0.05
LF	a	b	c	P>0.01	a	b	c	P>0.05
LTG	a	b	c	P>0.01	a	b	c	P>0.05
LC	a	b	c	P>0.01	a	b	c	P>0.05
LT	a	b	c	P>0.05	a	b	b	P>0.05
ST	a	a	b	P>0.05	a	b	c	P>0.05
LP	a	b	c	P>0.01	a	b	c	P>0.05

En la Figura 25 se representa la variación que ha sufrido I en ambos sexos. El aspecto más llamativo de la evolución de este índice, además de su cuantificación y significado de gregarización, es la inversión que sufre en ambos sexos. En cinco de las poblaciones estudiadas, I es mayor para las hembras que para los machos, produciéndose inversiones en esta regla no atribuibles al cambio de fase. Pues esta inversión es de distinto signo y en distinto momento según el origen de la población. A tenor de los datos que se tiene es aventurado establecer ninguna hipótesis, pues para valores mayores de I que denotan fase gregaria, en un caso es mayor para las hembras y en otro para los machos. Sería conveniente realizar un seguimiento de ambas poblaciones durante un periodo más dilatado de tiempo y comprobar la relación de estas inversiones del índice con la dinámica poblacional. Normalmente el valor de I suele ser

Fig. 24.- Variación de los parámetros biométricos en la población del Haza de la Veedora.

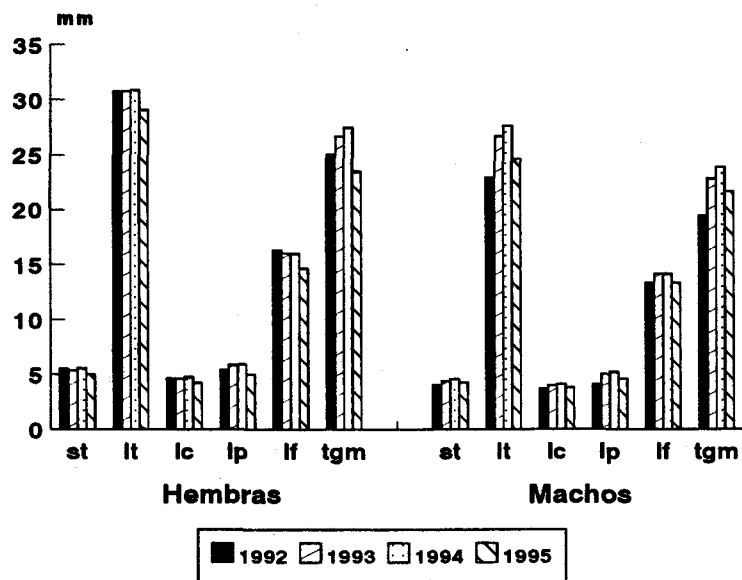
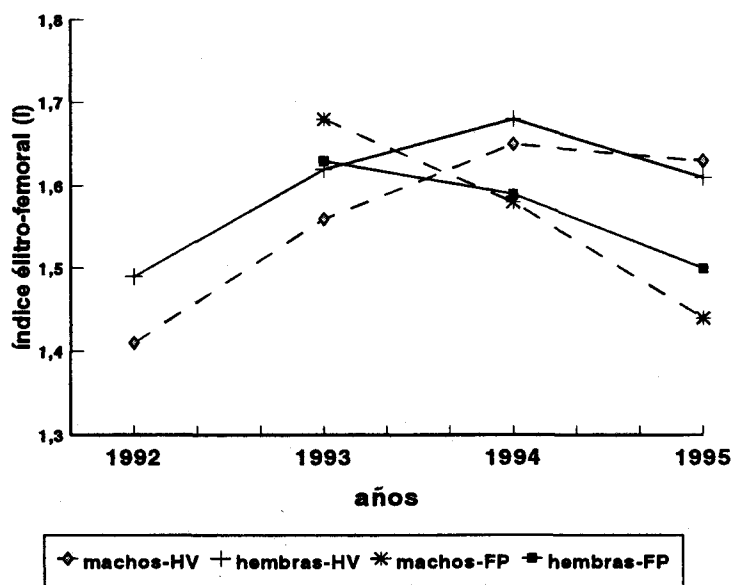


Fig. 25.- Variación del índice élitro-femoral en las poblaciones del Cabo de Gata.



mayor para las hembras gregarias que para los machos en esta fase, pero otros autores también han puesto de manifiesto esta inversión (TARBINSKY, 1932, en UVAROV, 1977), ver Tablas 24 y 25.

Se ha escrito mucho sobre cual es el índice más apropiado para definir la fase de las langostas. De hecho PASQUIER (1934) recoge cinco índices diferentes a I combinando otros parámetros medidos en este trabajo. Estos índices son: LTG/ST; LTG/LP; LF/ST; LP/ST y LTG/LF.

Sin embargo todos los autores que han trabajado con esta especie coinciden en señalar que es el índice élitro-femoral (I) el que mejor discrimina las distintas fase de la langosta marroquí. LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG (1992) consideran que I es suficientemente significativo de la fase gregaria y solitaria, y es además un mecanismo sencillo de comparación con los de otros autores. DIRSH (1951) establece un nuevo índice por el cociente entre la longitud de la tegmina y la anchura máxima de la cabeza, e indica que el índice es válido para diferenciar las fases de las grandes langostas migradoras africanas. Este autor señala que I se solapa entre las fases debido a que la LTG es mayor para los machos en la fase gregaria que en la solitaria, mientras que en las hembras es a la inversa, lo que haría su uso incierto. En *D. maroccanus* la LTG es menor en fase solitaria para ambos sexos y no se solapa en las fases como se verá más adelante.

No obstante hay que reconocer que el índice señalado por Dirsh es también útil para la langosta marroquí y tiene la ventaja de que se puede utilizar para individuos inmaduros, sin embargo no está generalizado en esta especie.

En la Tabla 1 recogida en el apartado 1.3.5.2. (pág. 25) se observa cómo el índice élitro-femoral varía en un intervalo bastante amplio para ambas fases, tal y como se refleja a continuación:

	Solitaria	Gregaria
♂	1.30-1.52	1.63-1.85
♀	1.38-1.59	1.58-1.81

Los valores ofrecidos por PASCUAL (1977) se han calculado siguiendo el criterio de MORENO (1942), por lo que se les ha aplicado el factor de conversión de

índices para establecer los intervalos anteriores.

Esto pondría de manifiesto que los intervalos que caracterizan las fases gregaria y solitaria para *Dociostaurus maroccanus* llegan a solaparse en el caso de las hembras. Este hecho se debe al valor establecido por MENDIZABAL (1943) para las hembras gregarias, que fué de 1.58, siendo el valor más inferior, por debajo de todos los dados por otros autores para las hembras, que es de 1.66. De hecho BELDA et al. (1993) realizan un estudio biométrico sobre una población localizada en la misma zona en la que basó MENDIZABAL (1943) su estudio, pero los valores dados por estos autores para una población considerada como transitoria, arrojan un I para los machos de 1.54 y de 1.62 para las hembras. En este caso se cumple la norma en la que I es inferior para machos que para hembras y los datos son más acordes con la valores típicos de la especie que los de MENDIZABAL (1943).

Todo ello hace pensar que el estudio de Mendizábal se realizó sobre una población "transiens" y no sobre una gregaria típica, duda que él mismo expresó que pudo haber sucedido. O bien las referencias para la biometría tomadas por el autor, fueron a su vez distintas a las mencionadas. Los datos de MENDIZABAL (1943) no deberían incluirse dentro del intervalo de fase gregaria, sino en una fase intermedia. Con ello el intervalo de I para las hembras gregarias quedaría en 1.66-1.81. Esto plantea la necesidad de delimitar las fase intermedias en las que se empiezan a vislumbrar fenómenos de gregarización.

A partir de los datos de las poblaciones estudiadas y los obtenidos en la bibliografía, se redefinen los intervalos biométricos del índice élitro-femoral que establecen cada una de las fases, siendo de (1.66-1.81) para las hembras gregarias, (1.63-1.85) para los machos gregarios, (1.30-1.59) para las hembras solitarias, de (1.34-1.52) para los machos solitarios, (1.52-1.65) para las hembras transformantes y (1.45-1.66) para los machos transformantes. Estos intervalos son más amplios y precisos que son señalados por LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG (1992).

El solapamiento entre algunos de los intervalos es lógico puesto que, como ya se mencionó en la introducción, durante el período de gregarización de una especie, la mayoría de su población está en un estado de conglomerado, algunos individuos estarán más próximos a la fase gregaria que otros, y sólo algunos se encontrarán plenamente en esa fase (UVAROV, 1966).

Para PASQUIER (1934) la aparición de índices intermedios indica la presencia del comienzo de una variación en los caracteres etológicos de la especie.

4.4.1.2. ESTUDIO DE LAS FASES

En este punto se realiza el estudio de las fases en su aspecto biométrico, para lo cual se realiza un análisis multivariante, que es necesario cuando se consideran simultáneamente la covariación de numerosas variables. El análisis utilizado es discriminante, de modo que establece cuáles de las variables sirven para separar las categorías que se pretenden diferenciar. Este tipo de análisis de variables canónicas se centra en el grado de diferenciación entre grupos predefinidos en relación con la variación entre los grupos (LANE, 1994). El análisis está basado en la D^2 de Mahalanobis, ésta es la distancia al cuadrado entre los centros de un conjunto de puntos definidos por una serie de variables, lo que permite la estimación de las diferencias globales entre los grupos de puntos. El análisis multivariante es cada vez más generalizado en los estudios biométricos, tanto en ortópteros (CAMPBELL & DEARN, 1980; DAGLEY *et al.*, 1994 y PASQUALE *et al.*, 1995; etc.) como en otros órdenes (RUSSO & PINTUREAU, 1981; CABELLO, 1986; QUINN & HOWER, 1986; etc.).

Este análisis pretende comprobar, por un lado, qué variables biométricas establecidas permiten diferenciar las poblaciones y agruparlas según la fase en la que se encuentran; y por otro lado, cuáles son las variables que mejor discriminan estas diferencias y en qué orden, para establecer igualmente cuáles son los parámetros biométricos más adecuados para dicho fin.

Para el análisis se emplean los datos biométricos de las poblaciones usados en el apartado anterior y datos obtenidos de una muestra de 1994 de una población de langosta proveniente de los Monegros (Zaragoza), lo cual refuerza el estudio pues se aplica a poblaciones de orígenes muy distantes. Para el análisis de las fases se ha incluido, además de las variables biométricas, otra variable cualitativa "fase" con cuatro opciones: *solitaria*, *gregaria*, *transiens congregans* y *transiens dissocians*. La designación de gregaria y solitaria es sencilla pues los valores de I son extremos y el comportamiento de las poblaciones es claro. No ocurre lo mismo con las poblaciones congregantes y disgregantes que tienen valores biométricos próximos y su comportamiento es difícilmente distinguible. Esta variable es a "priori" meramente informativa, pues el análisis multivariante sitúa posteriormente los puntos de cada población en su ubicación correcta por lo que se puede asignar, en caso de error, la opción correcta una vez realizado el análisis, (igualmente si se yerra en las otras dos fases). Pero la utilización de esta variable ayuda a comprender el análisis y corrobora la hipótesis inicial. En los casos en los que se ha considerado la población general se ha establecido otra variable denominada "sexo" con valores de 1 para los machos y 2 para las hembras.

Se han realizado el mismo análisis a tres tipos de datos: para el conjunto de la

población y para cada uno de los sexos por separado. Dentro de cada uno de estos tipos se han diferenciado también dos análisis, uno para las fases y otro para la localización de las poblaciones.

En las Tablas 27 a 43, se recogen los resultados del análisis multivariante, ofreciendo por un lado los valores de las variables para cada uno de los casos estudiados, los valores intrínsecos de las variables canónicas obtenidas en el análisis, la distancia de Mahalanobis entre los puntos medios de cada una de las categorías para cada análisis y las funciones de clasificación. Cualquier nuevo caso será clasificado dentro del grupo para el cual el valor obtenido en su respectiva función de clasificación sea mayor. Sólo se han considerado las funciones de clasificación para los análisis de las fases, puesto que no parece lógico establecerlas para de las poblaciones, debido a que cualquier nuevo caso no podría ser clasificado en una población ya existente, pues provendría de otra distinta.

En la Tabla 26 se recogen las variables discriminantes y el orden de las mismas dado por el análisis multivariante. En todos los casos es el índice élitro-femoral la variable que mejor discrimina las poblaciones, tanto para las fases como para los localización. Este resultado pone de manifiesto que I es un índice perfectamente válido para separar las fases de las poblaciones, oponiéndose al mencionado postulado de DIRSH (1951) en el apartado anterior. Como era de esperar LTG es asimismo una variable muy discriminante de las fases, porque las medias tienen un amplio rango, en ambos sexos. Variando en las hembras desde 23.9 a 27.59, lo que supone una diferencia de 3.69; mientras que en los machos, el rango va desde 23.93 a 18.99, cuya diferencia es de 4.94.

LF demuestra ser una variable discriminante para las hembras y no en los machos. Esto se debe a que para LF en las hembras el rango de valores medios por fases va desde 23.90 a 27.59, con una diferencia de 3.69; mientras que para los machos va desde 13.41 a 14.33 con una diferencia de tan sólo 0.92.

LP aparece en todas las opciones analizadas para separar las fases. Se debe igualmente a la diferencia del rango de las medias de las fases, que es de 1.15 para los machos (rango 5.2-4.05) y 0.8 para las hembras (rango 5.1-5.9). Estas diferencias, aunque pudieran parecer bajas, son proporcionalmente importantes frente al valor neto.

LC es una variable de distinto peso en ambos sexos, es discriminante para los machos, pero no lo es en las hembras.

Tabla 26.- Orden de las variables discriminantes según el análisis multivariante para cada uno de los casos.

Orden	FASES			ORIGEN		
	Todos	♂	♀	Todos	♂	♀
1	I	I	I	I	I	I
2	LP	LP	LF	LF	LF	LF
3	sexo	LTG	LP	sexo	LP	LP
4	LTG	LC	LTG	LP	LT	LT
5	LC			LT	ST	ST
6				ST		
7				LC		

El análisis multivariante proporciona el conjunto de coordenadas que permiten representar cada punto entre los ejes canónicos, de modo que aparecen las nubes de puntos para las distintas categorías con una agrupación máxima. En las Figuras 26 a 31, se representan las nubes de puntos para los seis casos analizados.

Al estudiar las fases de la población en su conjunto, sin separar por sexos (Fig. 26), se aprecia que las nubes de puntos de la fase gregaria y solitaria están muy juntas, por lo que las diferencias no estarían muy claras. Esto se debe a la existencia de un acusado dimorfismo sexual en esta especie, reflejado principalmente en la diferencia de tamaño de los individuos de ambos sexos. Si se engloba toda la población en su conjunto, se minimizan estas diferencias porque aparecen rangos de variación de los parámetros muy amplios. De hecho los machos gregarios alcanzan un tamaño semejante al de las hembras solitarias (UVAROV, 1977), si bien las estructuras no tienen dimensiones semejantes.

En cambio, al observar las representaciones de las nubes de puntos para cada fase separadamente por sexos (Fig. 27 y 28), se constata claramente lo distantes que están las fases gregaria y solitaria, las fases intermedias se sitúan entre ambas.

En las Tablas 24 y 25 se recogen los valores medios de cada parámetro y del índice élitro-femoral para cada una de las fases y sexos. Se aprecia que el valor de I es semejante en ambos sexos para la fase gregaria y *dissocians*, y que en las hembras las fases intermedias tienen el mismo valor de I. Por regla general, al contemplar los valores de los parámetros en ambos sexos, se pone de manifiesto que la variación es inferior en hembras que en machos. Las hembras son menos plásticas que los machos,

y son éstos últimos los que ofrecen mejores resultados en los estudios biométricos. En otros órdenes las hembras presentan dificultades para su determinación que no siempre son resueltos por análisis multivariante (PINTUREAU, 1993 y LANE, 1994). También se aprecia en general, para ambos sexos, que los valores medios de las variables son mayores en la fase *congregans* que en *dissocians*, a excepción del I que es inferior en los machos.

Al contemplar las distancias de Mahalanobis (D^2) entre las fases para la población en general y para ambos sexos separadamente, se comprueba que son los machos los que ofrecen los valores más elevados. Obteniéndose para las hembras valores más bajos que para la población total. Esto prueba nuevamente que las hembras poseen una plasticidad inferior a los machos y son también menos significativas para diferenciar las fases.

Una incógnita que se plantea es cómo diferenciar las fases transformantes, pues el valor de I es igual para las hembras e inferior para las congregantes en los machos. Aparece también una igualdad en el valor del esternón en el caso de los machos. Para el resto de los parámetros medidos y en los dos sexos siempre se dan valores mayores en las transformantes congregantes que en las disgregantes. Esta es la razón por la que la nube de congregantes aparece sobre la disgregante en los tres análisis realizados. Por lo que este tipo de análisis es capaz de diferenciar también las fases de tránsito.

UVAROV (1966) señala que el análisis discriminante es complejo, decantándose por el método tradicional de comparar medidas y utilización del índice biométrico. Con el presente estudio, se pone pues de manifiesto que el análisis multivariante discriminante es perfectamente aplicable a la langosta marroquí para establecer el grado de gregarización en el que se encuentra una población determinada. Si bien, el índice sigue siendo necesario y útil, y ha de considerarse en el análisis pues aparece como la primera variable discriminante. El análisis multivariante discriminante, es además, la herramienta ideal para estudiar varias poblaciones simultáneamente y comprobar su evolución a lo largo del tiempo.

En los análisis realizados para comparar las diferentes poblaciones, sólo se han tenido en cuenta las variables biométricas, no se ha considerado la variable fase. Si se observa la Tabla 26 de las variables discriminantes, hay diferencias con respecto a las variables que servían para separar las fases. Ahora no aparece LTG y sí son significativas LT y ST. Parece pues claro que algunas variables son útiles para

discriminar determinadas categorías. Sin embargo, si se solapan las nubes de puntos de las fases con las de las poblaciones, se puede comprobar gráficamente en qué fase se encuentra cada población. Igualmente que en el caso anterior, D^2 indica la proximidad entre las poblaciones, lo que es producto de su similitud biométrica o de la gregarización que poseen.

A lo largo de este estudio se ha podido contemplar el fenómeno de cambio de fases sobre la población del Haza de la Veedora. Al observar las nubes de puntos de las poblaciones, tanto por sexos como para toda la muestra, se constata como ésta ha ido variando su estado de gregarización, apareciendo las poblaciones por años ubicadas en cada una de las posibles fases desde 1992 hasta 1995. Este cambio de solitaria a gregaria, que se ha producido en un período relativamente corto de tiempo, no es un caso excepcional, SAFAROV (1964, en UVAROV, 1977) señala un período de cuatro años para la transformación en Uzbekistán. No obstante, resulta ser un caso interesante pues se ha producido muy rápidamente, tan sólo en tres años. ADAMOVIĆ (1959) no observó cambios en una población que estudió durante cinco años. AGUIRRE y PASCUAL (1986 y 1988) no encontraron ni un sólo ejemplar de esta especie en el sureste de la provincia en los años 1984 y 1985, lo cual se debe sin duda a que en determinadas épocas los niveles poblacionales son tan bajos que son difícilmente detectables por los métodos de muestreo.

Este proceso no se ha podido observar en la población de Fernán-Pérez porque se detectó en fase gregaria y aunque presenta una tendencia hacia solitaria, se ha mantenido dos años en una fase transitoria: *dissocians*.

Tabla 27.- Valores medios en mm y desviaciones típicas de las variables biométricas medidas en el total de individuos en cada una de las fases.

		I	LC	LF	LP	LT	LTG	ST
SOLITARIA	\bar{x}	1.44	3.85	14.43	4.45	25.06	20.85	4.38
	σ	0.06	0.59	1.78	0.7	3.92	3.06	0.73
TRANSCONGR.	\bar{x}	1.57	4.17	15.19	5.19	27.64	23.89	4.44
	σ	0.07	0.39	1.18	0.55	2.88	2.54	3.35
GREGARIA	\bar{x}	1.7	4.41	15.16	5.55	29.38	25.74	5.06
	σ	0.07	0.37	1.13	0.45	2.3	2.23	0.57
TRANDISSOC.	\bar{x}	1.6	3.96	14.14	4.83	26.36	22.58	4.65
	σ	0.06	0.34	0.99	0.38	2.69	1.82	0.5

Tabla 28.- Vectores y valores propios, proporción acumulada de la dispersión total y correlaciones canónicas obtenidos en el análisis multivariante.

	V_1	V_2	V_3
I	-17.09	-13.46	2.3
LC	-1.01	-0.4	3.78
LP	-2.02	0.69	-2.31
LTG	0.55	0.68	0.02
SEXO	0.67	-1.19	-0.51
Valores propios:	-2.19	0.27	0.02
Proporción acumulada de la dispersión total:	0.88	0.99	1.00
Correlaciones canónicas:	0.83	0.46	0.13

Tabla 29.- Distancia de Mahalanobis (D^2) entre las fases calculadas a partir de los siete caracteres biométricos y el sexo.

	TRANSCONGR.	GREGARIA	TRANSDISSOC.
SOLITARIA	5.41	18.85	7.04
TRANSCONGR		4.44	2.07
GREGARIA			4.45

Tabla 30.- Funciones de clasificación para las fases y toda la población.

	SOLITARIA	TRANSCONGR.	GREGARIA	TRANSDISSOC.
I	559.55	590.84	632.19	613.98
LC	71.73	72.9	76.29	73.87
LP	51.17	56.66	59.88	56.04
LTG	-26.52	-27.43	-28.83	-28.52
sexo	-1.19	-3.69	-4.45	-0.48
cte.	-379.6	-434.12	-497.53	-450.85

Tabla 31.- Distancia de Mahalanobis (D^2) entre las poblaciones calculadas a partir de los siete caracteres biométricos y el sexo.

	HV93	HV94	HV95	FP93	FP94	FP95	SA95	ZA94
HV92	10.88	27.33	14.23	18.78	8.94	8.03	0.21	3.72
HV93		5.34	7.63	1.29	3.34	16.97	8.49	2.34
HV94			6.77	1.57	6.17	23.50	24.33	11.63
HV95				7.35	1.11	5.57	13.55	4.29
FP93					4.54	21.27	15.84	7.16
FP94						6.25	7.91	1.32
FP95							9.27	5.62
SA95								2.77

Tabla 32.- Vectores y valores propios, proporción acumulada de la dispersión total y correlaciones canónicas obtenidos en el análisis multivariante.

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
I	-8.86	-1.22	-4.28	-2.06	15.44
LC	-1.19	-0.19	-1.03	3.55	-0.36
LF	1.07	1.64	-0.27	-0.42	1.74
LP	-2.47	1.23	0.54	-1.94	-2.86
LT	-0.09	-0.18	0.63	0.24	-0.16
SEXO	0.52	-2.11	1.16	-1.61	1.23
ST	0.58	-1.46	-2.83	0.44	-2.04
Valores propios:					
	2.86	0.93	0.17	0.11	0.03
Proporción acumulada de la dispersión total:					
	0.69	0.92	0.96	0.99	1.00
Correlaciones canónicas:					
	0.86	0.69	0.39	0.31	0.16

Tabla 33.- Valores medios en mm y desviaciones típicas de las variables biométricas medidas en los machos en cada una de las fases.

	δ	I	LC	LF	LP	LT	LTG	ST
SOLITARIA	\bar{x}	1.42	3.54	13.41	4.05	22.62	19	3.91
	σ	0.05	0.39	0.86	0.35	1.92	1.28	0.29
TRANSCONGR.	\bar{x}	1.54	3.9	14.33	4.82	25.73	22.11	4.34
	σ	0.06	0.24	0.65	0.36	1.96	1.43	0.30
GREGARIA	\bar{x}	1.69	4.10	14.22	5.2	27.81	23.93	4.56
	σ	0.08	0.13	0.46	0.20	0.96	1.06	0.20
TRANSDISSOC.	\bar{x}	1.6	3.75	13.47	4.62	24.46	21.49	4.34
	σ	0.08	0.23	0.63	0.27	1.52	1.54	0.42

Tabla 34.-Vectores y valores propios, proporción acumulada de la dispersión total y correlaciones canónicas obtenidos en el análisis multivariante.

	V ₁	V ₂	V ₃
I	-16.2	-17.28	3.35
LC	-1.40	-0.78	4.71
LP	-2.5	0.7	-0.70
LTG	0.6	0.90	-0.54
Valores propios:	3.20	0.31	0.01
Proporción acumulada de la dispersión total:	0.91	0.99	1.00
Correlaciones canónicas:	0.87	0.49	0.1

Tabla 35.- Distancia de Mahalanobis (D²) entre las fases para los machos, calculadas a partir de los siete caracteres biométricos.

	TRANSCONGR.	GREGARIA	TRANSDISSOC.
SOLITARIA	7.31	26.53	10.03
TRANSCONGR.		7.19	2.51
GREGARIA			4.61

Tabla 36.- Funciones de clasificación para las fases y machos.

	SOLITARIA	TRANSCONGR.	GREGARIA	TRANSDISSOC.
I	598.43	624.61	680.96	658.55
LC	87.48	89.82	95.03	91.43
LP	67.71	74.94	80.59	75.22
LTG	-31.04	-31.72	-34.1	-33.34
cte.	-422.61	-488.32	-573.66	-513.65

Tabla 37.- Vectores y valores propios, proporción acumulada de la dispersión total y correlaciones canónicas obtenidos en el análisis multivariante.

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
I	-8.55	-3.93	7.96	11.32	-10.12
LF	0.42	1.85	1.11	1.38	-0.96
LP	-2.31	0.48	-0.12	-4.71	-0.21
LT	-0.23	-0.05	-0.79	0.2	0.31
ST	0.54	-1.41	1.84	0.36	3.44
Valores propios:					
	3.96	0.89	0.25	0.07	0.05
Proporción acumulada de la dispersión total:					
	0.76	0.93	0.98	0.99	1.00
Correlaciones canónicas:					
	0.89	0.69	0.45	0.26	0.22

Tabla 38.- Distancia de Mahalanobis (D²) entre los machos de las poblaciones calculadas a partir de las siete caracteres biométricos.

	HV93	HV94	HV95	FP93	FP94	FP95	SA95	ZA94
HV92	14.55	32.91	15.47	5.56	11.31	8	0.68	3.69
HV93		6.15	6.58	3.51	4.81	24.23	13.21	4.77
HV94			5.80	1.17	7.05	32.62	27.77	14.61
HV95				8.58	0.38	10.98	10.69	4.59
FP93					8.73	36.74	27.41	13.95
FP94						9.69	7.53	2.35
FP95							4.4	8.2
SA95								2.25

Tabla 39.- Valores medios en mm y desviaciones típicas de las variables biométricas medidas en las hembras en cada una de las fases.

♀		I	LC	LF	LP	LT	LTG	ST
SOLITARIA	\bar{x}	1.49	4.42	16.3	5.18	29.53	24.26	5.24
	σ	0.05	0.46	1.48	0.58	2.38	2.35	0.47
TRANSCONGR.	\bar{x}	1.60	4.52	16.27	5.65	30.03	26.10	5.34
	σ	0.07	0.25	0.71	0.37	1.88	1.76	0.28
GREGARIA	\bar{x}	1.70	4.72	16.13	5.92	30.99	27.59	5.57
	σ	0.06	0.27	0.70	0.31	2.15	1.44	0.32
TRANSDISSOC.	\bar{x}	1.6	4.22	14.97	5.1	28.69	23.90	5.03
	σ	0.04	0.25	0.67	0.33	1.83	1.15	0.26

Tabla 40.- Vectores y valores propios, proporción acumulada de la dispersión total y correlaciones canónicas obtenidos en el análisis multivariante para las fases en las hembras .

	V ₁	V ₂	V ₃
I	20.96	-12.65	-65.04
LF	3.79	-0.12	-6.13
LP	-1.6	0.37	-2.73
LTG	-2.05	0.67	4.44
Valores propios:	1.98	0.37	0.04
Proporción acumulada de la dispersión total:	0.83	0.98	1.00
Correlaciones canónicas:	0.82	0.52	0.19

Tabla 41.- Distancia de Mahalanobis (D^2) entre las fases para las hembras, calculadas a partir de los siete caracteres biométricos.

	TRANSCONGR.	GREGARIA	TRANSDISSOC.
SOLITARIA	4.8	17.66	5.84
TRANSCONGR.		4.05	2.27
GREGARIA			7.01

Tabla 42.- Funciones de clasificación para las fases y hembras.

	SOLITARIA	TRANSCONGR.	GREGARIA	TRANSDISSOC.
I	9967.35	9950.69	9880.76	9985.89
LF	1008.26	1002.64	992.3	1002.4
LP	2.98	7.68	9.62	6.03
LTG	-628.36	-625.85	-619.81	-626.32
cte.	-8022.02	-7993.57	-7883.79	-7982.38

Tabla 43.- Vectores y valores propios, proporción acumulada de la dispersión total y correlaciones canónicas obtenidos en el análisis multivariante para los orígenes en las hembras.

	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
I	-11.53	3.84	1.33	4.32	15.59
LF	1.10	1.58	-0.28	0.31	1.60
LP	-1.97	1.14	-1.55	-2.49	-3.47
LT	-0.06	-0.28	-0.20	0.66	-0.22
ST	0.23	-0.76	4.70	-0.23	-0.64
Valores propios:					
	2.24	1.72	0.27	0.18	0.08
Proporción acumulada de la dispersión total:					
	0.50	0.88	0.94	0.98	1.00
Correlaciones canónicas:					
	0.83	0.80	0.46	0.39	0.27

Tabla 44.- Distancia de Mahalanobis (D^2) entre las hembras de las
las distintas poblaciones calculadas a partir de los siete caracteres biométricos.

	HV93	HV94	HV95	FP93	FP94	FP95	SA95	ZA94
HV92	9.7	23.15	17.35	13.55	8.90	12.58	1.40	4.74
HV93		3.45	10.99	0.12	3.92	16.93	9.86	3.07
HV94			10.06	2.29	6.38	21.19	24.84	8.45
HV95				10.32	2.13	2.98	11.13	7.62
FP93					3.87	17.23	12.12	3.56
FP94						4.84	13.62	0.7
FP95							21.65	6.01
SA95								8.17

Fig. 26.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de las fases sin separar sexos.

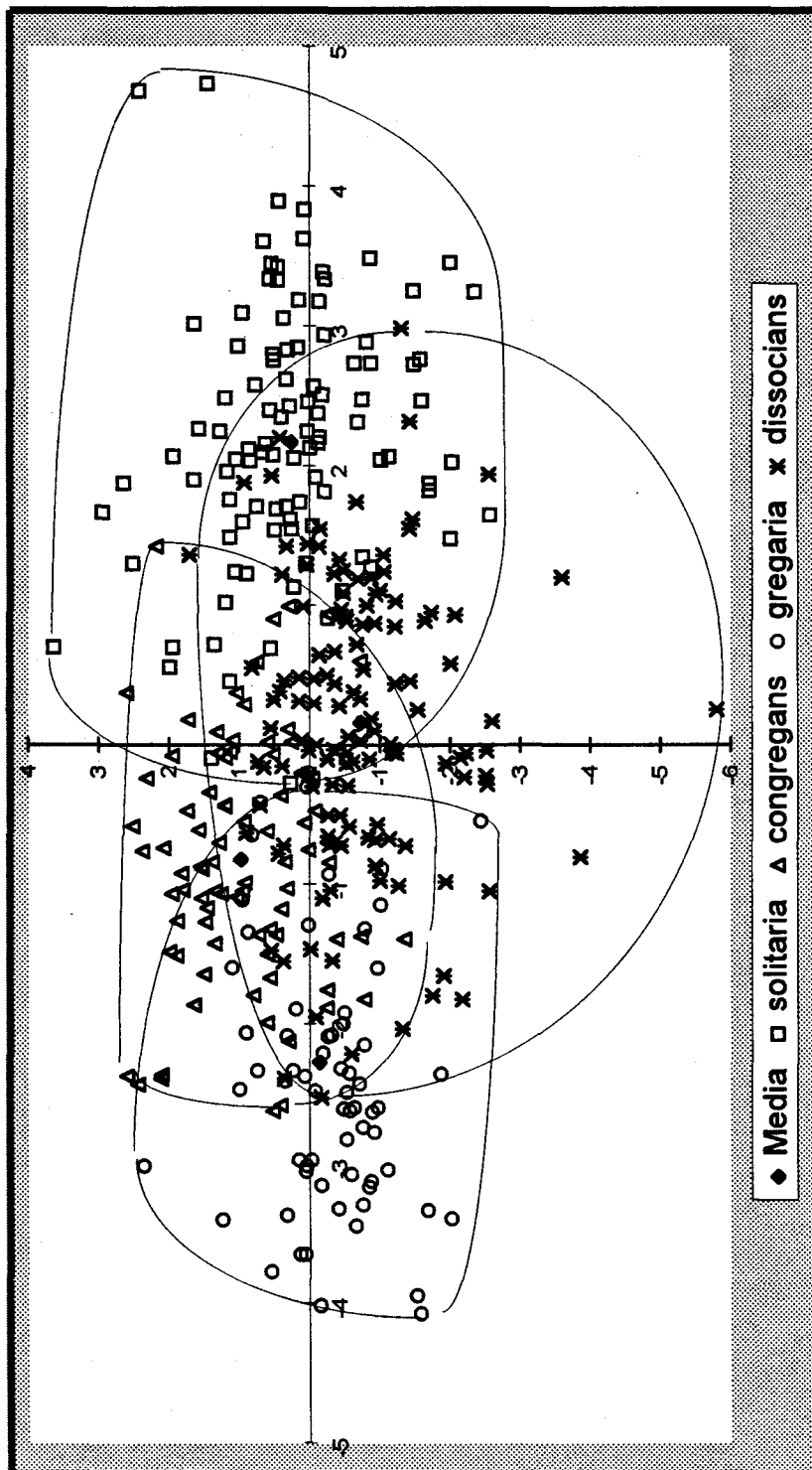


Fig. 27.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de las fases en los machos.

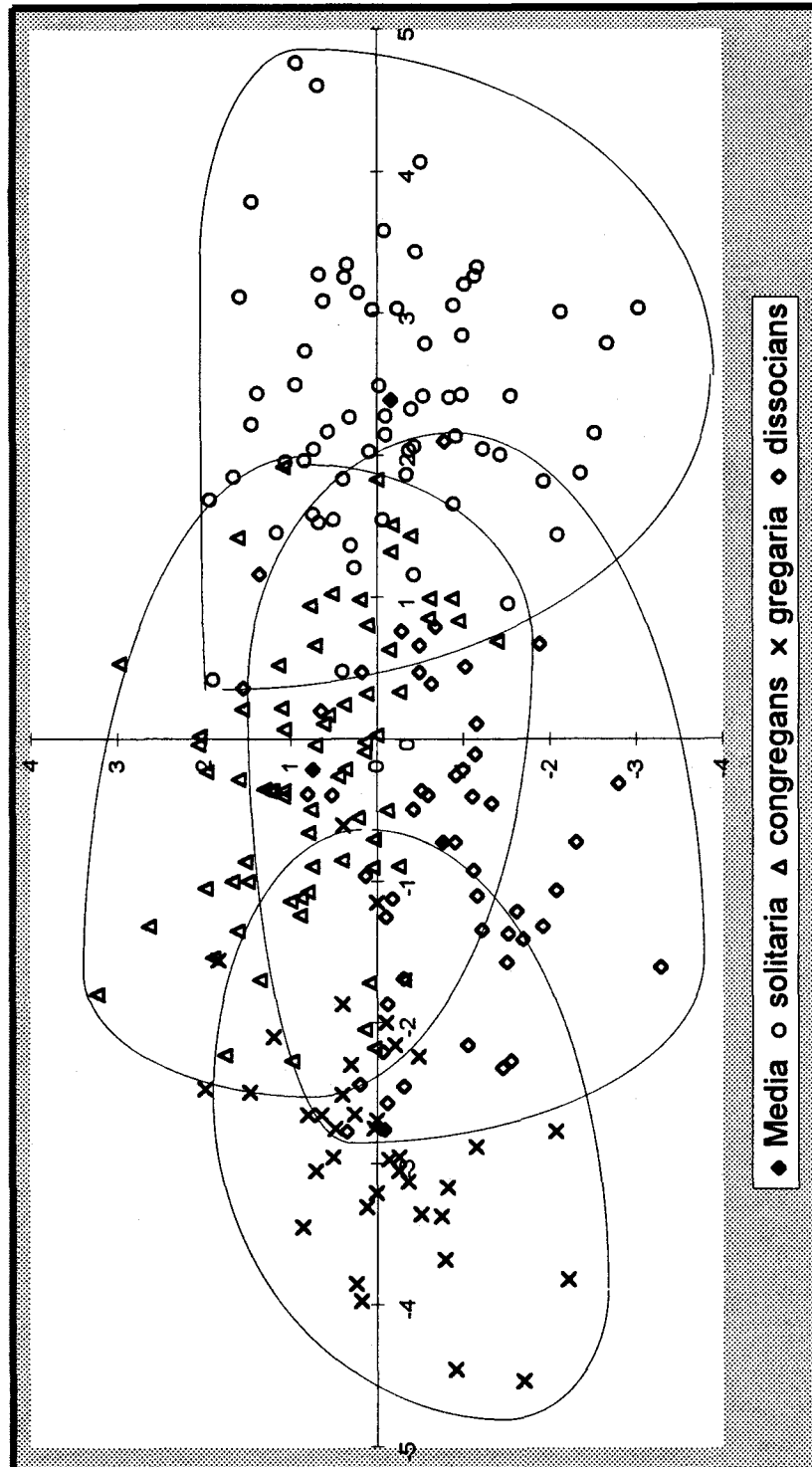


Fig. 28.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de las fases en las hembras.

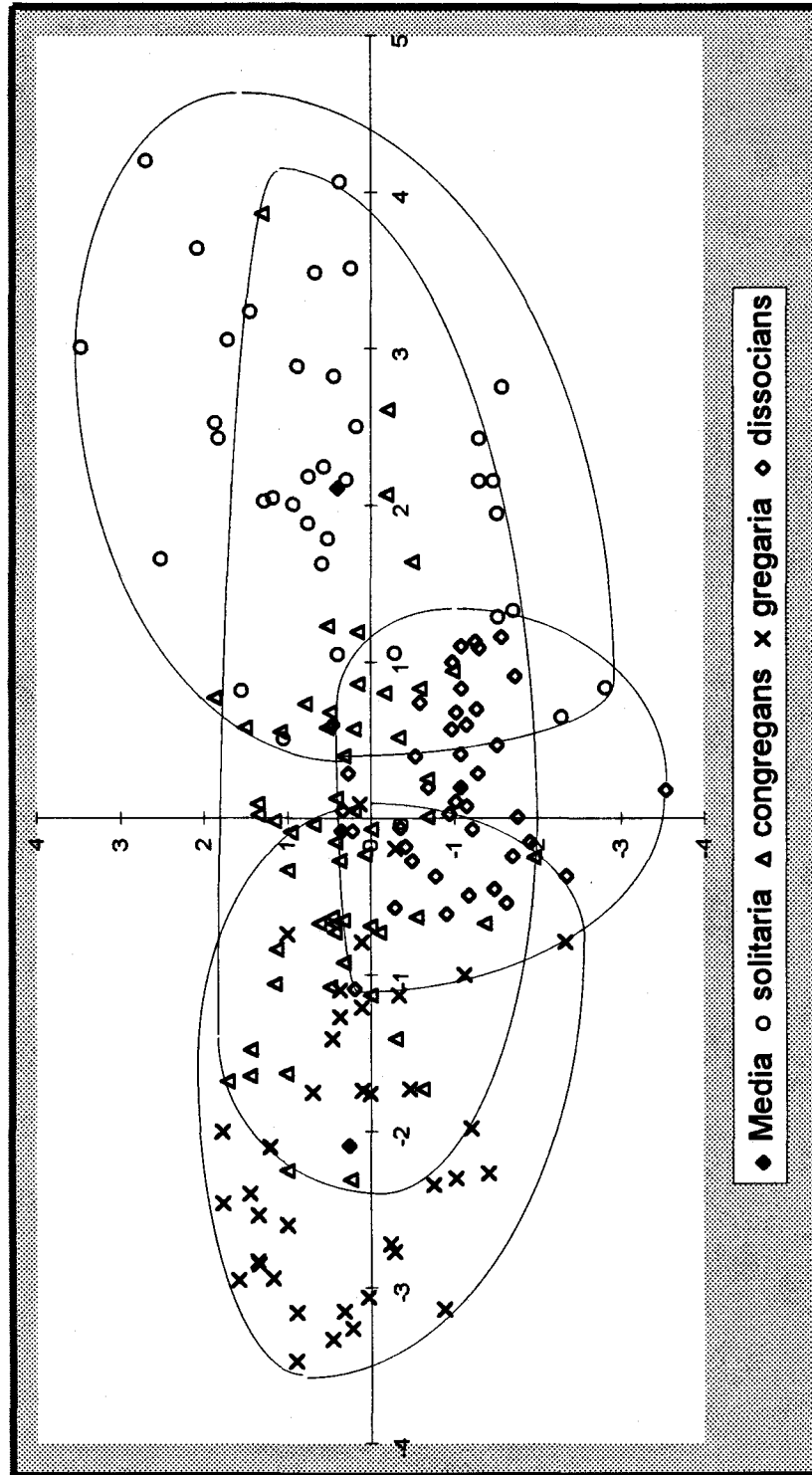


Fig. 29.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de todas las poblaciones.

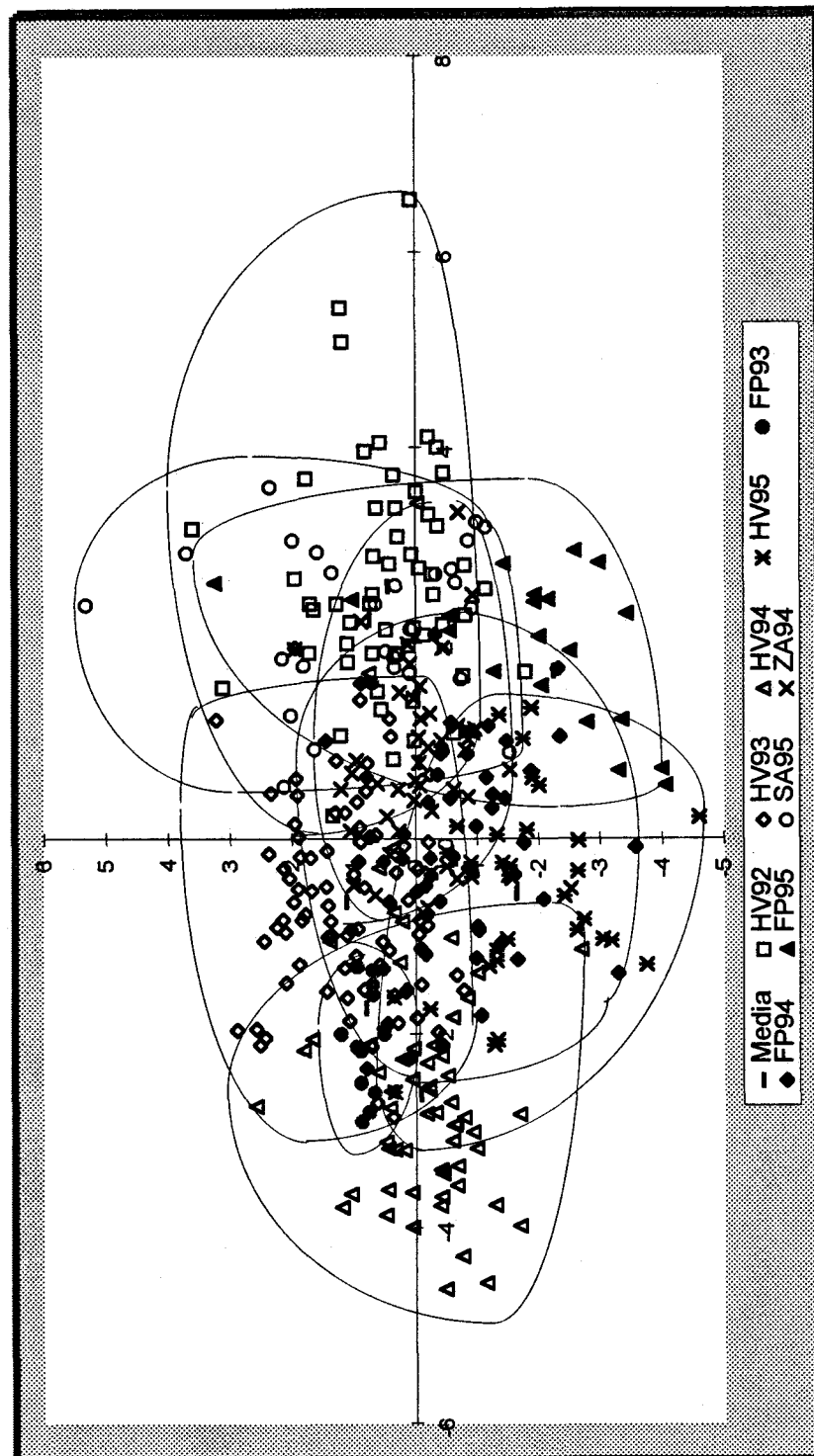


Fig. 30.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de los machos de las poblaciones.

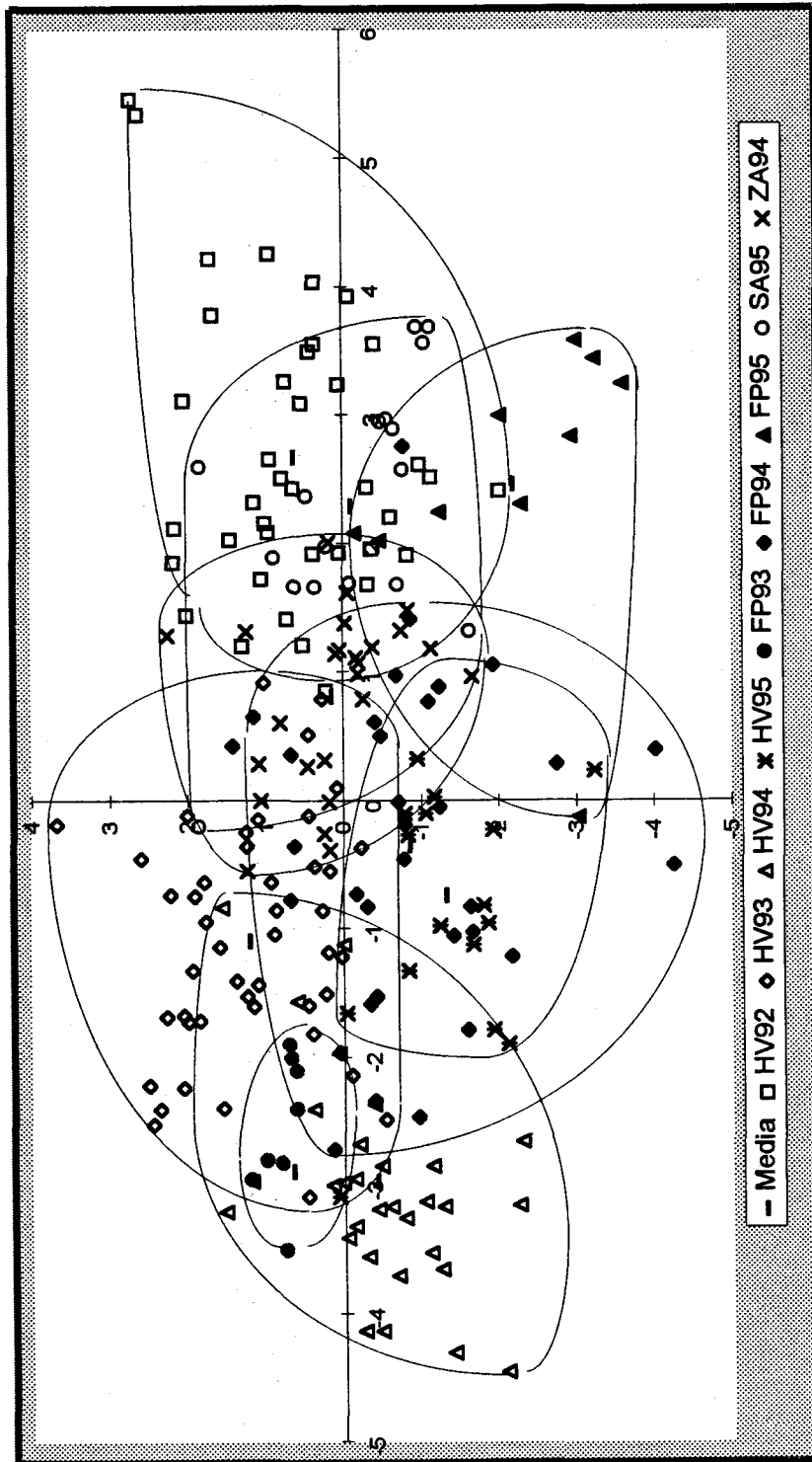
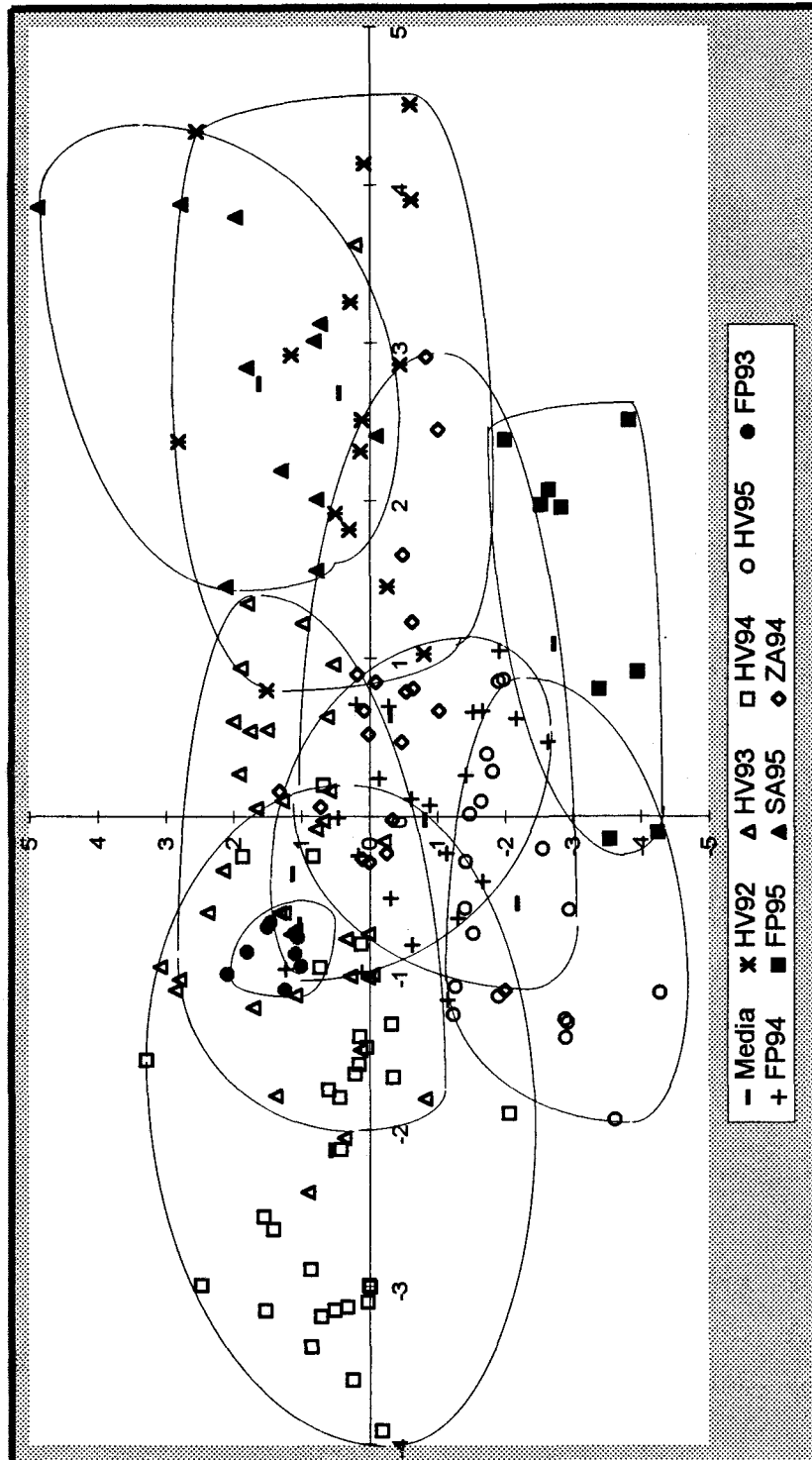


Fig. 31.- Representación de las nubes de puntos en los ejes canónicos de las hembras de las poblaciones.



4.6.2. COLORACIÓN

Como ya se ha comentado, un factor que define la fase de la langosta es su aspecto cromático. Por un lado la coloración y por otro la distribución y diseño de sus manchas.

En el conjunto de las poblaciones estudiadas, se podría concretar que la fase solitaria se caracteriza por tener una coloración general del cuerpo pajiza, tanto en los estadios del desarrollo como en estado adulto (poblaciones de Sierra Alhamilla y Haza de la Veedora). En la fase gregaria las ninfas tienen una coloración muy oscura, predominando el negro sobre todo en los primeros estadios; mientras que los adultos ofrecen un color general más pardorrojizo. Las manchas dorsales de los fémures posteriores en los adultos de los ejemplares solitarios, son por lo general más grandes, muy marcadas, de color marrón oscuro rodeadas de un borde negro. Mientras que en los individuos de las fases intermedias y gregaria estudiados, estas manchas son negras, nítidas o poco nítidas y con las variaciones ya expuestas.

Ahora bien, de todas las poblaciones estudiadas biométricamente, se ha realizado un estudio detallado de la primera población gregaria encontrada, la de Fernán-Pérez de 1993. Los adultos de esta población presentan, dentro de los caracteres cromáticos de Pasquier, las mandíbulas negro brillante, coloración general ocre más o menos ferruginoso, y fémures posteriores con tres manchas variables. Si bien se constató la siguiente variación:

- a) una parte de la población presentó tres manchas bien definidas de color pardo rodeadas de un borde oscuro. Las manchas cubren la quilla media del fémur y llegan hasta las laterales. Los individuos que con esta coloración representaron un 14% del total y fueron mayoritariamente hembras. Este grupo se ajustaría dentro del tipo 5 de SKAF (1972), típico de la fase solitaria, (ver Fig. 3 en el punto 1.3.5.2.).
- b) otro grupo se caracterizó por tener las manchas próximas y media difusas, de color negruzco y cubriendo la quilla media, pero sin llegar a las laterales. La mancha distal no tiene reborde y es muy oscura. Este grupo representó el 55% de la población. Se encuadraría dentro del tipo 3 de SKAF (1972).
- c) por último, otro grupo que manifestó la mancha proximal reducida a dos pequeños puntos difusos a ambos lados de la quilla media; la mancha media es también difusa y se divide a ambos lados de la quilla media. La mancha distal es como en el caso anterior. Este grupo representó el 31% y se ajusta al tipo 2 de SKAF. Dentro de este grupo la mancha proximal se reduce en algunos ejemplares e incluso desaparece en

otros, siendo difusas las otras dos, por lo que se ajustarían a los tipos 1 y 0.

La puntuación de la escala de SKAF obtenida por la población estudiada, no se corresponde con el comportamiento de la población ni con el valor de I, ya que por su aspecto cromático la población se encuadraría en una fase transitoria y por los otros dos criterios en una gregaria. A nuestro juicio el criterio de las manchas del dorso del fémur es un carácter de escaso valor para determinar la fase de la población. Es muy variable y seguramente está muy vinculado al origen de las poblaciones, con lo que el diseño puede variar con la localización geográfica. En las poblaciones estudiadas la nota 0 y 1 de SKAF casi no aparece. Tampoco se observa este tipo cromático en las langostas gregarias fotografiadas por otros autores, tanto nacionales como italianos (PAOLI, 1932; JANNONE, 1938 y DEL CAÑIZO y MORENO, 1950).

Es bien conocido que la coloración es un carácter muy variable en todas las especies en general y probablemente el menos riguroso. El propio BODENHEIMER (1944) expresa textualmente que "hay que tener presente que ni la coloración, o la morfología de un individuo, y tampoco de la población, permite determinar su comportamiento. La única conclusión eventualmente admisible por análisis biométrico es que la población está eventualmente o no en un estado o transformación. E incluso esta conclusión puede ser errónea. El criterio será siempre el comportamiento en el campo y éste puede cambiar dentro de la misma generación sin dejar caracteres definidos de coloración o forma en los adultos resultantes". Posteriormente SKAF (1972) reconoce que tanto la gregarización como la desgregarización son dos procesos fisiológicos y etológicos, accesoriamente cromáticos y morfológicos, e insiste en que muchos autores cometen graves errores al considerar que los colores y la forma permiten determinar por sí solos el comportamiento o las fases.

De igual modo, LATCHININSKY & LAUNOIS-LUONG (1992) al referirse a la coloración de los estadios ninfales, llegan a la conclusión de que aunque no hay duda de una coloración diferente entre las fases extremas subsiste la imprecisión, y en la práctica la utilización de la coloración para asignar la fase en ninfas es bastante delicada. Sin embargo son partidarios de la utilización de criterios cromáticos para separar las fases de los adultos tales como la escala de manchas femorales de SKAF.

En España ARIAS *et al.* (1996) estudian esta escala de manchas femorales sobre una población adulta en Extremadura. Estos autores demuestran mediante regresión la relación significativa entre la escala de las manchas y el valor del índice élitro-femoral. Estudiaron una población que se corresponde con una fase transitoria a gregaria según la escala de manchas femorales en los machos, si bien el valor medio de I es muy bajo

(1.52 para los machos y 1.55 para las hembras). Estos autores asumen que se puede sustituir el análisis biométrico de la fase por la escala cromática del fémur de SKAF.

4.6.3. COMPORTAMIENTO

Por último, otro aspecto que define la fase en la que se encuentra una población de langosta es su comportamiento.

Las poblaciones de FP93 y HV94 presentaron, en los estadios ninfales un comportamiento típicamente gregario. Se aglutinaban en masas compactas de miles de individuos, que se situaban al resguardo de la vegetación durante la noche y horas crepusculares, y sobre grandes piedras orientándose al sol, al mediodía (este comportamiento se manifestó igualmente en las poblaciones de FP94, HV93 y 95). Se desplazaban en una dirección determinada parándose a devorar la vegetación encontrada a su paso. Estas características de comportamiento coinciden con el segundo grupo de poblaciones de langosta marroquí observado por PASQUIER (1934), y que se correspondería con la fase gregaria. Un rasgo distintivo de su paso fue el acúmulo de heces (MERTON, 1959), que a tenor del grado de deshidratación puede conocerse relativamente el tiempo transcurrido desde su deposición. Los desplazamientos de los cordones de langosta (estadios tercero a quinto) fueron sin un rumbo concreto, unos se dirigieron al norte para luego girar al oeste y finalmente al sur. Otro se dirigió continuamente hacia el este, otros hacia el oeste, etc. No parecía existir un desplazamiento ordenado de los cordones, únicamente se observó que cuando dos cordones se cruzaban se fusionaban en uno sólo. Las observaciones sobre los desplazamientos se vieron siempre interrumpidas con los tratamientos de los años 1993, 94 y 95, con lo que en ningún caso hemos podido conocer la evolución de las poblaciones afectadas.

Este mismo comportamiento se detectó en el estado imaginal. Se observaron desplazamientos de cordones de adultos sobre el suelo con direcciones opuestas. Los adultos, y antes de comenzar la cópula, permanecieron también agrupados, desplazándose en masa y permaneciendo unidos en los periodos de reposo. Cuando se inició el período de puesta, se observó cómo a mitad de la mañana se iniciaban vuelos en la dirección norte a sur (en el caso de FP93) y hacia el este (en la población de HV94). Estos vuelos, de tres a seis metros de altura aproximadamente, se realizaban a grandes distancias; dejándose caer sobre los rodales de puesta en el primer caso y expandiéndose sobre nuevas zonas en el segundo (ver punto 3.4.1). En el caso de FP93, fue el único en que se pudo observar el comportamiento de los adultos, ya que el

tratamiento contra la plaga fue tardío y se alcanzó este estado. Este comportamiento de retorno a los rodales de puesta (rodales de avivamiento para esa población) podría encajar en la pauta descrita por PAOLI (1937) de desplazamientos en círculo. Mientras que en el segundo caso correspondería a la pauta descrita por UVAROV (1932), que podríamos llamar de "colonización", aunque a menor escala temporal y espacial debido a que la población fué aniquilada.

Es bastante probable que la rapidez observada en la evolución de las poblaciones, en cuanto a las transformaciones de fase se refiere, sea provocada por los tratamientos fitosanitarios, que reducen drásticamente las poblaciones sin que medie transición en los cambios de densidad poblacional. Según los estudios de distintos autores, las fases tienen una duración de varias generaciones (UVAROV, 1966), pero este ciclo es interrumpido por los insecticidas.

4.7. DEPRDACIÓN

4.7.1. SOBRE NINFAS Y ADULTOS

Entre los vertebrados depredadores destacan las aves y reptiles, aunque también aparecen abundantes restos de langosta entre las heces de zorro (*Vulpes vulpes*). Concretamente en nuestra provincia se han observado bandos de gaviotas (*Larus argentatus*) que se posaban sobre las manchas de langostas para alimentarse, igualmente se han observado bandos de estorninos (*Sturnus vulgaris*). Otras aves que de forma individual se han visto comer langostas son: cogujada (*Galerida cristata*), bisbita (*Anthus patrensis*), sisón (*Otis tetrax*), carraca (*Coracias garrulus*), alcaudón (*Lanius senator*) y cernícalo (*Falco tinnunculus*). En cuanto a reptiles no se ha contemplado ninguna depredación directa, pero se han examinado heces de lagarto ocelado y se han encontrado numerosos restos de langosta.

De las aves que se han observado alimentándose de langostas, sólo las gaviotas y los estorninos han provocado un declive grande en las poblaciones de langosta. Las primeras se observaron diariamente por la mañana temprano y al atardecer sobre las manchas y cordones de langostas en Fernán-Pérez en 1993, estas incursiones de las aves finalizaron cuando se realizó el tratamiento aéreo. Los estorninos estuvieron alimentándose de las langostas que aparecieron en el Haza de la Veedora en 1994, después de efectuado el tratamiento terrestre, devoraron un único cordón que se observó que había escapado al tratamiento terrestre.

Caben destacar los artrópodos depredadores tales como el escorpión (*Buthus occitanus* Leach) que depreda tanto ninfas como adultos; algunas especies de arañas como *Argiope trifasciata* (Forskål) y *A. lobata* (Pallas), *Lycosa tarantula-fasciventris* Dufour y ciertos representantes de la familia *Ctenicidae*. En cuanto a insectos se han contemplado dos especies de mántidos *Rivetina baetica* (Rambur, 1838) y *Mantis religiosa* Linneo, 1758, y otro ortóptero muy voraz, *Decticus albifrons* (Fabricius, 1775).

4.7.2. EN HUEVOS

4.7.2.1. LAS ESPECIES DEPRADORAS

Ha aparecido depredación en las ootecas recogidas en campo, cuyo estudio se realiza en el punto 4.3. El porcentaje de depredación se calculó en varias etapas, tal y como se recoge en la metodología.

Las ootecas depredadas se manifiestan externamente por la presencia de orificios que en la mayoría de los casos estudiados son de salida, puesto que todas las ootecas con orificio inspeccionadas ya se hallaban vacías. Se han detectado dos tipos de orificios:

a) un pequeño orificio, de apenas un milímetro de diámetro que se suele localizar en el extremo superior de la ooteca, en una ocasión han aparecido dos orificios en un canuto. Este pequeño orificio se debe a larvas del coleóptero clérico *Trichodes* si bien normalmente estos orificios de entrada se localizan en el opérculo o un poco más abajo (MERTON, 1959). En este tipo de ootecas nunca se ha encontrado larvas, sólo el corión vacío de los huevos devorados y los pequeños orificios. En un único caso se ha encontrado un clérico muerto dentro del canuto perteneciente a la especie *Trichodes flavocinctus* Spinola.

b) un orificio amplio de 3-5 mm de diámetro de contorno irregular y que se localiza también a lo largo del canuto o bien en el espejuelo. Este orificio es atribuido a larvas de Díptero Bombílido, ya que las ootecas que eran humedecidas para incubar en laboratorio fueron en numerosas ocasiones perforadas por estas larvas que salían al exterior. Este hecho se debe a que la salida de las larvas está influenciada y estimulada por las lluvias (DEL CAÑIZO, 1943).

Las larvas fueron introducidas en un frasco con tierra húmeda

periódicamente e incubadas, obteniéndose pupas y adultos del díptero. Los adultos aparecieron a los pocos días de obtenerse la pupa, ya que la metamorfosis se completa en 15 a 20 días (PAOLI, 1937). La determinación de este díptero, tanto de la larva como de la pupa e imago, indicó que se trataba en todos los casos de la especie *Cytherea obscura* Fabricius. Estos dípteros han sido observados regularmente volando en el campo.

Además de los depredadores obtenidos directamente a partir de ootecas de langosta marroquí, se ha capturado algún adulto esporádico del Bombílido *Systoechus sulphureus* Mikan, pero ninguna de las larvas llevadas al laboratorio fueron de esta especie. En 1901 se determinaron ejemplares de Bombílido pertenecientes a la especie "*Systaechus oreas*" en ootecas provenientes de Almería (BUJ, 1996). También se han capturado ejemplares de otros Cléridos sobre inflorescencias de compuestas que pertenecen tanto al género *Trichodes* como *T. leucopsideus*, *T. amnios*, *T. octopunstatus* y *T. flavocinctus* y de la especie *Tillus transversalis* Charpentier, cuyas larvas no son acridófagas. Igualmente se han capturado varios ejemplares de Meloideos adultos pertenecientes a tres especies distintas: *Mylabris quadripunctata* (Linné), *Mylabris maculosopunctata* Graells e *Hycleus scutellatus* (Rosenhauer). La primera especie está citada como depredadora de huevos de *Dociostaurus maroccanus* (ver punto 1.3.6.), la segunda es probablemente también ovoacridófaga, mientras que la última se ha citado como depredadora de Himenópteros (BOLOGNA, 1991).

Aunque no se han encontrado larvas de Melóidos en ootecas de langosta, cabe la posibilidad de que se produzca la depredación puesto que aparecen los adultos. El problema a la hora de cuantificar el porcentaje de depredación, es que los rastros o huellas dejados por unos depredadores y otros pueden confundirse. Así, las larvas de los Coleópteros, tanto Cléridos como Melóidos, producen pequeños orificios de entrada en el opérculo o parte superior del canuto, los Bombílidos no dejan orificio de entrada visible. Los Cléridos llevan a cabo la metamorfosis dentro de la ooteca (DEL CAÑIZO, 1955), mientras que los Melóidos en el exterior (BALACHOWSKY, 1963), al igual que los Dípteros. Ambos producen un orificio de salida de la larva para pupar, aunque sólo las ootecas depredadas por coleópteros presentan además orificio de entrada.

4.7.2.2. PORCENTAJE E INCIDENCIA DE LA DEPRDACIÓN

Una circunstancia a tener en cuenta para establecer la incidencia de la depredación sobre las ootecas es el momento en el que se recogen las muestras, ya que

según MERTON (1959), hay dos períodos de ataque por parte de los Bombílidos (*Systoechus autumnalis* Pallas) en Chipre, una en junio y otra en septiembre que se explica por el gran incremento de su tasa de ataque en invierno .

Otro factor a considerar es el lugar donde se encuentran las puestas, ya que si el lugar coincide con el del año anterior la incidencia de los depredadores es mayor, y ésta va decreciendo a medida que aumenta la distancia (PAOLI, *op. cit.*). Este autor ofrece valores de incidencia del 12.28 al 76,10%, con un ataque de *Mylabris* que oscila entre 24-29% y un ataque de Bombílidos (*Cytherea* y *Systoechus*) entre el 71 y 76%.

En la Tabla 44 se exponen los datos de depredación de dos años consecutivos sobre ootecas recogidas en los dos lugares donde se ha realizado el seguimiento de la langosta. Se carece de más datos por las causas expuestas en el punto 4.3.1.

Tabla 44.- Datos de depredación de ootecas.

ZONA	fecha	ootecas	ootecas/m ²	Depred.	% Dep.
FP	8/93	180	200	41	22.8
FP	9/93	55	61.11	17	30.9
HV	8/93	28	31.11	4	14.3
HV	9/93	258	286.6	45	17.4
HV	2/95	126	140	37	29.4

La incidencia de depredación es variable de unas muestras a otras. En las del año 1993 y distinta zona presentan ataques diferentes, esto podría deberse al hecho señalado por PAOLI (1937) de que la incidencia es mayor cuando la puesta se localiza en el mismo sitio del año anterior. Precisamente en Fernán-Pérez la población se hallaba en fase gregaria en 1993, con lo que el año anterior también habría tenido una gran proliferación. Lo mismo ocurriría en el caso de las muestras del Haza de la Veedora en los años 1993-4, mientras que en 1992 casi no había langosta. Con lo que la incidencia en 1993 en HV es tan sólo del 17.4% (existiendo una densidad media de ootecas mayor) frente al 30.9 % de FP, siendo ambas muestras de la misma época.

Las muestras de 1993 presentan un pequeño incremento en la depredación de agosto a septiembre, el cual se debe sin duda a las últimas puestas del Díptero. La muestra de HV de 1994 fue recogida en invierno y presenta casi un 3% más de porcentaje de ataque, lo que representa un incremento demasiado bajo para sugerir un segundo ataque de bombílidos. En los datos de MERTON (1959) se aprecia un

considerable incremento de la incidencia de los depredadores desde el mes de septiembre a febrero que oscila del 4.5% al 54.5%. Por otro lado la biología de *Cytherea obscura* está perfectamente descrita por PAOLI (1937), quien señala que la larva alcanza su desarrollo en otoño, abandona la ooteca, excava una cámara y pasa el invierno en este estado, pupa en primavera y emerge el adulto cuando comienzan los adultos de langosta.

En el muestreo de 1993, el porcentaje de ootecas depredadas por Cléridos representa únicamente el 8.2%, mientras que el 91.8% corresponde a depredación por Dípteros Bombílidos. En 1994 sólo aparecieron ootecas depredadas por Bombílidos. En cualquier caso la incidencia de estos dos depredadores varía de año en año y de un lugar a otro (MERTON, *op. cit.*), e incluso varía mucho de entre rodales muy próximos (DEL CAÑIZO, 1943). No se ha detectado ninguna ooteca depredada por *Mylabris*. La incidencia de coleópteros ovoacridófagos en la provincia de Almería es muy baja, siendo los Dípteros Bombílidos los que ejercen un verdadero control sobre la puesta de la langosta.

La predación encontrada en Almería resulta baja si se compara con la indicada en Chipre que es del 70% (66.9 -73%), donde los Cléridos constituyen el 16.25% (7-25.5%) y los Bombílidos 58% (55.1-61.7%). No obstante, es más elevada que la señalada en La Serena por ARIAS *et al.* (1994 y 1995), donde el ataque de Bombílidos (*Glossista sp.*) alcanza el 12,2-25% y el de Cléridos (*Trichodes sp.*) 2.2-18%; semejantes a los señalados por HERNÁNDEZ (1993) de 12.3-15.4% y 4.6-7.7% respectivamente; ambos autores realizan muestreos también en invierno. Los datos recogidos por DEL CAÑIZO (1943 y 1955) son muy amplios, 8-80% para los Bombílidos y del 8-40% para los Cléridos. De los datos propios y de autores nacionales sobre la incidencia de ovoacridófagos, no se desprende que existan dos ataques de Bombílidos sobre las puestas de langosta en nuestro país.

La acción oófaga de ambos órdenes de insectos no se interfiere, aunque si se produce la circunstancia de coincidir las larvas de un Bombílido con la de un Clérido, es seguro que la del Coleóptero devora a la del Díptero debido a la estructura del aparato bucal de ambos (PAOLI, 1937). MERTON (*op. cit.*) indica un porcentaje de superpredación por parte de larvas del tenebriónido *Apantodes globosus* Reicher sobre las larvas de *Trichodes laminatus cyprius* Reitter de 2.7-9.4%. En nuestros muestreos únicamente ha aparecido un caso de superpredación sobre una larva de *Cytherea*, cuyo causante no se ha encontrado.

La acción acridicida de los ovoacridófagos, aún siendo muy elevada, no es suficiente para impedir el incremento de los efectivos de una población de langosta,

pues para que esto sucediese, la incidencia debería superar el 98% (DEL CAÑIZO, 1943).

4.8. PATÓGENOS DETECTADOS

Aunque la detección de patógenos y enfermedades de la langosta marroquí no era un objetivo de este estudio, en 1992 se detectaron dos ejemplares de langosta afectados por micosis que fueron incubados en condiciones de humedad para que se desarrollase el hongo. De uno de ellos se realizaron siembras en diferentes medios de cultivo. Se enviaron dos placas y el segundo ejemplar de langosta para su identificación al *International Institute of Biological Control* del C.A.B en el Reino Unido. Las muestras fueron determinadas por el Dr. Harry Evans, concluyendo que se trataba de una mezcla de *Fusarium sp.* y *Geotrichum sp.*, indicando que ninguno de estos hongos revestía mayor interés.

No obstante algunas especies del género *Fusarium* son entomopatógenas (SAMSON *et al.*, 1988). Otras especies son fitopatogénicas.

Las especies del género *Geotrichum* son mayoritariamente saprófitos oportunistas, y algunas de estas levaduras son contaminantes frecuentes de laboratorio (SCAGEL *et al.*, 1983).

En la actualidad existe un proyecto financiado por la DGICYT para la búsqueda, aislamiento y desarrollo de parásitos y enfermedades de la langosta marroquí en nuestro país realizado por parte de la Cátedra de Entomología Agrícola en la E.T.S.I.A.M. de la Universidad de Córdoba, siguiendo la línea iniciada por HERNÁNDEZ (1993).

4.9. CRÍA EN LABORATORIO

Aunque muchos de los resultados extraídos de la cría de langostas en cautividad ya se han expuesto en apartados anteriores, se recogen aquí algunos aspectos no se detallaron con anterioridad.

De los lotes de langostas provenientes del campo señalados en el punto 3.4.2. con distintas densidades de individuos para constatar posibles diferencias de comportamiento y caracteres de agregación basado en los ensayos de GRADOJEVIČ (1960), no se detectaron diferencias. Quizás debido al alto grado de canibalismo

presentado por las langostas, que fueron frecuentemente devoradas durante la ecdisis, con lo que la densidad en las jaulas se fue igualando. PASQUIER (1934) señala igualmente una considerable mortalidad entre las ninfas evolucionadas en laboratorio en condiciones de hacinamiento. El canibalismo se observó también en campo aunque de forma ocasional. Si bien si son depredadas ávidamente las langostas atropelladas en las carreteras y caminos.

Para este autor las ninfas criadas en laboratorio conservan su coloración negra y su comportamiento gregario. En los jaulones se observó como las langostas se agrupaban en manchones al calor de la bombilla, ocupando una superficie mínima, o bien giraban alrededor de ésta, de modo semejante al descrito por ELLIS (1951).

Por otro lado no se observaron diferencias en cuanto a la duración del desarrollo postembrionario. Éste siguió las mismas pautas que en el campo, tanto en la sincronización de la muda como en el apareamiento y puesta. Si bien el período de ovoposición se alargó debido a que también se prolongó el período de vida de las langostas, 20 días con respecto a su población de origen en libertad. Esto se debe sin duda a la disponibilidad de alimento en condiciones controladas. Según MERTON (1961) la cantidad de hierba verde incrementa la longevidad y fertilidad de los adultos; y la cantidad de puestas realizadas depende directamente de la longevidad. La cría en cautividad de *Melanoplus sanguinipes* también presenta una mayor longevidad de adultos de hasta un 75% (ONSAGER & HEWITT, 1982).

Las ootecas recogidas de estos lotes si presentaron diferencias en el número de huevos en cuanto al origen de las langostas y con respecto a las provenientes del campo de las mismas poblaciones. El estudio de estos resultados está recogido en el punto 4.3.2.

Igualmente, se evolucionaron en laboratorio el total de la ninfas eclosionadas a partir de uno de los lotes de ootecas incubadas señalado en el punto 4.4.1. Este lote estaba compuesto por diez ootecas de las cuales emergieron un total de 201 ninfas que se mantuvieron en jaulones hasta que se alcanzó el estado adulto.

Estas langostas presentaron un desarrollo postembrionario de 44 días de duración total. La duración para los cinco estadios fue de 8, 11, 7, 11 y 7 días respectivamente. La totalidad del crecimiento no presenta diferencias con respecto a los datos obtenidos a partir de poblaciones de campo y recogidos en el punto 4.2.1.1. Sin embargo, si es llamativamente dilatado el segundo estadio, pues ni siquiera en la Tabla 16 (pág. 99) se recoge ningún caso similar. Carecemos de una explicación firme que justifique este hecho, pero es muy probable que se deba a la alimentación administrada.

Una información que se ha podido extraer de la cría de este lote es la mortalidad, siendo respectivamente en cada uno de los estadios del 39%, 4.1%, 0.8%, 0.9% y 0.9%, y la total del 42.7%. Aunque en realidad esta mortalidad no es extrapolable a la que sucede en campo, pues no está afectada por factores intraespecíficos, ni predación y tampoco fluctuaciones microclimáticas, si sigue la pauta descendente señalada en el punto 4.5.4.

Para PASQUIER (1934) la cría en cautividad no puede arrojar datos sobre las poblaciones naturales si no se controlan las condiciones de temperatura y humedad.

4.10. ESPECIES DE ORTÓPTEROS "COINCIDENTES"

Es bastante generalizado denominar a las especies de ortópteros que aparecen conjuntamente con la langosta en un determinado lugar y en un tiempo concreto, especies acompañantes o especies asociadas (DEL CAÑIZO, 1936 y MENDIZÁBAL, 1943). Consideramos que estas especies no son ni lo uno ni lo otro, sino que simplemente conviven con la langosta, coinciden espacio-temporalmente con ella. Pero entre estas especies y *D. maroccanus* no existe ningún tipo de relación o asociación, pudiéndose encontrar las unas sin las otras. Así, la posible relación entre especies puede que sea únicamente una preferencia por el mismo habitat (QUINN *et al.*, 1993).

Como se ha señalado a lo largo de este estudio, la langosta marroquí es una especie muy temprana, tanto en su aparición como en su declive generacional, mientras que la gran mayoría de ortópteros presenta máximos poblacionales en el verano. Para comparar la aparición de las distintas especies de ortópteros con la langosta marroquí, se muestreó la parcela de estudio del Haza de la Veedora durante todo el año 1993. Hay que destacar que tanto en el año indicado como en los sucesivos que se recogen en este trabajo, las especies de ortópteros coincidentes con *D. maroccanus*, han representado en su conjunto porcentajes siempre inferiores al 0,5% del total de ortópteros, debido a que siempre se ha tratado de poblaciones de langosta en fase *transiens* o *gregaria*. Por tanto estas referencias son en realidad datos binomiales de ausencia o presencia de estas especies que se contabilizaban mientras se recorría la parcela al realizar los recuentos en los cuadros indicados en el punto 3.3.1.

Se inventarían a continuación las 17 especies de ortópteros que han aparecido conjuntamente con la langosta. Se indican igualmente la siglas que se han utilizado para reseñar cada especie en la Figura 32, en la que se recoge la aparición de adultos de

cada una ellas (no se han incluido las especies que sólo han aparecido en una ocasión). No se refleja la aparición del estado ninfal porque se carece de datos de muchos de los estadíos de las distintas especies. Además la eclosión de estas especies no está sincronizada por lo que llegan a solaparse algunos de los primeros estadíos con los adultos.

Suborden *ENSIFERA*

Familia *TETTIGONIIDAE*

Subfamilia *PHANEROPTERINAE*

Odontura (Odonturella) aspericada Rambur, 1839, ODOASP

Subfamilia *DECTICINAE*

Decticus albifrons (Fabricius, 1775), DECALB

Platycleis (P.) sabulosa Azam, 1901, PLASAB

Platycleis (Tesellana) tesellata (Charpentier, 1825), PLATES

Subfamilia *EPHIPPIGERINAE*

Steropleurus andalusius (Rambur, 1838), STEAND

Steropleurus martorelli (Bolivar, 1878), STEMAR

Subfamilia *PYCNOGASTRINAE*

Pycnogaster sanchezgomezi (Bolívar, 1897), PYCSAN

Familia *GRYLLIDAE*

Subfamilia *GRYLLINAE*

Gryllus bimaculatus De Geer, 1773

Suborden *CAELIFERA*

Familia *PYRGOMORPHIDAE*

Pyrgomorpha conica (Olivier, 1791)

Familia *CATANTOPIDAE*

Subfamilia *CALLIPTAMINAE*

Calliptamus barbarus barbarus (Costa, 1836), CALBAR

Familia *ACRIDIDAE*Subfamilia *OEDIPODINAE*

Oedipoda charpentieri Fieber, 1853, OEDCHA

Sphingonotus arenarius (Lucas, 1849)

Acrotylus patruelis (Herrich-Schaeffer, 1838)

Oedaleus decorus (Germar, 1826)

Subfamilia *TRUXALINAE*

Truxalis nasuta (Linneo, 1758), TRUNAS

Subfamilia *GOMPHOCERINAE*

Doclostaurus jagoi occidentalis Soltani, 1978, DOCJAG

Omocestus raymondi (Yersin, 1863)

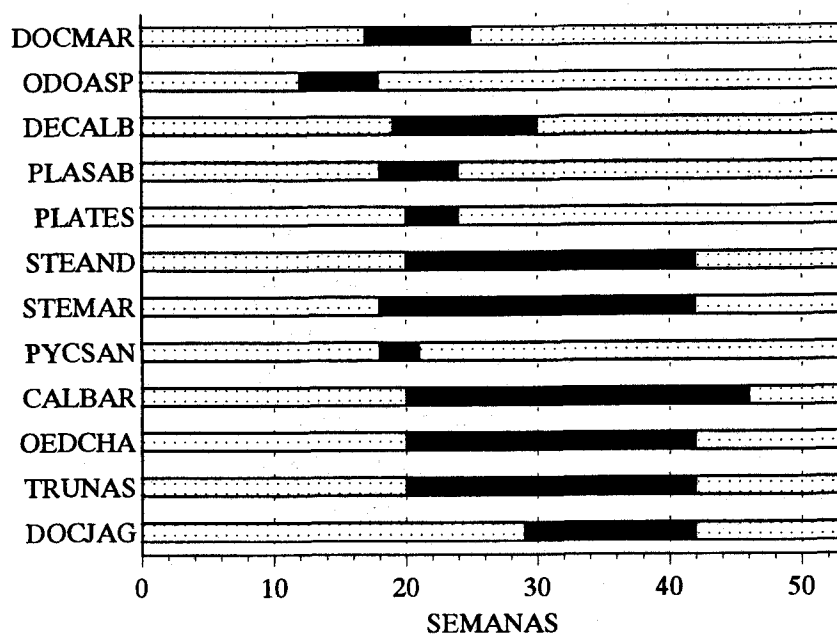
De las 17 especies inventariadas, tan sólo 3 están incluidas en las 21 relacionadas por DEMPSTER (1957). En nuestro país, de las 16 especies recogidas para las zonas langosteras de la Serena por HERNÁNDEZ (1993), tan sólo hay coincidencia en dos. Lógicamente, de las 14 especies citadas por PASCUAL (1977a) hay 9 que coinciden, pues se trata de un estudio realizado sobre una población de langosta marroquí dentro del mismo Parque Natural de Cabo de Gata.

La duración del estado adulto para las especies encontradas es inferior a la recogida por AGUIRRE & PASCUAL (1988) en el extremo suroriental de la provincia de Almería, lo cual es lógico porque estos autores reflejan los datos de una zona de estudio muy amplia. Por la misma razón señalan presencias simultáneas del estado de ninfa y adulto para las especies más frecuentes. Al comparar nuestros datos con los de PASCUAL (1977a) se observan diferencias en algunas de las especies, siendo la más interesante la presencia de *Doclostaurus maroccanus* durante todo el mes de julio y agosto. Lo cual no es de extrañar y viene a confirmar lo que se expuso al inicio del punto 4.2.

Si bien podría establecerse una hipótesis diferente, las langostas en fase solitaria son más longevas. Cuanto menor es la densidad de los individuos, la disponibilidad de alimento de aumenta y con ello la supervivencia (MERTON, 1961). En el trabajo de Pascual no se indica la extensión de las parcelas muestreadas, pero para establecer el cartografiado recogido en el punto 4.1.2. se ha muestreado el mismo lugar en reiteradas ocasiones y se trata de pequeños bancales de cultivo. Por ello, las cantidades de

langostas indicadas por este autor dan idea de una densidad muy baja, semejante a la de otras especies de ortópteros, lo que indicaría que esa población de langosta se encontraba en fase solitaria y explicaría su prolongada longevidad.

Fig. 32.- Fenología de adultos de las especies "coincidentes" con la langosta marroquí en 1993.



4.11. CONTROL QUÍMICO

Tal y como se recoge en el punto 3.6.6., los conteos de cada ensayo se realizaron diariamente al suministrar el alimento vegetal fresco y retirar los muertos. Los datos del número de individuos y porcentaje de mortalidad se expresan a T+ 0, T+1, T+3, T+7 y T+14 (Figs. 33 a 44). En las Tablas 45 a 48 se recogen los resultados finales de cada aplicación (T+14).

En la Tabla 45 se muestran los valores medios de mortalidad de los dos grupos de edad de *D. maroccanus* (N_I-N_{II} y $N_{III}-N_{IV}$) a los 14 días de la aplicación de los diferentes insecticidas a las tres dosis ensayadas.

En todos los casos, excepto para ninfas $N_{III}-N_{IV}$ a dosis baja, para cada dosis y edad de ninfas, en el análisis de varianza se encontró un efecto significativo de los tratamientos ($P < 0.05$).

Al analizar cada dosis, encontramos que para la dosis baja, solamente se aparecen diferencias en los valores de mortalidad de ninfas de menor edad (N_I-N_{II}) entre diflubenzuron y teflubenzuron, sin que se aparezcan diferencias entre los demás tratamientos entre ellos ni con los anteriores. Para el grupo de ninfas de mayor edad ($N_{III}-N_{IV}$) no se apreció efectos de los tratamientos.

Para la dosis media, los valores de mortalidad oscilan entre el 49.97% del testigo y el 80.15% de teflubenzuron para ninfas de menor edad, con diferencias significativas entre ambos aunque no con el resto de productos y entre el 20% y 81.11% de mortalidad para testigo y flufenoxuron respectivamente para ninfas de mayor edad. En este caso existen diferencias entre ambos tratamientos y el resto.

Para la dosis alta, en los resultados para ninfas N_I-N_{II} todos los productos excepto el testigo alcanzan mortalidades del 100%, significativamente mayores al testigo. Sin embargo, para ninfas de mayor edad, los valores de mortalidad oscilan

Tabla 45. Porcentaje de mortalidad medio de *D. maroccanus* a los 14 días de la aplicación de los diferentes insecticidas a dosis baja, media y alta. Valores seguidos con la misma letra en las columnas no muestran diferencias significativas en la comparación de medias (M.D.S.; $P=0.05$).

TRATAMIENTO	DOSIS					
	BAJA		MEDIA		ALTA	
	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$
testigo	29.62 ab	13.06 a	49.97 b	20 c	59.98 b	7.5 c
diflubenzuron	23.69 b	30 a	67.88 ab	56.17 b	100 a	95 a
flufenoxuron	43.46 ab	20.83 a	74.97 ab	81.11 a	100 a	94.72 a
hexaflumuron	40.04 ab	15 a	61.48 ab	44.35 b	100 a	80 b
malation	27.92 ab	23.61 a	68.46 ab	62.5 b	100 a	100 a
teflubenzuron	46.22 a	10.56 a	80.15 a	57.02 b	100 a	95 a

entre el 7.5% del testigo hasta el 100% que solamente lo alcanza el malation, con mortalidades intermedias entre ambos valores para las otras materias activas. En esta clase de edad y dosis, todos los insecticidas muestran diferencias significativas con el

testigo, además el hexaflumuron también muestra una mortalidad significativamente menor con el resto de materias activas ensayadas.

Estos resultados muestran un descenso de mortalidad, a igualdad de dosis, en el grupo de ninfas $N_{III}-N_{IV}$ con respecto a ninfas N_I-N_{II} , es decir, que con el incremento de edad existe una disminución de los efectos de los reguladores del crecimiento de insectos, como señalan BOUAICHI *et al.* (1994a y 1994b), debido a la existencia de un menor número de mudas y por tanto menor oportunidad de ejercer sus mecanismos de acción. Esta consideración no es válida para el insecticida estándar utilizado, el malation, que por su distinta forma de acción, apenas presenta diferencias (excepto las dosis subletales) entre la mortalidad de ninfas de diferente edad.

Los insecticidas ensayados en laboratorio, a la dosis más alta, aunque menores que las recomendadas para su utilización en campo, han mostrado una buena eficacia en el control de ninfas de *D.maroccanus*, sobre todo de los primeros estados ninfales (N_I-N_{II}) en los que proporcionó mortalidades del 100% a los 14 días de la aplicación. Para ninfas mayores, solamente el estándar malation consiguió el 100% de mortalidad. Este hecho induce a considerar en la necesidad de tratamientos precoces para alcanzar la máxima eficacia cuando se dispone realizar una aplicación para el control de esta plaga.

Tabla 46. Eficacia de los diferentes insecticidas ensayados calculada con la fórmula de Abbot corregida para las distintas dosis y edades de *D. maroccanus*.

	D.B.	D.B.	D.M.	D.M.	D.A.	D.A.
	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$
diflubenzuron	-7.76	19.49	35.80	45.17	100	94.59
flufenoxuron	19.67	8.94	49.92	51.05	100	94.29
hexaflumuron	14.81	2.23	23.01	30.44	100	78.38
malation	-2.22	12.14	36.97	51.35	100	100
teflubenzuron	23.59	-1.22	60.33	46.27	100	94.59

Por otra parte, en los resultados se aprecian unos valores relativamente altos de mortalidad en el testigo sobre todo en ninfas de menor edad, debido a la mortalidad natural que se produce con el método utilizado de cría por lo que para valorar y comparar los efectos de los diferentes insecticidas utilizados se ha calculado la eficacia

corregida con el testigo. Así en la Tabla 46 y Figuras 33, 35, 37, 39, 41 y 43 se muestran los porcentajes de eficacia según la fórmula de Abbot corregida para los distintos insecticidas a las diferentes dosis y edades de ninfas de *D. maroccanus*.

Los resultados muestran unos valores de eficacia muy pequeños en ambos grupos de edad para la dosis baja de los diferentes insecticidas, siendo el valor más alto menor al 25% de eficacia. Para la dosis media, la eficacia oscila entre el 23.01% de hexaflumuron y el 60.33% de malation en ninfas pequeñas. Sin embargo, para la dosis más alta utilizada, la eficacia alcanza el 100% en todos los productos para ninfas N_I - N_{II} , mientras que para ninfas de mayor edad, solamente malation alcanza una eficacia del 100%, oscilando los valores de los demás insecticidas entre el 78.38% de hexaflumuron y 94.59% de diflubenzuron y teflubenzuron.

Los valores de eficacia obtenidos para las dosis baja y media no pueden considerarse adecuados para el control de *D. maroccanus*, mientras que a la dosis alta, solamente el malation alcanza resultados óptimos para los dos grupos de edades. Los valores de eficacia del resto de insecticidas, reguladores del crecimiento de insectos, muestran una eficacia del 100% solamente en ninfas de primera y segunda edad, mientras que para ninfas mayores, la eficacia, aun siendo alta en algunos casos, no llega al 95%.

Los resultados de este ensayo, realizado en laboratorio, pueden diferir de lo que podría ocurrir en campo, que de hecho sería menor, debido a que las condiciones de aplicación fueron las óptimas para la efectividad de las materias activas ensayadas. En este sentido, la mortalidad producida por teflubenzuron en ensayos de laboratorio sobre otra plaga, *Spodoptera exigua* (Lep.; Noctuidae), la mortalidad en laboratorio fue del 93.3 % frente a una mortalidad en campo de aproximadamente el 60 % (BELDA, 1994).

Se han comparado los resultados obtenidos en el ensayo a dosis alta con los de SÁNCHEZ *et al.* (1993) también sobre *Dociostaurus maroccanus*. Estos autores evalúan la eficacia mediante la fórmula de Abbot a siete días después del tratamiento, por lo que para compararlos se ha considerado igualmente la eficacia a este período de tiempo. También se han tenido en cuenta las dosis y edades de las langosta. Así para comparar nuestros datos de N_I - N_{II} , se han considerado los de N_{II} - N_{III} de 1992 en La Serena, comprobándose que los resultados son equivalentes. Nuestros datos de N_{III} - N_{IV} se han comparado con los de SÁNCHEZ *et al.* (*op. cit.*) de 1992 y 1993, aunque sus datos se

refieren a langostas en estadíos N_{IV} - N_V . Si bien ha de tenerse en cuenta que las dosis empleadas por nosotros son más bajas, siendo para el malatión aproximadamente un cuarto; y las de diflubenzurón, teflubenzurón y flufenoxurón son aproximadamente la mitad.

Al comparar los resultados obtenidos a dosis alta con los resultados de estos autores en la comarca de La Serena, se comprueba una equivalencia en los diferentes productos para las ninfas de menor tamaño, si bien para ninfas mayores los resultados fueron similares o algo mejores en nuestro ensayo para malatión, flufenoxurón y teflubenzurón, y ligeramente menores para diflubenzurón. A pesar de haber trabajado con dosis menores que las recomendadas y utilizadas por otros autores, se aprecia una gran homogeneidad de los resultados obtenidos en laboratorio con las diferentes materias activas ensayadas.

Se puede señalar teniendo en cuenta la pérdida de eficacia de las aplicaciones en campo respecto a las de laboratorio, que las dosis empleadas por SÁNCHEZ *et al.* (1993) podrían ser quizás reducidas sin una disminución de la eficacia del tratamiento.

Igualmente, considerando las dosis utilizadas en este ensayo en laboratorio y los resultados obtenidos, podría pensarse en una disminución de las dosis a emplear en los tratamientos contra focos de langosta marroquí en pleno campo. Esta aseveración, que es válida para el insecticida estándar: malatión, podría extenderse para los insecticidas reguladores del crecimiento de insectos, dada su menor toxicidad sobre la fauna silvestre (DOMINGO, 1988), aunque deberían discutirse sus efectos sobre otros artrópodos beneficiosos o entomofauna en general dada su acción por contacto valorada por diversos autores (ALDEBIS *et al.*, 1988; FISK y WRIGHT, 1992; MARCO *et al.*, 1994) para otras plagas.

No obstante, la eficacia de los insecticidas reguladores del crecimiento de insectos, debe valorarse en su forma de acción, ya que al interferir en los procesos de desarrollo de los insectos, sus efectos se ven más dilatados en el tiempo y por tanto considerarse "menos" eficaces que los insecticidas neurotóxicos como el malatión. Para realizar esta evaluación se han aplicado, a los valores de mortalidad, dos índices: por una parte, el porcentaje de reducción de la incidencia unitaria (PRIU), fórmula que se traduce en el índice de eficacia de Carreño-Andújar-Cabello, y que toma en consideración el tiempo de actuación de la materia activa.

En la Tabla 47 y Figuras 34, 36, 38, 40, 42 y 44 se muestran los valores del PRIU de los diferentes tratamientos para las distintas dosis y edades de las ninfas de *D. maroccanus*.

Tabla 47. Índices de eficacia de Carreño-Andujar-Cabello expresados en los Porcentajes de Reducción de la Incidencia Unitaria para las ninfas de *D. maroccanus* de los diferentes tratamientos y dosis.

	D.B.	D.B.	D.M.	D.M.	D.A.	D.A.
	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$
diflubenzuron	2.73	9.37	12.14	32.46	77.76	56.02
flufenoxuron	13.34	7.16	22.96	42.09	77.34	60.64
hexaflumuron	8.75	-0.66	14.22	18.77	71.66	57.07
malation	0.43	2.81	42.56	44.02	94.03	96.36
teflubenzuron	14	-2.2	31.8	26.28	70.48	54

Los valores de la tabla siguen mostrando al malation como el insecticida más eficaz a las dosis media y alta, aunque en este caso con mayor diferencia respecto a los otros productos ensayados. Para el conjunto de resultados, con este índice se alcanzan porcentajes menores que con los fórmulas de eficacia clásicas, ya que incluye el factor tiempo, en ningún caso se alcanza el 100% de eficacia. Sin embargo, un estudio más detallado de los dos índices de eficacia empleados (Abbot y PRIU) permiten comprobar que son equivalentes. Parece ser que eficacias altas de mortalidad corregida de Abbot del orden del 85-90%, equivaldrían a eficacias de PRIU superiores al 50%, mientras que eficacias del 100% en Abbot equivaldrían a valores de PRIU superiores al 70%. De este modo se pueden establecer los rangos de valores del PRIU para considerar la bondad de las eficacias con éste índice.

Por último, en la Tabla 48 se muestran los valores del tiempo letal subcincuenta en aquellos casos en los que ha sido posible el cálculo.

Estos valores nos permiten comprobar que la acción más rápida en la mortalidad de ninfas de *D. maroccanus* es el ocasionado por malation, (0.5 para el grupo N_I-N_{II} y grupo de $N_{III}-N_{IV}$) mientras que los productos a base de reguladores del crecimiento de insectos, a la dosis más alta, los valores oscilan entre 1.56 y 2.16 días para ninfas pequeñas y entre 3.75 y 6 días para ninfas grandes, lo que es consecuencia de la forma de acción que requiere cambios de estadio de desarrollo para ejercer su acción.

Tabla 48.- Tiempo letal subcincuenta (TL_{50}) en días para ninfas de *D. maroccanus* al aplicar los diferentes insecticidas en los ensayos realizados a las distintas dosis.

LT_{50}	D.B.	D.B.	D.M.	D.M.	D.A.	D.A.
	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$	N_I-N_{II}	$N_{III}-N_{IV}$
diflubenzuron	---	---	9.07	6.5	1.56	5.57
flufenoxuron	18.5	---	6.63	6.6	1.56	4.72
hexaflumuron	---	---	8	---	2.11	3.75
malation	---	---	3.83	5	0.5	0.5
teflubenzuron	18.33	---	4.96	11	2.16	6

Este último aspecto de la menor rapidez de acción de los insecticidas reguladores del crecimiento utilizados, no es tan importante en campo cuando se trata de controlar focos que se encuentren en zonas no cultivadas y en las que la plaga no causa daños directos de interés económico, ya que por otra parte, y aunque existe cierta discusión, son insecticidas más respetuosos con el medio ambiente, por su especificidad con algunos grupos de artrópodos.

Igualmente, y partiendo de la base de que en este ensayo se han utilizado dosis menores que las que se utilizan en campo, se considera que la eficacia obtenida, tanto del insecticida estándar como de los reguladores de crecimiento ensayados, es adecuada a las dosis más altas probadas, y debería contrastarse con nuevos ensayos en campo en busca de una reducción de las dosis comerciales de estos productos, algunos de los cuales podrían recomendarse para el control de la langosta marroquí.

Por otra parte, el índice de eficacia de Carreño-Andújar-Cabello aplicado a los resultados ha mostrado una equivalencia general con el índice de eficacia de Abbot aunque con valores menores. Sin embargo, al contrastarlo también con los resultados obtenidos del tiempo letal subcincuenta (TL_{50}), puede considerarse como un índice válido en el que tiene en cuenta la eficacia puntual y el tiempo, lo que nos proporciona con un solo índice una perspectiva más amplia de la eficacia y forma de acción de los productos ensayados. Ya que el índice PRIU es una estimación que tiene en cuenta el tiempo de actuación y el número de ejemplares simultáneamente.

Fig. 33.- Eficacia de Abbot para N_I-N_{II} a dosis baja.

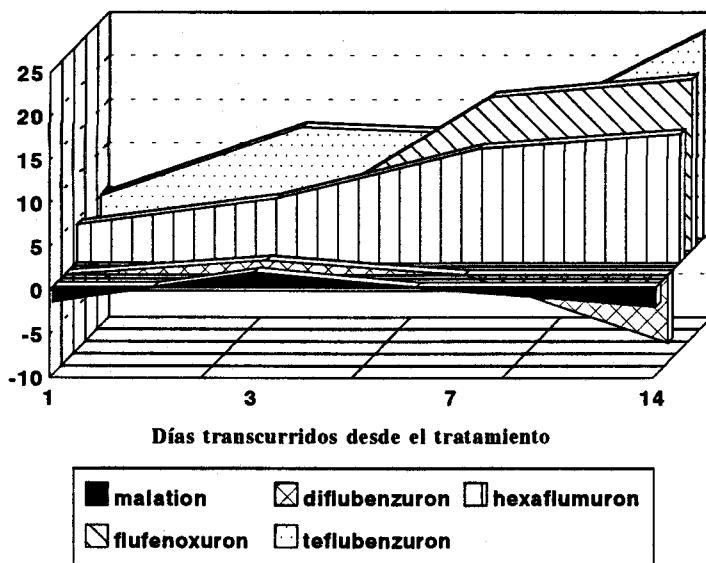


Fig. 34.- Eficacia de PRIU para N_I-N_{II} a dosis baja.

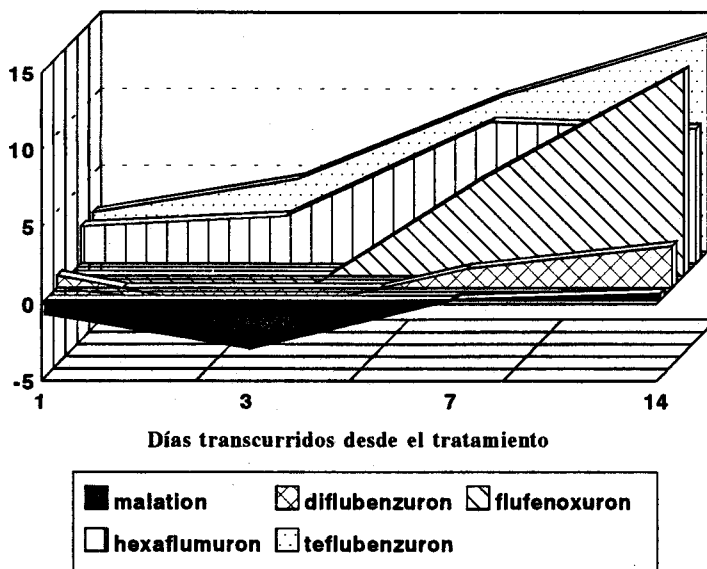


Fig. 35.- Eficacia de Abbot para N_I-N_{II} a dosis media.

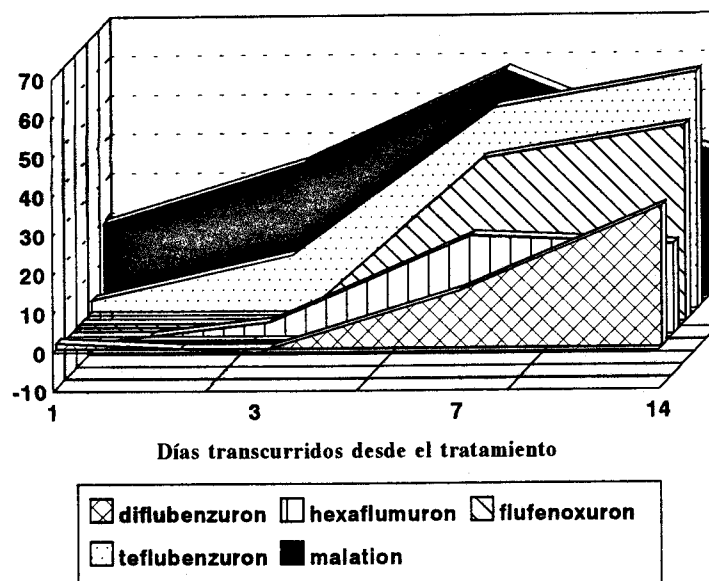


Fig. 36.- Eficacia de PRIU para N_I-N_{II} a dosis media.

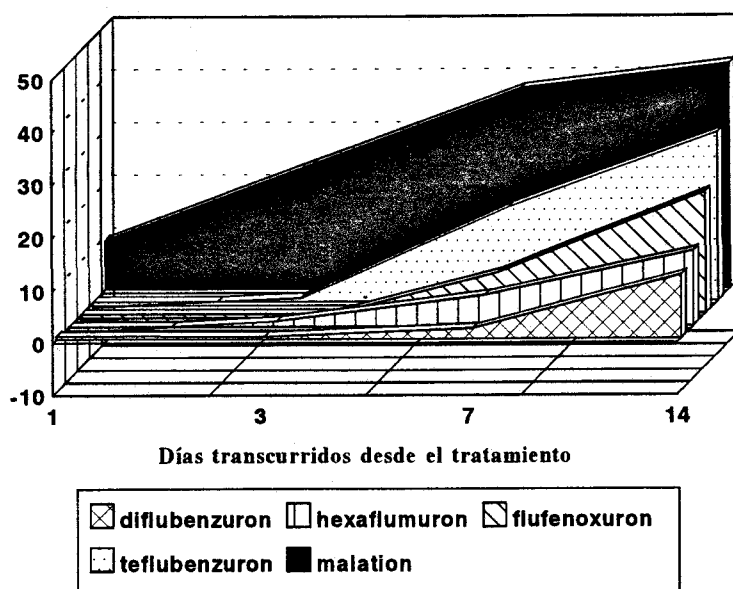


Fig. 37.- Eficacia de Abbot para N_I-N_{II} a dosis alta.

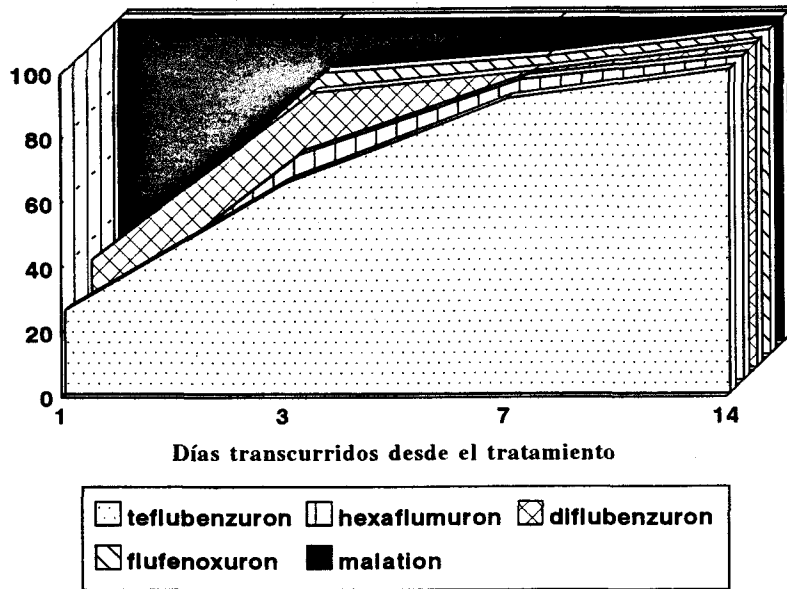


Fig. 38.- Eficacia de PRIU para N_I-N_{II} a dosis alta.

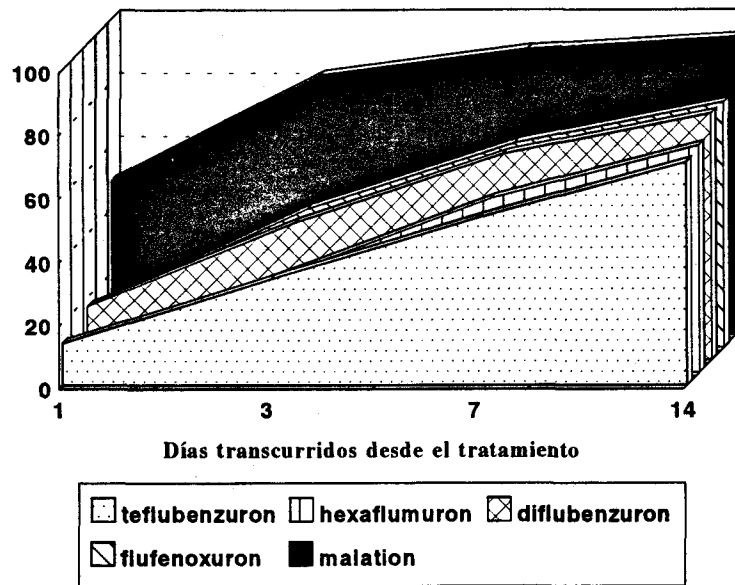


Fig. 39.- Eficacia de Abbot para N_{III} - N_{IV} a dosis baja.

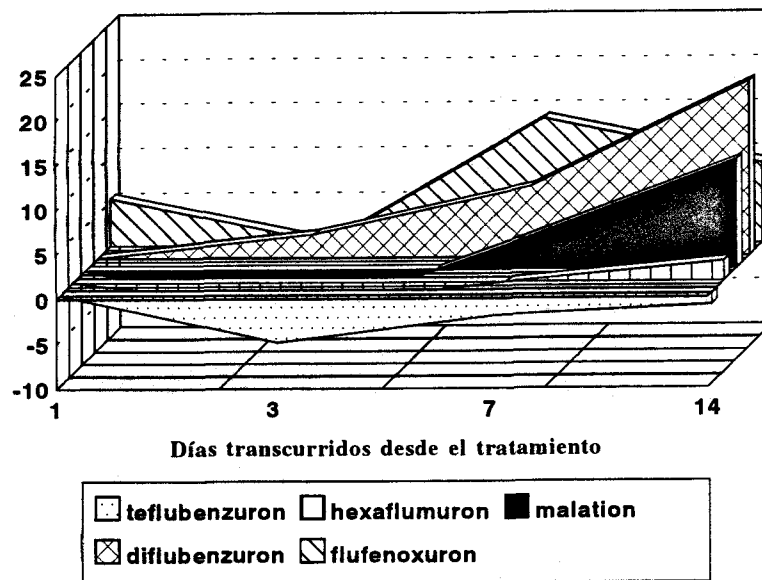


Fig. 40.- Eficacia de PRIU para N_{III} - N_{IV} a dosis baja.

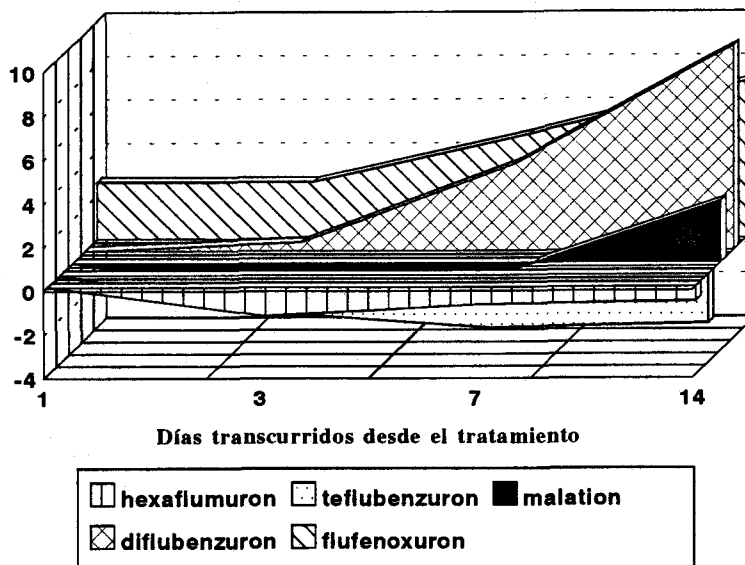


Fig. 41.- Eficacia de Abbot para N_{III} - N_{IV} a dosis media.

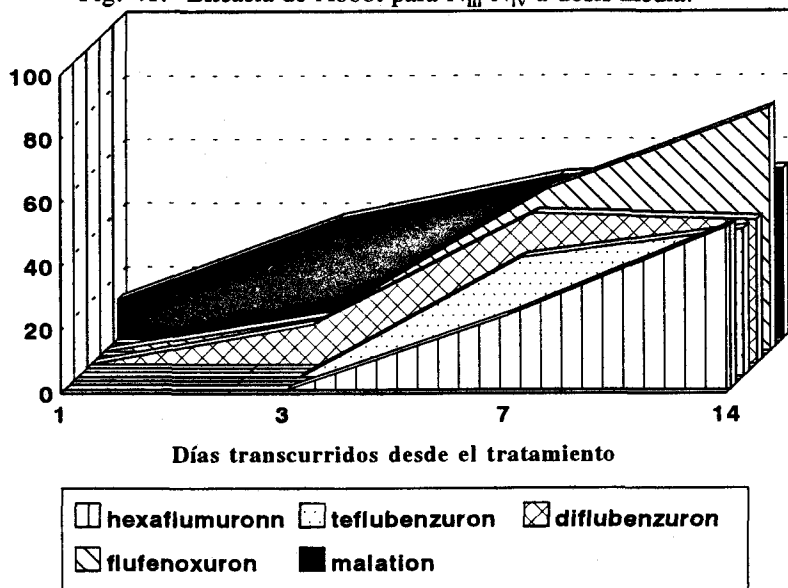


Fig. 42.- Eficacia de PRIU para N_{III} - N_{IV} a dosis media.

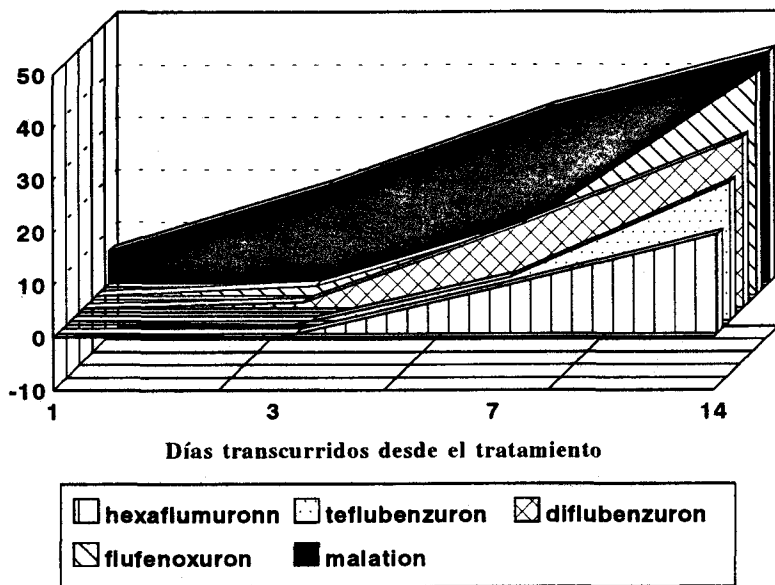


Fig. 43.- Eficacia de Abbot para N_{III} - N_{IV} a dosis alta.

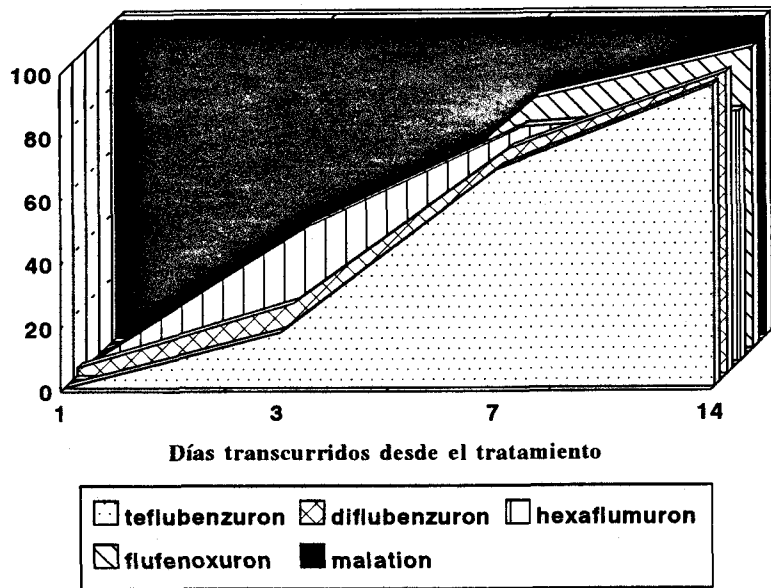
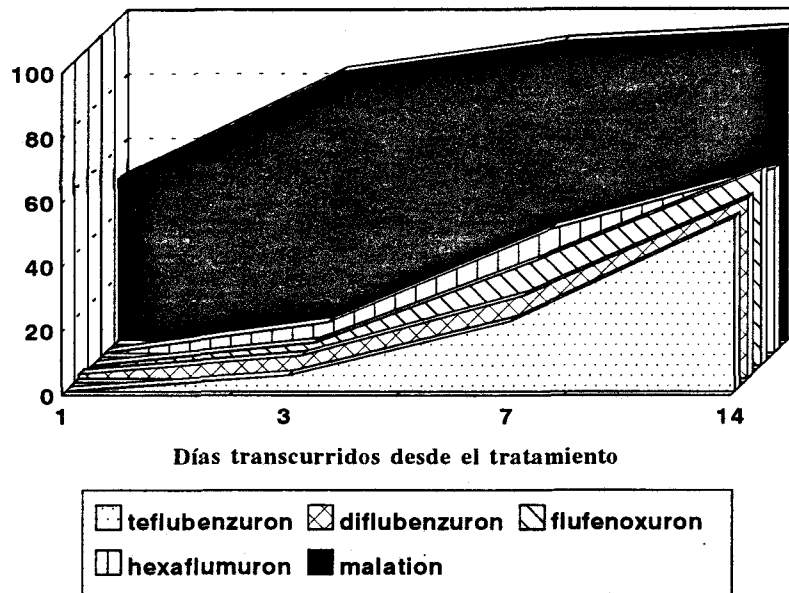
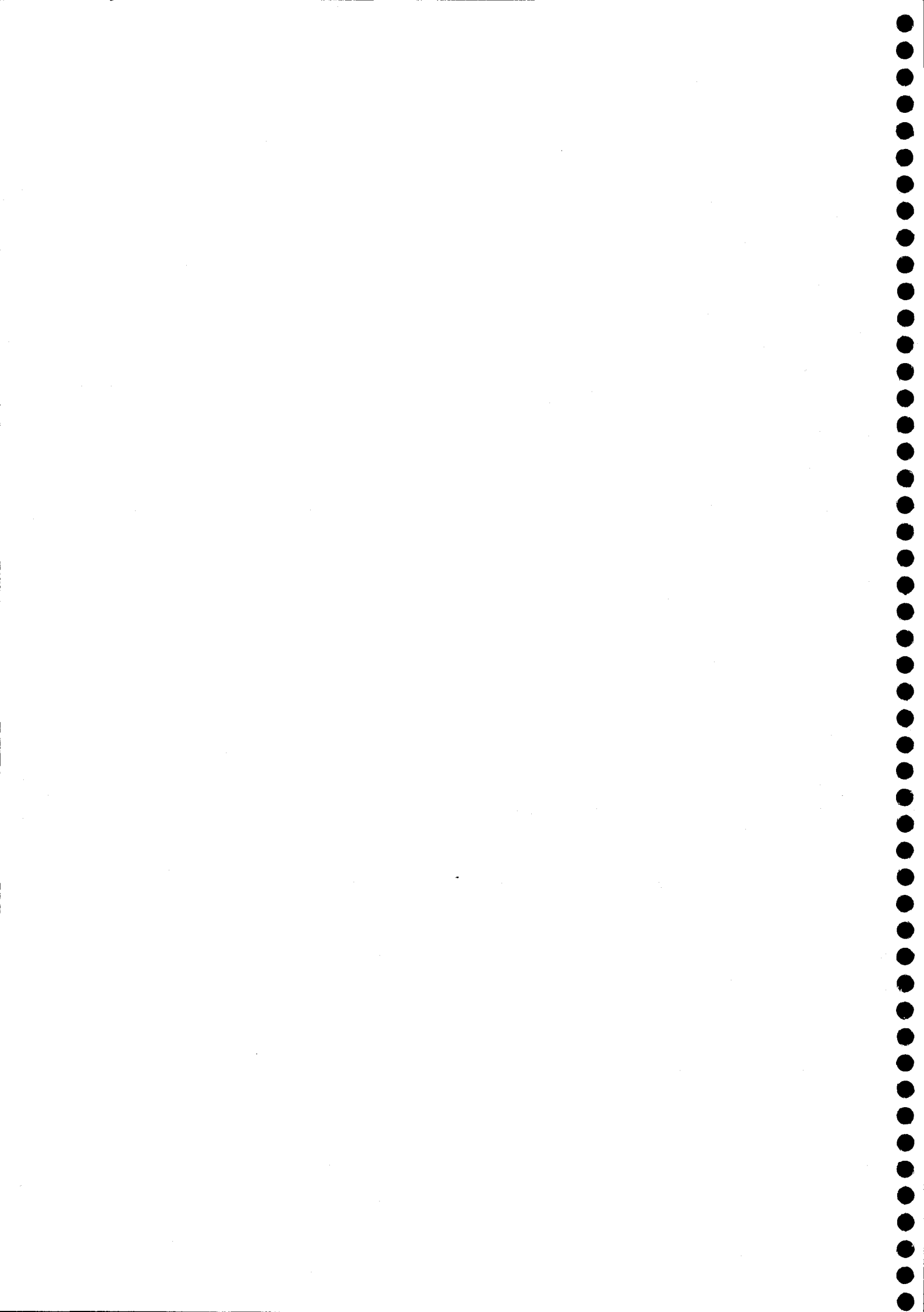


Fig. 44.- Eficacia de PRIU para N_{III} - N_{IV} a dosis alta.





5. CONCLUSIONES



5. CONCLUSIONES

1.- En nuestra provincia son varias las especies de Ortópteros que desencadenan denuncias y ocasionan daños, las principales son: *Dociostaurus maroccanus*, *Calliptamus wattenwyllyianus*, *Heteracris littoralis* y *Eyprepocnemis plorans*.

2.- El cartografiado pone de manifiesto que la langosta está bien representada en la provincia de Almería. Sus poblaciones aunque relictas, están presentes en casi todas las comarcas, si bien las áreas donde se desarrollan y proliferan en gran cantidad, se reducen a tres. Estos puntos se corresponden con las zonas de reserva y son: El Campo de Dalías, Cabo de Gata y Llanos de Gérgal-Tabernas. Sin embargo el verdadero control de la langosta exige que se establezca el seguimiento de todas las poblaciones conocidas.

3.- El hábitat típico de la langosta marroquí en la provincia de Almería está caracterizado por pastizales de *Stipa capensis*, que se establecen en zonas de cultivos abandonadas o en matorrales muy degradados y sometidos a intensa carga ganadera.

4.- Se ha estimado que el desarrollo postembrionario de la langosta se produce en 280 GDA, con unos umbrales de desarrollo de 10-25 °C. Si bien esta especie no es estrictamente ectotérmica, pues presenta cierta capacidad termorreguladora.

5.- El desarrollo postembrionario de *Dociostaurus maroccanus* sigue una función logística que se ajusta muy bien a los modelos de Verhust-Perl, Gomperz, Richards y Carreño, lo que puede iniciar el camino hacia la predicción de esta plaga.

6.- La duración de los estadios postembrionarios es variable dependiendo de las condiciones climáticas. Aunque ésta se puede determinar con exactitud mediante la modelización del desarrollo.

7.- Los rodales de puesta se localizan predominantemente en los calveros surgidos del pastizal de *Stipa capensis* agostado, y pueden coincidir en años sucesivos.

8.- La cantidad de huevos contenidos en las ootecas depende de la fase en la que se encuentre la población, así como de la alimentación. De modo que las hembras en fase gregaria producen ootecas con mayor número de huevos.

9.- Se ha estimado que el desarrollo embrionario de esta especie se realiza en 472 GDA, y se caracteriza por la presencia de una diapausa estival que se inicia y concluye con la existencia de temperaturas máximas ambientales de 32 °C, y por una diapausa de invierno que perduraría mientras existiesen mínimas inferiores a los 15 °C. El final de este desarrollo es activado por el aporte de agua.

10.- La determinación del sexo de los embriones parece estar influenciada por la temperatura en la última etapa del desarrollo embrionario, de modo que temperaturas variables de incubación producen menor número de machos que la temperatura constante.

11.- La distribución de las langostas en fase *gregaria* y *congregans* se caracteriza por la reunión de los individuos en manchas que aumentan de tamaño conforme se incrementa la edad, estableciéndose una dinámica de mosaico que recorre prácticamente la totalidad de la superficie de la zona en que viven.

12.- Se establece que el momento más apropiado para efectuar un tratamiento insecticida, es cuando la langosta tiene una edad que se encuentra entre los estadios segundo y tercero, pues es cuando está más reunida y ocupa menor superficie.

13.- La densidad de langostas en las manchas decrece con la edad, mientras que fuera de estas es mucho más constante.

14.- Se ha estimado una tasa de mortalidad decreciente con la edad para cada uno de los estadios, siendo respectivamente del 43%, 40%, 30%, 26% y 3.4%; con una tasa de mortalidad total del 66%.

15.- Se considera que a pesar de que no hay una explicación lógica para la variación desordenada de los porcentajes de ambos sexos a lo largo del desarrollo, la proporción real de sexos es muy cercana a uno.

16.- La biometría sigue siendo una herramienta útil para estudiar las fases de la langosta marroquí. Pero es imprescindible indicar qué referencias se utilizan para tomar las medidas, pues dependiendo de ellas, los resultados pueden ser significativamente diferentes y conducir a error.

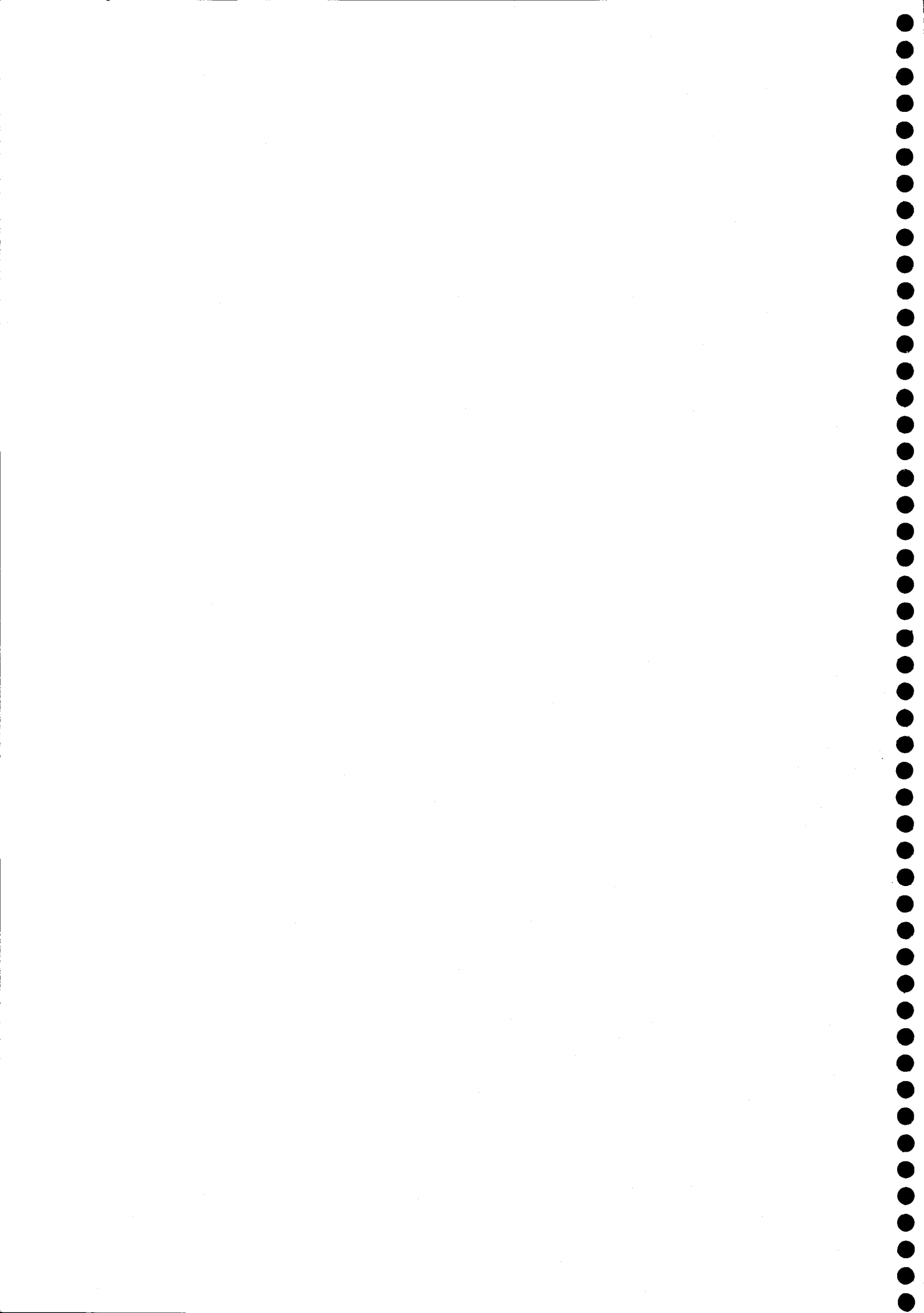
17.- Se redefinen los intervalos biométricos que establecen el valor del índice élitro-femoral para cada una de las fases, siendo de 1.66-1.81 para las hembras gregarias,

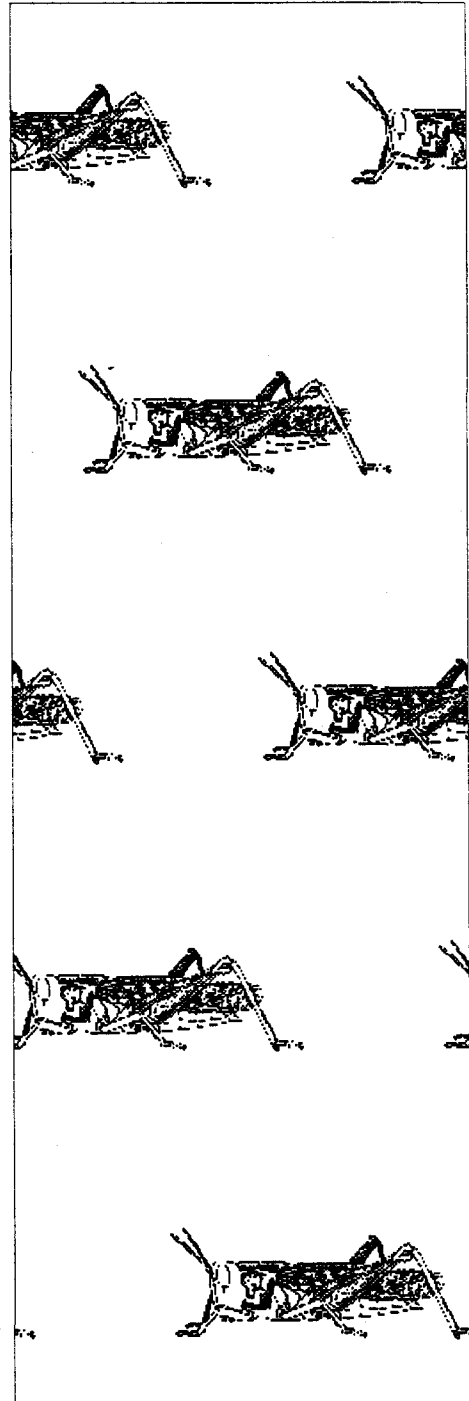
1.63-1.85 para los machos gregarios, 1.30-1.59 para las hembras solitarias y de 1.34-1.52 para los machos solitarios, 1.52-1.65 para las hembras transformantes y 1.45-1.66 para los machos transformantes.

18.- El análisis multivariante discriminante se ha mostrado ideal para el estudio de las fases de la langosta. Mediante este método se puede determinar la fase en la que se encuentra una determinada población y conocer su tendencia y evolución a lo largo de varios años.

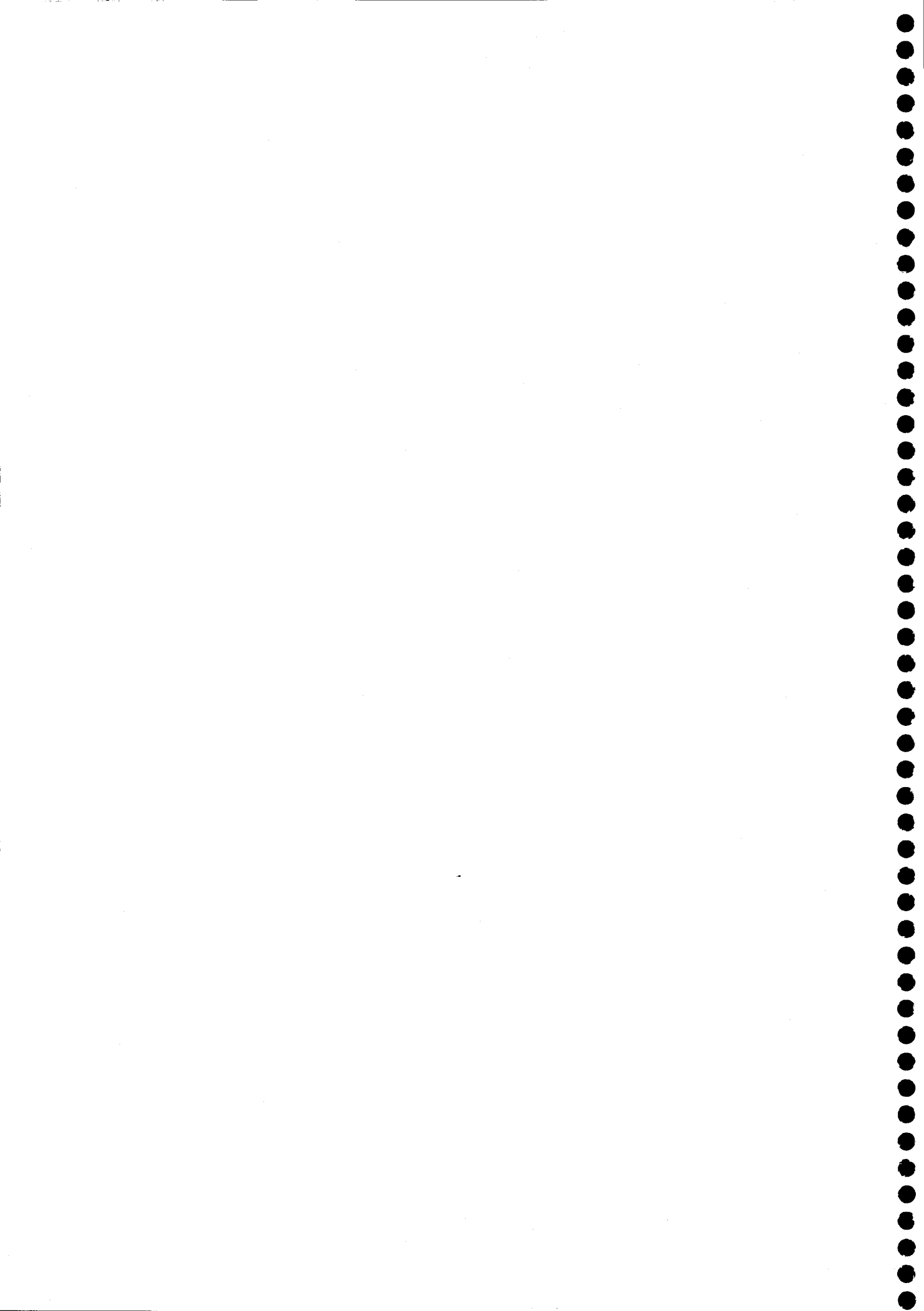
19.- El porcentaje de depredación de ootecas, aún cuando alcanza tasas del 30% en la zona de estudio, es insuficiente para efectuar un control sobre la población de langostas.

20.- A tenor de los resultados obtenidos en los ensayos de eficacia, podría pensarse en una reducción de las dosis a emplear en los tratamientos contra los focos de langosta marroquí en el campo sin una disminución en la eficacia del tratamiento.





6. BIBLIOGRAFÍA



6. BIBLIOGRAFÍA

ACKONOR, J.B. & VAJIME, C.K., 1995. Factors affecting *Locusta migratoria migratorioides* egg development and survival in the Lake Chad basin outbreak area. *Int. J. Pest. Management.*, 41(2): 87-96.

ADAMOVIĆ, Ž.R., 1959. The Moroccan locust (*Dociostaurus maroccanus* Thunberg) in North Banat, Serbia. *Bull. Mus. Hist. Nat. Pays Serbe*, 13(B): 1-123.

AGUIRRE, A. y PASCUAL, F., 1986. Ortópteros del sureste almeriense. I: Inventario de especies. *Actas VIII Jornadas Asoc. esp. Ent.*, 298-311. Sevilla.

AGUIRRE, A. y PASCUAL, F., 1988. Ortópteros del sureste almeriense. II: Fenología. *Actas III Congreso Ibérico de Entomología*, 431-439. Granada.

ALCAIDA, P., 1992. *Historia de la Villa de María. Una comunidad rural del reino de Granada entre los siglos XV-XVI*. Revista Velezana-Ayuntamiento de María-Instituto de Estudios Almerienses, 190 pp.

ALDEBIS, H.K., VARGAS, E. & SANTIAGO-ALVAREZ, C., 1988. Respuesta de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) al flufenoxurón, un regulador del crecimiento de insectos, aplicado a larvas de quinto estadio. *Bol. San. Veg. Plagas*, 14:157-161.

ALVEZ, C., GARCÍA, F., PRIETO, A., MARTÍNEZ DE VELASCO, D., NAVEIRO, L.F. y SANTOS, R., 1989. Ensayo comparativo de eficacia en el control de langosta (*Dociostaurus maroccanus* Thunb.) entre el malatión ULV y el diflubenzurón en aplicaciones aéreas. *Mem. Serv. Protec. Veg.*, 285-293.

ANDO, Y. & YAMASHIRO, C., 1993. Outbreaks and delayed hatching after hibernation in the rice grasshopper, *Oxya yezoensis* Shiraki (Orthoptera: Catantopidae). *Appl. Entomol. Zool.*, 28(2): 217-225.

ARIAS, A., ALVEZ, C., GARCÍA, F., MARTÍNEZ DE VELASCO, D., OLIVERA, J., PRIETO, A. y SANTOS, R., 1993. La lucha contra la langosta marroquí (*Dociostaurus maroccanus* Thunb.) en Extremadura durante el decenio 1983-1992., *Bol. San. Veg. Plagas*, 19: 425-453.

ARIAS, A. & JIMÉNEZ, J., 1995. Eficacia y persistencia de dos inhibidores de quitina y malatión sobre poblaciones larvarias de langosta mediterránea, *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.), en pleno campo. *Bol. San. Veg. Plagas*, 21: 395-415.

ARIAS, A., JIMÉNEZ, J., SANTOS, R. y MARTÍNEZ DE VELASCO, D., 1995. Distribución de las ootecas de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) en dos fincas langosteras de Extremadura (España). *Bol. San. Veg. Plagas*, 21: 261-276.

ARIAS, A., JIMÉNEZ, J. y PÉREZ, A., 1996. La mancha proximal del fémur posterior y la relación élitrofemoral en un enjambre de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) sobre el reborde meridional de "La Serena" (Extremadura). *Bol. San. Veg. Plagas*, 22: 3-25.

ARIAS, A., MORALES-AGACINO, E., COBOS, J.M., SOPEÑA, J.M. y MARTÍN, E., 1994a. La langosta mediterránea *Dociostaurus maroccanus* Thunberg. Folleto divulgativo del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 12 pp.

ARIAS, A., SÁNCHEZ, A., JIMÉNEZ, J., SANTOS, R. y MARTÍNEZ, D. 1994b. Distribución en el suelo de las ootecas de *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) e importancia de su depredación en dos fincas de Extremadura. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 3-22.

BALACHOWSKY, A., 1962. *Entomologie Appliquée à l'agriculture. I(II). Coleoptères*, Ed. Masson et Cie, Paris, 564 pp.

BARON, S., 1972. *The desert locust*. Eyre Methuen, Londres, 228 pp.

BEGON, M., 1983. Grasshopper populations and weather: the effect of insolation on *Chorthippus brunneus*. *Ecol. Ent.*, 8. 361-370.

BEI-BIENKO, G. Ya & MISHCHENKO, L.L., 1963. *Locust and grasshoppers of the U.R.S.S. and adjacent countries. I*. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 400+xxi pp. (Traducido del ruso).

BEI-BIENKO, G. Ya & MISHCHENKO, L.L., 1964. *Locust and grasshoppers of the U.R.S.S. and adjacent countries. II*. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 291+xxi pp. (Traducido del ruso).

BELDA, J.E., 1994. Biología, ecología y control de *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lep.; Noctuidae) en cultivo de pimiento en invernadero. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

BELDA, J.E., F. PASCUAL, E. GIMÉNEZ y A. RUBIO, 1993. Nota de la actuación sobre un foco de langosta marroquí, *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) (Orthoptera: Acrididae), en la zona del Poniente Almeriense. *Bol. San. Veg. Plagas*, 19: 63-68.

BELOVSKY, G.E. & SLADE, J.B., 1995. Dynamics of two Montana grasshopper populations among weather, food abundance and intraspecific competition. *Oecologia*, 101: 383-396.

BENLLOCH, M., 1940. La lucha contra la langosta. Un método para determinar el límite económico del empleo de los cebos y la gasolina en comparación con el coste de las labores de invierno. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 9: 138-144.

BENLLOCH, M., 1947. Influencia de la humedad y temperatura sobre la vitalidad y desarrollo de los huevos de langosta. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 15: 271-274.

BENLLOCH, M. y DEL CAÑIZO, 1941. Observaciones biológicas de la langosta común (*Dociostaurus maroccanus* Thunb.) recogidas en los años 1940 y 1941. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 10: 110-124.

BERGERARD, J., 1975. Action de la température sur la détermination et la différentiation sexuelle des insectes. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 100: 85-94.

BIEVER, K. D. & HOSTETTER, D. L., 1971. Activity of the nuclear polyhedrosis virus of the cabbage looper evaluated at programmed temperatures regimens. *J. Invertebr. Pathol.*, 18: 81-84.

BODENHEIMER, F.S., 1944. Studies on the ecology and control of the Moroccan locust (*Docioctaurus maroccanus*) in 'Iraq. I. Results of a mission of the 'Iraq Department of Agriculture to N. 'Iraq in spring 1943. *Bull. Dir. Gen. Agric. Iraq.*, 29: 121 pp.

BODENHEIMER, F.S. & SHULOV, A., 1951. Egg-development and diapause in the Moroccan locust (*Docioctaurus maroccanus* Thnb.). *Bull. Res. Council Israel*, 1(1-2): 59-75.

BOLIVAR, I., 1876. Sinopsis de los ortópteros de España y Portugal. Segunda parte. *An. Soc. esp. Hist. Nat.*, 5(1): 259-372.

BOLIVAR, I., 1878. Sinopsis de los ortópteros de España y Portugal. Cuarta parte. *An. Soc. esp. Hist. Nat.*, 7(1): 63-129.

BOLIVAR, I., 1899. Observaciones acerca de la primera morfosis de la Langosta (*Stauronotus maroccanus* Thunb.). *Actas R. Soc. esp. Hist. Nat.*, 28: 162-163.

BOLOGNA, M.A., 1991. *Fauna d'Italia, vol. XXVIII: Coleptera, Meloidae*. Edizioni Calderini, Bologna, 541 pp.

BOUAICHI, A., COPPEN, G.D.A. & JEPSON, P.C., 1994a. Comparison of diflubenzuron and malathion as blanket sprays against sedentary populations of locusts and grasshoppers in Moroccan grassland. *Crop Protection*, 13(1): 53-59.

BOUAICHI, A., COPPEN, G.D.A. & JEPSON, P.C., 1994b. Barrier spray treatment with diflubenzuron (ULV) against gregarious hopper bands of the Moroccan locust *Docioctaurus maroccanus* (Thunberg) (*Orthoptera: Acrididae*) in N.E. Morocco. *Crop Protection*, 13(1): 60-71.

BOWLES, G., 1782. *Introducción a la Historia Natural, y á la Geografía Física de España*. Segunda edición, Madrid. 529 pp.

BROWDE, J.A., PEDIGO, L.P., DEGOOYER, T.A., HIGLEY, L.C., WINTERSTEEN, W.K. & ZEISS, M.R., 1992. Comparison techniques for grasshoppers (*Orthoptera: Acrididae*) in soybean. *J. Econ. Entomol.*, 85(6): 2270-2274.

BUJ, A., 1992. *Control de las plagas de langosta y modernización agrícola en la España de la segunda mitad del siglo XIX*. Barcelona, Geo Crítica, nº 95, 67 pp.

BUJ, A., 1996. *El Estado y el control de las plagas agrícolas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 348 pp.

BUSVINE, J.R., 1971. *A critical review of the techniques for testing insecticides*. CAB. Farnham Royal. United Kingdom, 345 pp.

CABELLO, T., 1986. Especies de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) parásitas de *Heliothis armigera* Hub. (Lep.: Noctuidae) en Andalucía (I). *Bol. San. Veg. Plagas*, 12: 323-333.

CABELLO, T. & VARGAS, P., 1985. Temperature as a factor influencing the form of reproduction of *Trichogramma cordubensis* Vargas-Cabello (Hym., Trichogrammatidae). *Z. ang. Ent.*, 100: 434-441.

CABELLO, T. & VARGAS, P., 1986a. Influencia de la temperatura cíclica en la forma de reproducción de *Trichogramma cordubensis* Vargas y Cabello (Hym.: Trichogrammatidae). *Actas VIII Jornadas Asoc. esp. Ent.*, 956-965. Sevilla.

CABELLO, T. & VARGAS, P., 1988. The effect of temperature on the bionomics of *Trichogramma cordubensis* Vargas-Cabello (Hym., Trichogrammatidae). En: Voegelé, J. et. al. (Eds.): *Trichogramma and other egg parasites. Les Colloques de l'INRA*. INRA Publications, Paris, Francia, 155-164.

CABELLO, T., CARRICONDO, I., JUSTICIA, L. y BELDA, J.E., 1996. *Biología y control de las especies de mosca blanca* *Trialeurodes vaporariorum* (West.) y *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) en cultivos hortícolas en invernaderos. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla. 96 pp.

CAMPBELL, N.A. & DEARN, J.M., 1980. Altitudinal variation in, and morphological divergence between, three related species of grasshopper, *Praxibulus* sp., *Kosciuscola cognatus* and *K. usitatus* (Orthoptera: Acrididae). *Aust. J. Zool.*, 28: 103-118.

CAPINERA, J.L. & HORTON, D.R., 1989. Geographic variation in effects of weather on grasshopper infestation. *Environ. Entomol.*, 18(1): 8-14.

CARREÑO, R., 1996. *Modelos logísticos. Aplicaciones a la agronomía*. Tesis doctoral. Universidad de Almería. 168 pp.

CARREÑO, R., ANDUJAR, A. & CABELLO, T., 1995. Evaluación de la eficacia de pesticidas agrícolas. V **Conferencia Española de Biometría**. Valencia, 139-142.

CASTRO, H., 1993. *Las salinas del Cabo de Gata. Ecología y dinámica anual de las poblaciones de aves en las salinas de Cabo de Gata (Almería)*. Instituto de Estudios Almerienses, 529 pp.

CLAUSEN, C. P., 1978. Orthoptera, Acrididae. *En*: Clausen, C.P. (Ed.): *Introduced parasites and predators of Arthropods pests and weed: A World review*. Agricultural Handbook no. 480. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. Washington, 9-10 pp.

CLEMENTE, M.E., GARCÍA, M.D. y PRESA, J.J., 1987. *Clave de los géneros de los saltamontes ibéricos* (Orthoptera: Caelifera). Serv. Publicaciones de la Universidad de Murcia, 64 pp.

CHOPARD, L., 1945. *La vie des sauterelles*. Libraire Gallimard, París, 205 pp.

DAGLEY, J.R., BUTLIN, R.K. & HEWITT, G.M., 1994. Divergence in morphology and mating signals, and assortative mating among populations of *Chorthippus parallelus* (Orthoptera: Acrididae). *Evolution*, 48(4): 1202-1210.

DE TORO, M.J., 1849. *Memorial de las vicisitudes de Almería y pueblos de su río, con relación a su estado agrícola, desde la Reconquista en 1490 hasta la presente época: en el cual se describe la historia de las fuentes, su gobierno, apeos, distribución y estado, acueductos de sus riegos de aguas claras y turbias, pagos de las vegas, sus artefactos, propietarios, colonos y tahullas en cultivo, con una recopilación de las adquisiciones de la ciudad, privilegios, concesiones, usos y derechos de las aguas del río y mancomunidad de pastos*. Almería.

DEL CAÑIZO, J., 1936. Las plagas de langosta en España. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 8: 27-48.

DEL CAÑIZO, J., 1941. Observaciones biológicas sobre la langosta común (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.), recogidas en los años 1940 y 1941. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 10: 110-124.

DEL CAÑIZO, J., 1942. La langosta y el clima. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 11: 179-200.

DEL CAÑIZO, J., 1943. Parásitos de la langosta en España: I. Dípteros bombílidos. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 12: 77-99.

DEL CAÑIZO, J., 1954. Invasión de la langosta peregrina en Canarias. (Octubre de 1954). *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 20: 409-431.

DEL CAÑIZO, J., 1955. Parásitos de la langosta en España: II. Los *Trichodes* (*Col. Cleridae*). *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 14: 297-312.

DEL CAÑIZO, J. y MORENO, V., 1940. Ideas actuales sobre las plagas de langosta. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 9: 107-137.

DEL CAÑIZO, J. y MORENO, V., 1950. Biología y ecología de la langosta mediterránea o marroquí (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.). *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 17: 209-242.

DEL MORAL, J., 1986. Discusión sobre la situación actual de la plaga de langosta (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.) en Badajoz y resultados de un ensayo de insecticidas para su control. *Bol. San. Veg. Plagas*, 12: 221-235.

DEMPSTER, J.S., 1957. The population dynamics of the moroccan locust (*Doclostaurus maroccanus* Thunberg) in Cyprus. *Anti-Locust Bull.*, London, 27: 60 pp.

DENNIS, B., KEMP, W.P., 1988. Further stadistical infeence methods for a stochastic model of insect phenology. *Environ. Entomol.*, 17(5): 887-893.

DENNIS, B., KEMP, W.P. & BECKWITH, R.C., 1986. Stochastic model of insect phenology: estimation and testing. *Environ. Entomol.*, 15: 540-546.

DOMINGO, P., 1988. Actualidad y perspectivas de desarrollo comercial de los insecticidas biorracionales. En Bellés, X. (Ed.): *Insecticidas biorracionales*. CSIC, Madrid, 379-401 pp.

DIRSH, V.M., 1951. A new biometrical phase character in locusts. *Nature*, 167: 281-282.

DIRSH, V.M., 1965. *The African genera of Acridoidea*. Anti-Locust Research Centre. Cambridge. 579 pp.

DIRSH, V.M., 1975. *Classification of the Acridomorphoid Insects*. E.W. Classey Ltd., Faringdon, Oxon, Great Britain. 171 pp.

EIG, A., 1935. Ecologie du criquet marocain en Iraq. *Bull. Ent. Res*, 26: 293-309.

ELLIS, P.E., 1951. The marching behaviour of hoppers of the African Migratory Locust (*Locusta migratoria migratoriodes* R. & F.) in the laboratory. *Anti-Locust Bull.*, 7: 1-46.

EVANS, E.W., 1989. Interspecific interactions amongsphytophagous insects of tallgrass prairie: an experimental test. *Ecology*, 70(2): 435-444.

FAO, 1949. *Conférence Internationale sur le criquet marocain*. Beirut, Líbano, 119 pp.

FIELDING, D.J. & BRUSVEN, M.A., 1993. Spatial analysis of grasshopper density and ecological disturbance on southern Idaho rangeland. *Agric. Ecosystems Environ.*, 43: 31-47.

FISCHER, J.R., 1994. Temperature effect on postdiapause development and survival of embryos of three species of *Melanoplus* (Orthoptera: Acrididae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 87(5): 604-608.

FISK y WRIGHT, 1992. Speed of action and toxicity of acylurea insect growth regulators againts *Spodoptera exempta* (Walk.) and *Spodoptera littoralis* (Boisd.) larvae: effect of inter-moult age. *Pestic. Sci.*, 35: 331-337.

FLANDERS, S.E., 1939. Environmental control of sex in Hymenopterous insects. *An. Entom. Soc. Amer.*, 32(1): 11-26.

GARCÍA, F. y ALVEZ, C., 1987. Sensibilidad de la langosta marroquí (*Dociostaurus maroccanus* Thunb.) al diflubenzurón en aplicaciones aéreas. *Mem. Serv. Protec. Veg.*, 68-80.

GARCÍA, F., ALVEZ, C., OLIVERA, J. y PRIETO, A., 1988. Valoración de la eficacia del diflubenzurón en aplicaciones aéreas contra la langosta marroquí (*Dociostaurus maroccanus* Thunb.). *Mem. Serv. Protec. Veg.*, 45-50.

GARCÍA, F., ALVEZ, C., PRIETO, A. y OLIVERA, J., 1991. Valoración de la eficacia de la cipermetrina en aplicaciones en espolvoreo en el control de langosta (*Dociostaurus maroccanus* Thunb.). *Mem. Serv. Protec. Veg.*, 163-169.

GRADOJEVIĆ, Z., 1960. Some laboratory experiments on phases in the Moroccan Locust (*Dociostaurus maroccanus* Thunb.). *Zasht. Bilja*, 57-8: 129-142. (En serbio con resúmen en inglés).

GROETERS, F.R., 1994. The adaptative role of facultative embryonic diapause in the grasshopper *Caledia captiva* (Orthoptera: Acrididae) in southeastern Australia. *Ecography*, 17: 221-228.

GROETERS, F.R. & SHAW, D.D., 1992. Association between latitudinal variation for embryonic development time and chromosome structure in the grasshopper *Caledia captiva* (Orthoptera: Acrididae). *Evolution*, 46: 245-257.

HALIMA, B.T., GILLON, Y. & LOUVEAUX, A., 1984. Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthopt.: Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Œcologica, Œcol. Gener.*, 5(4): 383-406.

HALIMA, B.T., GILLON, Y. & LOUVEAUX, A., 1985. Spécialisation trophique individuelle dans une population de *Dociostaurus maroccanus* (Orthopt.: Acrididae). *Acta Œcologica, Œcol. Gener.*, 6(1): 17-24.

HARZ, K., 1975. *The Orthoptera of Europe II*. Dr. W. Junk B. P. Publ., The Hague. 939 pp.

HERNÁNDEZ, P., 1993. *La langosta mediterránea, Doclostaurus maroccanus (Thunberg), sus enemigos naturales autóctonos y el posible control de sus plagas por medio de micoorganismos patógenos*. Tesis Dostoral, E.T.S.I.A.M., Universidad de Córdoba, 251 pp+13 lám.

HERRERA, L., 1982. *Catálogo de los ortópteros de España*. Dr. W. Junk B. P. Publ., The Hague, 162 pp.

HUDES, E.S. & SHOEMAKER, C. S., 1988. Inferential method for modeling insect phenology and its application to spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae). *Environ. Entomol.*, 17(1): 97-108.

HUNTER-JONES, P., 1970. The effect of constant temperature on egg development in the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Bull. Entomol. Res.*, 59: 707-718.

ISLAM, M.S., ROESSINGH, P., SIMPSON, S.J. & McCAFFERY, A.R., 1994. Parental effects on the behaviour and colouration of nymphs of the desert locust *Schistocerca gregaria*. *J. Insect Physiol.*, 40(2): 173-181.

JANNONE, G., 1934. Osservazioni ecologiche e biologiche sul *Doclostaurus maroccanus* Thunb., *Calliptamus italicus* L. e loro parassiti in provincia di Napoli. (Primo contributo). *Boll. Lab. Zool. gen. agr. R. Scuola Agric. Portici*, 28: 75-151.

JANNONE, G., 1938. Aspecti bio-morfologici e somatometrici del problema delle fasi nel *Doclostaurus maroccanus* Thunb. in Italia e fuori, con particolare riguardo alla provincia di Napoli. (Secondo Contributo). *Boll. R. Lab. Ent. agr. Portici*, 1: 261-328.

JANNONE, G., 1939. Studio morfologico, anatomico e istologico del *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) nelle sue fasi *transciens congregans, gregaria* e *solitaria*. (Terzo contributo). *Boll. R. Lab. Ent. agr. Portici*, 4: 1-443.

JOHNSON, D.L., 1989. Spatial analysis of the relationships of grasshopper outbreaks to soil type. In L. McDONALD *et al.* (Ed.): *Estimation and analysis of Insect populations*. Springer-Verlag, New York, 347-359 pp.

JOHNSON, D.L. & WOROBEK, A., 1989. Spatial and temporal computer analysis of insects and weather: grasshoppers and rainfall in Alberta. *Mem. Entomol. Soc. Can.*, 146: 33-48.

- KEMP, W.P., 1986. Thermoregulation in three rangeland grasshopper species. *Can. Ent.*, 118: 335-343.
- KEMP, W.P., 1992a. Rangeland grasshopper (*Orthoptera: Acrididae*) community structure: a working hypothesis. *Environ. Entomol.*, 21(3): 461-470.
- KEMP, W.P., 1992b. Temporal variation in rangeland grasshopper (*Orthoptera: Acrididae*) communities in the steppe region of Montana, USA. *Can. Ent.*, 124: 437-450.
- KEMP, W.P. & ONSAGER, J.A., 1986. Rangeland grasshoppers (*Orthoptera: Acrididae*): modeling phenology of natural populations of six species. *Environ. Entomol.*, 15: 924-930.
- KRANZ, J., SCHMUTTERER, H. y W. KOCH, 1982. *Enfermedades, Plagas y Malezas de los cultivos tropicales*. Ed. Verlag Paul Parey, Berlín, 722 pp.
- KREBS, C.J., 1986. *Ecología. Análisis experimental de la distribución y la abundancia*. Ediciones Pirámide S.A., Madrid, 782 pp.
- KUNKEL, G., 1993. *Florula del desierto almeriense*. Instituto de Estudios Almerienses, 2ª edición, 252 pp.
- LANE, R.P., 1994. Morphometric discrimination of pest species: experimental design. Págs. 196-205. En Hawksworth, D.L. (Ed.): *The identification and characterization of pest organisms*. CAB International, Wallingford, 501 págs.
- LATCHININSKY, A.V. y M.H. LAUNOIS-LUONG, 1992. *Le Criquet marocain, Dociostaurus maroccanus (Thunberg, 1815), dans la partie orientale de son aire de distribution. Étude monographique relative à l'ex-URSS et aux pays proches*. CIRAD-GERDAT-PRIFAS, Montpellier, / VIZR, Saint-Petersbourg, 270 pp.
- LIEBHOLD, A.M., ROSSI, R.E. & KEMP, W.P., 1993. Geostatistics and Geographic Information Systems in applied insect ecology. *Annu. Rev. Entomol.*, 38: 303-327.
- LLORENTE, V., 1982. La subfamilia *Calliptaminae* en España (*Orthoptera, Catantopidae*). *Eos*, 58: 171-192.

MARCO, V., DEL ESTAL, P., BUDIA, F., ADAN, A., JACAS, J. & VIÑUELA, E., 1994. Efectos del RCI hexaflumuron sobre larvas de último estadio de *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lep.: Noctuidae). Comparación de las actividades por contacto e ingestión. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 389-399.

MENDIZÁBAL, M., 1943. Datos sobre la plaga de langosta en la provincia de Almería. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 12: 285-293.

MENDIZÁBAL, M. y MORALES AGACINO, E., 1944. Algunos datos sobre una invasión ocasional de *Schistocerca gregaria* (Forsk.) en la provincia de Almería. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 13: 377-384.

MERTON, L.F.H., 1959. Studies in the ecology of the Moroccan locust (*Dociopterus maroccanus* Thunberg) in Cyprus, *Anti-Locust Bull., London*, 34: 123 pp.

MERTON, L.F.H., 1961. The Moroccan locust (*Dociopterus maroccanus* Thunberg) in Iran. *Anti-locust Bull.*, 37: 1-66.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1934. Memoria del Servicio Fitopatológico Agrícola. Plagas del campo. Año 1933. Dirección General de Agricultura. Sección de Fitopatología y Plagas del Campo, Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1944. Memoria del Servicio Fitopatológico Agrícola. Plagas del campo. IV. Año 1935 y período 1936-1939. Dirección General de Agricultura. Sección de Fitopatología y Plagas del Campo, Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1947. Memoria del Servicio Fitopatológico Agrícola. Plagas del campo. V. Resumen de las campañas realizadas durante los años 1940 a 1944. Dirección General de Agricultura. Sección de Fitopatología y Plagas del Campo, Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1954. Memoria del Servicio Fitopatológico Agrícola. Plagas del campo. VII. Bosquejo de su actuación en el período 1939-49. Dirección General de Agricultura. Sección de Fitopatología y Plagas del Campo, Madrid.

MINISTERIO DE FOMENTO, 1920. Hojas divulgadoras. *La langosta. Lo que es la plaga y modos de combatirla*. Dirección General de Agricultura, Minas y Montes 24 pp.

MORALES, E., 1941. El género *Doclostaurus* (Fieber) en España. (Nota sistemática). *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 10: 341-360.

MORENO, R., 1994. El papel de la epidemiología en la protección fitosanitaria. En: R. MORENO (Ed.): *Sanidad vegetal en la horticultura protegida*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla, 263-276.

MORENO, V., 1940. La langosta y las roturaciones. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 9: 145-153.

MORENO, V., 1941a. Las trochas contra la langosta. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 10: 125-139.

MORENO, V., 1941b. Unas pruebas de labores en terrenos infectados con canutos de langosta. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 10: 140-147.

MORENO, V., 1942. Dos formas de langosta común o marroquí (*Doclostaurus maroccanus* Thunb.) reveladas biométricamente. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 11: 155-178.

MORENO, V., 1943. Observaciones sobre la oviposición de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.). *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 12: 107-122.

MORENO, V., 1946. Orientaciones para la localización de focos gregarígenos del *Doclostaurus maroccanus*. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 14: 237-253.

MUNHOLLAND, P.L. & DENNIS, B., 1992. Biological aspects of stochastic model for insect life History data. *Environ. Entomol.*, 21(6): 1992.

MUNRO, A., 1900. *The locust plague and its suppression*. John Murray, Londres, 365 pp.

NAGY, B., 1964. Data referring to occurrence and habitat of the Moroccan locust (*Dociopterus maroccanus* Thunb.) in Hungary. *Ann. Inst. Prot. Plant. Hungarici*, 9: 263-299.

NAILAND, P. & HANRAHAN, S.A., 1993. Modelling brown locust, *Locustana pardalina* (Walker), outbreaks in the Karoo. *S. Afr. J. Sci.*, 89: 420-424.

NIETO, J.M. y M.P. MIER, 1985. *Tratado de Entomología*. Ed. Omega, Barcelona, 599 pp.

ONSAGER, J.A. & HENRY, J.E., 1977. A method for estimating the density of rangeland grasshoppers (Orthoptera, Acrididae) in experimental plots. *Acrida*, 6: 231-237.

ONSAGER, J.A. & HEWITT, G.B., 1982. Rangeland grasshoppers: average longevity rate of mortality among six species in Nature. *Environ. Entomol.*, 11: 127-133.

ORTEGA, A., M.C. QUESADA, M.C. MORALES y A.T. ROMERO, 1986. Los pastizales en el sector almeriense. *Bol. Inst. Est. Almerienses*, 6 (Ciencias): 35-50.

PALLARÉS, A., 1994. *La familia de las Gramíneas en Almería*. Instituto de Estudios Almerienses de la Diputación de Almería, Cuadernos Monográficos nº 27, 276 pp.

PAOLI, G., 1932. Osservazioni sulla biologia del *Dociopterus maroccanus* Thnb. in Italia nelle fase gregaria e solitaria e sull'azione di alcuni insetti parassiti. *Nuovi Ann. Agric.*, 12: 627-639.

PAOLI, G., 1937. Studi sulle cavallette di foggia (*Dociopterus maroccanus* Thnb.) e sui loro ofagi (*Ditteri Bombiliidi e Coleotteri Meloidi*) ed acari ectofagi (*Eritreii e Trombidiidi*). *Redia*, 23: 27-206.

PASCUAL, F., 1977a. Evolución anual de una ortopterocenosis ruderal xerotérmica. *Cuad. C. Biol.*, 4(2): 239-250.

PASCUAL, F., 1977b. Índice de gregarismo de una población de langosta marroquí, *Dociopterus maroccanus* (Thunberg), del sureste español. *Trab. Monogr. Dpto. Zool. Univ. Granada*, 8: 1-16.

PASCUAL, F. y MONSERRAT, V.J., 1988. Cartografiado biológico. Págs. 63-78. En Barrientos, J.A. (Ed.): *Bases para un curso práctico de Entomología*. Asociación española de Entomología. Barcelona, 754 págs.

PASQUALE, L., CESARONI, D., DI RUSSO & SBORDONI, V., 1995. Trophic niche, age structure and seasonality in *Dolichopoda* cave crickets. *Ecography*, 18: 217-224.

PASQUIER, R., 1934. Contribution à l'étude du Criquet marocain, *Dociostaurus maroccanus* Thunb., en Africa mineure (1^{re} note). *Bull. Soc. Hist. nat. Afrique du Nord*, 23(3): 167-200.

PASQUIER, R., 1938. La lutte rationnelle conte le criquet marocain en Argérie. Poursuite des recherches. V^e *Conférence Internationale pour les Recherches Anti-Acridiens. Rapport n° 41, 13 pp.*

PASQUIER, R., 1946. Le criquet marocain en Corse. "Agria", *Bull. mens. Assoc. anc. élèves de l'Inst. Agron. Algérie*, 114: 106-111.

PASQUIER, R., 1947. Les acridiens en 1947. "Agria", *Bull. mens. Assoc. anc. élèves de l'Inst. Agron. Algérie*, 124: 161-173.

PENER, M.P. & SHULOV, A., 1960. The biology of *Calliptamus palastinensis* Bdhmr. with special referenceto the development of its eggs. *Bull. Res. Counc. of Israel*, 9, Section B (2-3): 131-156.

PENER, M.P., 1991. Locust phase polymorphism and its endocrine relations. *Adv. Insect Physiol.*, 23: 1-79.

PINTUREAU, B., 1993. Morphometric analysis of the genus *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Europe. *The Canadian Entomologist*, 125: 367-378.

PRANGE, H.D. & PINSHOW, B., 1994. Thermoregulation of an unusual grasshopper in a desert environment: the importance of food source and body size. *J. therm. Biol.*, 19(1): 75-78.

QUINN, M.A. & HOWER, A.A., 1986. Multivariate analysis of the population structure of *Sitona hispidus* (Coleoptera: Curculionidae) in alfalfa field soil. *Can. Ent.*, 118: 517-524.

QUINN, M.A., KEPNER, R.L., WALGENBACH, D.D., FOSTER, R.N., BOHLS, R.A., POOLER, P.D., REUTER, K.C. & SWAIN, J.L., 1993. Grasshopper stages of development as indicator of nontarget arthropod activity: implications for grasshopper management programs on mixed-grass rangeland. *Environ. Entomol.*, 22(3): 532-540.

QUINN, M.A. & WALGENBACH, D.D., 1990. Influence of grazing history on the community structure of mixed-grass prairie. *Environ. Entomol.*, 19(6): 1756-1766.

READ, K.L.Q. & ASHFORD, J.R., 1968. A system of models for the life cycle of a biological organism. *Biometrika*, 55(1): 211-221.

REUS, J.A.W.A. & SYMMONS, P.M., 1992. A model to predict the incubation and nymphal development periods of the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Orthoptera: Acrididae). *Bulletin of Entomological Research*, 82: 517-520.

RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1987. *Memoria del mapa de las series de vegetación de España. 1: 400.000*. Ed. ICONA, Madrid, 268 págs.

RUSSO, J. & PINTUREAU, B., 1981. Étude biométrique de quatre espèces de *Trichogramma* Westwood (Hym. Trychogrammatidae). *Annls. Soc. ent. Fr. (N. S.)*, 17(2): 241-258.

SAMSON, R.A., EVANS, H.C. & LATGÉ, J.P., 1988. *Atlas of Entomopathogenic fungi*. Springer-Verlag, Utrecht, Holanda, 187 pp.

SÁNCHEZ, M., JIMÉNEZ, J. y ARIAS, A., 1994. Observaciones sobre el avivamiento de *Doclostaurus maroccanus* (Thunb.) en una finca de "La Serena" (Extremadura), durante los años 1991 a 1993. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 23-34.

SCAGEL, R.F., BANDONI, R.J., ROUSE, G.E., SCHOFIELD, W.D., STEIN, J.R. & TAYLOR, T.M.C., 1983. *El Reino vegetal. Los grupos de plantas y sus relaciones evolutivas*. Ed. Omega, Barcelona, 659 pp.

SHULOV, A.S. & PENER, M.P., 1959. A contribution to Knowledge of the development of the egg of *Locusta migratoria migratoriodes* (R. & F.). *Locusta*, 6: 73-88.

SHULOV, A.S. & PENER, M.P., 1961. Environmental factors in interruption of development of Acrididae eggs. En Grossowicz, N. (Ed.): *Cryptobiotic stages in biological systems*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, Holanda, 144-153.

SHULOV, A.S. & PENER, M.P., 1963. Studies on the development of egg of the desert locust (*Schistocerca gregaria* Forskål) and its interruption under particular conditions of humidity. *Anti-locust Bull.*, 41: 59 pp.

SKAF, R., 1972. Le criquet marocain au Proche-Orient et sa grégarisation sous l'influence de l'homme. *Bull. Soc. Ecol.*, 3(3): 247-325.

SOLTANI, A.A., 1978. Preliminary synonymy and description of new species in the genus *Dociostaurus* Fieber, 1853 (*Orthoptera, Acridoidea, Acrididae, Gomphocerinae*) with a key of the species of the genus. *J. Entom. Soc. Iran*, (supplem. 2): 1-93.

STINNER, R.E., GUTIÉRREZ, A.P. & BUTLER, G.D., 1974. An algorithm for temperature-dependent growth rate simulation. *Can. Ent.*, 106: 519-524.

TANAKA, H., 1994. Embryonic diapause and life cycle in the migratory locust, *Locusta migratoria* L. (*Orthoptera: Acrididae*), in Kyoto. *Appl. Entomol. Zool.*, 29(2): 179-191.

TARBINSKY, S.P., 1932. On the question of the phase variability of locusts. *Bulletin Leningradskogo Instituta Borby s Vrediteliami v Selskom i Lesnom Khozyaistve*, 3: 303-320 (en ruso).

UVAROV, B.P., 1922. Sur le étude des acridiens en Russie. *Izvestiya Otdela Prikladnoi Entomologii*, 2: 49-86, (en ruso).

UVAROV, B.P., 1928. *Locust and Grasshoppers. A handbook for their study and control*. The Imperial Bureau of Entomology, Londres, 352 pp.

UVAROV, B.P., 1932. Ecological studies on the Moroccan locust in the Western Anatolia. *Bull. Ent. Res.*, 23(2): 273-287.

UVAROV, B.P., 1933. Ecological studies of the Moroccan locust in Iraq and Syria and the prevention of its outbreaks. *Bull. Ent. Res.*, 24: 407-418.

UVAROV, B.P., 1966. *Grasshoppers and Locust. Vol. I.* Centre of Overseas Pest Research, London, 481 pp.

UVAROV, B.P., 1977. *Grasshoppers and Locust. A handbook of general acridology. Vol. II.* Centre of Overseas Pest Research, London, 614 pp.

UVAROV, B.P., CHAPMAN, E., WALOFF, N. & WATERSTON, A.R., 1951. Observations on the Moroccan locust (*Dociostaurus maroccanus* Thunberg) in Cyprus, 1950. *Anti-locust Bull.*, 10: 1-52.

VÁZQUEZ, R. y SANTIAGO, C., 1993. *Las plagas de langosta en Córdoba.* Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba, 231 pp.

WALOFF, N. & POPOV, G.B., 1990. Sir Boris Uvarov (1889-1970): The father of the acridology. *Ann. Rev. Entomol.*, 35: 1-24.



Biblioteca Universitaria de Granada



01052663