



EUROPEAN COMMISSION

DG ENVIRONMENT

LIFE15 NAT/ES/000802

LIFE RICOTI

Conservation of the Dupont's lark (*Chersophilus duponti*) and its habitat in Soria (Spain)

Entregable 65: Seguimiento de la calidad del hábitat (disponibilidad de alimento) en zonas de aplicación de acciones de conservación en 2020





Información del proyecto

Número del Grant agreement: LIFE15 NAT/ES/000802 LIFE RICOTÍ

Título del proyecto: Conservation of the Dupont's lark (*Chersophilus duponti*) and its habitats in Soria (Spain)

Acrónimo: LIFE RICOTÍ

Beneficiario Coordinador: Universidad Autónoma de Madrid. Grupo de Ecología Terrestre (España)

Beneficiarios Asociados: Junta de Castilla y León (España); Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León (España); Diputación Provincial de Soria (España); Mancomunidad de Obras y Servicios de Corpes (España); Actividades, Estudios y Proyectos en el Medio Ambiente S.L AEPMA (España); Artesa Estudios Ambientales S.L. (España); Innomaker Innovación y Desarrollo S.L. (España)

Fecha de inicio del proyecto: 15/09/2016

Fecha de final de proyecto: 215/02/2021

Información del entregable

Título del entregable: Seguimiento de la calidad del hábitat (disponibilidad de alimento) en zonas de aplicación de acciones de conservación en 2020

Fecha límite de entrega: 30/12/2020

Nombre de la organización del beneficiario responsable del entregable: Grupo de Ecología Terrestre de la Universidad Autónoma de Madrid (TEG-UAM)

Otros beneficiarios involucrados en este entregable: -

Autor/es: Juan Traba y Margarita Reverter

Participante/s:

Acciones a las que contribuye este entregable: D3

Versión: 1

Número total de páginas: 26

Título del entregable: Seguimiento de la calidad del hábitat (disponibilidad de alimento) en zonas de aplicación de acciones de conservación en 2020.

Histórico del documento

Versión	Fecha	Descripción de la versión	Revisores	Fecha de aprobación	Nombre de fichero
1	02/12/2020	Entrega inicial	Juan Traba	20/12/2020	Entregable 78_ Seguimiento de la calidad del hábitat (disponibilidad de alimento) en 2020

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD

Este documento contiene información que es propiedad del Consorcio del proyecto LIFE RICOTÍ.

Ni este documento ni la información contenida en el presente documento serán utilizados, duplicados o comunicados por cualquier medio a terceros, en su totalidad o en partes, excepto con el consentimiento previo por escrito del Beneficiario Coordinador del proyecto LIFE RICOTÍ.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. MATERIAL Y MÉTODOS	7
2.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	7
2.2. MÉTODO DE MUESTREO	8
2.3. DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO	9
2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	10
3. RESULTADOS	11
3.1. LAYNA – SIEMBRA DE EXCREMENTOS	11
3.2. ARBUJUELO – RETIRADA DE PINAR.....	14
3.3. BARAHONA – ACLAREO DE ENCINAR	18
3.4. RETORTILLO – ACLAREO DE ENCINAR.....	21
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	25
5. BIBLIOGRAFÍA.....	26

Resumen

El objetivo de la Acción D3 es evaluar los efectos de las acciones de conservación (restauración del hábitat y simulación del pastoreo) sobre la calidad del hábitat de la alondra ricotí, concretamente sobre la disponibilidad de alimento, utilizando como indicador la biomasa de invertebrados terrestres.

Los muestreos se llevaron a cabo en los mismos puntos donde se muestreó la estructura y composición de la vegetación (entregable 70), utilizando para ello trampas de caída (pit-fall), mangas entomológicas y trampas específicas para coprófagos. Las fechas de muestreo fueron: febrero, abril, mayo, junio, julio y septiembre de 2017, 2018 y 2019. Las duras condiciones meteorológicas en el área de estudio durante los meses de enero a marzo de 2018 (fuertes lluvias y nieve) impidieron la recolección de muestras invernales en enero de 2018. Debido a la situación de emergencia sanitaria provocada por la covid-19 que se vivió en España desde marzo hasta finales de mayo de 2020, los muestreos de abril y mayo de ese año no se pudieron llevar a cabo. Por tanto, en primavera únicamente se muestreó durante el mes de junio. Para cada fecha de muestreo las pit-fall se mantuvieron instaladas durante una semana y las trampas de coprófagos 24 horas.

Los resultados obtenidos muestran que:

- En relación con los artrópodos epigeos, **las áreas sujetas a la siembra de excrementos mostraron una biomasa significativamente mayor** que el resto (controles y otras medidas de restauración).
- En relación con los artrópodos hipogeos, **no se han encontrado diferencias entre las diferentes zonas de actuación y sus zonas control** antes y después de las medidas de restauración.
- En relación con los coleópteros coprófagos **no se han encontrado diferencias significativas en su biomasa entre las diferentes medidas de conservación.**

Los resultados apuntan a una **elevada similitud, en términos de biomasa de artrópodos, entre aquellas zonas donde se han realizado medidas de conservación y las zonas control**, zonas de hábitat óptimo para la alondra ricotí. El estudio sugiere que estas medidas han contribuido a crear zonas óptimas para el restablecimiento de la especie.

Summary

The objective of Action D3 is to evaluate the effects of conservation actions (restoration and grazing emulation) on the quality of the Dupont's lark habitat, specifically on food availability. As an indicator, biomass of terrestrial invertebrates will be used.

In the same points where we sampled plant structure and composition (deliverable 70), we collected invertebrate biomass using pit-fall traps and nets.

Pit-fall traps were field-located for a week in February, April, May, June, July and September of 2017, 2018 and 2019. Harsh meteorological conditions in the study area during 2018 January - March (heavy rain and snow) prevented the collection of winter samples. Extreme lockdown during spring 2020 due to covid-19 pandemic prevented to carry out April and May 2020 samplings. Thus, only one sampling for 2020 spring is available.

First results suggest that:

- *In relation with epigeal arthropods, action C3 **dung sowing showed a significant higher biomass** than the rest of zones of action or control.*
- *In relation with hypogeous arthropods, **no difference in biomass between zones of actions was found.***
- *Regarding coprophagous Coleoptera, **no significant differences in biomass between zones of action or conservation** measured were found.*

The results high a high similarity in terms of arthropod biomass, between those areas where conservation measures have been carried out and the control areas (zones of optimal habitat for the Dupont's lark). The study suggests that these measures have contributed to create optimal areas for the species.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente entregable, incluido en la Acción D3, se evalúa el efecto de las acciones de restauración y mejora del hábitat sobre la disponibilidad de alimento para la alondra ricotí.

Por tanto, el objetivo es estimar el efecto de la gestión sobre la abundancia de artrópodos de los que se alimenta la alondra ricotí en términos de biomasa, y determinar diferencias en la disponibilidad de alimento en las diferentes zonas de actuación antes y después de la misma.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

A partir de la información procedente del II Censo Nacional (Suárez, 2010) acerca de uso del espacio de alondra ricotí, se han definido 6 zonas de estudio (localidades; **Tabla 1**), que recogen 4 hábitats diferentes (pinar, encinar, pastizal y matorral), dentro de las ZEPAs Altos de Barahona y Páramo de Layna (provincia de Soria), abarcando 300 hectáreas. Estas recogen distintos planes de actuación: 1) una zona de retirada de reforestaciones de pinar (50 hectáreas), 2) dos zonas de retirada de encinar (250 hectáreas), 3) una zona con siembra de excremento y 4) varias zonas control de matorral, todas ellas dentro de las ZEPAs “Altos de Barahona” y “Páramo de Layna”.

Tabla 1. Distribución del número de estaciones de muestreo por localidades y hábitats. En la columna *Estación de muestreo*, la palabra *control* hace referencia a zonas de matorral (m) o pastizal (p). Las localidades indicadas con un asterisco no se han utilizado en los análisis posteriores.

Localidad	Actuación - Control	Estaciones de muestreo
Alcubilla de las Peñas *	Control	14 control (p)
Romanillos – Deposito *	Control	5 control (m)
Barcones – Marazovel *	Control	8 control (m) + 7 control (p)
Retortillo - La Lastra	Control + aclareo encinar	10 control (m) + 6 aclareo encinar
Barahona – Rello	Control + aclareo encinar	8 control (m) + 5 aclareo encinar
Arbujuelo – Layna	Control + retirada pinar	5 control (m) + 5 retirada pinar
Layna	Control + siembra de excremento de ovino	7 control (m) + 10 siembra
TOTAL		90 estaciones

2.2. Método de muestreo

Se utilizaron los datos de los muestreos de 2017 (antes de las actuaciones de restauración del hábitat), 2018, 2019 y 2020 (después de las actuaciones) mediante un diseño BACI (Before-After-Control-Impact). Una vez por mes durante los meses de febrero, abril, mayo, junio, julio y septiembre de los años 2017, 2018, 2019, y junio, julio y septiembre de 2020, se localizaron 90 estaciones de muestreo (43 en matorral, 21 en pastizal, 5 en pinar, 11 en encinar y 10 en una zona donde se llevó a cabo la siembra de excrementos de ovino), distribuidas en las 6 localidades mencionadas anteriormente (**Tabla 1**). Durante el año 2020 y debido a la situación provocada por la covid-19, los meses de abril y mayo de 2020 no se llevaron a cabo muestreos.

En la zona experimental de siembra de excremento ovino se registró la presencia de cabezas de ganado bovino durante el año 2020. Por tanto, en esta zona no se tomaron datos en 2020 ante la imposibilidad de atribuir cualquier efecto detectado en la zona a la acción de siembra de excremento ovino o a la presencia de bovino.

Las estaciones se separaron un mínimo de 250 metros entre sí cuando se encontraban ubicadas en una misma localidad. Las zonas de estudio a su vez estaban separadas a una distancia mínima de 2,2 km y una distancia máxima de 18 km entre zonas contiguas. Cada estación de muestreo constó de un total de tres puntos, separados 5 m, donde se midieron variables descriptoras de la calidad del hábitat a escala de microhábitat (ver entregable 70) y de la disponibilidad de alimento (**Fig. 1**).

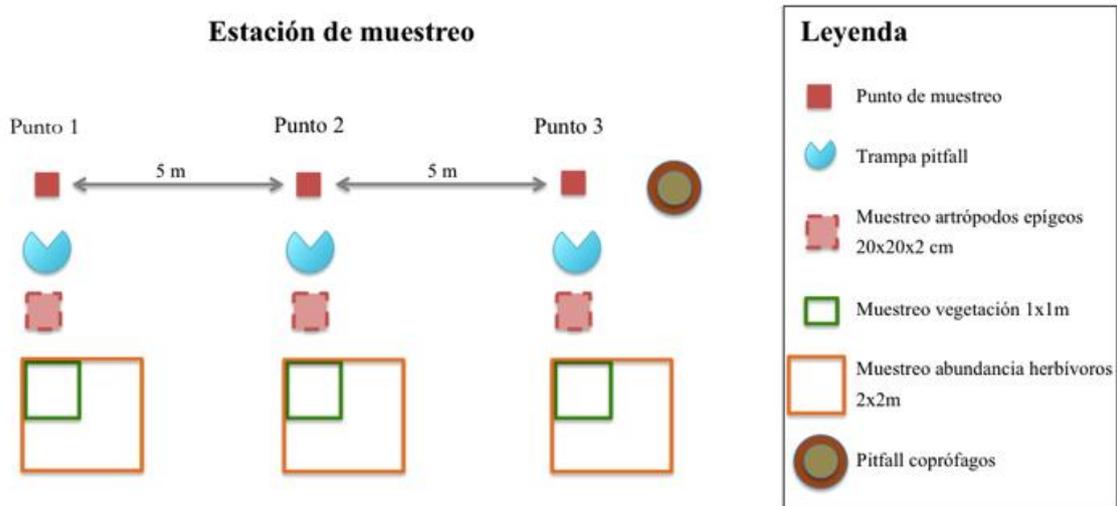


Figura 1. Esquema de la estación de muestreo.

2.3. Disponibilidad de alimento

Para evaluar el papel de la disponibilidad de alimento en la intensidad de uso por la alondra ricotí, se estimó la biomasa de artrópodos mediante trampas de caída de invertebrados (*pit-falls*), mangueros y trampas de coprófagos.

La biomasa de artrópodos se muestreó distribuida en las cuatro épocas del año con el propósito de abarcar la mayoría de la variabilidad en la comunidad de artrópodos a lo largo del ciclo anual de la alondra ricotí. Para muestrear toda la comunidad de artrópodos descrita hasta la fecha en la dieta de la alondra ricotí, se realizaron tres tipos de muestreos, dirigidos a artrópodos epígeos, hipógeos y coprófagos.

Muestreo de artrópodos epígeos: Se colocaron tres trampas de caída o *pit-fall* por estación de muestreo, separadas cada una de las trampas 5 metros (**Fig. 1**). Las trampas consistieron en vasos transparentes de plástico de 230 ml de capacidad, 7 cm de diámetro y una profundidad de 10 cm, con pequeños agujeros en la parte superior para favorecer el drenaje ante precipitaciones intensas. Los vasos de plástico se enterraron a ras del suelo protegidos por un tubo de PVC para evitar el colapso de la trampa. En cada trampa se añadieron 150 ml de solución conservante de etilenglicol con agua al 40% y una gota de jabón para disminuir la tensión superficial. En cada ocasión, las trampas permanecieron activas durante una semana. Transcurrido ese lapso, los artrópodos capturados se traspasaron a duquesas con etanol al 70%.

Muestreo de artrópodos voladores: En el momento de recoger las trampas *pit-fall* y junto a cada una de ellas, se realizó un manguero con manga entomológica en un transecto de 20 x 5 m, que incluía las tres *pit-falls* situadas en cada estación. Este manguero se realizó con el objeto de recolectar posibles individuos que estuviesen en la vegetación.

El valor de biomasa (ver más abajo acerca de la forma de cálculo) por periodo de estudio y por estación de muestreo se expresó como el promedio de las trampas *pit-fall* que permanecieron activas durante el periodo de 7 días completos. El valor de biomasa total por estación de muestreo se expresó como la biomasa acumulada en los tres periodos de estudio, febrero, abril y mayo. La biomasa total y la de cada orden taxonómico fueron las variables utilizadas en los análisis realizados posteriormente.

Biomasa de larvas hipógeas: En cada uno de los tres puntos de muestreo por estación (**Fig. 1**) se extrajo una muestra de suelo de 20x20cm y 2 cm de profundidad, que se cribaron inmediatamente después de su recolección con una serie de tamices de luz consecutivamente menor: 1mm, 2mm y 4mm con objeto de determinar los invertebrados presentes en cada muestra de suelo. Los ejemplares o restos encontrados se identificaron hasta el nivel del orden con ayuda de claves entomológicas, calculando el valor de biomasa con las ecuaciones específicas de Hódar (1996), de igual manera que para el resto de las muestras (ver más abajo).

Biomasa de artrópodos coprófagos: Debido a la importancia que se ha atribuido a los coprófagos en la dieta del alúdidido (Talabante *et al.*, 2015), se realizó un muestreo específico para estimar la biomasa de este grupo de artrópodos. En cada fecha y estación de muestreo (explicadas anteriormente) se localizó una trampa de caída, utilizando como cebo atrayente 200 gr de excremento fresco de oveja proporcionado por ganaderos de la zona (**Fig. 2**). Las trampas permanecieron activas durante 24 horas y los artrópodos coprófagos capturados se almacenaron en duquesas con etanol al 70%. De forma equivalente, el valor de biomasa total de coprófagos por estación de muestreo se expresó como la biomasa en el periodo invernal (febrero) y en el periodo reproductor (abril y mayo).



Figura 2. Trampa de caída utilizada en el muestreo de artrópodos coprófagos utilizando excremento de oveja como cebo atrayente.

Todas las muestras fueron identificadas en el laboratorio con ayuda de claves entomológicas hasta al menos el nivel de orden. Se midió la longitud corporal de los ejemplares excluyendo patas, antenas y otros apéndices, para obtener el valor de biomasa de artrópodos aplicando las ecuaciones específicas de Hódar (1996): $W = \alpha \cdot BL^b$ donde W es la biomasa en miligramos del taxón objeto y BL es la longitud del cuerpo. Los parámetros α y b se especifican en Hódar (1996) para cada nivel taxonómico. La biomasa total, así como la obtenida para cada orden fueron las variables utilizadas en los análisis posteriores.

2.4. Análisis estadísticos

En primer lugar, todas las variables fueron estandarizadas. A continuación, para determinar las diferencias en disponibilidad de alimento entre zonas control y zonas donde se ha llevado a cabo la restauración del hábitat, antes y después de dicha restauración, se aplicaron Análisis Multivariante de la Varianza (MANOVA) y Análisis de la Varianza (ANOVA) parciales. Cada zona de actuación se relacionó con una zona control dentro de su localidad. Se incluyeron las variables de disponibilidad de alimento (artrópodos epigeos, hipogeos, escarabajos coprófagos y dípteros coprófagos) como variables respuesta, y el tipo de actuación (control o impacto) y el periodo de muestreo (antes o después de la restauración) como factores. En todos los

casos, con aquellos factores que resultaron significativos se realizó la prueba a posteriori de Tukey para analizar las diferencias entre los distintos niveles de los factores.

3. RESULTADOS

3.1. Layna – Siembra de excrementos

¿Varía en Layna la disponibilidad de alimento antes y después de la actuación de restauración del hábitat entre zonas control y zonas restauradas?

El Análisis Multivariante de la Varianza mostró diferencias significativas para el factor BACI ($F = 7.96$, $p = 5.10 \times 10^{-6}$) y para el factor CI ($F = 4.12$, $p = 9.57 \times 10^{-5}$). No fue posible testar la interacción al carecer de datos de la zona de impacto antes de la restauración ecológica. Los Análisis de la Varianza parciales mostraron diferencias significativas en la biomasa de artrópodos epigeos (**Tabla 2, Fig. 3**) y **escarabajos coprófagos (Tabla 2, Fig. 4)** antes y después de la restauración; y en la biomasa de **artrópodos epigeos** entre zonas control y zonas impacto, siendo **más abundantes en las siembras de excrementos epigeos (Tabla 2, Fig. 3)**.

Tabla 2. Significación de las variables de biomasa de artrópodos en Layna para los dos factores: 1) CI (zona control – zona impacto) y 2) BACI (antes – después de la restauración) incluidos en los Análisis de la Varianza parciales. En negrita se muestran las relaciones significativas.

Variable	BACI	CI
Epigeos	$p = 1.70 \times 10^{-4} *$ F = 14.65	$p = 3.83 \times 10^{-6} *$ F = 13.25
Hipogeos	$p = 0.13$ F = 2.32	$p = 0.18$ F = 1.71
Escarabajos coprófagos	$p = 6.46 \times 10^{-4} *$ F = 12.00	$p = 0.38$ F = 0.96
Dípteros coprófagos	$p = 0.82$ F = 0.05	$p = 0.71$ F = 0.34

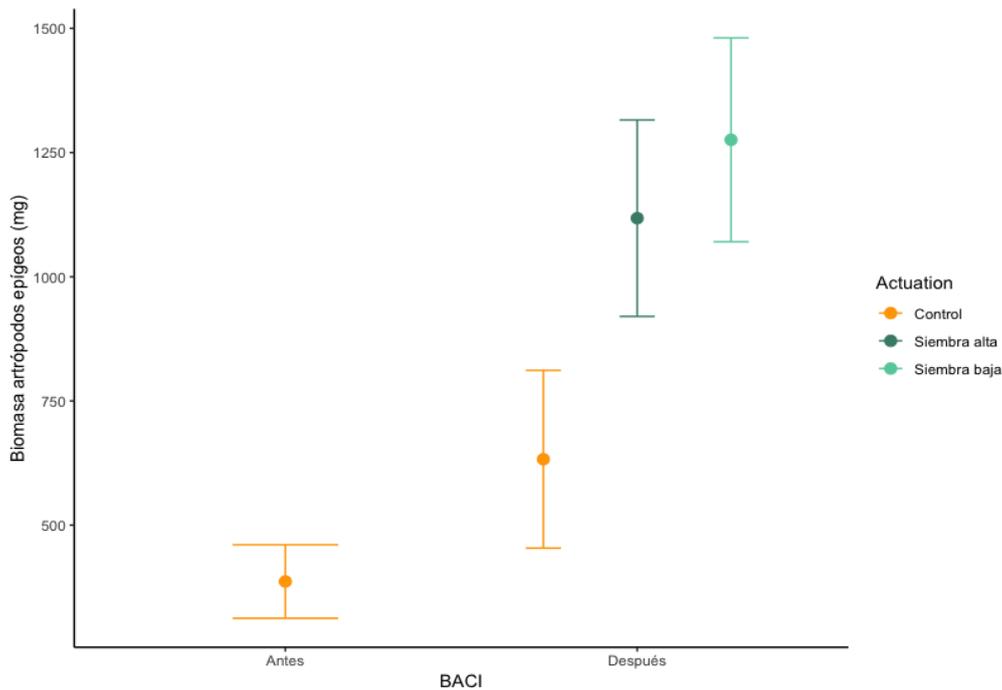


Figura 3. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos epigeos en Layna antes y después de la actuación de restauración de hábitat. En naranja aparecen las zonas control (matorral), en verde oscuro la siembra de excrementos en densidad alta y en verde claro la siembra de excrementos en densidad baja.

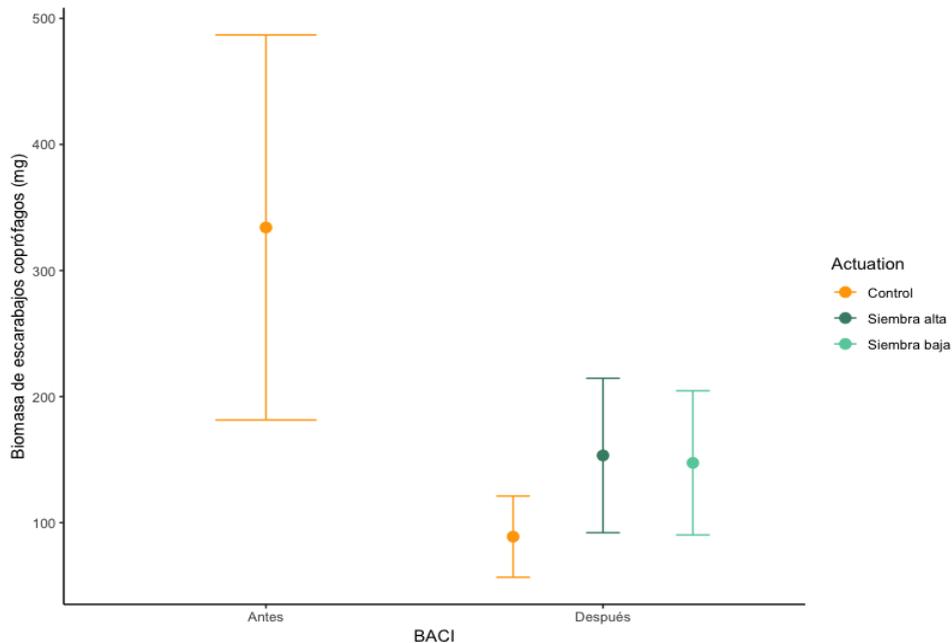


Figura 4. Media \pm error típico de los valores de biomasa de escarabajos coprófagos en Layna antes y después de la actuación de restauración de hábitat. En naranja aparecen las zonas control (matorral), en verde oscuro la siembra de excrementos en densidad alta y en verde claro la siembra de excrementos en densidad baja.

Seguimiento de la variación mensual de la biomasa de artrópodos en Layna

Se llevó a cabo el seguimiento de la variación mensual de la biomasa de artrópodos epigeos, hipogeos y coprófagos desde febrero de 2017 a septiembre de 2020, con un total de 21 temporadas de muestreo. Se observaron diferencias entre la zona control y las zonas de siembra de excrementos, siendo la **biomasa de epigeos mayor en las zonas de la siembra experimental tras la actuación (Fig.5).**

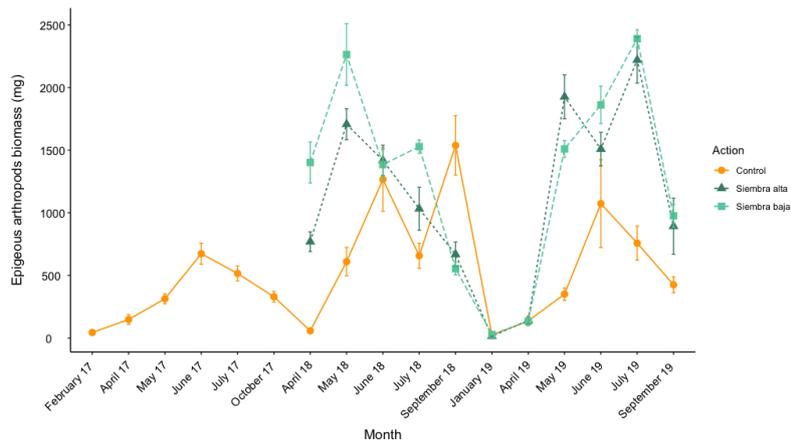


Figura 5. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos epigeos en zonas control (naranja), siembra densidad alta (verde oscuro) y siembra densidad baja (verde claro) en los diferentes muestreos en Layna.

En rasgos generales, la **biomasa de artrópodos hipogeos fue mayor en la zona control**, a excepción de junio de 2018 y mayo de 2019, donde la biomasa en zona experimental fue mayor (**Fig. 6**).

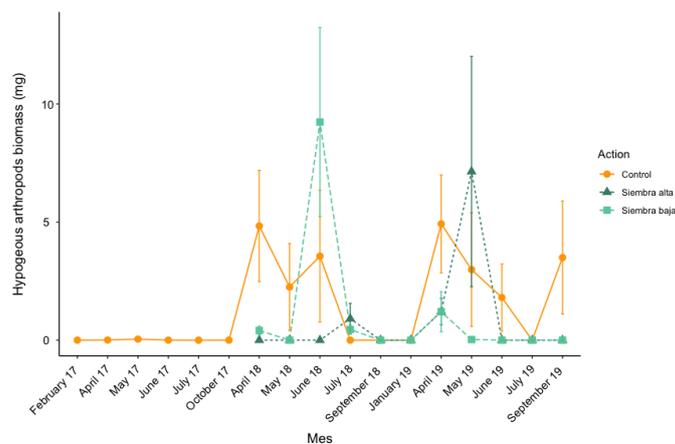


Figura 6. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos hipogeos en zonas control (naranja), siembra densidad alta (verde oscuro) y siembra densidad baja (verde claro) en los diferentes muestreos en Layna.

La **biomasa de artrópodos coprófagos** fue superior en la zona experimental tras la siembra de excrementos (año 2018), **estabilizándose con los valores en zonas control durante 2019** a excepción de junio de ese año, cuando hubo un aumento notable en la zona de siembra de densidad alta respecto a la zona control (**Fig. 7**).

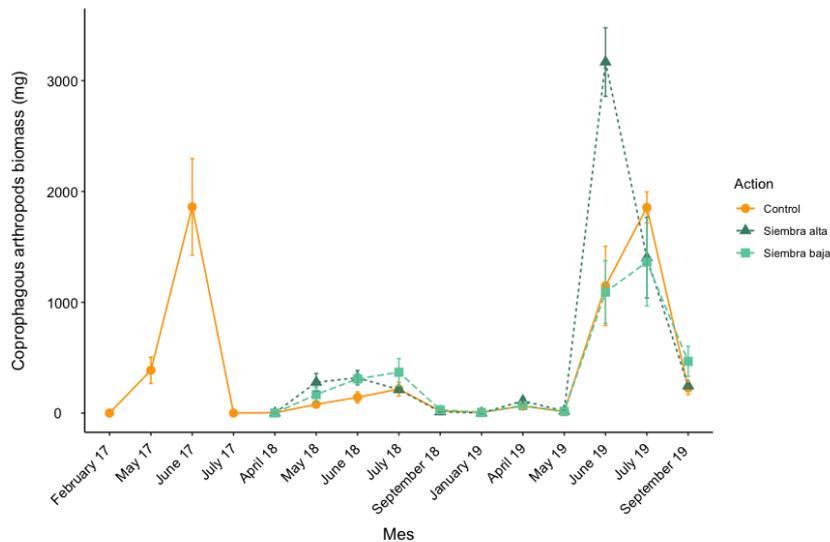


Figura 7. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos coprófagos en zonas control (naranja), siembra densidad alta (verde oscuro) y siembra densidad baja (verde claro) en los diferentes muestreos en Layna.

3.2. Arbujuelo – Retirada de pinar

¿Varía en Arbujuelo la disponibilidad de alimento antes y después de la actuación de restauración del hábitat entre zonas control y zonas restauradas?

El Análisis Multivariante de la Varianza para testar diferencias del factor BACI (antes y después de la restauración) y el factor CI (zonas control frente a zonas impacto) para el conjunto de variables respuesta (biomasa de artrópodos epigeos, hipogeos, escarabajos coprófagos y dípteros coprófagos) mostró diferencias marginalmente significativas para el factor CI ($F = 1.98$, $p = 0.09$), pero no mostró diferencias significativas para el factor BACI ($F = 0.71$, $p = 0.58$) ni para la interacción entre el factor BACI y el CI ($F = 0.15$, $p = 0.96$).

Los Análisis de la Varianza parciales realizados mostraron **diferencias marginalmente significativas en la biomasa de escarabajos coprófagos** (Tabla 3, Fig. 8) y en la biomasa de dípteros coprófagos, **entre zonas control e impacto** (Tabla 3, Fig. 9).

Tabla 3. Significación de las variables de biomasa de artrópodos en Arbujuelo para los dos factores: 1) BACI (antes – después de la restauración), 2) CI (zona control – zona impacto) y 3) la interacción entre ambos factores, incluidos en los Análisis de la Varianza parciales. El punto negro indica relaciones marginalmente significativas. El asterisco en el encabezado de la cuarta columna indica la interacción entre los dos factores.

Variable	BACI	CI	BACI * CI
Epigeos	p = 0.29 F = 1.14	p = 0.42 F = 0.66	p = 0.70 F = 0.14
Hipogeos	p = 0.38 F = 0.78	p = 0.38 F = 0.79	p = 0.62 F = 0.25
Escarabajos coprófagos	p = 0.53 F = 0.38	p = 0.08 *	p = 0.72 F = 0.13
Dípteros coprófagos	p = 0.51 F = 0.43	p = 0.08 *	p = 0.79 F = 0.07

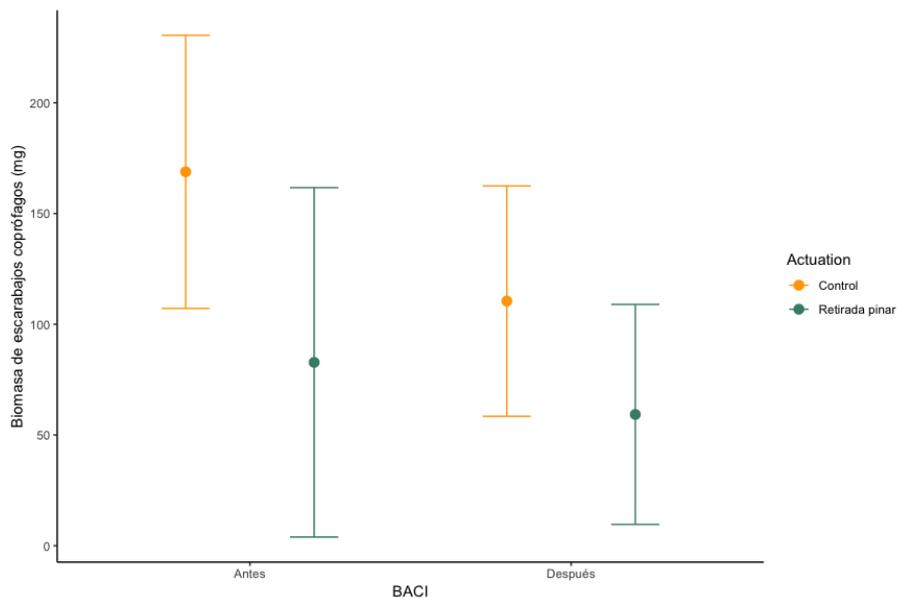


Figura 8. Media \pm error estándar (o error típico) de los valores de biomasa de escarabajos coprófagos en Arbujuelo antes y después de la restauración de hábitat. En verde aparecen las zonas control (matorral) y en naranja las zonas impacto (retirada de pinar).

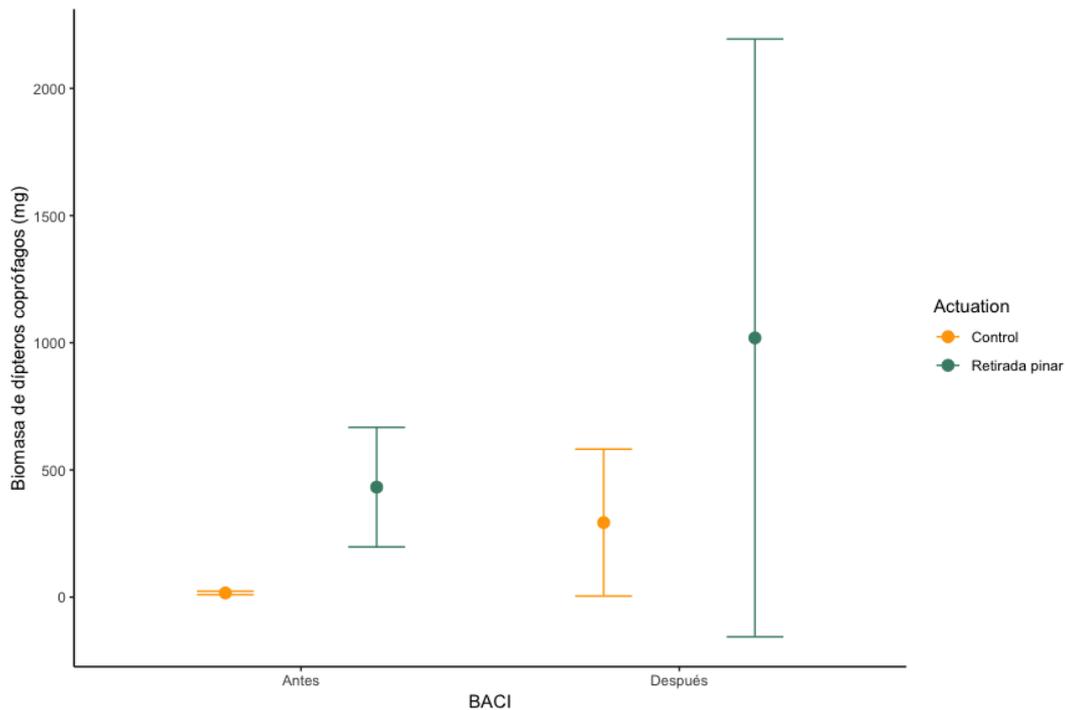


Figura 9. Media \pm error típico de los valores de biomasa de dípteros coprófagos en Arbujuelo antes y después de la restauración de hábitat. En verde aparecen las zonas control (matorral) y en naranja las zonas impacto (retirada de pinar).

Seguimiento de la variación mensual de la biomasa de artrópodos en Arbujuelo

Se observaron diferencias entre la zona control y la zona de retirada de arbolado. La **biomasa de artrópodos epigeos fue superior en zonas de retirada del pinar** durante el periodo reproductor de la alondra ricotí (abril, mayo junio; **Fig. 10**) **después de llevar a cabo la retirada del pinar** (2018, 2019 y 2020). Sin embargo, la biomasa de artrópodos epigeos fue mayor en las zonas control durante el otoño (**Fig. 10**).

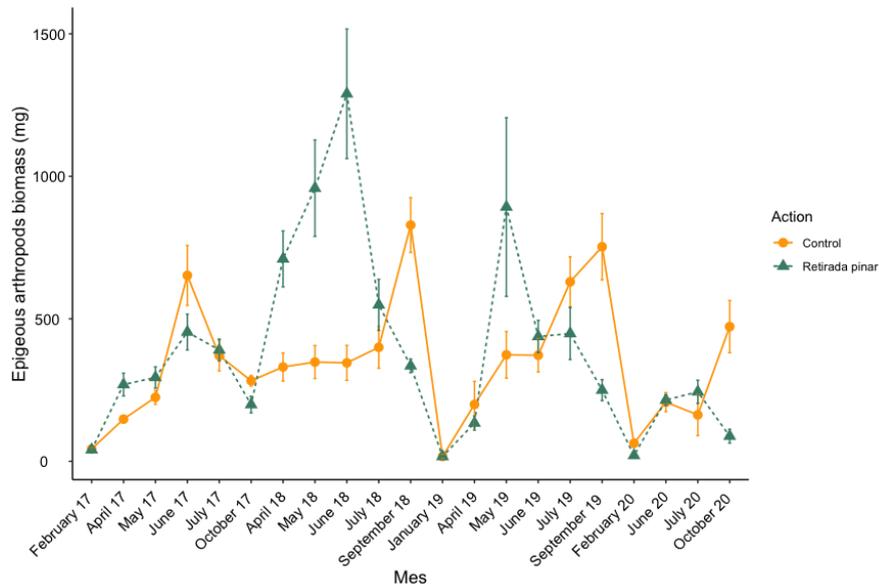


Figura 10. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos epigeos en zona control (naranja) y retirada de pinar (verde oscuro) en los diferentes muestreos en Arbujuelo.

La **biomasa de artrópodos hipogeos** fue **mayor** en las primaveras de 2019 y 2020 en la zona de retirada del pinar (Fig. 11).

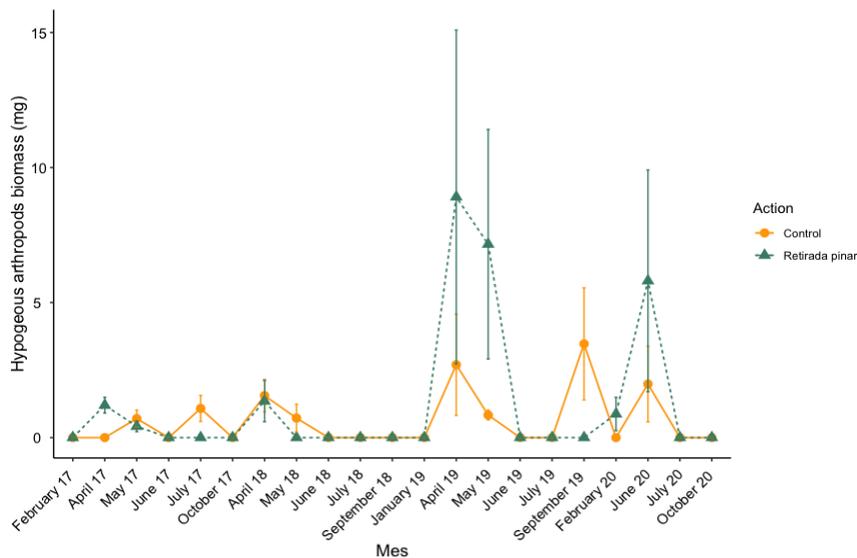


Figura 11. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos hipogeos en zona control (naranja) y retirada de pinar (verde oscuro) en los diferentes muestreos en Arbujuelo.

Los valores de **artrópodos coprófagos** fueron **similares** en zonas actuación y zonas control excepto en junio de 2019, donde la biomasa de coprófagos fue mayor en la zona donde se retiró el pinar (**Fig. 12**).

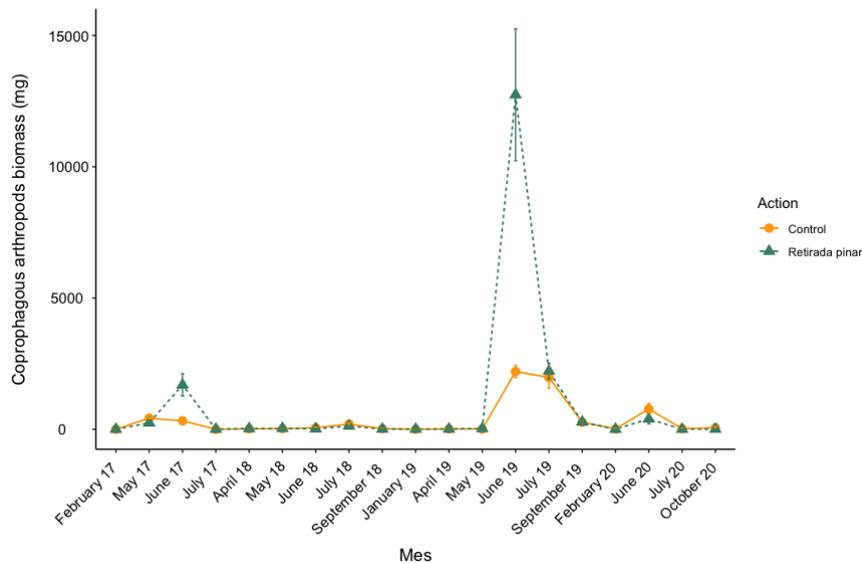


Figura 12. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos coprófagos en zona control (naranja) y retirada de pinar (verde oscuro) en los diferentes muestreos en Arbujuelo.

3.3. Barahona – Aclareo de encinar

¿Varía en Barahona la disponibilidad de alimento antes y después de la actuación de restauración del hábitat entre zonas control y zonas restauradas?

El Análisis Multivariante de la Varianza para testar diferencias del factor BACI (antes y después de la restauración) y el factor CI (zonas control frente a zonas impacto) para el conjunto de variables respuesta (biomasa de artrópodos epigeos, hipógeos, escarabajos coprófagos y dípteros coprófagos) **no mostró diferencias significativas** para el factor BACI ($F = 0.86$, $p = 0.49$), factor CI ($F = 0.23$, $p = 0.91$) ni para la interacción entre ambos factores ($F = 0.54$, $p = 0.71$). Por tanto, los Análisis de la Varianza parciales tampoco mostraron diferencias significativas en la biomasa de los diferentes grupos de artrópodos (**Tabla 4**).

Tabla 4. Significación de las variables de biomasa de artrópodos en Barahona para los dos factores: 1) BACI (antes – después de la restauración), 2) CI (zona control – zona impacto) y 3) la interacción entre ambos factores, incluidos en los Análisis de la Varianza parciales. El asterisco indica las relaciones significativas. El asterisco en el encabezado de la cuarta columna indica la interacción entre los dos factores.

Variable	BACI	CI	BACI * CI
Epigeos	p = 0.18 F = 1.79	p = 0.98 F = 0.004	p = 0.15 F = 2.11
Hipogeos	p = 0.37 F = 0.82	p = 0.50 F = 0.46	p = 0.74 F = 0.11
Escarabajos coprófagos	p = 0.75 F = 0.09	p = 0.76 F = 0.09	p = 0.83 F = 0.05
Dípteros coprófagos	p = 0.70 F = 0.15	p = 0.60 F = 0.27	p = 0.75 F = 0.09

Seguimiento de la variación mensual de la biomasa de artrópodos en Barahona.

Se observaron diferencias ente la zona control y la zona de retirada de pies de encina disperso. La biomasa de artrópodos epigeos fue superior en zona control durante el año 2018 (Fig. 13). A partir del año 2019, los valores de zonas restauradas tienden a parecerse a los de las zonas control (Fig. 13).

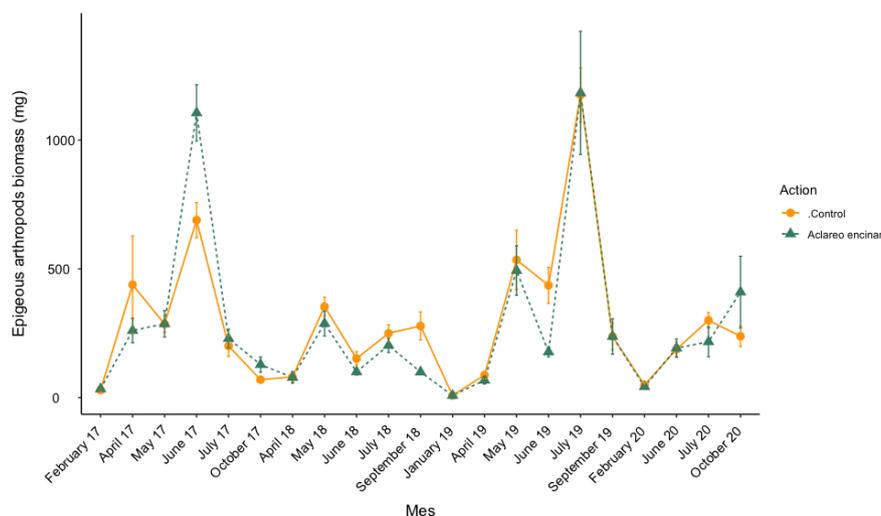


Figura 13. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos epigeos en zona control (naranja) y retirada de pinar (verde oscuro) en los diferentes muestreos en Barahona.

Los valores de biomasa de hipógeos fueron en general bajos, fluctuando valores superiores en zonas de actuación (e.g. mayo 2017, junio 2018, febrero 2020; **Fig. 14**) y en zonas control (e.g. julio 2017, junio 2019 y julio 2020; **Fig. 14**).

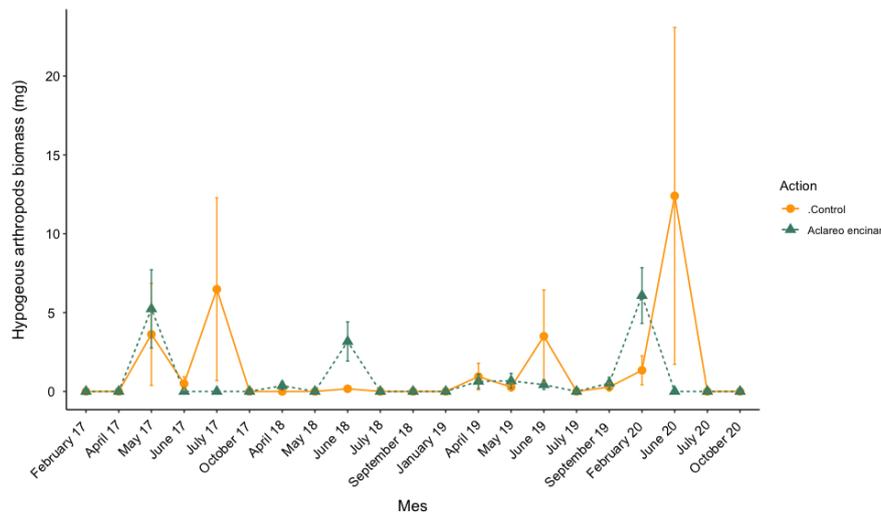


Figura 14. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos hipogeos en zona control (naranja) y retirada de pinar (verde oscuro) en los diferentes muestreos en Barahona.

La biomasa de artrópodos coprófagos fue **superior en las zonas control** en los meses de junio 2017, mayo y julio de 2018, enero y septiembre de 2019 (**Fig. 15**) mientras que fue **superior en la zona de actuación** en los meses de septiembre de 2018, junio 2019, junio y septiembre de 2020 (**Fig.15**).

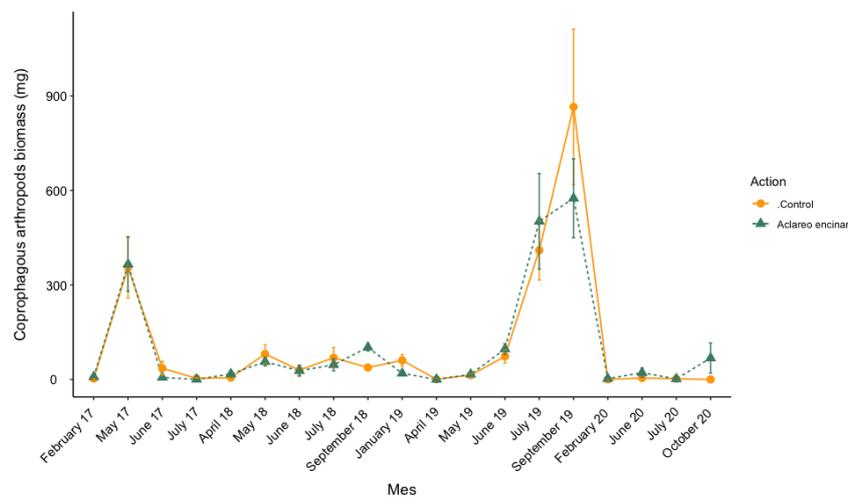


Figura 15. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos coprófagos en zona control (naranja) y retirada de pinar (verde oscuro) en los diferentes muestreos en Barahona.

3.4. Retortillo – Aclareo de encinar

¿Varía en Retortillo la disponibilidad de alimento antes y después de la actuación de restauración del hábitat entre zonas control y zonas restauradas?

El Análisis Multivariante de la Varianza mostró diferencias significativas para el factor CI ($F = 2.69$, $p = 0.032^*$) y marginalmente significativas para el factor BACI ($F = 2.39$, $p = 0.052^*$), pero no para la interacción entre ambos factores ($F = 0.85$, $p = 0.49$).

Los Análisis de la Varianza parciales mostraron diferencias significativas en la biomasa de dípteros coprófagos (**Tabla 5, Fig. 16**) antes y después de la restauración; y en la **biomasa de artrópodos epígeos (Tabla 5, Fig. 17)** en zonas control y zonas impacto, siendo mayor en las zonas control.

Tabla 5. Significación de las variables de biomasa de artrópodos en Retortillo para los dos factores: 1) CI (zona control – zona impacto), 2) BACI (antes – después de la restauración) y 3) la interacción entre ambos factores, incluidos en los Análisis de la Varianza parciales. En negrita se muestran las relaciones significativas. El asterisco en la cuarta columna indica la interacción entre los dos factores.

Variable	BACI	CI	BACI * CI
Epigeos	$p = 0.15$ $F = 2.12$	$p = 2.6 \times 10^{-3} *$ $F = 9.29$	$p = 0.80$ $F = 0.06$
Hipogeos	$p = 0.41$ $F = 0.67$	$p = 0.25$ $F = 1.34$	$p = 0.14$ $F = 2.15$
Escarabajos coprófagos	$p = 0.17$ $F = 1.93$	$p = 0.45$ $F = 0.58$	$p = 0.79$ $F = 0.06$
Dípteros coprófagos	$p = 6.1 \times 10^{-3} *$ $F = 7.67$	$p = 0.45$ $F = 0.58$	$p = 0.40$ $F = 0.71$

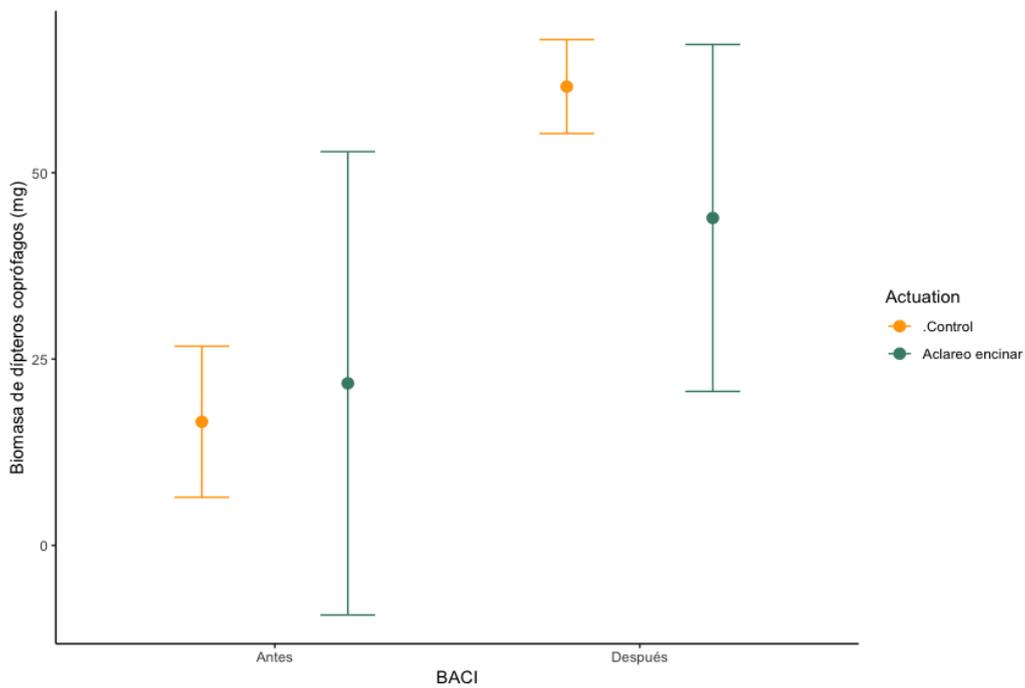


Figura 16. Media \pm error típico de los valores de biomasa de dípteros coprófagos en Retortillo antes y después de la actuación de restauración de hábitat. En naranja aparecen las zonas control (matorral) y en verde oscuro las zonas impacto (aclareo de encinar).

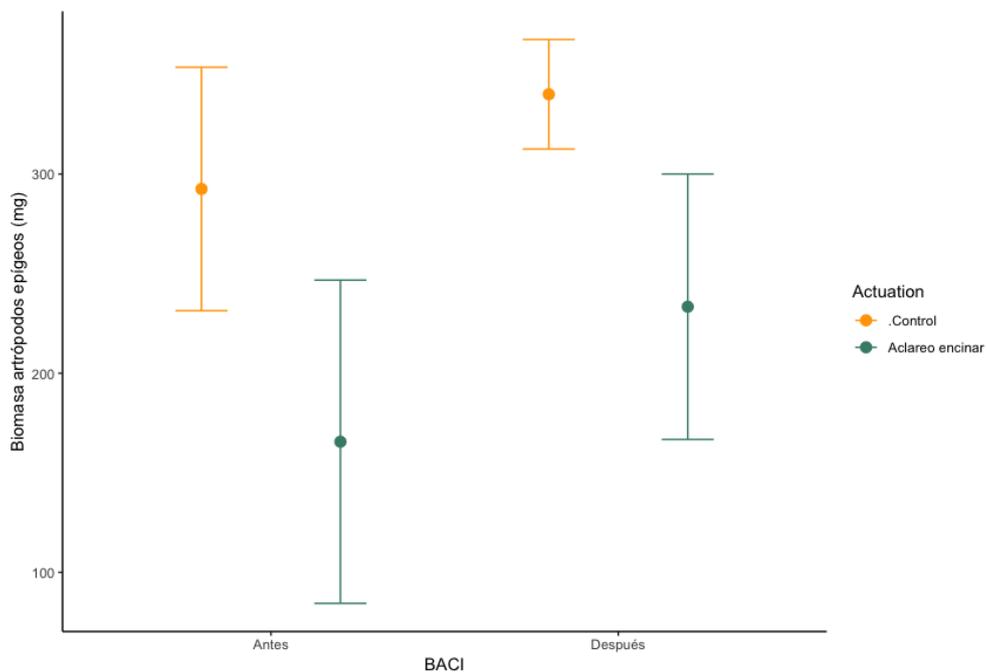


Figura 17. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos epigeos en Retortillo antes y después de la actuación de restauración de hábitat. En naranja aparecen las zonas control (matorral) y en verde oscuro las zonas impacto (aclareo de encinar).

Seguimiento de la variación mensual de la biomasa de artrópodos en Retortillo.

Se observaron diferencias entre la zona control y la zona de aclareo de pies de encina. La **biomasa de artrópodos epigeos** fue **superior** en zonas de actuación durante prácticamente todo el periodo muestreado, manteniendo en mismo patrón que en las zonas control (**Fig. 18**) tanto antes como después de la actuación.

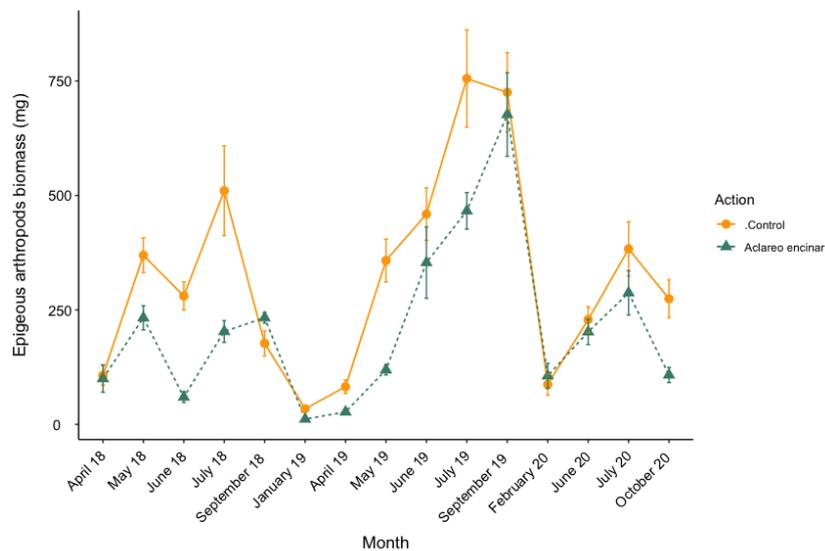


Figura 18. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos epigeos en zona control (naranja) y retirada de encinar (verde oscuro) en los diferentes muestreos en Retortillo.

En contraposición, la **biomasa de artrópodos hipogeos** fue **mayor** en la zona de actuación a partir de la retirada de arbolado (enero de 2019; **Fig. 19**).

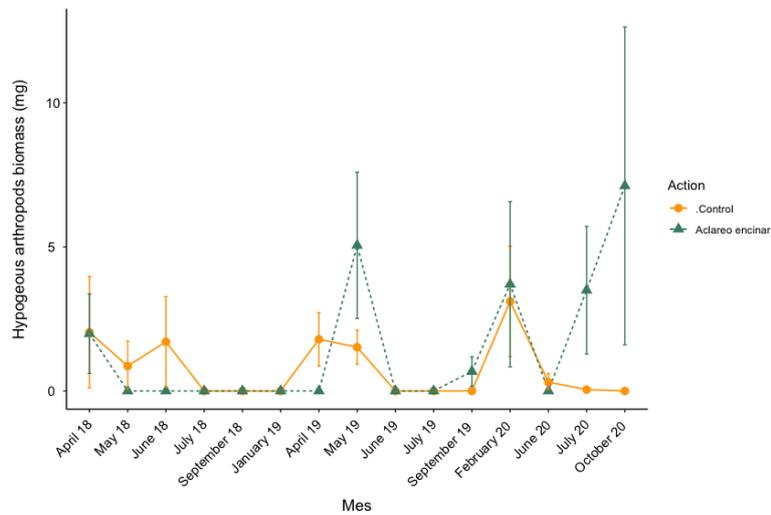


Figura 19. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos hipogeos en zona control (naranja) y retirada de encinar (verde oscuro) en los diferentes muestreos en Retortillo.

Los valores de **artrópodos coprófagos** fueron **similares** en zonas actuación y zonas control excepto en junio de 2019, con tendencia a ser superiores en las zonas control hacia final de verano principio de otoño (**Fig. 20**).

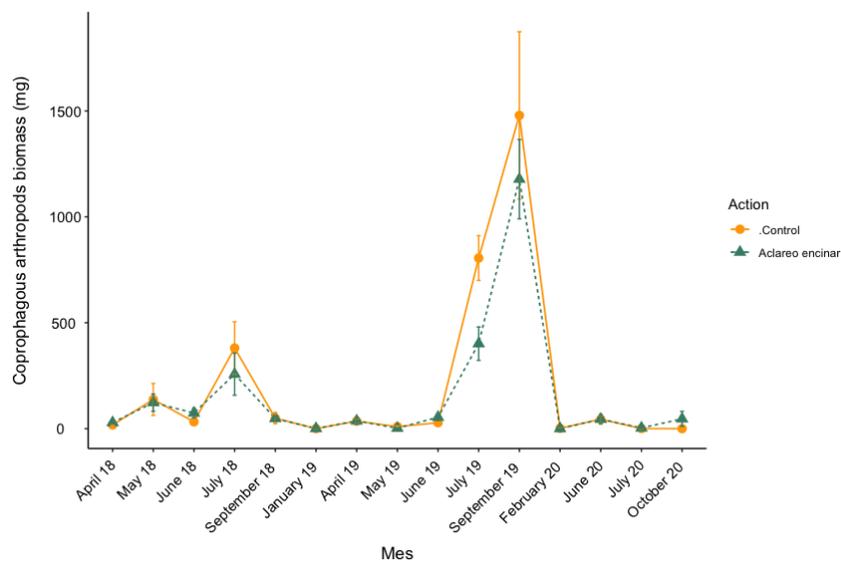


Figura 20. Media \pm error típico de los valores de biomasa de artrópodos coprófagos en zona control (naranja) y retirada de encinar (verde oscuro) en los diferentes muestreos en Retortillo.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Layna (siembra de excrementos) – La biomasa de artrópodos epigeos y la de escarabajos coprófagos fue mayor en los muestreos que tuvieron lugar después de la actuación, es decir, en los años 2018, 2019 y 2020. Además, la **biomasa de artrópodos epigeos fue más alta en las zonas donde se llevó a cabo el aporte de excrementos**. Los resultados no permiten saber con certeza si la siembra de excrementos ha sido la causante, debido a la ausencia de datos de biomasa en la zona de actuación antes de la siembra de excrementos. Sin embargo, todo apunta a un **aumento muy notable de la biomasa de artrópodos epigeos y escarabajos coprófagos**, que se habrían visto atraídos por el aporte de excrementos realizado en esta restauración ecológica experimental. Este hecho lleva a considerar esta actuación como exitosa, ya que, una vez realizada la siembra de excrementos, los ejemplares de alondra ricotí tienen una disponibilidad de alimento incluso mayor que en las zonas de hábitat óptimo que se tomaron como control para este estudio.

Arbujuelo (retirada pinar) – Las **diferencias** registradas en términos de biomasa **no se deben a la retirada de pinar**, ya que como se muestra en los resultados, la interacción entre el factor BACI (antes y después de la actuación) y el factor CI (Zona control frente a zonas impacto) no fue significativo. Las diferencias registradas fueron marginalmente significativas. Estas diferencias pueden deberse presumiblemente a **cambios interanuales** en las variables climáticas, a cambios en la estructura de la vegetación que afectan a la distribución de los artrópodos o a fluctuaciones naturales del ciclo de estos invertebrados (Arnaldos *et al.*, 2010). Por tanto, en Arbujuelo **no se registraron diferencias significativas en términos de biomasa** entre las zonas restauradas y las zonas control antes y después de la actuación. La retirada de este pinar en Arbujuelo se llevó a cabo con el objetivo de convertir esta zona en hábitat potencial para que la alondra ricotí pudiera distribuirse dentro de esta área. Ya que se ha comprobado que en términos de disponibilidad de alimento **la restauración no ha tenido efectos negativos** sobre estos grupos funcionales, que son alimento potencial para la alondra ricotí, podemos concluir que esta **actuación dentro del proyecto ha sido exitosa**, ya que, desde el punto de vista de la disponibilidad de alimento, esta zona tiene un **recurso trófico equiparable al de las zonas de control** (matorral) donde existe presencia de alondra ricotí.

En cuanto al seguimiento mensual llevado a cabo desde febrero de 2017 a octubre de 2020, se observa una tendencia clara a que la biomasa de artrópodos epigeos es mayor en las zonas donde se retiró el pinar durante los primeros meses de primavera (Fig. 10).

Barahona (aclareo encinar) – La biomasa de artrópodos por grupos antes y después de la actuación en zonas control e impacto no ha sufrido cambios significativos. Por tanto, podemos afirmar que el aclareo de encinar ha permitido conseguir un **hábitat óptimo potencial para la alondra ricotí en términos de vegetación** y que esta zona cuenta con

un **recurso trófico en términos de biomasa de artrópodos equivalente** a las zonas ya ocupadas por la especie.

Retortillo (aclareo encinar) – Se registró una **biomasa de artrópodos epigeos** significativamente **mayor en zonas control que en las zonas donde se llevó a cabo la restauración**, tanto antes como después de la actuación. Esto indica que la restauración realizada no ha conseguido el objetivo de alcanzar, al menos, los valores encontrados en las zonas control. Sin embargo, la restauración ecológica no ha afectado negativamente a la disponibilidad de alimento, ya que permanece constante una vez realizado el aclareo del encinar. Además, la biomasa de artrópodos epigeos fue más alta después de la actuación (**Fig.17**), lo que indica que los años posteriores a la restauración (2019 y 2020) favorecieron la proliferación de artrópodos, posiblemente debido a cambios interanuales de temperatura o precipitación.

Por ello, podemos afirmar que la restauración ecológica en Retortillo **no ha tenido un efecto negativo** sobre la biomasa de artrópodos a corto plazo. Hay que destacar que las acciones de restauración de esta zona se llevaron a cabo a principios de 2019, por lo que solamente se tienen datos de los dos primeros años tras la restauración. Futuros estudios con una serie temporal más larga ayudarán a observar el efecto a largo plazo de la restauración en esta zona.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Arnaldos, M.I, García, M.D y Presa, J. J. (2010). Los artrópodos y el hombre. Entomología forense. Universidad de Murcia.
- Herranz, J. Yanes, M. & Suárez, F. (1993). Primeros datos sobre la dieta de pollos de alondra de Dupont, *Chersophilus duponti*, en la Península Ibérica. *Ardeola*, 40: 77-79.
- Hódar, J.A. (1996). The use of regression equations for estimation of arthropod biomass in ecological studies. *Acta oecologica*, 17(5), 421-433.
- Suárez, F. (Ed.) (2010). La alondra ricotí (*Chersophilus duponti*). Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino Medio Rural y Marino, Madrid.
- Talabante, C., Aparicio, A., Aguirre, J. L. & Peinado, M. (2015). Avances en el estudio de la alimentación de adultos de Alondra ricotí (*Chersophilus duponti*) y la importancia de los escarabajos coprófagos. I Workshop nacional de la Alondra Ricotí: Estrategias futuras. Estación Ornitológica de Padul (EOP), Granada. 13 de junio de 2015.