



Estudio del impacto de los tratamientos contra *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantridae) sobre la fauna entomológica de los encinares de Menorca

LEZA, M.M.¹; NÚÑEZ, L.²; CLOSA A².; ALEMANY, A.¹

1)Departamento de Biología (Zoología), Universitat de les Illes Balears. 07122 Palma de Mallorca, analem@uib.es. 2) Servicio de Sanidad Forestal, Conselleria de Medi Ambient de les Illes Balears.

Lymantria dispar (L.) familiarmente conocida como “lagarta peluda”, es un Lepidóptero de ciclo anual perteneciente a la Familia de los Limántridos, cuyas orugas se alimentan preferentemente de hojas de quercíneas. Su distribución actual es ya casi cosmopolita, constituyendo por otra parte un ejemplo de plaga cuyos ataques se observan cíclicamente (a veces con cadencia de hasta 15 ó 20 años), siendo Menorca un exponente ya clásico.

Existen diferentes estrategias eficaces para su control, tales como los reguladores del crecimiento (IGRs) entre los que figura el diflubenzurón (difenilbenzoilurea), o bien el insecticida de origen biológico *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, así como estrategias de confusión sexual. En el presente estudio se muestran los resultados obtenidos al comparar el efecto de los tratamientos realizados con diflubenzurón (comercializado como Dimilín) y *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* sobre la fauna entomológica (edáfica, epífita sobre matorral e insectos voladores diurnos y nocturnos) de sendos encinares de Menorca. Se tomó asimismo un tercer encinar como control, en el que no se realizaron aplicaciones. A partir de los datos aportados se observa que existe una gran semejanza entre la población de Artrópodos de las tres masas forestales, por lo que puede concluirse que no se aprecian diferencias derivadas de los tratamientos realizados para controlar la plaga.

1. INTRODUCCIÓN

Lymantria dispar (L.) comunmente conocida como “lagarta peluda”, es un Lepidóptero de ciclo anual perteneciente a la Familia de los Limántridos, cuyas orugas se alimentan preferentemente de hojas de quercíneas. Su distribución actual es ya casi cosmopolita, puesto que se extiende por el norte de África, Europa y Oriente Medio, llegando hasta China meridional y Japón; incluso en EEUU tampoco se han librado de sus perjudiciales efectos. En nuestro entorno de características mediterráneas, sus ataques vienen observándose cíclicamente, Menorca es un exponente ya clásico. Para los menorquines la *eruga peluda* es un desagradable invasor que ha defoliado en repetidas ocasiones gran parte de sus encinares, la más reciente de ellas en este año 2008 en el que de nuevo ha sido declarada plaga (Closa *et al.* 2008, sanitatforestal.caib.es/index.es.htm).

Existen diferentes estrategias eficaces para su control, tales como el uso de los insecticidas denominados biorracionales (Bellés 1998), como son los reguladores del crecimiento (IGRs), tanto los que alteran el proceso de desarrollo y muda del insecto, como los que inhiben la síntesis de la quitina.

Entre este último grupo, uno de los pioneros en ser utilizado contra plagas forestales fue el Dimilín (Copen y Jepson, 1996; Nejmanová *et al.* 2006) cuya materia activa es el diflubenzurón. Su modo de acción se basa en impedir que se forme la cutícula quitinosa durante el proceso de muda del Artrópodo, por lo que es casi inevitable pensar que su efecto se dejará sentir sobre los Artrópodos que muden posteriormente a su aplicación (Copen y Jepson, 1996; Nejmanová *et al.* 2006). Otro de los productos actualmente muy utilizados en la lucha contra plagas ocasionadas por Lepidópteros, es el insecticida de origen biológico *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, que resulta ser especialmente eficaz contra las orugas de este grupo de insectos en las primeras fases de su desarrollo.

Pese al uso tan frecuente del Dimilín y del *B. thuringiensis* en tratamientos forestales, son prácticamente inexistentes los estudios en los que se valoren de forma comparada las consecuencias inmediatas de su aplicación sobre la fauna entomológica presente en el ecosistema natural. La mejor forma de comprobar cuál es el efecto derivado de las aplicaciones de ambos productos sobre la fauna artropodiana en este caso de Menorca, es llevar a cabo un riguroso estudio en el que se realice y compare de la forma más exhaustiva posible, un inventario tanto cuantitativo como cualitativo de los Artrópodos que habitan los encinares tratados, así como realizar un seguimiento de los mismos en el tiempo. Para ello se eligieron tres parcelas, la primera fue pulverizada en la campaña de 2008 con *B. thuringiensis*, en la segunda durante la misma quincena se llevó a cabo un tratamiento con Dimilín, y se tomó una tercera como control, situada en una zona protegida (PORN) y por tanto libre de cualquier tipo de aplicaciones insecticidas. Es de esperar que los resultados obtenidos puedan servir de base para fundamentar las opiniones acerca de la conveniencia o no de utilizar cada uno de estos productos. Hay que añadir no obstante, que las conclusiones de este trabajo se basan únicamente en los resultados obtenidos sobre el estudio de la fauna entomológica presente en el encinar, de modo que el efecto (o ausencia del mismo) de los plaguicidas sobre la flora, se escapa al objetivo del presente estudio.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se inició simultáneamente a la pulverización de los insecticidas, por lo que no era posible cotejar los datos obtenidos en los sucesivos muestreos con los correspondientes a las mismas zonas antes de las aplicaciones, lo que supone una evidente limitación.

2.1. Área de estudio

Se eligieron tres parcelas con las siguientes características (Fig. 1):

- una de ellas (Parcela 1), cercana a la población de Sant Lluís, fué tratada con *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* 11,8% (11,8 mill. de U.I./G) P/V, (FORAY 48B, KENOGARD); dosis de aplicación: 25l/ha a ultra bajo volumen (diám. gotas de 100-170 micras).

- en la segunda (Parcela 2), muy próxima a Alaior, se aplicó Dimilín al 0,9% P/V, (Dimilin oleoso: Crompton-Uniroyal Chemical-Registrations LTD); dosis de aplicación: 5l/ha a ultra bajo volumen (diám. gotas de 100-170 micras).
- la tercera (Parcela 3) situada no lejos de Alaior, es una zona protegida (PORN) por lo que se tomó como control al no poderse realizar aplicación alguna contra la plaga.



Figura 1.- Mapa de Menorca en el que se muestra la localización de las tres fincas objeto de estudio: 1) La Parcela Bt, tratada con *B. thuringiensis*; 2) La Parcela IGR, tratada con Dimilín; 3) La Parcela Control, sin aplicaciones insecticidas.

2.2. Toma de muestras

Los muestreos, que se tomaron quincenalmente, se iniciaron durante las aplicaciones insecticidas (segunda quincena de abril de 2008) y se prolongaron hasta la primera semana de septiembre del mismo año. En cada parcela se establecieron tres puntos de muestreo separados entre sí al menos 100 metros, en los que se obtuvieron sistemática y aleatoriamente los siguientes tipos de muestras:

- a) Fauna del Medio Edáfico, procedente de la Hojarasca, del Suelo y recogida en Trampas de Caída.
- b) Fauna Epífita sobre la Vegetación Arbustiva.
- c) Insectos Voladores diurnos capturados en Placas Cromáticas.
- d) Insectos Voladores Nocturnos obtenidos en Trampas de Luz.

Los diferentes ejemplares recolectados se clasificaron bien hasta nivel de orden (Tisanópteros, Embiópteros, etc.) o de familia (en el caso de los Coleópteros e Himenópteros especialmente). Ser llegó hasta género y especie en la mayor parte de Araneidos y Lepidópteros.

2.3. Análisis de los Resultados

Los datos obtenidos quincenalmente en los tres encinares se trataron con el programa Statistics (Trial 8, Stat Soft Inc., Tulsa, OK, USA), utilizando el test de **Kruskal-Wallis**, estadístico no paramétrico. Las diferencias resultantes se han considerado estadísticamente significativas para $p < 0,05$.

A fin de conocer objetivamente la diversidad faunística en cada una de las fincas estudiadas, se aplicó el índice de **Shannon-Weaver** para los datos correspondientes a las distintas unidades de muestreo, complementándose asimismo con los aportados por el índice de **Simpson**, que valora la uniformidad de las muestras y de paso la dominancia de unas especies con respecto a otras, es decir la diferencia cuantitativa entre poblaciones.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. FAUNA DEL MEDIO EDÁFICO

a) **Fauna edáfica procedente del suelo.** Con respecto a los ejemplares obtenidos de las muestras de suelo, en la Parcela 2 (tratada con **IGR**; a partir de ahora **Parcela IGR**) se obtuvo el mayor número de ejemplares, sumando un total de **3.349** individuos recolectados, seguido de la Parcela 3 (**Control**) con 2.222 especímenes y por último la Parcela 1 (tratada con **B. thuringiensis**; a partir de ahora **Parcela Bt**), con 1.968 capturas. Como era de esperar los grupos dominantes fueron en todas ellas los **Ácaros** y los **Colémbolos** aunque también fueron muy abundantes los Tisanópteros (trips), ocupando el tercer lugar, si bien en la Parcela Control el tercer grupo en importancia fue el de los Ortópteros, aunque todos procedían de la muestra de un solo día. No interpretamos de forma positiva la presencia relativamente elevada de la fase de larva o ninfa de los Tisanópteros en las parcelas IGR y Control, puesto que la gran mayoría de especies son perjudiciales para las plantas.

En cuanto a la diversidad referida al número de taxones recolectados, ha sido de 27, **29** y 22 en las parcelas Bt, IGR (Fig. 2) y Control respectivamente, es decir que la tratada con dimilín poseía **mayor variedad artropodiana**.

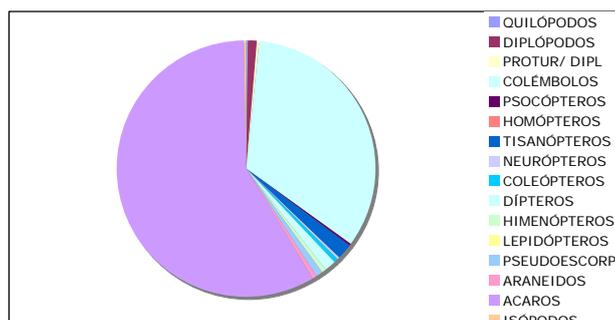


Figura 2.- Órdenes a los que mayoritariamente pertenece la fauna del suelo obtenida en la **Parcela IGR**. De los **3.349** ejemplares recogidos, los grupos más abundantes fueron los **Ácaros**, **Colémbolos** y Tisanópteros. Taxones identificados: **29**.

El análisis estadístico de los resultados muestra **diferencias significativas** con respecto a los **Diplópodos**, **Colémbolos** e **Isópodos** (Tabla I). En la Parcela IGR se recogieron 29 ejemplares de Miriápodos Diplópodos, mientras que en las Parcelas Bt y Control tan solo 3 y 9 individuos respectivamente. Con respecto a los Colémbolos también fue en la Parcela IGR donde había un número muy elevado de estos Hexápodos (1.113 individuos) frente a los 336 y 503 contabilizados en las Parcelas Bt y Control respectivamente. Los Isópodos

fueron más numerosos en la Parcela Bt (79 ejemplares) en relación a los 13 y 3 recogidos respectivamente en las parcelas Bt y Control. Nuestra interpretación de estos datos incide especialmente sobre la riqueza de Colémbolos en la Parcela IGR, puesto que son indicadores de un suelo de buena salud faunística.

Tabla I.- Análisis estadístico de los valores de capturas obtenidos en las muestras de suelo.

Parcela	Diplópodos	Colémbolos	Ortópteros	Tisanópteros	Isópodos	Ácaros
Parcela Bt	3 a	336 a	89 a	34 a	79 a	1305 a
Parcela IGR	29 b	1113 b	1 a	59 a	13 b	1948 a
Parcela Control	9 ac	503 ac	0 a	74 a	3 b	1502 a

Los valores en una columna seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas. *Kruskal-Wallis ANOVA para datos no paramétricos (P<0.05).*

Los índices de diversidad de **Shannon-Weaver**, y de uniformidad de **Simpson** muestran una gran semejanza entre la fauna precedente del suelo en las tres parcelas, si bien **destacan ligeramente la Parcela IGR y la Parcela Bt**, tanto por la diversidad de los taxones encontrados, como por la uniformidad entre el número de individuos de cada uno de ellos (**Tabla II**).

Tabla II.- Número de taxones identificados, índice de diversidad de Shannon-Weaver e índice de uniformidad de Simpson, obtenidos de las muestras de suelo.

Parcela	Muestras de suelo		
	nº taxones	Shannon-Weaver	Simpson
Parcela Bt	27	3.38	0.42
Parcela IGR	29	3.63	0.45
Parcela Control	22	2.75	0.34

Por tanto, en lo que se refiere a **la Fauna precedente del Suelo**, los resultados obtenidos muestran a grandes rasgos **semejanza en los tres encinares**, si bien la **Parcela IGR destaca en diversidad y también en riqueza faunística**.

b) Fauna Edáfica precedente de la hojarasca. De nuevo fue en la **Parcela IGR** en la que se obtuvo un **mayor número de ejemplares** con un total de 1.344 individuos recolectados, seguido de La Parcela Bt con 852 especímenes y por último en la Parcela Control con 607 capturas. Los grupos dominantes en este caso fueron en todas ellas los **Colémbolos y los Tisanópteros (trips)**. En las Parcelas Bt e IGR el tercer grupo en importancia fue el de los Pseudoescorpiones, mientras que en el encinar tomado como Control, fueron las hormigas las que ocuparon el tercer lugar. Los pseudoescorpiones al ser depredadores son indicadores de una actividad positiva y favorable en el ecosistema.

En este caso **la mayor diversidad** taxonómica se ha encontrado en la **Parcela Bt** con 20 taxones identificados, seguida de la Parcela IGR con 16 y de la Parcela Control con 15 (Figura 3).

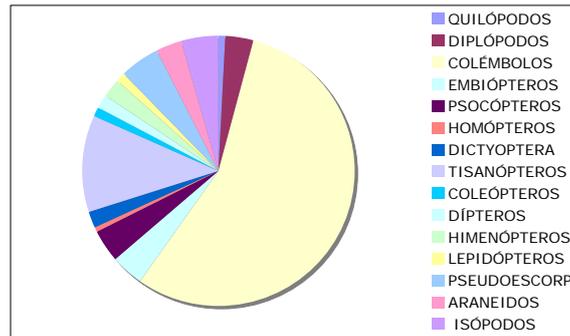


Figura 3.- Fauna procedente de la hojarasca obtenida en la **Parcela Bt**. De los **852** ejemplares recogidos, los grupos más abundantes son los Colémbolos y los Tisanópteros. Taxones identificados: **20**.

El análisis estadístico de los resultados confirma nuestras observaciones, mostrando una relativa uniformidad entre los habitantes de la hojarasca de las tres fincas, **sin observarse diferencias significativas entre ellos (Tabla III)**.

Tabla III.-Análisis estadístico de los valores de capturas obtenidos en las muestras de hojarasca.

Parcela	Colémbolos	Psocópteros	Tisanópteros	Himenópteros	Pseudoscorpiones
Parcela Bt	472 a	32 a	99 a	20 a	40 a
Parcela IGR	999 a	35 a	98 a	17 a	48 a
Parcela Control	308 a	12 a	85 a	69 a	18 a

Los valores en una columna seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas. Kruskal-Wallis ANOVA para datos no paramétricos ($P < 0.05$).

Los índices de diversidad de **Shannon-Weaver**, y de uniformidad de **Simpson** muestran una gran semejanza entre las tres parcelas, si bien **destaca ligeramente la Parcela Bt**, que muestra en general mayor índice de **diversidad, a la vez que una mayor uniformidad** en cuanto a los datos cuantitativos de los diferentes taxones (**Tabla IV**).

Tabla IV.-Número de taxones identificados, índice de diversidad de Shannon-Weaver e índice de uniformidad de Simpson, obtenidos de las muestras de hojarasca.

Parcela	Muestras de hojarasca		
	nº taxones	Shannon-Weaver	Simpson
Parcela Bt	20	1.54	0.22
Parcela IGR	16	1.23	0.18
Parcela Control	15	1.37	0.20

En conclusión, por lo que se refiere a **la Fauna recogida a partir de la Hojarasca**, los resultados obtenidos muestran características **semejantes en los tres encinares**, si bien en la **Parcela IGR** hay una **mayor abundancia de capturas**, mientras que en la **Parcela Bt** tanto la **diversidad como la uniformidad son ligeramente más elevadas**. En cuanto a la **evolución en el tiempo del grupo mayoritario (Colémbolos)** **no se aprecian diferencias entre las tres parcelas**.

c) **Trampas de caída.** El mayor número de ejemplares se obtuvo en la **Parcela Bt** (Fig. 4) con un total de 1.250 individuos recolectados, seguido por la Parcela Control con 495 especímenes y por último la Parcela IGR con 469 capturas. Los **Isópodos** y las **hormigas** (Himenópteros) dominaron en los tres encinares, si bien el tercer grupo en importancia fue diferente en cada uno de ellos: Coleópteros, Dípteros y Dictiópteros en las Parcelas Bt, IGR y Control respectivamente. En cuanto al número de taxones representados, han sido de **19**, 15 y 18 en las parcelas Bt, IGR y Control respectivamente, es decir que las **Parcelas Bt y Control** presentaron una **mayor diversidad faunística** que la Parcela IGR.

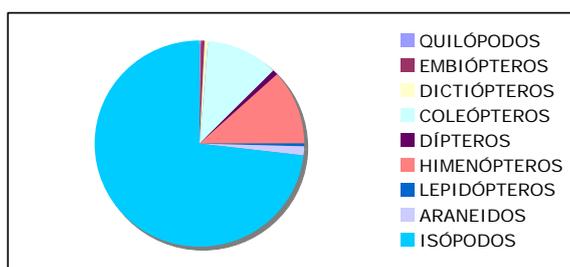


Figura 4.- En la **Parcela Bt** los grupos más abundantes capturados en trampas de caída son: Isópodos, Himenópteros (hormigas) y Coleópteros. Los **1.250** ejemplares capturados pertenecen a **19** taxones.

El análisis estadístico de los resultados confirma nuestras observaciones, mostrando una relativa uniformidad entre la fauna obtenida en trampas de caída de las tres fincas, tan sólo con **diferencias significativas con respecto a los Ortopteroides e Isópodos**, los primeros más abundantes en la parcela control y los Isópodos más numerosos en la Parcela Bt (**Tabla V**).

Tabla V.-Análisis estadístico de los valores de las capturas obtenidas en las trampas de caída.

Parcela	Ortópteros	Dictiópt.	Coleópt.	Dípteros	Himenópt.	Isópodos
Parcela Bt	0 a	7 a	140 a	12 a	144 a	911 a
Parcela IGR	0 a	37 a	18 a	49 a	282 a	54 b
Parcela Control	14 b	59 a	23 a	19 a	74 a	273 b

Los valores en una columna seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas. Kruskal-Wallis ANOVA para datos no paramétricos ($P < 0.05$).

El índice de **Shanon-Weaver** muestra valores muy bajos en cuanto a la diversidad, a la vez que una gran semejanza entre las tres parcelas, si bien **las Parcelas Control e IGR destacan ligeramente**, a la vez que la primera presenta una **mayor uniformidad** (índice de **Simpson**) en cuanto a los datos cuantitativos de los diferentes taxones. (**Tabla VI**).

Tabla VI.- Número de taxones identificados, índice de diversidad de Shannon-Weaver e índice de uniformidad de Simpson, obtenidos con las trampas de caída.

Parcela	Trampas de caída		
	nº taxones	Shannon-Weaver	Simpson
Parcela Bt	19	0,86	1,78
Parcela IGR	15	0,97	2,08
Parcela Control	18	0,98	2,31

De los datos aquí aportados se desprende que en lo referente a **los Artrópodos que se desplazan sobre el suelo**, en la **Parcela Bt se ha obtenido el mayor número de capturas**, mientras que la **mayor diversidad faunística ha sido compartida por las Parcelas Control e IGR**, siendo **ligeramente más alta la uniformidad en la primera de ellas**, ya que en la Parcela Bt han dominado los Isópodos con respecto al resto de taxones.

3.2. FAUNA EPÍFITA SOBRE VEGETACIÓN ARBUSTIVA

Aparentemente en la Parcela Control se obtuvo un mayor número de ejemplares, con un total de 326 individuos recolectados. Sin embargo, puesto que en esta finca no se realizaron tratamientos contra *Lymantria*, estos datos incluyen 247 orugas de este Lepidóptero, que se estaban alimentando sobre el matorral. Mientras que debido a los tratamientos insecticidas, en las Parcelas Bt e IGR se recogieron solo 9 y 4 orugas respectivamente. Por tanto si no consideramos las capturas de *Lymantria dispar*, fue en **la Parcela IGR donde se recolectó el mayor número de individuos** sobre el matorral: **124**, seguido, ahora sí, por la Parcela Control con 79 especímenes y la Parcela Bt con 65.

Como se observa, los números son muy bajos en este tipo de muestreo, ya que se pretendía recoger especialmente los Artrópodos no voladores, puesto que estos últimos están bien representados en las capturas realizadas con esta finalidad. En los tres encinares el grupo taxonómico más abundante (a excepción de las orugas de *Lymantria* en la Parcela Control), fueron los **Araneidos**, y hacia ellos se ha dirigido especialmente nuestro estudio. En la Parcela Bt ocupan el segundo lugar junto a las orugas de *Lymantria*, los Coleópteros (9 especímenes); en la Parcela IGR el grupo mayoritario son las hormigas (36 individuos), mientras que en la Control son los Ortópteros (6 capturas).

En este caso **la mayor diversidad** corresponde también a **la Parcela IGR** con **21** taxones identificados, seguido por las otras dos fincas con 18 grupos en cada una (Fig. 5).

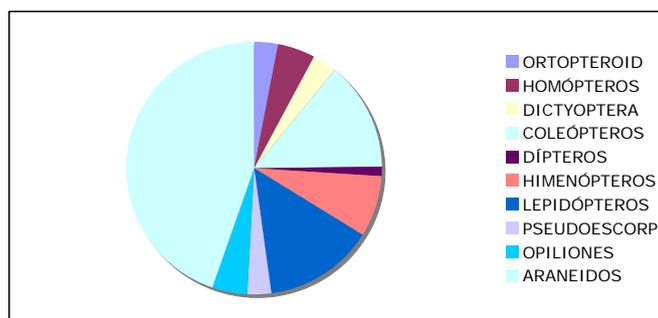


Figura 5.- En la **Parcela Bt** los grupos mayoritarios recogidos sobre el matorral son Araneidos, Lepidópteros y Coleópteros. Los **65** ejemplares recogidos (entre ellos 9 orugas de *Lymantria*) pertenecen a **18** taxones.

Si bien, como ya se ha dicho, el número de capturas ha sido muy reducido, se ha llevado a cabo el análisis estadístico de los resultados, el cual como era de

esperar muestra **diferencias significativas con respecto a los Lepidópteros** (referidos a las orugas de *Lymantria*, en este caso) (Tabla VII).

Tabla VII.-Análisis estadístico de los valores de capturas obtenidos en las muestras de fauna epífita.

Parcela	Ortópteros	Coleópteros	Himenópteros	Lepidópteros	Araneidos
Parcela Bt	2 a	9 a	5 a	9 a	29 a
Parcela IGR	0 a	5 a	36 b	4 a	48 a
Parcela Control	6 a	4 a	18 ab	247 a	54 a

Los valores en una columna seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas. *Kruskal-Wallis ANOVA para datos no paramétricos (P<0.05).*

Los índices de diversidad de **Shanon-Weaver**, y de uniformidad de **Simpson** muestran que **la Parcela IGR** destaca ligeramente tanto en lo que se refiere a una mayor diversidad, como a la **uniformidad** en cuanto a los diferentes taxones representados (Tabla VIII). Si se incluyen las capturas de *Lymantria* lógicamente la Parcela Control muestra carencia total de uniformidad.

Tabla VIII.- Número de taxones identificados, índice de diversidad de Shannon-Weaver e índice de uniformidad de Simpson, obtenidos en las muestras de fauna epífita.

Parcela	Fauna epífita		
	nº taxones	Shannon-Weaver	Simpson
Parcela Bt	18	0,80	1,92
Parcela IGR	21	1,20	2,96
Parcela Control	18	0,78	1,83

Los resultados obtenidos a partir de los **Artrópodos** que habitualmente se encuentran **sobre el matorral**, muestran que **la Parcela IGR** posee tanto la **mayor riqueza cuantitativa**, como la **diversidad y uniformidad más elevadas**.

3.3. INSECTOS VOLADORES DIURNOS

a) Placas Cromáticas. Las capturas de los Insectos voladores obtenidas en las placas cromáticas ofrecen la posibilidad de estudiar especialmente el nivel de la fauna útil de un ecosistema, ya que si bien son abundantes los Dípteros Múscidos y Califóridos, este tipo de trampas ofrecen buena información sobre la presencia de ciertos parasitoides y depredadores, considerados de interés especial como enemigos naturales de determinados insectos perjudiciales para el ecosistema. En este aspecto entre los Dípteros capturados destacan los Sífidos y Cecidómidos; entre los Himenópteros los Icneumonídeos, Chalcidoideos, Braconídeos y otros grupos incluidos en la serie Parasítica; entre los Coleópteros, abundan los Coccinélidos.

En la **Parcela Control** se obtuvo **el número más elevado de ejemplares**, ascendiendo a un total de **1.434** individuos, seguido por la Parcela Bt con 967 especímenes (Figura 6) y por último la Parcela IGR con 659 capturas. Como era de esperar en todas las trampas los grupos dominantes fueron los **Himenópteros y los Dípteros**, aunque no siempre en este mismo orden. En

cuanto a las **especies** consideradas con **útiles en el control biológico**, incluidas en estos dos órdenes, **los tres encinares presentaron cifras muy elevadas y semejantes**: 403 individuos en la Parcela Bt, 410 en la Parcela IGR y 427 en la que se tomó como Control. Referente a los **Coccinélidos** caben destacar 36 capturas en la Parcela IGR, que suponen el doble que los 18 del encinar Control; en la Parcela Bt tan solo se obtuvieron 3 ejemplares.

En cuanto a la **diversidad** referida al número de taxones recolectados, también ha sido la **Parcela Control** la que ocupa el primer lugar con **31** taxones identificados, seguidos por las Parcelas Bt e IGR con 28 y 25 grupos respectivamente.

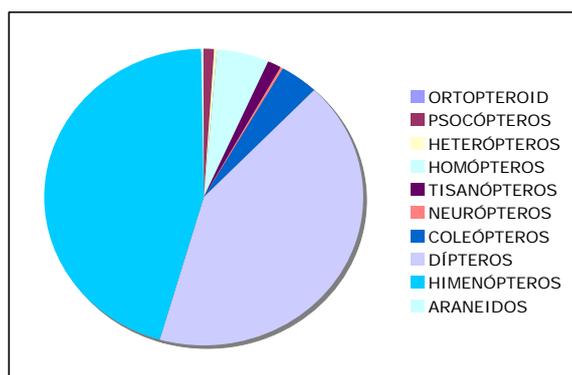


Figura 6.- En la **Parcela Bt** los grupos más abundantes capturados con placas cromáticas son **Himenópteros y Dípteros**. Los **967** ejemplares recogidos en total, pertenecen a **28** taxones.

Sin embargo el análisis estadístico de los resultados muestra uniformidad entre las tres fincas, aunque hay **diferencias significativas** con respecto a **los Dípteros**, que son muy abundantes **en la Parcela Control** y también **los Lepidópteros** (referidos a adultos de *Lymantria*) (**Tabla IX**).

Tabla IX.- Análisis estadístico de los valores de capturas obtenidas con placas cromáticas

Parcela	Coleópteros	Dípteros	Himenópteros	Lepidópteros
Parcela Bt	38 a	408 ab	437 a	2 a
Parcela IGR	36 a	169 a	215 a	8 a
Parcela Control	89 a	902 b	287 a	10 b

Los valores de una columna seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas. *Kruskal-Wallis ANOVA para datos no paramétricos (P<0.05)*.

Los índices de diversidad de **Shanon-Weaver** y de uniformidad de **Simpson** muestran **valores más elevados en la Parcela IGR** que en los otros dos encinares (**Tabla X**).

Tabla X.- Número de taxones identificados, índice de diversidad de Shannon-Weaver e índice de uniformidad de Simpson, obtenidos con las placas cromáticas.

Parcela	Placas cromáticas		
	nº taxones	Shannon-Weaver	Simpson
Parcela Bt	28	1,73	4,46
Parcela IGR	25	2,13	6,44
Parcela Control	31	1,83	4,32

En la **Parcela Control** se obtuvieron las **capturas más elevadas de Himenópteros y Dípteros** en trampas cromáticas, mientras que **la mayor diversidad y uniformidad corresponde a la Parcela IGR**. Los resultados referidos a la denominada **fauna útil** indican que **en las tres parcelas estudiadas existe un buen nivel de representantes de este grupo**.

b)Trampas de Luz. Las trampas de luz se utilizaron especialmente para comparar la población de Lepidópteros en los tres encinares objeto de este estudio, a fin de poder valorar de forma más precisa el efecto de *B. thuringiensis* var. *kurstaki* sobre este orden de insectos. En los datos que se ofrecen a continuación no se han incluido las capturas de *Lymantria*, ya que no harían posible la comparación correcta entre los tres encinares, puesto que éstas fueron muy numerosas en el que se tomó como Control (ya que no recibió tratamientos contra la plaga). En esta **Parcela Control** se obtuvo **el número más elevado de Lepidópteros**, ascendiendo a un total de **606** (Figura 7), seguido por la Parcela Bt con 466 ejemplares, mientras que en la Parcela IGR tan solo se recogieron 253 individuos. Llama la atención el elevado número mariposas presentes en el encinar tratado con *B. thuringiensis* ya que éste es un insecticida específico de este orden de insectos.

Si se contabilizan aparte las **capturas de *Lymantria***, en la **Parcela Control** en una trampa de luz cayeron en una sola noche **1.073** ejemplares. A lo largo de las cinco semanas en las que se muestreó este grupo de insectos, en la Parcela Bt se obtuvieron 79 individuos de *Lymantria*, en la Parcela IGR tan solo fueron 7, mientras que ascendieron a 1.131 en el encinar Control. Estas cifras dan una idea de la eficacia de los tratamientos aplicados, en términos de reducción poblacional de la plaga.

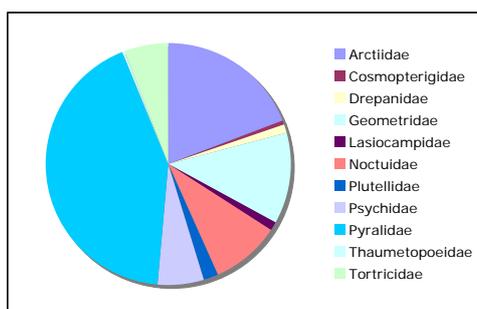


Figura 7.- Capturas de **Lepidópteros** realizadas con trampas de luz en la **Parcela Control**. Se obtuvieron **606** ejemplares pertenecientes a **16** familias diferentes (sin incluir los Limántridos).

En cuanto a la diversidad referida al número de familias a las que pertenecen los Lepidópteros recolectados, en la **Parcela IGR** a lo largo del muestreo hay representadas **19** diferentes, en la Parcela Control **16** y en la que fue tratada con *B. thuringiensis* **12**.

El análisis estadístico de los datos referidos a los Lepidópteros capturados en trampas de luz, muestra que hay **diferencias significativas** en las familias **Arctiidae, Geometridae y Drepanidae (Tabla XI)**.

Tabla XI.-Análisis estadístico de los valores de capturas obtenidas con las trampas de luz.

Parcela	Arctiidae	Drepanidae	Geometridae	Pyralidae
Parcela Bt	7 a	31 a	46 ab	264 a
Parcela IGR	1 a	2 b	6 a	142 a
Parcela Control	116 b	7 b	74 b	255 a

Los valores en una columna seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas.

Kruskal-Wallis ANOVA para datos no paramétricos ($P < 0.05$).

En el caso de los Lepidópteros interesa comentar aquí lo ocurrido a lo largo de los diferentes muestreos quincenales, con respecto a los valores del índice de diversidad de **Shanon-Weaver, con objeto de conocer mejor su evolución.** Se observa que durante el mes de julio la diversidad es mayor en la **Parcela Control**, mientras que en la primera quincena de agosto destaca ligeramente la **Parcela Bt** y en los dos últimos (segunda mitad de agosto y principios de septiembre) la **Parcela IGR** muestra los valores más altos tanto en diversidad como en homogeneidad de las familias de Lepidópteros representadas (**Tabla XII**). Estos datos son importantes ya que permiten comprobar como la población de Lepidópteros es perfectamente equiparable entre los tres encinares, en cuanto a valores de diversidad. Por otra parte ya se ha visto que los valores cuantitativos obtenidos en la Parcela Bt, supuestamente el encinar más afectado ya que se pulverizó con *B. thuringiensis*, superan incluso a los de la Parcela tratada con IGR.

Por otra parte, si en la valoración de los datos se incluyen las capturas de *Lymantria*, lógicamente la Parcela Control pierde totalmente la uniformidad durante la época de vuelo de esta especie, debido a la elevadísima presencia de los individuos que constituyen la plaga.

Tabla XII.- Número de taxones identificados, índice de diversidad de Shannon-Weaver e índice de uniformidad de Simpson, obtenidos con las trampas de luz.

Parcela	Trampas de luz		
	nº taxones	Shannon-Weaver	Simpson
Parcela Bt	12	1,35	3,24
S'Hort d'es Lleó	19	1,27	6,48
Parcela Control	16	1,51	3,74

Puesto que en los tres encinares la familia de los Pirálidos ha sido la mayoritaria, se ha comparado la representación gráfica de la evolución de su curva de vuelo en las tres fincas, a fin de observar posibles diferencias. Curiosamente fue **en la Parcela** fue tratada con ***B. thuringiensis*** donde se recogieron más ejemplares (**264** capturas), seguido del encinar Control (255 individuos) y por último *La Parcela IGR* (con 142).

Resultó ser muy similar en las parcelas BT e IGR, observándose en ambas un rápido aumento poblacional llegando hasta algo más de 60 ejemplares/trampa/día durante la primera quincena de julio, para disminuir a continuación, descendiendo en agosto hasta valores mínimos, si bien de forma mucho más acusada en la Parcela IGR. De nuevo se inicia un rápido ascenso, especialmente en la Parcela Bt, donde se alcanzaron capturas superiores a

100 ejemplares/trampa/día. Sin embargo en el encinar Control durante julio y agosto los fueron muy datos bajos, pero iniciaron el ascenso en la misma época en que lo hicieron los Pirálidos de las otras dos fincas. Quizás hubo algún tipo de competencia con *Lymantria dispar*.

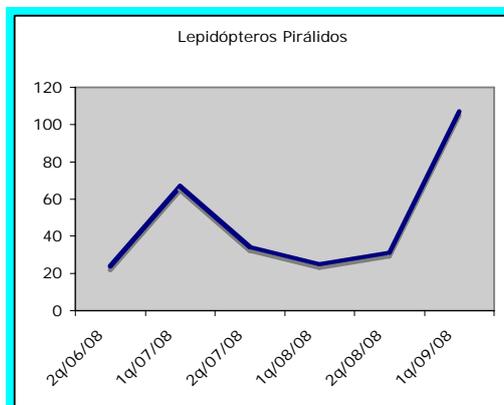


Figura 8.- Evolución de las capturas de Lepidópteros Pirálidos (264 ejemplares) en la Parcela Bt.

De los datos obtenidos a partir de la población de Lepidópteros de las tres fincas objeto de estudio, **no se deduce ningún efecto negativo relacionado con las aplicaciones insecticidas, en especial en la parcela tratada con *B. thuringiensis***. En esta finca se contabilizaron las **segundas capturas más importantes después del encinar Control**, e incluso se ha podido constatar durante uno de los muestreos, una mayor diversidad que en los otros dos encinares. De los dos casos en los que se han encontrado diferencias significativas referidas a Lepidópteros entre la Parcela Bt y en la Control, uno de ellos corresponde a un mayor número de capturas (Drepánidos) en la primera, y la otra (Árctidos) en el encinar Control.

4. CONCLUSIONES

- En el presente estudio se ha comparado la fauna entomológica de tres encinares de Menorca, catalogándose un total de **21.967 ejemplares**, lo que supone un análisis casi exhaustivo de la diversidad artropodiana presente en ellos.
- En lo que se refiere a **la fauna procedente del Suelo**, los resultados obtenidos muestran gran semejanza en los tres encinares, si bien el que fue pulverizado con Dimilín destaca en riqueza faunística, mientras que ésta junto a la tratada con *B. thuringiensis* muestran ligeramente mayor diversidad y uniformidad específica que la Parcela que se tomó como Control. Las diferencias significativas encontradas en los Diplópodos y Colémbolos son debidas a un mayor número de capturas de estos grupos en la Parcela IGR, mientras que las referidas a Isópodos, corresponden a valores más altos observados en La Parcela Bt.
- Con respecto a la **fauna recogida a partir de la Hojarasca**, existe también una diversidad semejante en los tres encinares, si bien la Parcela IGR destaca ligeramente con respecto a la abundancia de capturas, mientras que la Parcela Bt lo hace por su diversidad y uniformidad. No hay diferencias significativas entre los diferentes taxones recogidos en ellas

- Los datos de los **Artrópodos obtenidos en trampas de Caída**, ponen de manifiesto que el mayor número de capturas ha correspondido a la Parcela Bt, mientras que la mayor diversidad (aunque con valores muy bajos) ha sido compartida entre las Parcelas Control e IGR, siendo más representativa la uniformidad en el encinar Control. En la Parcela Bt han dominado los Isópodos con respecto al resto de taxones. Se han encontrado diferencias significativas con respecto a los Ortópteros a favor de la Parcela Control, así como en Isópodos a favor de la Parcela Bt.
- Con respecto a **los Artrópodos epífitos sobre el Matorral**, la mayor riqueza, diversidad y uniformidad corresponden a la Parcela tratada con IGR. No se han encontrado diferencias significativas entre los tres encinares estudiados, a excepción de las abundantes orugas de *Lymantria dispar* en la Parcela Control. Tampoco hay diferencias apreciables en cuanto a la evolución de la densidad poblacional analizada en el grupo mayoritario (Araneidos).
- De nuevo fue en la Parcela IGR donde se ha obtenido el número más elevado de insectos voladores recogidos en **trampas con atrayente alimentario**, mientras que la mayor diversidad ha correspondido a la Parcela Bt. Los grupos mayoritarios (Dípteros e Himenópteros) presentan curvas de vuelo muy similares en los tres encinares, sin que se observen diferencias significativas entre ellos. Sí que las hay con respecto a los adultos de *Lymantria dispar*, cuya densidad fue extraordinariamente abundante en el encinar no tratado (Control)
- El número más elevado de Himenópteros y Dípteros recogidos **en trampas cromáticas** corresponde a la Parcela Control, mientras que la Parcela IGR presenta la mayor diversidad y uniformidad faunística. Se han encontrado diferencias significativas con respecto a los Dípteros y Lepidópteros (referidos a adultos de *Lymantria dispar*), ya que estos grupos fueron más abundantes en el encinar tomado como Control. La curva de vuelo de los Dípteros e Himenópteros fue semejante en las parcelas Bt y Control. Los resultados referidos a la denominada fauna útil (concretamente Coccinélidos, Sífidos, Cecidómidos, Icneumonídeos, Calcidoidea, etc.) indican que en las tres parcelas estudiadas existe un buen nivel de representantes de este grupo.
- De los datos obtenidos a partir de **la población de Lepidópteros** presente en las tres fincas objeto de estudio, no se deduce ningún efecto negativo relacionado con las aplicaciones insecticidas, como en principio era de esperar, especialmente en la tratada con *B. thuringiensis*, ya que posee un efecto específico sobre este grupo de insectos. Precisamente en esta Parcela se han obtenido las segundas capturas más abundantes, después del encinar Control, e incluso se ha podido constatar durante uno de los muestreos, una mayor diversidad de Lepidópteros que en los otros dos encinares. No obstante la diversidad más elevada corresponde al Control. Hay diferencias significativas en Ártidos, Drepánidos y Geométridos; en el primero y tercer grupo las capturas más elevadas se obtuvieron en la Parcela Control, mientras que los Drepánidos fueron más abundantes en la Parcela Bt.

Los datos aportados en este estudio creemos que permiten concluir que existe una gran semejanza entre la población de Artrópodos de los tres encinares analizados, incluso en contra de lo esperado. Es decir que no

se aprecian diferencias derivadas de los tratamientos insecticidas realizados con objeto de controlar la plaga de *Lymantria*. Estos resultados por otra parte coinciden con los que se obtuvieron en un estudio semejante llevado a cabo en relación con aplicaciones de *B. thuringiensis* y hexaflumuron en Mallorca (Alemany y Miranda 2000).

También parece desprenderse de este estudio que la abundantísima presencia tanto de las *erugues peludes* como de los adultos de *L. dispar* en el encinar tomado como Control, salvo en el posible caso de algunos grupos de Lepidópteros, al parecer no han influido en una disminución competitiva de la fauna habitual de esta zona, como cabría pensar que ocurriera durante la época de mayor explosión poblacional de la plaga.

De todos modos conviene recordar aquí que, como ya se ha dicho, este estudio debería de haberse iniciado lo menos a lo largo de un año previo a la aplicación de los tratamientos.

Agradecimientos

Queremos hacer constar nuestro agradecimiento al Sr. D. Pere Ramón Bonet, Director General de Medi Forestal i Protecció d'Espècies (Conselleria de Medi Ambient de la CAIB) por haber dado luz verde a la financiación de este estudio; a Carmen Orellana por su eficaz ayuda y constante disposición en ayudarnos; a los propietarios de las tres parcelas por autorizarnos amablemente el acceso; a los doctores Dr. Miguel Ángel Miranda, Nick Riddiford, Guillem X. Pons y Sra. Cristina Rincón por contribuir en la determinación de parte del material recogido; al Sr. Miquel Siquier por realizar el análisis estadístico de los datos y al personal del Laboratorio de Zoología de la UIB, en el que hemos llevado a cabo la mayor parte de los estudios realizados.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Alemany A y Miranda MA (2000). Estudio del impacto de los tratamientos contra la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*, Den. y Schiff.) en Baleares. Informe Técnico, Conselleria d'Agricultura y Pesca del Govern de les Illes Balears.
- Bellés X (Coord.) (1998), *Insecticidas Biorracionales*. Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- Closa A, Núñez L y Parga E (2007). *Eruga peluda (Lymantyría dispar)* l'Insecte defoliador de les alzines. Quaderns de Natura. Conselleria de Medi Ambiente, Govern de les Illes Balears.
- Coppen GDA y Jepson PC (1996). The effects of the Duration of Exposure on the Toxicity of Diflubenzuron, Hexaflumuron and Teflubenzuron to Various Stages of II Instar *Schistocerca gregaria*. *Pestic. Sci.* 46: 191-197.
- Nejmanová J, Cvačka J, Hrd I, Kuldová J, Mertelík J, Muck A Jr, Nenroba P and Svato A (2006). Residues of diflubenzuron on horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) leaves and their efficacy against the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella*. *Pest Mang. Sci* (62): 274-278.