



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural
Europa invierte en las zonas rurales

**Gobierno
de Navarra**  **Nafarroako
Gobernua**



IMPLANTACIÓN EN VIÑEDOS DE TÉCNICAS DE CONFUSIÓN SEXUAL CONTRA LOBESIA BOTRANA MEDIANTE DIFUSORES DE FEROMONAS BIODEGRADABLES (BIOFERO)

INFORME DE RESULTADOS

Entidades participantes



Bodega Carbonera S. Coop.



Este proyecto se enmarca en el Programa de Desarrollo Rural de Navarra 2014-2020 y está financiado al 100% a través de los fondos de recuperación EURI (Next Generation)



Unión Europea

Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

Europa invierte en las zonas rurales

**Gobierno
de Navarra**  **Nafarroako
Gobernua**





ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	4
2.	ACTIVIDADES REALIZADAS	7
2.1.	Identificación y evaluación de nuevas técnicas de confusión sexual	8
2.2.	Evaluación de la eficacia de los difusores biodegradables para la aplicación de técnicas de confusión sexual	11
2.2.1.	Selección de las zonas y parcelas implicadas en el proyecto	11
2.2.2.	Monitorización de los viñedos y obtención de indicadores	17
3.	RESULTADOS	18
3.1.	Identificación y evaluación de nuevas técnicas de confusión sexual	18
3.1.1.	Resultados obtenidos en 2022	18
3.1.2.	Resultados obtenidos en 2023	19
3.2.	Evaluación de la eficacia de los difusores biodegradables para la aplicación de técnicas de confusión sexual	22
3.2.1.	Resultados agronómicos campaña 2022	22
3.2.2.	Resultados agronómicos campaña 2023	26
3.2.3.	Indicadores económicos	42
4.	CONCLUSIONES DEL PROYECTO	46

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El presente proyecto se ha planteado con el fin de evaluar la eficacia de los difusores biodegradable de feromonas en el control de *Lobesia botrana*. Este lepidóptero es una plaga endémica de los viñedos de Navarra, que afecta especialmente a las explotaciones vitivinícola localizadas en la Zona Media y Ribera de Navarra. Durante los diez últimos años en algunas zonas de Navarra se ha ido modificación la estrategia para combatir esta plaga, sustituyendo el uso de insecticidas por la implantación de técnicas de confusión sexual.

Todos los años los viticultores de Navarra tienen que invertir una importante cantidad de recursos para combatir los efectos de Lobesia sobre el viñedo, ya que puede afectar de manera importante tanto al rendimiento como a la calidad de las uvas. Además, el daño producido por Lobesia facilita el desarrollo de Botrytis cinérea, hongo que afecta de manera importante a la calidad y rendimiento de los viñedos, y que obliga al viticultor a incrementar las aplicaciones de fungicidas. Por lo tanto, es importante realizar un buen control de Lobesia para evitar la aparición de Botrytis y así poder minimizar la aplicación de fungicidas.

En las zonas donde se ha ido implantando la confusión sexual se ha comenzado a observar algunos de los problemas que puede generar la utilización de los difusores de feromonas que se han venido utilizando habitualmente. Estos difusores son de material plástico y en función de la presión de la plaga se pueden llegar a colocar hasta 250 difusores por hectárea. Una vez finalizada la vendimia una parte de estos difusores quedan en las parcelas, bien porque el viticultor no los retira totalmente, o bien porque una parte caen al suelo en la realización de las distintas labores que se realizan en el viñedo. En algunos casos incluso se ha observado como al realizar la vendimia mecánica una mala colocación de estos difusores hace que estos puedan llegar a la bodega junto con la uva recolectada.

Los proveedores de los difusores de confusión sexual son sabedores de estos problemas y además son conscientes del previsible endurecimiento de la normativa que regula la presencia de residuos plásticos en parcelas agrarias, por lo que algunos de ellos han comenzado a sacar el mercado difusores biodegradables.

En este proyecto se ha evaluado la eficacia de técnicas de confusión sexual contra Lobesia botrana mediante difusores que evitan la presencia de residuos plásticos en campo. Se ha evaluado el uso de difusores biodegradables en tres cooperativas de Navarra: Bodegas Vega del Castillo (Olite), Bodega Cirbonera (Cintruénigo) y Bodega San Sebastian (Andosilla). Estas bodegas están situadas en zonas con unas condiciones agroclimáticas y presiones de plaga diferentes, por lo que en el proyecto se ha podido estudiar la eficacia y rentabilidad de los distintos difusores de feromonas utilizadas en diferentes condiciones de cultivo.



Asimismo, se han identificado y evaluado en parcelas gestionadas por EVENA otros productos para la aplicación de técnicas de confusión sexual, que también permiten evitar la presencia de residuos plásticos en parcela, como espumas (pendientes de obtener registro fitosanitario) y feromonas líquidas.

Todavía existe una gran parte de los viticultores de Navarra que están combatiendo esta plaga mediante el uso de insecticidas, y aunque en algunas zonas ha comenzado a ser habitual encontrar viticultores que han implantado técnicas de confusión sexual en sus viñedos, todavía está siendo complicado que esta práctica se generalice entre los viticultores de Navarra, bien por desconocimiento y/o desconfianza en la efectividad de esta técnica o bien por el coste económico de la misma. Los insecticidas que se utilizan habitualmente para el control de Lobesia no son específicos para la plaga, por lo que es necesario evaluar aquellas técnicas que permiten reducir el uso de insecticidas, mejorando la biodiversidad de sus viñedos, y que el sector conozca los resultados obtenidos.

Durante los últimos años se han prohibido algunos de los insecticidas que se venían utilizando habitualmente para combatir la polilla del racimo, más económicos y con más persistencia que las materias activas que actualmente hay autorizadas, por lo que el coste de la confusión sexual se ha igualado respecto a la aplicación de insecticidas. Uno de los factores que también influye en el aumento del coste de las aplicaciones insecticidas respecto a la confusión sexual es el incremento del precio del gasoil, ya que la confusión sexual se coloca manualmente, mientras que con los insecticidas es necesario la realización de aplicaciones periódicas. Por tanto, creemos que es importante hacer un estudio de costes comparativo y divulgar estos resultados entre los viticultores para evidenciar la diferencia real de los costes que tiene la confusión sexual frente al uso de insecticidas.

Por otro lado, los cambios observados en las condiciones climáticas de las últimas campañas, derivadas probablemente del cambio climático, está provocando que las distintas generaciones de *Lobesia botrana* que se dan durante el ciclo de cultivo sean cada vez más largas, llegando en muchos casos incluso a solaparse. En nuestras condiciones climáticas presenta de forma general tres generaciones al año, pudiendo llegar a una cuarta en función de las condiciones climáticas del final del verano y de la zona geográfica. Esta circunstancia provoca que cada vez sea más complicado identificar correctamente la fecha en la que se deben realizar las aplicaciones de insecticidas, ya que cada insecticida actúa sobre un estado concreto de la plaga (huevo, oruga o adulto), y cuanto más largas son las generaciones más variedad de estados de desarrollo de la plaga se dan de manera simultánea. Asimismo, aunque el tratamiento se haga en el momento óptimo el tratamiento insecticida sigue perdiendo eficacia. Esta circunstancia sin embargo no afecta a la eficacia de la confusión sexual ya que con esta técnica se protege el viñedo de manera continua a lo largo de toda la campaña. Además, una reducción de la eficacia de los tratamientos insecticidas puede provocar una reducción tanto de los rendimientos del viñedo como de la calidad de la uva, lo que incide directamente en



la rentabilidad del viñedo, y por tanto también es un factor que también se debe tener en cuenta a la hora de evaluar el coste de las distintas técnicas.

No obstante, en las zonas en las que se ha venido utilizando la confusión sexual utilizando difusores plásticos durante muchos años se ha comprobado el problema que supone la acumulación de difusores plásticos en las parcelas, por lo que la salida al mercado de difusores biodegradables es un avance importante, siempre y cuando estos productos tengan la misma eficacia, por lo que es importante poder comprobar si estos difusores son una alternativa viable para los agricultores.

Por tanto, dada la problemática existente en el sector vitivinícola para el control de las poblaciones de *Lobesia botrana*, los objetivos que se han establecido para este proyecto son los siguientes:

- Evaluar agronómica y económicamente la eficacia de la confusión sexual mediante difusores biodegradables.
- Cuantificar la reducción de residuos plásticos que se consigue mediante el uso de difusores biodegradables.
- Identificar y evaluar las nuevas técnicas de confusión sexual que evitan la presencia de plásticos en el campo.
- Calcular la reducción en el uso de fitosanitarios conseguida gracias a la utilización de técnicas de confusión sexual.
- Divulgar los resultados obtenidos de la evaluación agronómica y económica, así como difundir como realizar una correcta aplicación de estas prácticas.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

Para evaluar la eficacia y coste de los difusores de feromonas biodegradables se han establecido distintas zonas de estudio:

- Parcelas donde se ha implantado la confusión sexual mediante difusores biodegradables.
- Parcelas donde se ha implantado la confusión sexual mediante difusores plásticos.
- Parcelas en las que el control de la plaga se ha realizado mediante el uso de insecticidas.

De esta manera, en el proyecto ha sido posible tanto comparar los resultados obtenidos entre las dos tipos de difusores, como comparar ambas técnicas de confusión sexual con el uso de insecticidas.

Dado que la confusión sexual es una técnicas que optimiza su eficacia cuanto mayor es la homogeneidad y superficie de viñedo, se han seleccionado tanto zonas superficie de viñedo muy homogéneas de más de 100 ha, como zonas más reducidas, de menos de 20 ha, en las que el viñedo está más disperso y tienen una geometría menos favorable para la implantación de la confusión sexual. De esta manera se han podido evaluar los resultados que se han obtenido al utilizar ambos tipos de difusores en unas condiciones óptimas y en unas condiciones menos favorables para su implantación.

Además, en las cooperativas implicadas en el proyecto se han identificado distintas zonas agroclimáticas en función de la altitud, exposición al viento, humedad, tipo de riego, etc... que afectan tanto al nivel plaga como a la eficacia de la confusión sexual, para comprobar la eficacia de estas técnicas en distintas condiciones del cultivo.

Por otro lado, para realizar un buen control de la plaga es imprescindible monitorizar su comportamiento, por lo que en todas las zonas de estudio se colocó una red de trampas delta, en las que se han realizado conteos semanales de las capturas de *Lobesia* para ver cuál ha sido el comportamiento durante la campaña.

A continuación, se describen las actividades realizadas en las distintas fases de trabajo del proyecto.

2.1. Identificación y evaluación de nuevas técnicas de confusión sexual

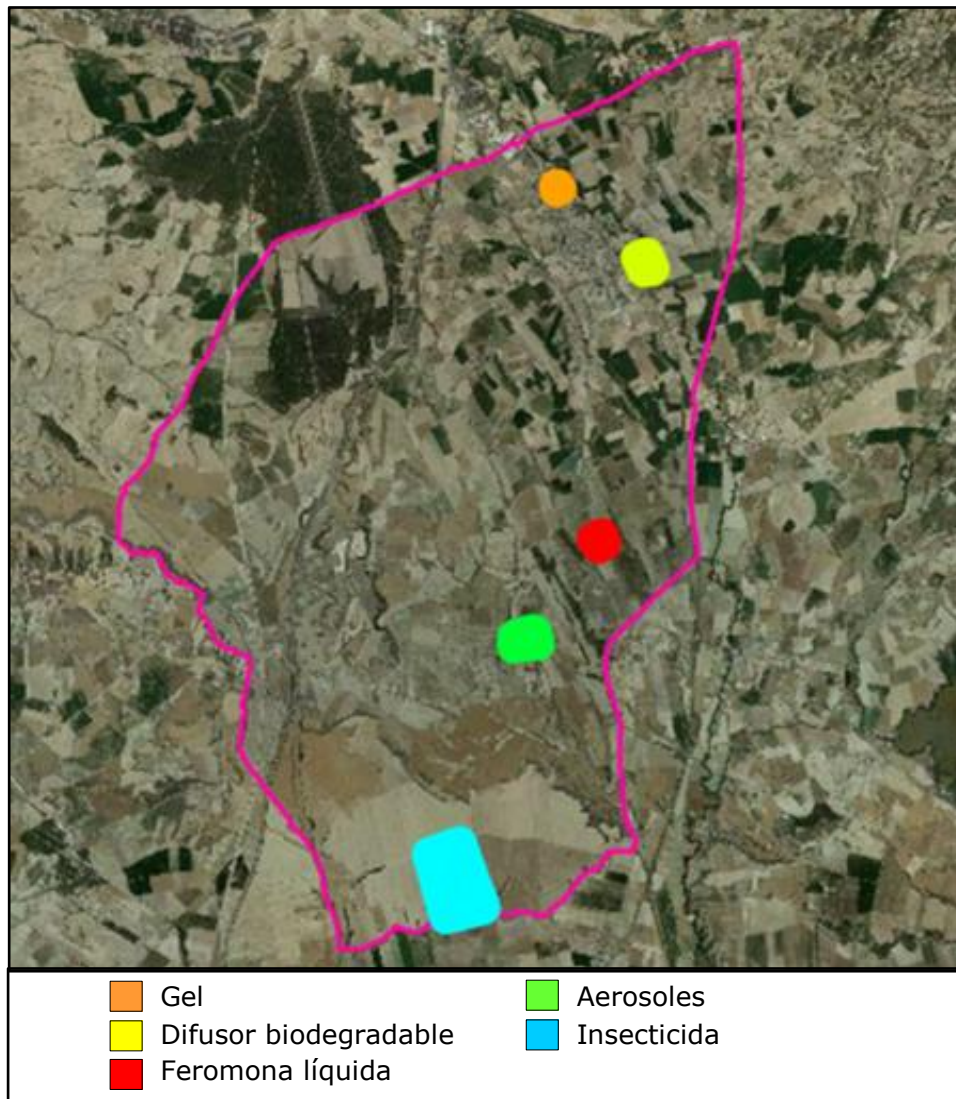
Entre los meses de enero y marzo de 2022 y 2023 se establecieron contactos con distintas casas comerciales para identificar las técnicas de confusión sexual que estaban en el mercado y aquellas que estaban en fase experimental y que previsiblemente iban a comenzar a comercializarse en corto plazo. Posteriormente se identificaron todas aquellas técnicas que en su aplicación evitan la posible presencia de residuos plásticos en campo y se seleccionaron las parcelas de EVENA o de colaboradores de esta entidad, en las que se iban a utilizar cada uno de estos productos. Así mismo, se seleccionó una parcela en la que se han utilizado los difusores plásticos que hasta la fecha se han utilizado habitualmente para implantar la confusión sexual, de esta manera hemos podido comparar la eficacia entre los distintos medios de confusión evaluados. Además, se hizo el seguimiento de una parcela en el entorno de EVENA que continuará utilizando insecticidas para poder comparar también las técnicas de confusión con el uso de insecticidas.

Finalmente, se decidió la ubicación de las trampas delta con las que se iba monitorizar el comportamiento de la plaga en el entorno de Olite.

A lo largo de las dos campañas del proyecto se hizo un seguimiento semanal de las trampas y tras cada una de las tres generaciones de la plaga se observaron los daños producidos en los viñedos por *Lobesia botrana*. Posteriormente, en vendimia se evaluó el estado sanitario de los viñedos y los rendimientos obtenidos por hectárea, así como la rentabilidad obtenida en función de la variedad y técnica utilizada en cada una de las cooperativas.

A continuación, se muestran las técnicas evaluadas en EVENA y la localización de las distintas parcelas:

Técnica confusión	Parcela	Superficie (ha)
Aerosoles	Baretón	8
Difusores biodegradables	Colaborador	4,2
Feromona líquida	Extremal	2
Espuma o gel	Jardín y Poste	0,56
Insecticidas	Sarría	53



Localización de parcelas demostrativas EVENA

- **Aerosoles:** Se trata de un difusor de emisión controlada de la feromona sintética químicamente análoga a la producida naturalmente por Lobesia botrana. Constituido por una bombona de aluminio insertada a un emisor automático preprogramado, que proporciona la liberación de la cantidad de feromona diaria precisa para una campaña. La formulación líquida del bote sale a través de una boquilla, se atomiza en microgotas, formando la nube de feromonas. Una sola aplicación de este producto garantiza toda la cobertura estacional de vuelo de Lobesia Botrana. Se debe instalar antes del inicio de vuelo de la primera generación de la plaga, colocándose en los postes de soportes de las filas o de otras estructuras de plantación. Las unidades de este producto deben distribuirse homogéneamente dentro de la zona tratada, evaluando siempre los factores que pueden influir en la concentración en campo de la feromona liberada, como el viento, la orografía y la ubicación, la presencia de cualquier fuente de infestación de la plaga....



- **Difusores biodegradables:** Es un difusor de liberación controlada que contiene la feromona sintética. Este difusor es producido a partir de polímeros biodegradables de origen natural. Los biopolímeros, degradables y compostables según las normas europeas del sector (EN 13432) representan una importante innovación técnica en términos de ecocompatibilidad de la confusión sexual. El producto consiste en dos tubos paralelos de material polimérico. Ambos llenos de la feromona específica, soldados en los extremos y abiertos en el centro para permitir su colocación en la planta.

Se deben colgar los difusores en las partes leñosas de la planta evitando la exposición directa al sol. No forzar demasiado la apertura para no romper el difusor. La biodegradabilidad de los polímeros, junto con el completo agotamiento de la feromona en la primavera siguiente a la de su aplicación, no hace necesaria su retirada al final de la temporada. Su degradación será llevada a cabo por los microorganismos del suelo y será más rápida en aquellos con un buen contenido de sustancia orgánica en comparación con los suelos más pobres y arenosos

- **Feromona líquida:** Es un producto líquido en el que la feromona sintética se va liberando al aire paulatinamente. Su tecnología de micro-encapsulado genera una liberación progresiva de la feromona, que permite una acción prolongada de 2-3 semanas. El producto se aplica mediante un atomizador, al igual que los insecticidas habituales. Se realizaron tratamientos en 2º y 3º generación con dosis de 75-100 ml/ha. La persistencia de este producto se estima en 2-3 semanas por lo que es de gran importante realizar el tratamiento en el momento oportuno (eclosión de los huevos). Se puede mezclar con otros fungicidas y aprovechar el momento de tratamiento. Se debe dirigir a la altura del racimo sin ser necesario mojar el interior del racimo para que sea eficaz
- **Espumas:** es una feromona en forma de gel que se aplica con un aplicador adaptado reutilizable que usa aire comprimido para administrar depósitos de gel o "puntos de difusión". La tecnología en la que se basa consiste en un micro-encapsulado de la feromona, que la confina dentro de pequeñas cápsulas de polímeros, rodeadas de aceite y cera natural un producto con aspecto de gel. Este producto se aplicó en 500 puntos de difusión por hectárea (1,25 kg/ha).

El producto se aplica mediante un bote al que se le aporta aproximadamente 6 bar de presión. En el bote se introduce el gel que es el que contiene la feromona. Una vez introducida la presión a través de una especie de compresor, se va depositando la feromona en la cruz de la cepa realizando círculos del tamaño de una moneda de 50 cent. Se debe intentar que todas las aplicaciones realizadas tengan un tamaño homogéneo.

2.2. Evaluación de la eficacia de los difusores biodegradables para la aplicación de técnicas de confusión sexual

2.2.1. Selección de las zonas y parcelas implicadas en el proyecto

Entre enero y marzo se realizó la selección de las parcelas en las que se implementó la confusión sexual con los dos tipos de difusores que se han testado en las cooperativas, difusores biodegradables y difusores plásticos. Además, se identificaron las parcelas testigo, en las que el control de *Lobesia* se hace mediante insecticidas. De esta manera se ha podido realizar una comparativa entre ambos tipos de difusores y de estos con respecto al uso de insecticidas. Durante el año 2022, debido a que los difusores biodegradables acababan de salir al mercado y su producción todavía era limitada, no se pudo contar con suficientes difusores biodegradables como para poder realizar la demostración en toda la superficie deseada, así que se establecieron en las cooperativas varias parcelas demostrativas que agrupaban en torno a 10 hectáreas. En 2023, ya no tuvimos limitaciones en cuanto a la superficie y pudimos testar la eficacia de los feromonas biodegradables en superficies mucho más amplias.

En la selección de parcelas realizada en 2023, se observó que además de las condiciones particulares de cada cooperativa en función de la zona de Navarra donde se ubican, también existían diferencias a la hora de aplicar la confusión sexual en los distintos viñedos de cada cooperativa en función de la presión de plaga y condiciones agroclimáticas particulares de las distintas zonas de la cooperativa, por lo que se han diferenciado en varias de ellas distintas zonas de estudio en función de la dispersión del viñedo, altitud, humedad, exposición al viento, tipo de riego, etc...

Además, en las distintas zonas de estudio se realizó un monitoreo de la plaga para conocer el comportamiento de la plaga a lo largo del ciclo de cultivo. Para ello se colocaron distintas trampas delta en las que semanalmente se han contabilizado las capturas obtenidas.

A continuación, se detallan la localización de las distintas zonas seleccionadas para la ejecución del proyecto en cada una de las cooperativas implicadas en el proyecto, y a lo largo de los dos años del proyecto.

Campaña 2022: Como se ha indicado anteriormente, dado que este año el producto estaba limitado, se establecieron pequeñas zonas, de entorno a 10 hectáreas, en las que se utilizaron los difusores biodegradables. Además, se realizó el seguimiento de parcelas que utilizaran insecticidas para el control de *Lobesia*.



Superficies de las demostraciones en campaña 2022		
Bodega	Método de control	Superficie (ha)
Bodega San Sebastian	Difusor Biodegradable (Biotwin)	9,85
	Difusor plástico (Isonet LTT)	0,86
	Insecticidas (Testigo)	0,92
Bodega Cirbonera	Difusor Biodegradable (Biotwin)	10,1
	Difusor plástico (Isonet LTT)	7,5
	Insecticidas (Testigo)	0,82
Bodega Vega del Castillo	Difusor Biodegradable (Biotwin)	9,78
	Difusor plástico (Isonet LTT)	0 (*)
	Insecticidas (Testigo)	6,1

(*) No se localizó en el entorno de Olite una parcela con este tipo de difusores

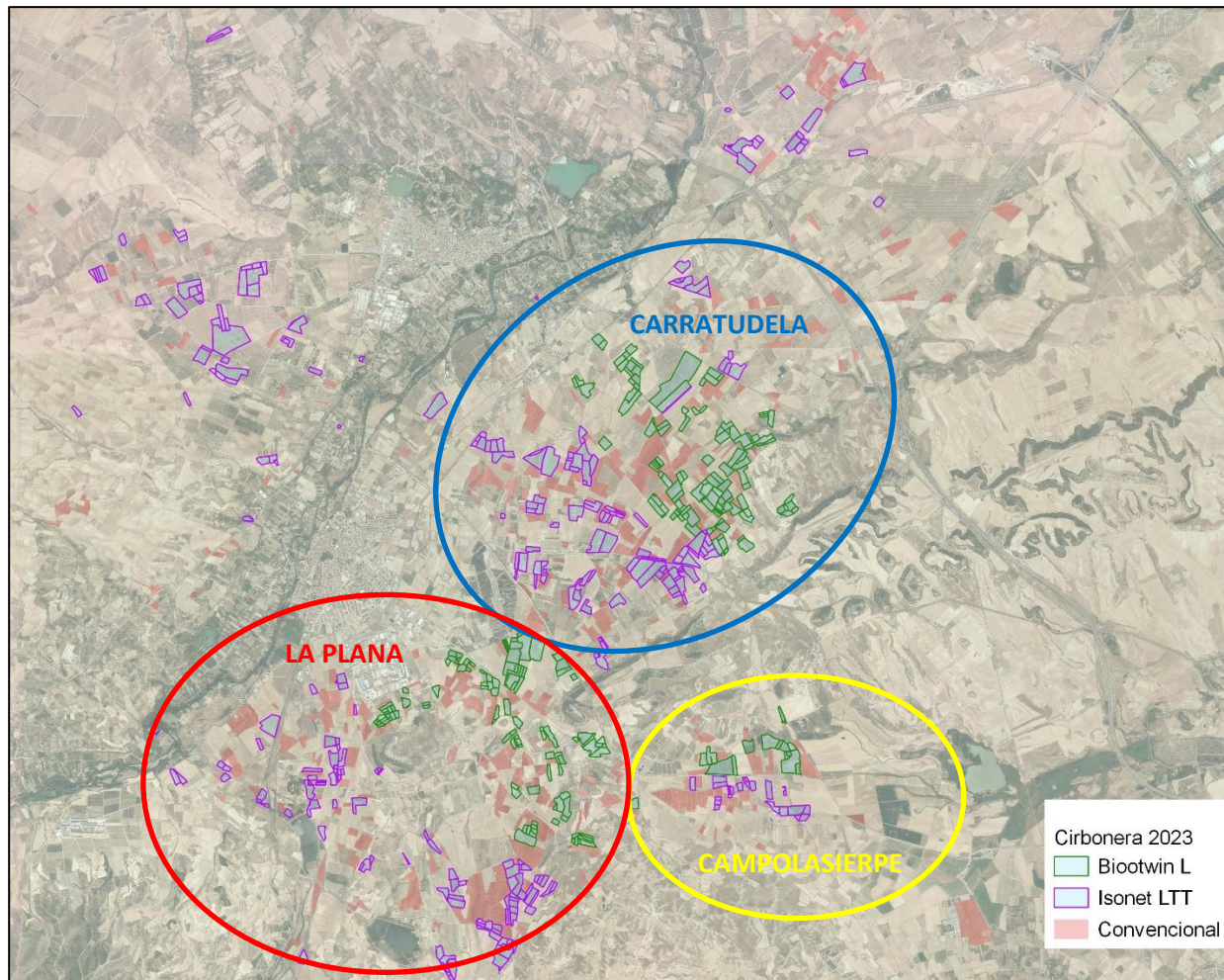
Campaña 2023: A continuación, se detallan los métodos de control, zonas y superficies en las que se ha implantado la confusión sexual en cada una de las bodegas. Además de estas zonas, también se ha realizado el seguimiento de parcelas, en las que el control de Lobesia se hace con insecticidas, para poder comparar los distintos métodos de control.

Bodega Cirbonera: En esta bodega se da una presión de plaga muy alta y además, aunque el viñedo es un cultivo frecuente, existe cierta dispersión de los viñedos, que se intercalan con el cultivo de olivo y cereales, aunque estas circunstancias varían en función de la zona de la bodega de la que hablemos. El viñedo de esta bodega se ha dividido en tres zonas:

- "La Plana": Son los viñedos ubicados a mayor cota, tiene una menor incidencia de plaga que otras zonas de la bodega y además es donde el viñedo es más homogéneo. Por otro lado, es la más expuesta al viento, lo que merma la eficacia de la confusión sexual.
- "Campo Lasierpe": Son los viñedos ubicados a menor cota, es la zona en la que más presión de plaga existe, y la zona más resguardada del viento. Por otro lado, es la zona donde el viñedo está más disperso.
- "Carratudela": Es la zona intermedia entre las dos anteriores en cuanto a cota, exposición al viento, presión de plaga y dispersión de viñedos.



Bodega Carbonera (Cintruénigo)		
Zona	Método de control	Superficie total (ha)
La Plana	Difusor Biodegradable (Biotwin)	66,09
	Difusor plástico (Isonet LTT)	68,69
	Insecticidas (Testigo)	2,58
Carratudela	Difusor Biodegradable (Biotwin)	66,85
	Difusor plástico (Isonet LTT)	210,09
	Insecticidas (Testigo)	4,47
Campo Lasierpe	Difusor Biodegradable (Biotwin)	88,06
	Difusor plástico (Isonet LTT)	33,21
	Insecticidas (Testigo)	3,06



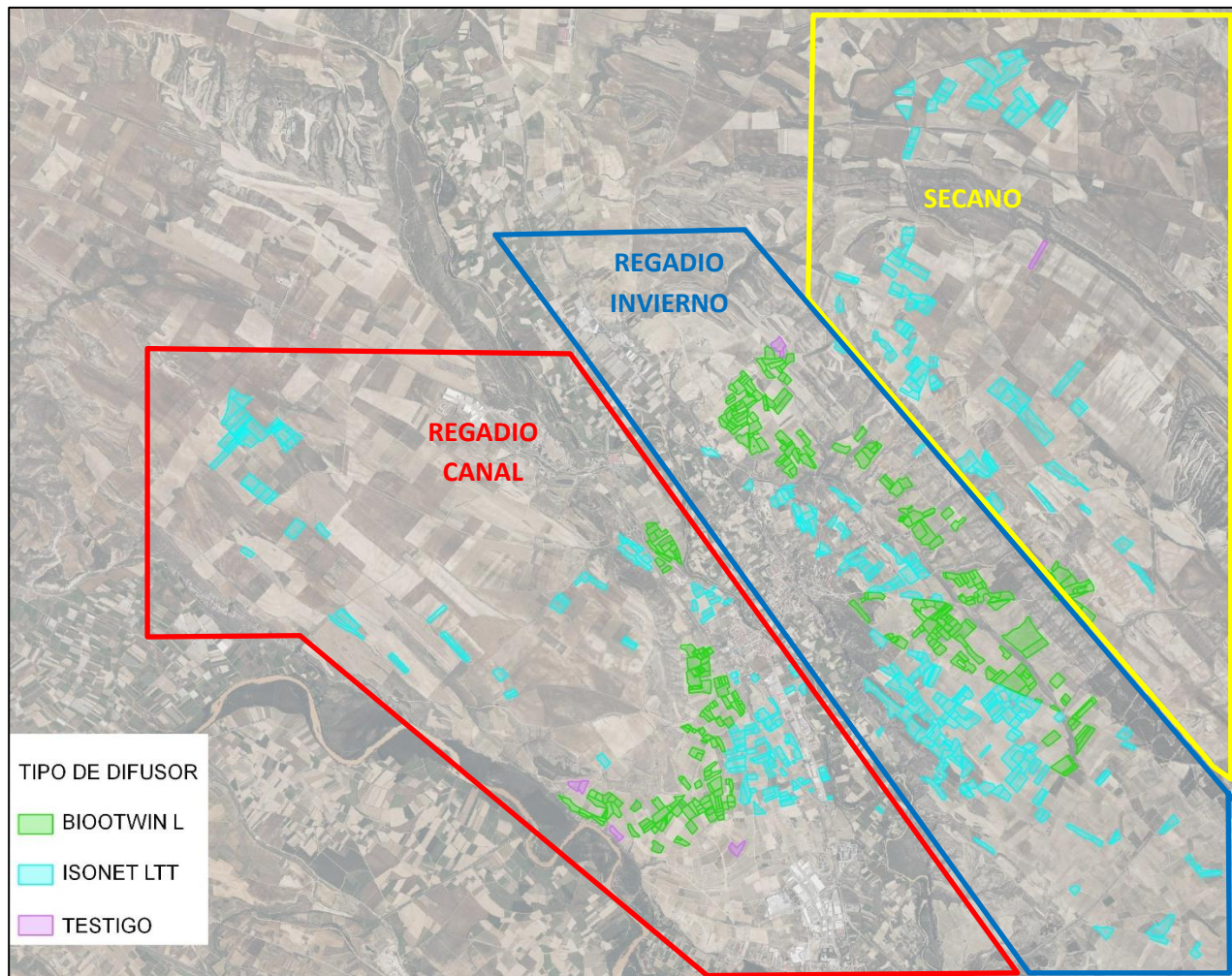
Localización parcelas demostrativas confusión sexual. Bodega Carbonera 2023

Bodega San Sebastian: En general esta bodega tiene una alta concentración de viñedos, pero en determinadas zonas sí que existen otros cultivos que se intercalan con el viñedo, y por lo tanto hay una menor homogeneidad del viñedo. Además, también existen parcelas en secano y regadio, y distintos tipos de riego en función del origen del agua. El viñedo de esta bodega se puede dividir en tres zonas:

- Zona con regadío del canal: Esta zona tiene riego durante todo la campaña, y es donde más tierra está dedicada al cultivo de viña, por lo que la superficie es más homogénea a la hora de aplicar las técnicas de confusión sexual. Por otro lado, es la zona que cuenta con una mayor presión de plaga.
- Zona con regadío de invierno: Esta zona riega directamente del rio Ebro, por lo que únicamente puede regar hasta el mes de abril. Cuanta también con una gran homogeneidad de la superficie de viñedo y la presión de plaga es más baja que en la zona de riego del canal.
- Zona de secano: Es la zona con menos presión de plaga, pero también existe una mayor dispersión del viñedo, al haber más parcelas dedicadas a otros cultivos.

Con la selección de estas zonas se ha comprobado la existencia de diferencias en los resultados en función del tipo de riego, presión de plaga y homogeneidad de la superficie de viñedo.

Bodega San Sebastian (Andosilla)		
Zona	Método de control	Superficie total (ha)
Regadio canal	Difusor Biodegradable (Biotwin)	61,95
	Difusor plástico (Isonet LTT)	72,11
	Insecticidas (Testigo)	5,22
Regadio de invierno	Difusor Biodegradable (Biotwin)	113,19
	Difusor plástico (Isonet LTT)	142,73
	Insecticidas (Testigo)	1,63
Secano	Difusor Biodegradable (Biotwin)	24,86
	Difusor plástico (Isonet LTT)	115,16
	Insecticidas (Testigo)	1,65



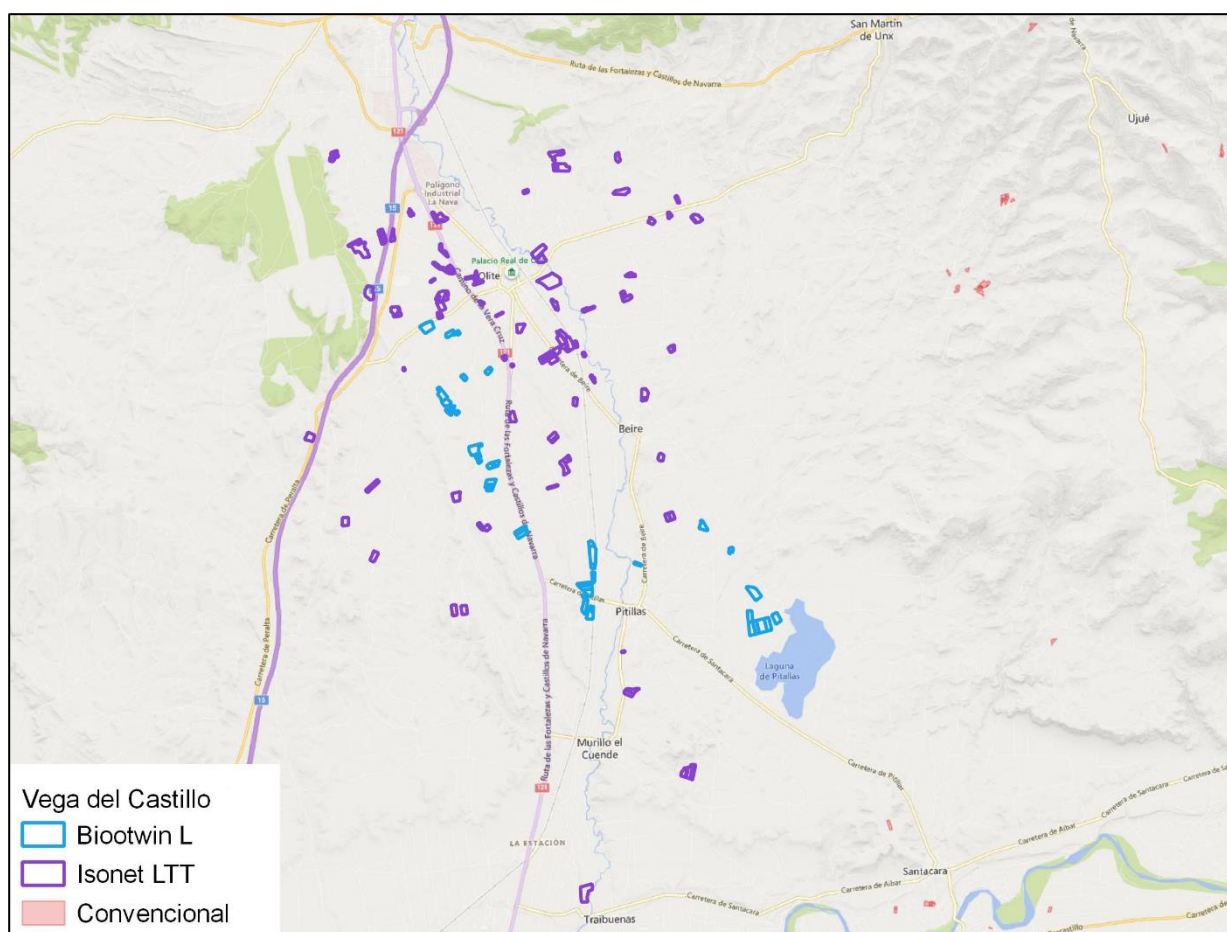
Localización parcelas demostrativas confusión sexual. Bodega San Sebastián 2023

Bodega Vega del Castillo: La presión de plaga en esta zona es más reducida que la que existe en las bodegas anteriores, por lo que es una zona en la que hasta la fecha no se ha optado por utilizar la confusión sexual. No obstante, en los últimos años, en los que el cambio climático está produciendo un incremento de las temperaturas medias, cada vez se están observando más daños en la uva, especialmente en variedades como la garnacha que tienen la piel más fina.

Además, es una zona en la que el viñedo está muy disperso y con zonas homogéneas de viñedo de poca superficie, normalmente no se superan las 10 hectáreas. En este caso no se han encontrado diferencias significativas entre los viñedos de la bodega, ya que la mayor parte de ellos se encuentra en el entorno de Olite, por lo que no se han establecido distintas zonas de estudio. Sin embargo, dada la elevada dispersión de los viñedos sí que se ha observado que, a la hora de definir zonas homogéneas, estas pueden variar entre 0 y 10 hectáreas, aunque la mayoría de las zonas homogéneas mide menos de 2 hectáreas.

Por tanto, en esta bodega se ha aprovechado para evaluar la eficacia de las técnicas de confusión sexual, en superficies reducidas.

Bodega Vega del Castillo (Olite)		
Zona	Método de control	Superficie total (ha)
Superficie homogénea 0-1 ha	Difusores biodegradables	12,27
	Difusores plásticos	33,86
	Insecticidas	5,16
Superficie homogénea 1-2 ha	Difusores biodegradables	35,74
	Difusores plásticos	51,35
	Insecticidas	8,09
Superficie homogénea > 2 ha	Difusores plásticos	27,51
	Difusores biodegradables	39,78
	Insecticidas	9,92



Localización parcelas demostrativas confusión sexual. Bodega Vega del Castillo 2023



2.2.2. Monitorización de los viñedos y obtención de indicadores

A lo largo del proyecto se realizó el seguimiento de las capturas de las trampas delta instaladas. Todas las semanas se salió a campo para contar las polillas de los fondos engomados. Con esta información se han podido elaborar las curvas de vuelo de la polilla a lo largo de todo el ciclo de cultivo en las distintas zonas de estudio.

Además, se ha realizado un seguimiento exhaustivo de los daños en los viñedos producidos por *Lobesia botrana*. Al finalizar cada una de las tres generaciones de polilla se ha realizado un seguimiento de las distintas técnicas de control de polilla (aerosoles, difusores, insecticidas) en las distintas zonas de estudio (Cintruénigo, Andosilla y Olite). Durante este seguimiento se comprobó si existía presencia de huevos y/o larvas que hubieran provocado daño en los racimos.

Posteriormente, en la descarga de la vendimia en la bodega también se hizo un seguimiento de los rendimientos de las distintas parcelas, así como del estado sanitario de la uva.

Por otro lado, para la obtención de indicadores económicos de cada una de las técnicas, los agricultores implicados en el proyecto han contabilizado las horas de trabajo, el consumo de gasoil y el consumo de productos fitosanitarios para el control de *Lobesia botrana* en sus explotaciones

3. RESULTADOS

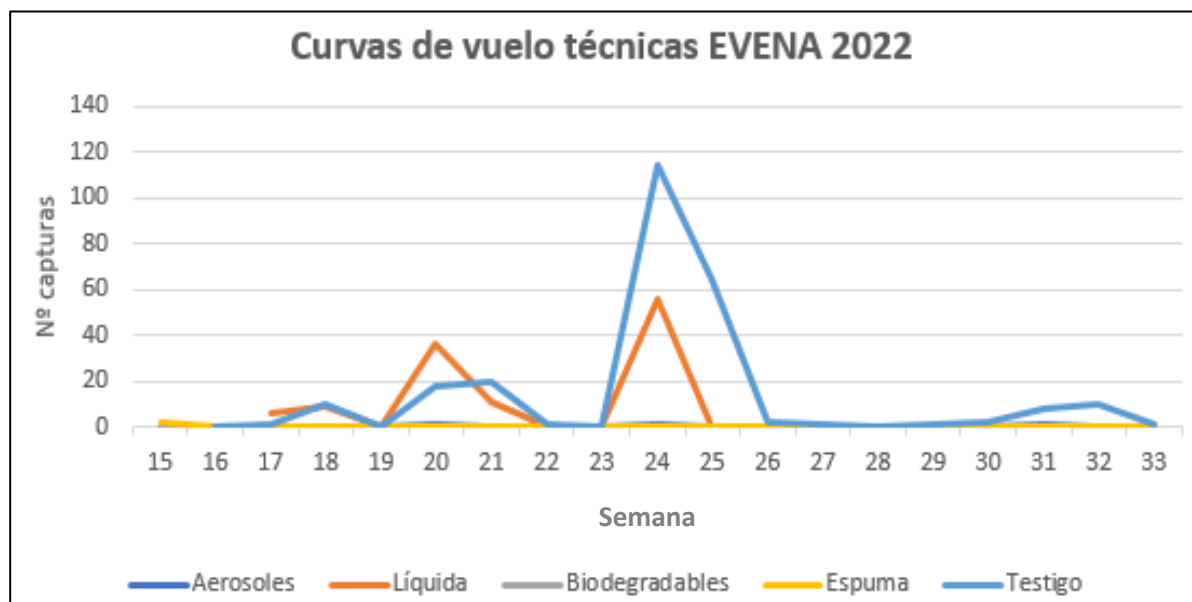
3.1. Identificación y evaluación de nuevas técnicas de confusión sexual

A continuación, se detallan los resultados que se han obtenido en las parcelas de EVENA en las que se han testado las nuevas técnicas de confusión sexual.

3.1.1. Resultados obtenidos en 2022

La campaña de 2022 se caracterizó por una climatología poco habitual, la cual tuvo una gran influencia en el comportamiento de *Lobesia botrana* en esta campaña. Las temperaturas más altas de lo normal a lo largo de todo el ciclo de cultivo facilitaron el crecimiento de la polilla en primera generación (marzo-abril), pero perjudicaron el desarrollo de la segunda y especialmente de la 3ª generación, puesto que las temperaturas fueron tan sumamente altas (+ 35°C) durante las semanas de verano que impedían la viabilidad de los huevos. Esta circunstancia se puede comprobar claramente en las curvas de vuelo, donde se observa que apenas hubo capturas en tercera generación en ninguna de las parcelas.

Quizás otro aspecto a destacar sean las capturas que se produjeron en segunda generación en la parcela en la que se utilizó la feromona líquida. Pese a no mostrar un número de capturas tan elevado como la parcela en la que utilizaron insecticidas (testigo) si que se observó un número de capturas significativamente mayor al resto de parcelas con otras técnicas de confusión sexual. No obstante, debido a la ausencia de vuelos en 3ª generación la parcela llegó a vendimia en un estado sanitario óptimo.



Curvas de vuelo 2022 en Olite de las distintas técnicas de confusión sexual



- **Nº de racimos dañados:** Antes de vendimia se hizo un seguimiento de los daños que se habían producido en los viñedos en función de las técnicas de control utilizadas. El control final se realizó en maduración, muestreando los bordes de las parcelas y las zonas de entrada del viento predominante, ya que son las zonas más expuestas. En cada punto se muestrearon 25-33 racimos al azar.

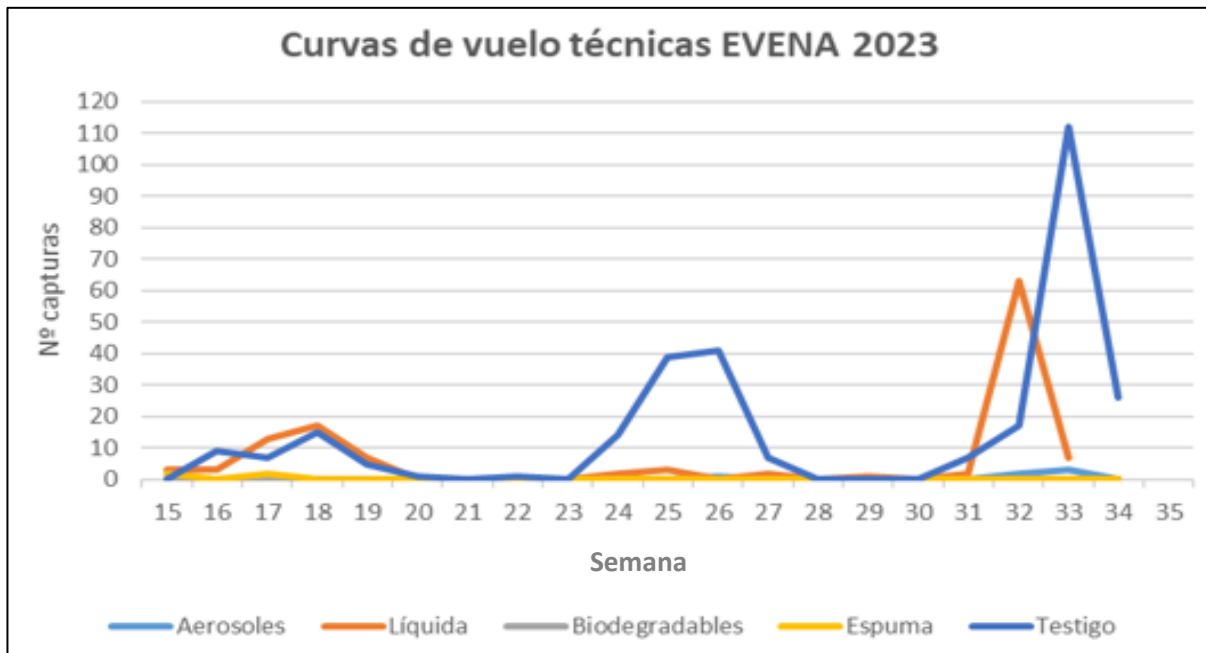
Tal y como se ha comentado anteriormente en esta primera campaña debido a las condiciones meteorológicas, no se observaron daños en racimos en ninguna de las parcelas, debido a que apenas hubo vuelos de *Lobesia* en tercera generación. Esta fue la tónica general, no solo en Olite, si no en todas la geografía de Navarra. El calor tan extremo del verano de 2022 favoreció la ausencia de plagas y enfermedades fúngicas, por lo que se llegó a vendimia con una uva sin daños, con un estado sanitario óptimo, independientemente de las técnicas utilizadas para el control de *Lobesia botrana*.

3.1.2. Resultados obtenidos en 2023

Al igual que se realizó en 2022, durante todo el año 2023 se hizo el seguimiento de las distintas trampas delta y de los daños existentes en los viñedos en los que se habían implantado las distintas técnicas de confusión sexual.

La campaña de 2023 se caracterizó por un mes de marzo muy caluroso lo que provocó el adelanto de la 1º generación de la polilla, comenzando la primera semana de abril en la zona sur de Navarra y llegando una semana antes al final de la 1º generación a finales de mayo. La 2º y 3º generación también se adelantó una semana respecto al año 2022.

Finalmente, tal y como se puede comprobar en las curvas de vuelo, durante esta campaña pudimos comprobar la gran resiliencia de esta plaga, ya que debido a los calores extremos de 2022 que impidieron la brotación de los huevos en 3º generación, el inicio de 2023 comenzó con un niveles de plaga muy bajos, sin embargo, únicamente en dos ciclos reproductivos pudo recuperarse rápidamente, llegando en la parcela testigo a la 3º generación con unos niveles de infestación elevados.



Curvas de vuelo 2023 en Olite de las distintas técnicas de confusión sexual

Otro aspecto a destacar en estas curvas de vuelo, es el incremento de capturas que se ha producido en 3º generación en la parcela en la que se utilizó la feromona líquida, y que como se podrá comprobar en el siguiente apartado se tradujo en un incremento significativo de daños en los racimos. Lo que nos hace pensar que este producto no fue efectivo en el control de la plaga en 3º generación.

- **Nº de racimos dañados:** En el control que se hizo antes de vendimia del estado sanitario de las distintas parcelas, se pudo observar que en la mayor parte de las parcelas con técnicas de confusión sexual el número de racimo dañados se encontraba entre el 0-5%, lo que indica que las técnicas de confusión funcionaron correctamente, con dos excepciones:
 - La parcela tratada con feromonas líquidas donde, tal y como anticipaban las curvas de vuelos, la técnica no fue efectiva para controlar la tercera generación de la plaga. Esto finalmente implicó que el 80% de los racimos de esta parcela mostraban daños por polilla.
 - La parcela en la que se utilizaron aerosoles, hubo una parte de la parcela en la que sí que se observaron daños en el 10-15% de los racimos muestreados. Tras analizarlo con los técnicos se cree que esto se ha debido al arranque de un viñedos contiguo a la parcela demostrativa, que contaba con un nivel de infestación elevado y que tras el arranque ha provocado el movimiento de la población de polilla a los viñedos más cercanos.

Conclusiones

Por tanto, tras testar todas estas técnicas para la difusión de feromonas durante dos años podemos concluir que:

- **Aerosoles:** Ha demostrado ser una técnica eficaz en el control de la plaga. Permite utilizar distintas programaciones en función de la zona, época del año, temperatura, meteorología, etc. por lo que la dosis puede ajustarse a los vuelos de la plaga. Por otro lado, al colocar únicamente 2-3 difusores por hectárea permite que el tiempo de colocación sea menor que en el caso de usar de difusores, que requieren colocar 250 uds/ha. Como inconvenientes de esta técnica hay que comentar dos aspectos, que debido al reducido nº de aerosoles que se colocan por hectárea es una técnica que puede tener problemas al aplicarse en zonas pequeñas y/o irregulares, y por otro lado, requiere retirar todos los aerosoles antes de realizar la vendimia mecánica, algo que no es necesario con el uso de difusores y que puede generar problemas si hay que retirar un elevado número de aerosoles en muy poco tiempo.
- **Difusores biodegradables:** Ha demostrado ser una técnica eficaz, minimizando los daños en racimos producidos por polilla. La feromona sintética que se emite con estos difusores es exactamente la misma que en el caso de los difusores plásticos. En el proyecto se ha podido comprobar que los difusores biodegradable se han comportado de manera similar a los difusores plásticos, por lo que al cambio en el material no ha influido en la emisión de la feromona o la vida útil del producto.
- **Feromona líquida:** En este caso se ha observado que durante la campaña 2023 esta técnica tubo problemas para controlar la plaga en 3º generación, creemos que la causa de este problema puede estar relacionado con la persistencia del producto (2-3 semanas), ya que si los vuelos de un generación se alargan más de dos semanas y las condiciones climáticas no son favorables (pluviometría, altas temperaturas..) puede ser que este producto pierda eficacia. Es un producto que para su correcta utilización requiere monitorizar muy bien la plaga, colocar el primer tratamiento en el momento oportuno y ver la necesidad de repetir un segundo tratamiento si los vuelos se alargan más allá de la tercera semana.

Por otro lado, uno los inconvenientes que se ha encontrado a esta técnica, respecto al resto de técnicas de confusión sexual es que no se puede utilizar en primera generación, lo que implica que cuando llegue el momento de aplicación en la 2º generación, se va a partir con niveles de infestación más altos.



- **Espumas:** Durante los años que se ha testado este producto ha demostrado ser eficaz en el control de la plaga, mostrando la misma eficacia que el uso de aerosoles y difusores. En todo caso, el inconveniente que se ha observado es en el momento de aplicación, ya que requiere de la aplicación en 500 puntos/ha, mediante un equipo de aplicación específico que funciona con aire comprimido, que requiere ir recargándolo periódicamente, lo que hace que la aplicación del producto pueda ser algo más compleja que otras técnicas. Por otro lado, presenta ventajas en cuanto a la retirada del producto al finalizar la campaña, los aerosoles es necesario retirarlos antes de vendimia y los difusores es necesario retirarlos antes de colocar los de la siguiente campaña, en este caso al ser una espuma biodegradable no es necesario retirarlos.

3.2. Evaluación de la eficacia de los difusores biodegradables para la aplicación de técnicas de confusión sexual

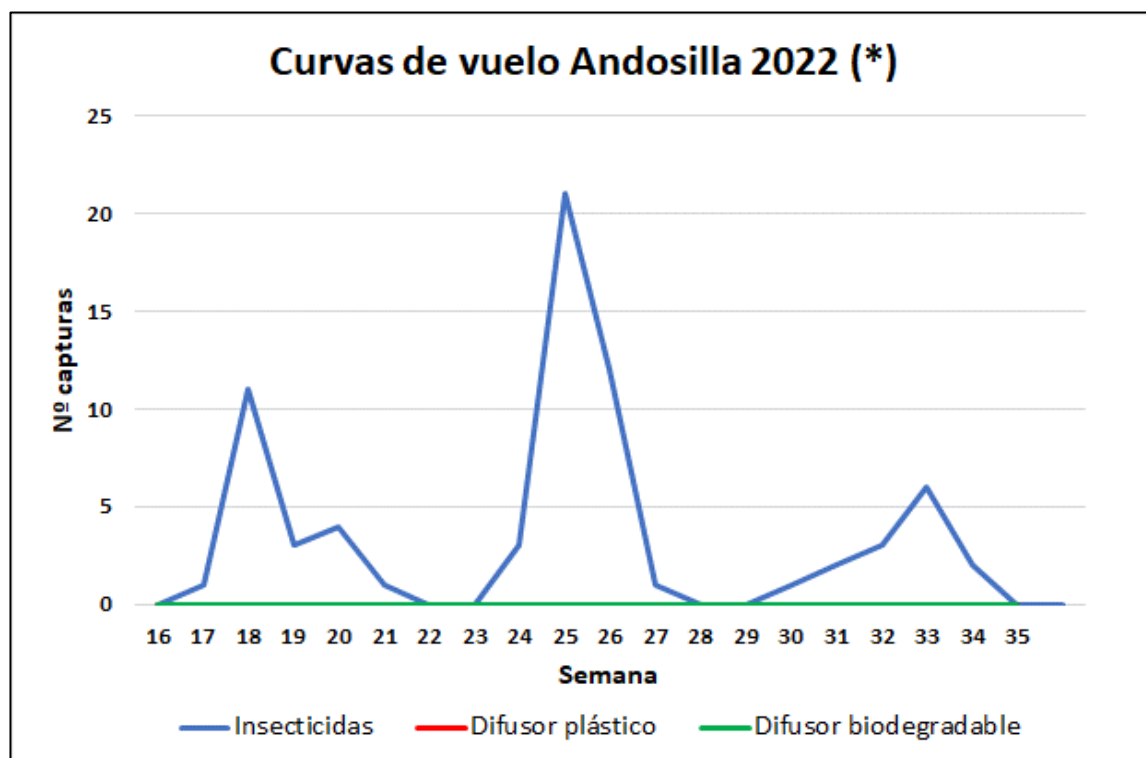
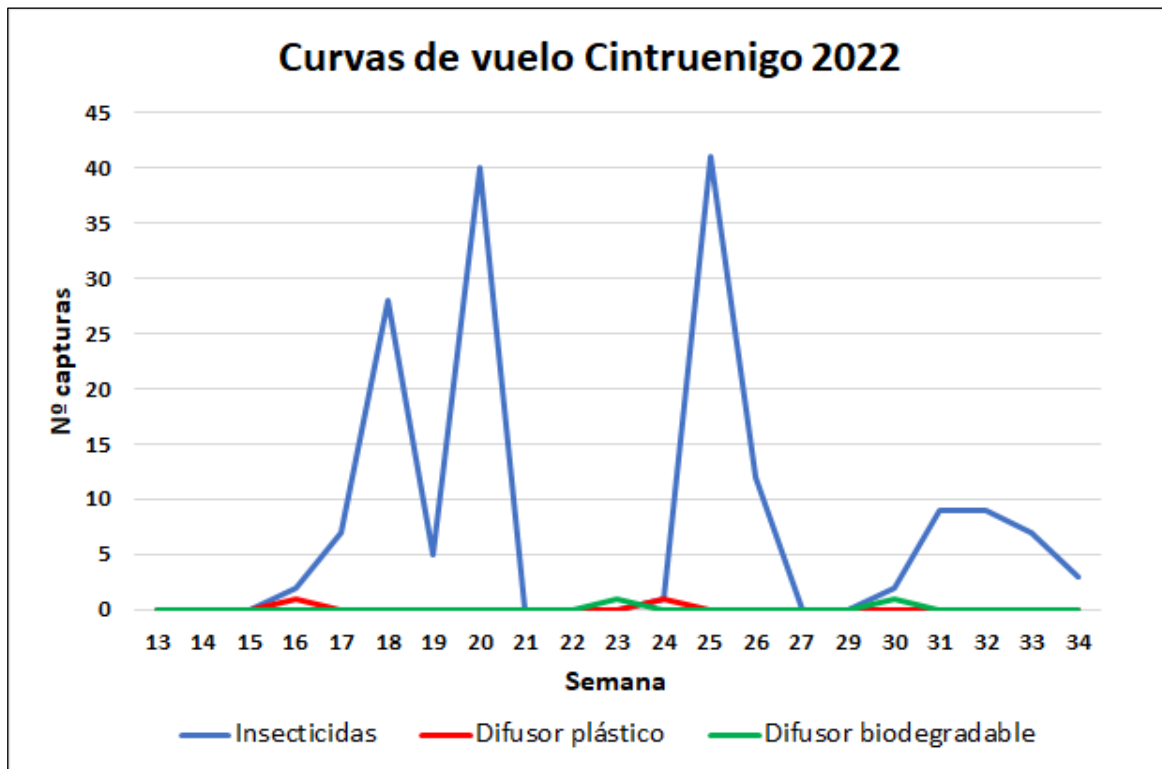
Como ya se ha indicado anteriormente, se han evaluado en cada cooperativa distintas difusores para el control de *Lobesia botrana*, en unas parcelas se han implantado la confusión sexual mediante difusores biodegradables, en otras parcelas confusión sexual mediante difusores plásticos y además se ha hecho el seguimiento de parcelas que utilizan insecticidas. Además, en cada cooperativa se han identificado una serie de zonas que podían presentar diferencias en cuanto a la eficacia de la confusión sexual en función de la homogeneidad del viñedo, la presión de plaga, el tipo de riego, la exposición al viento, la cota o la humedad. Para cada una de estas zonas se han establecido una serie de indicadores agronómicos y económicos.

A continuación, se muestran los resultado obtenidos en cada uno de estos indicadores para cada una de las zonas de estudio y cada una de los campañas.

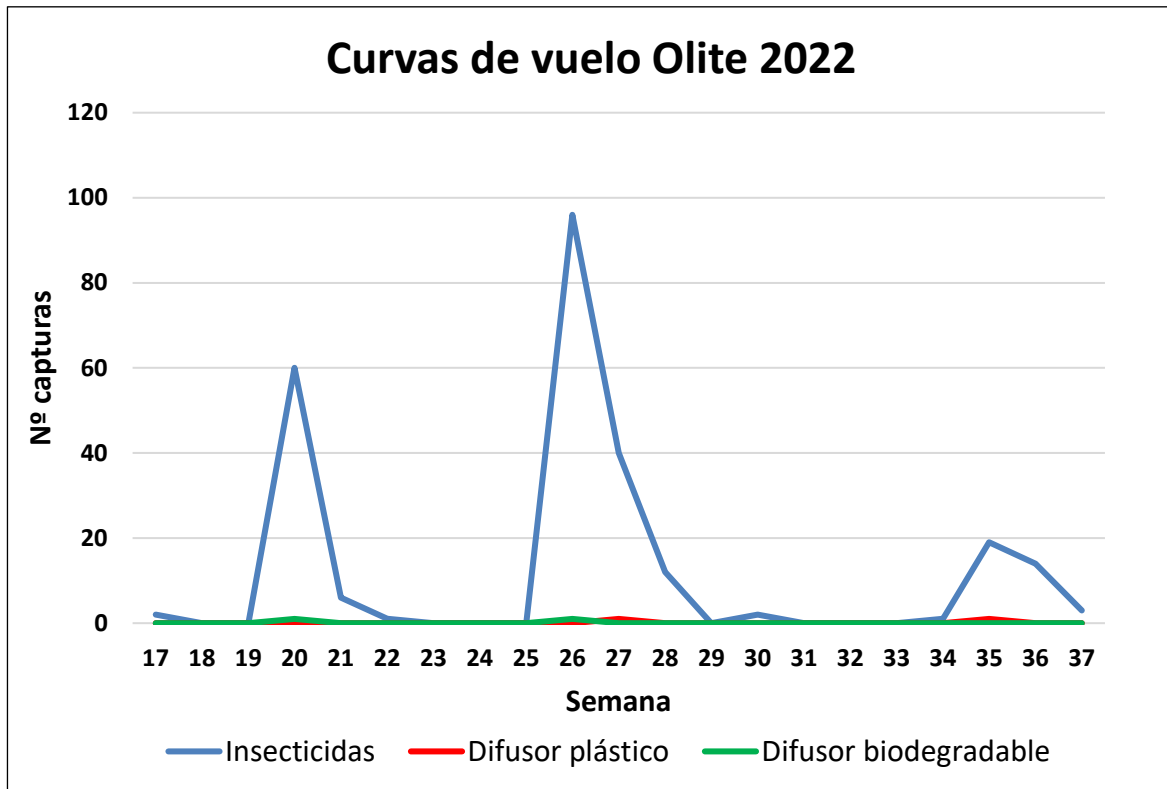
3.2.1. Resultados agronómicos campaña 2022

A continuación, se recogen los datos obtenidos en el primer año de proyecto, en el que únicamente se pudieron testar los difusores biodegradables en 10 ha de viñedo.

- **Nº de capturas en trampas delta:** Con los datos de las capturas de polilla obtenidas en las trampas delta localizadas en las distintas zonas de estudio se han elaborado las curvas de vuelos de cada una de las trampas. En las siguientes gráficas se puede comprobar, como hemos comentado anteriormente, que los calores extremos del verano de 2022 impidieron la eclosión de la mayoría de los huevos en 3º generación y por tanto apenas hubo capturas en unas fecha en las que las capturas deberían estar en su nivel más alto de la campaña. Por otro lado, como cabía esperar, las trampas localizadas en zonas con confusión sexual no han tenido capturas.



(*) Datos testigo obtenidos de la estación de avisos de Navarra. La trampa instalada en el testigo apenas tuvo capturas, probablemente por presencia de parcelas en confusión próximas.



- **Nº de racimos dañados:** Se hizo un seguimiento en maduración de los daños que se habían producido en los viñedos en función de las técnicas de control utilizadas. Dadas las circunstancias climáticas que hemos comentado anteriormente, que impidieron la eclosión de los huevos en 3º generación debido al calor extremo, no se observaron daños relevantes en los racimos en ninguna de las parcelas, independientemente de la técnica utilizada, en todos los casos el número de rácimos dañados estaba por debajo del 5%.
- **Rendimiento de las parcelas:** Cuando la uva llegaba a la cooperativa se hizo un seguimiento de los rendimientos de las parcelas, diferenciando estas producciones en función de la técnica de control de Lobesia utilizada. Estos datos se han comparado respecto al rendimiento medio de la variedad en la cooperativa en la vendimia de 2022.

Bodega Carbonera (Cintruénigo)			
Método de control	% variación rendimiento respecto a la media de la variedad		
	Garnacha	-	-
Difusor plástico	+1,5%	-	-
Difusor biodegradable	-1,5%	-	-
Insecticidas	-7,4%	-	-



Bodega San Sebastián (Andosilla)				
Método de control	% variación rendimiento respecto a la media de la variedad			
	Graciano	Tempranillo	Viura	Verdejo
Difusor plástico	Sin datos (*)	+4,55%	-0,5%	Sin datos (*)
Difusor biodegradable	+4,1%	-1,61%	-2,12%	+1,1%
Insecticidas	-2,7%	+2,88%	+0,55%	+2,5%

(*) No existían parcelas de socios que utilizarán difusores plásticos en estas variedades

Bodega Vega del Castillo (Olite)			
Método de control	% variación rendimiento respecto a la media de la variedad		
	Merlot	Tempranillo	Viura
Difusor plástico	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)
Difusor biodegradable	+4,1%	-1,6%	-1,8%
Insecticidas	-2,7%	+6,3%	+3,1%

(*) No existían parcelas de socios que utilizarán difusores plásticos en estas variedades

Tal y como cabía esperar, dadas las circunstancias de campaña, en los resultados se puede observar como apenas hubo variación en los rendimientos de las parcelas, independientemente de la variedad y técnica de control utilizada. Las variabilidades observadas en los datos no son representativas, puesto que varían muy poco respecto al rendimiento medio y estas variaciones entre parcelas entran dentro de lo habitual.

• **Nº de aplicaciones de insecticida:** A través de los datos recogidos en los cuadernos de campo de los viticultores de las cooperativas se contabilizaron el número de tratamientos insecticidas que ha sido necesario utilizar para el control de *Lobesia*. En todos las parcelas en las que se utilizó la confusión sexual no ha sido necesaria la realización de tratamientos insecticidas. En las parcelas de Bodega San Sebastián y Bodega Carbonera en las que no se utilizó la confusión se realizaron dos tratamientos insecticidas, uno en 2º generación y otro en 3º generación. En bodegas Vega del Castillo, sin embargo, donde la incidencia de la plaga suele ser menor es menos habitual encontrar viticultores que realicen dos aplicaciones al año, lo habitual es dar uno o incluso ningún tratamiento.



Nº tratamientos con insecticida			
Método de control	Zona de estudio		
	Cintruénigo	Andosilla	Olite
Difusor plástico	0	0	0
Difusor biodegradable	0	0	0
Insecticidas	2	2	0-1

Los productos insecticidas que habitualmente se utilizan para el control de Lobesia botrana se están aplicando en dosis de entre 0,2 y 0,6 litros/ha ([Radiant](#) y [Mimic](#)). En consecuencia, en este primer año, en donde las 3 parcelas demostrativas tenían una superficie total de 30 ha se ha evitado la aplicación de entre 8 y 24 litros en las zonas de Cintruénigo y Andosilla, y de entre 0 y 6 litros en la zona de Olite.

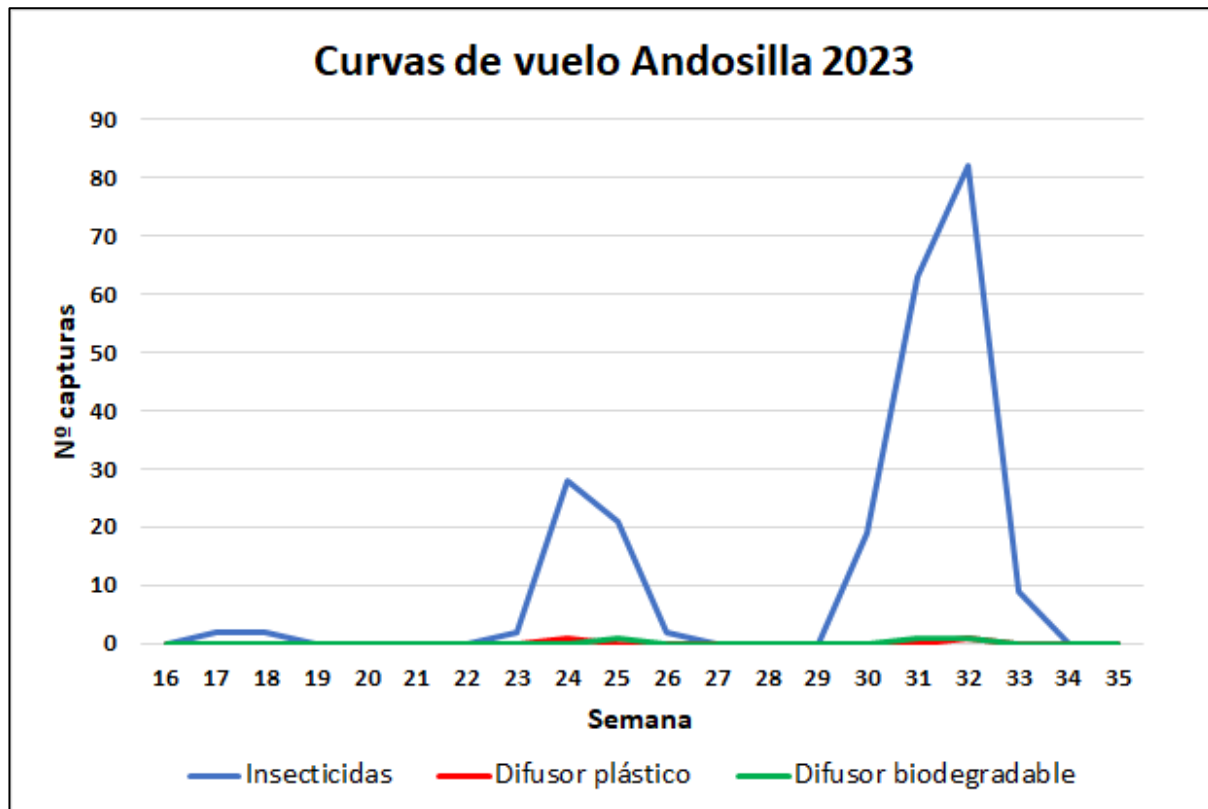
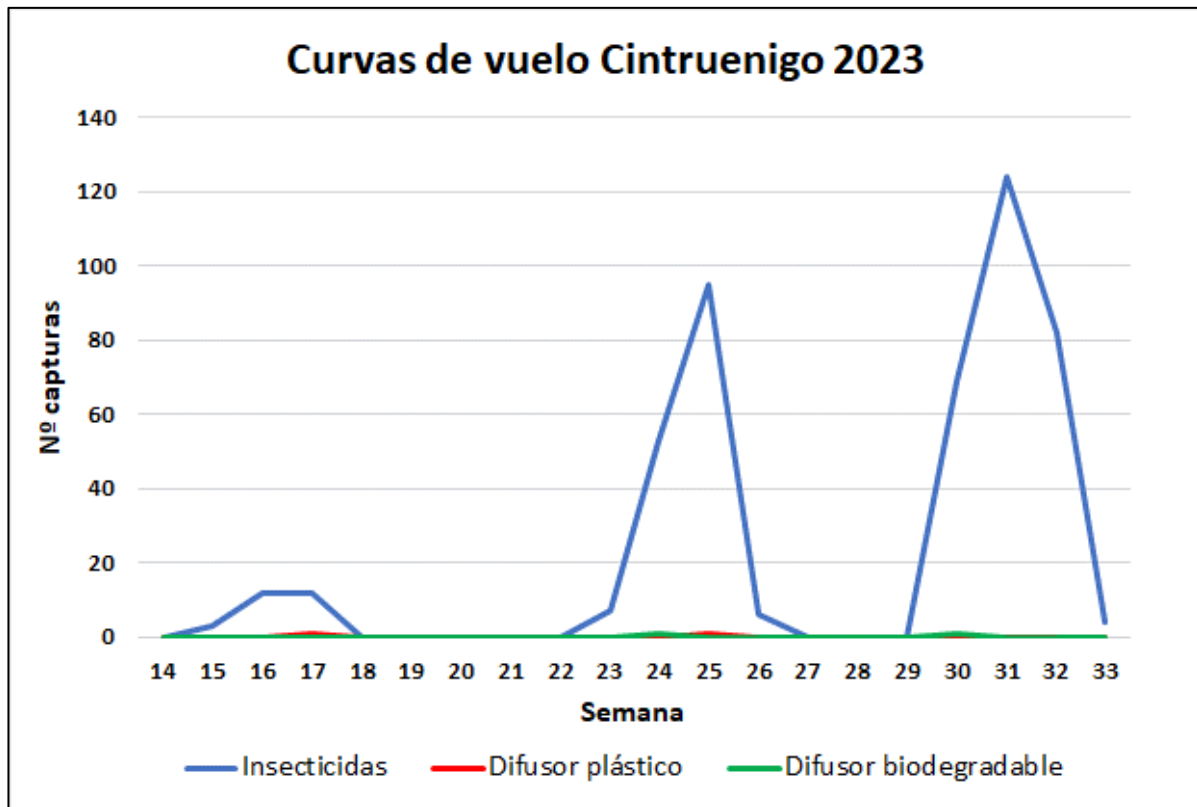
- **Cantidad de residuo plástico generado:** En base a la cantidad de plástico utilizada para la aplicación en campo de las técnicas de control contra Lobesia se ha calculado el volumen de residuos plásticos generados. En el caso de los insecticidas y los difusores biodegradables, no se generaron residuos plásticos en campo. En el caso de las parcelas que utilizaron difusores plásticos se generaron 0,27 kg/ha de plástico que tuvieron que ser retirados manualmente en las podas de la campaña posterior. No obstante, se estima que se retiraron entorno al 95% de los difusores colocados, ya que algunos pudieron caer al suelo por una mala colocación o por error humano no se vieron y por tanto quedaron en campo. Esto implica que el residuo plástico que quedo en campo fue de 13,5 g/ha.

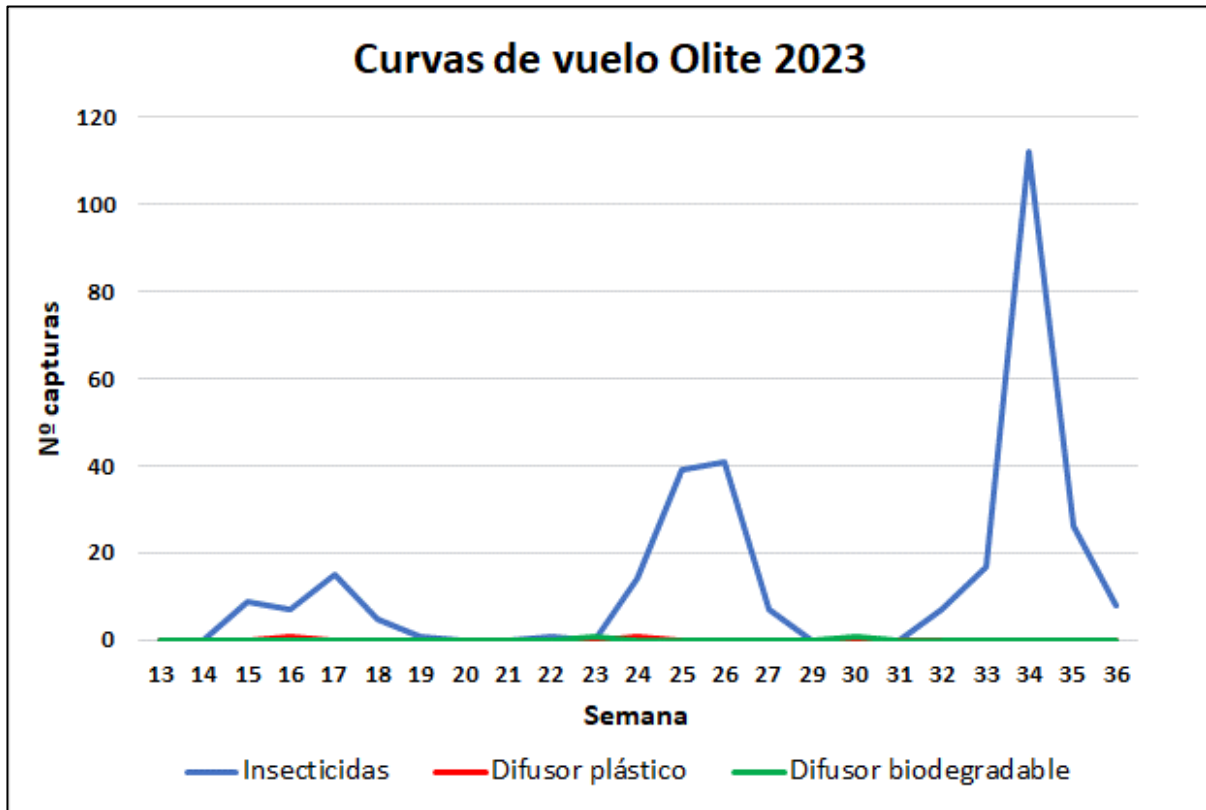
3.2.2. Resultados agronómicos campaña 2023

A continuación, se recogen los datos obtenidos en el segundo año del proyecto, en el que se pudieron testar los difusores biodegradables en superficies más extensas y por tanto los resultados .

Indicadores agronómicos

- **Nº de capturas en trampas delta:** Con los datos de las capturas de polilla obtenidas en las trampas delta localizadas en las distintas zonas de estudio se han elaborado las curvas de vuelos de cada una de las trampas. Los datos obtenidos en las distintas zonas de estudio van en línea con lo observado en las demostraciones de EVENA. Fue una campaña en la que pese a partir en 1º generación con unos niveles de infestación muy bajos, la plaga se recupero y llego a unos niveles de infestación elevados en 3º generación.

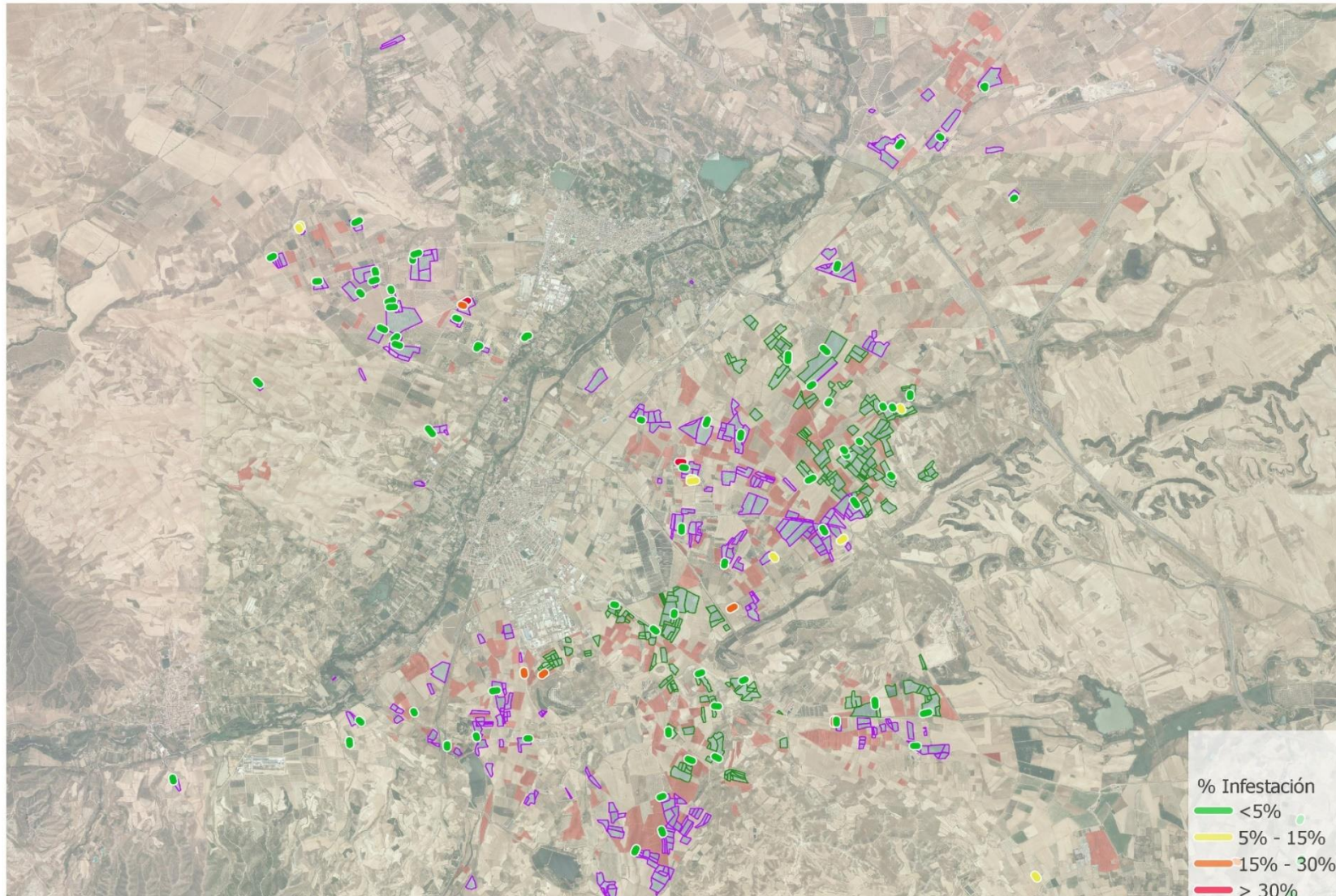




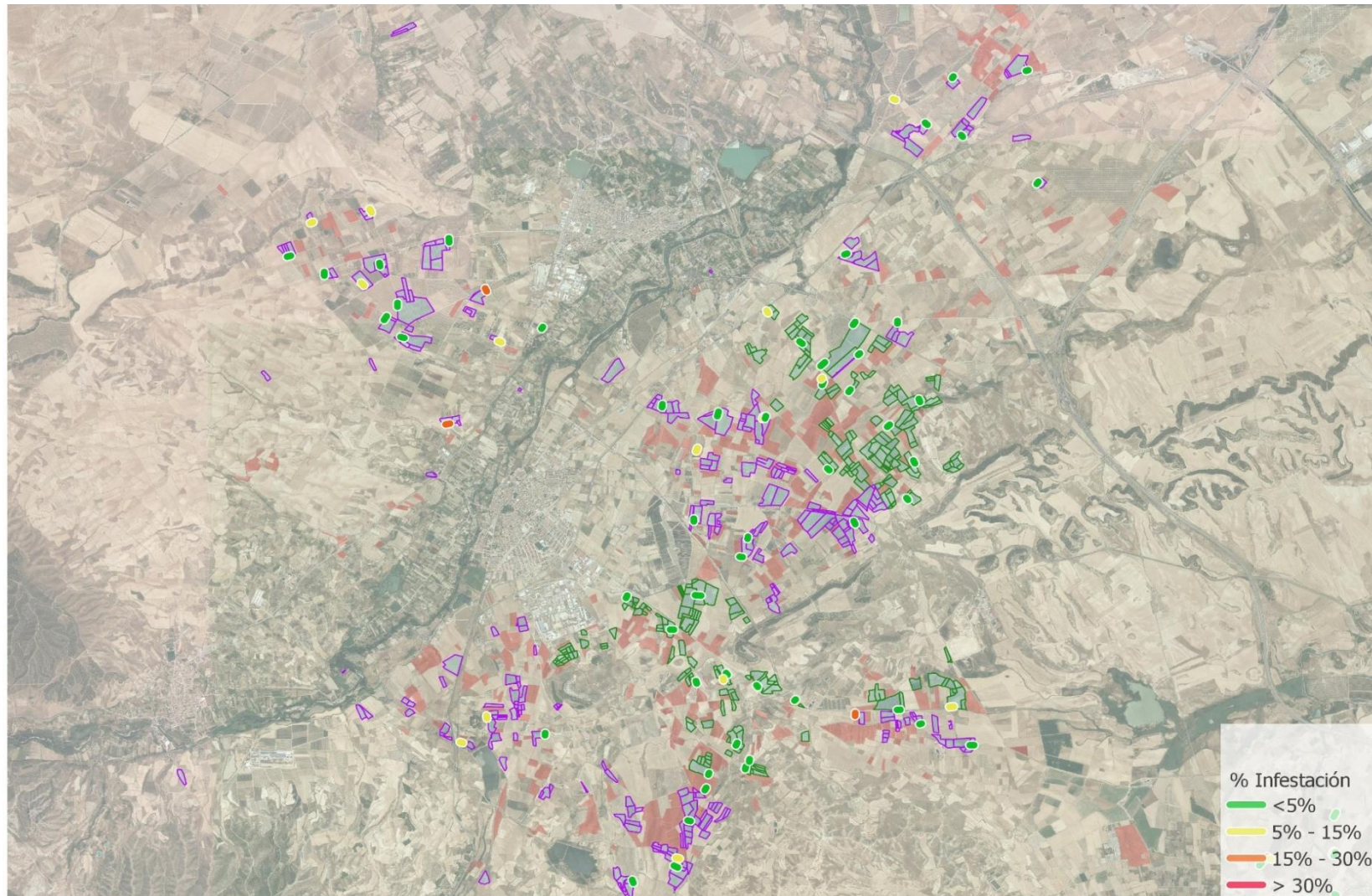
- **Nº de racimos dañados:** Al igual que en 2022, se hizo un seguimiento de los daños que se habían producido en los viñedos en función de las técnicas de control utilizadas. En esta campaña si que hubo vuelo en la 3º generación por lo que se pudo observar mejor la eficacia de las técnicas de confusión sexual, no obstante, también hubo problemas, ya que debido a las condiciones climáticas la vendimia se adelantó mucho y esta circunstancia impidió que se pudieran hacer todos los muestreos que se hubieran querido realizar, ya que cuando se iban a hacer los conteos de daños muchas de las parcelas ya estaban vendimiadas.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el muestreo de daños en cada una de las bodegas implicadas.

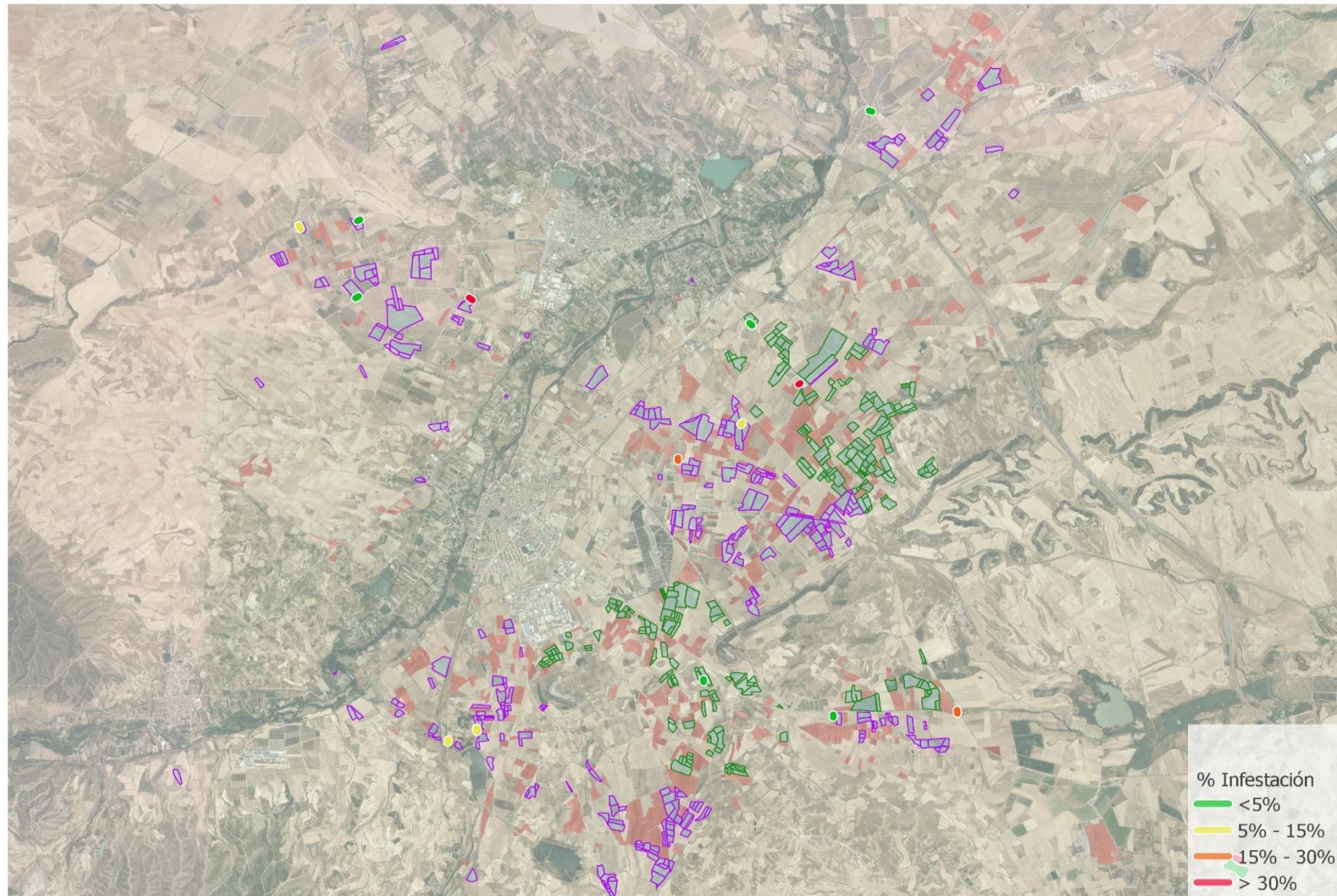
Bodega Cirbonera



Resultados muestreo daños en racimo 1º generación en Bodega Cirbonera

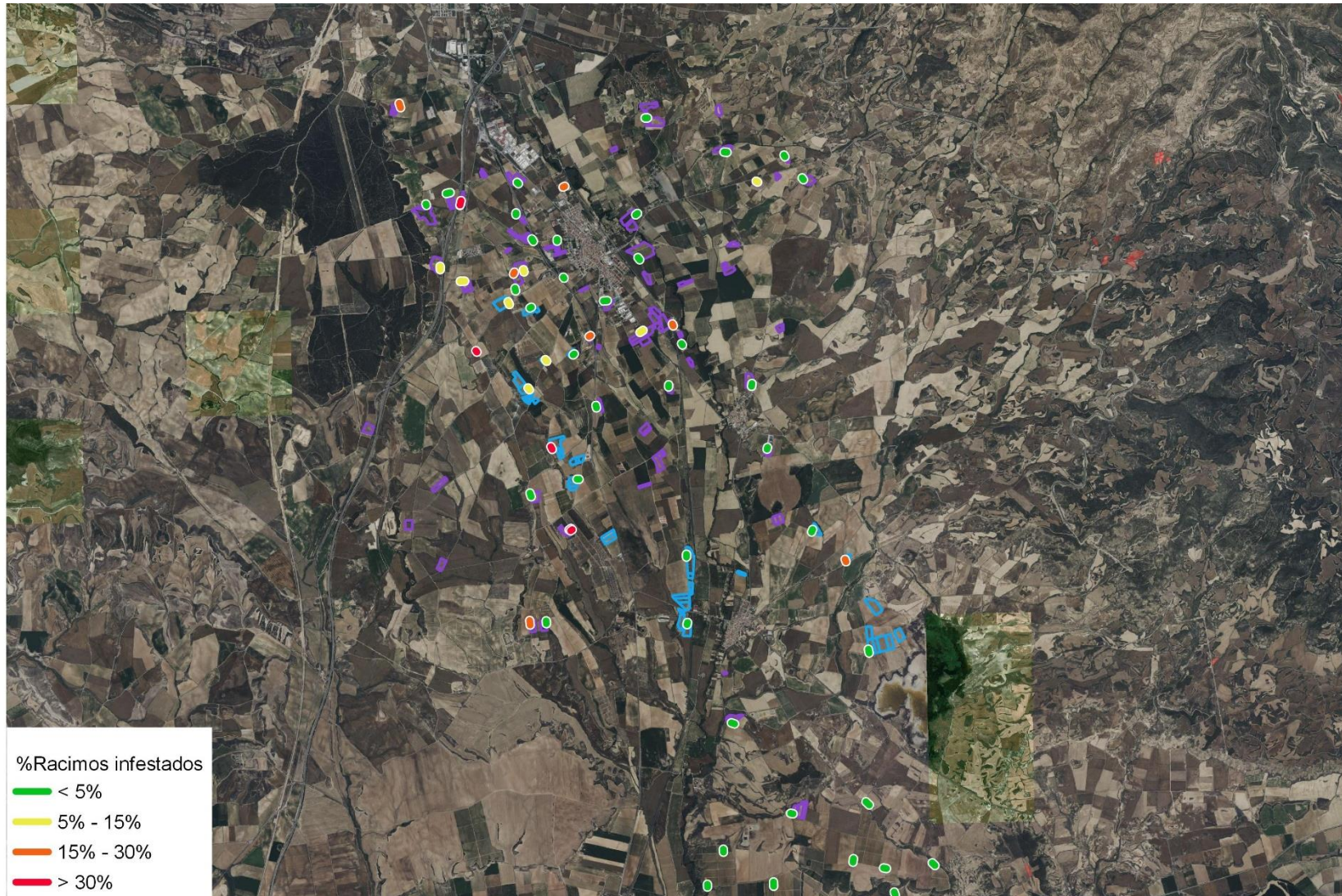


Resultados muestreo daños en racimo 2º generación en Bodega Cirbonera

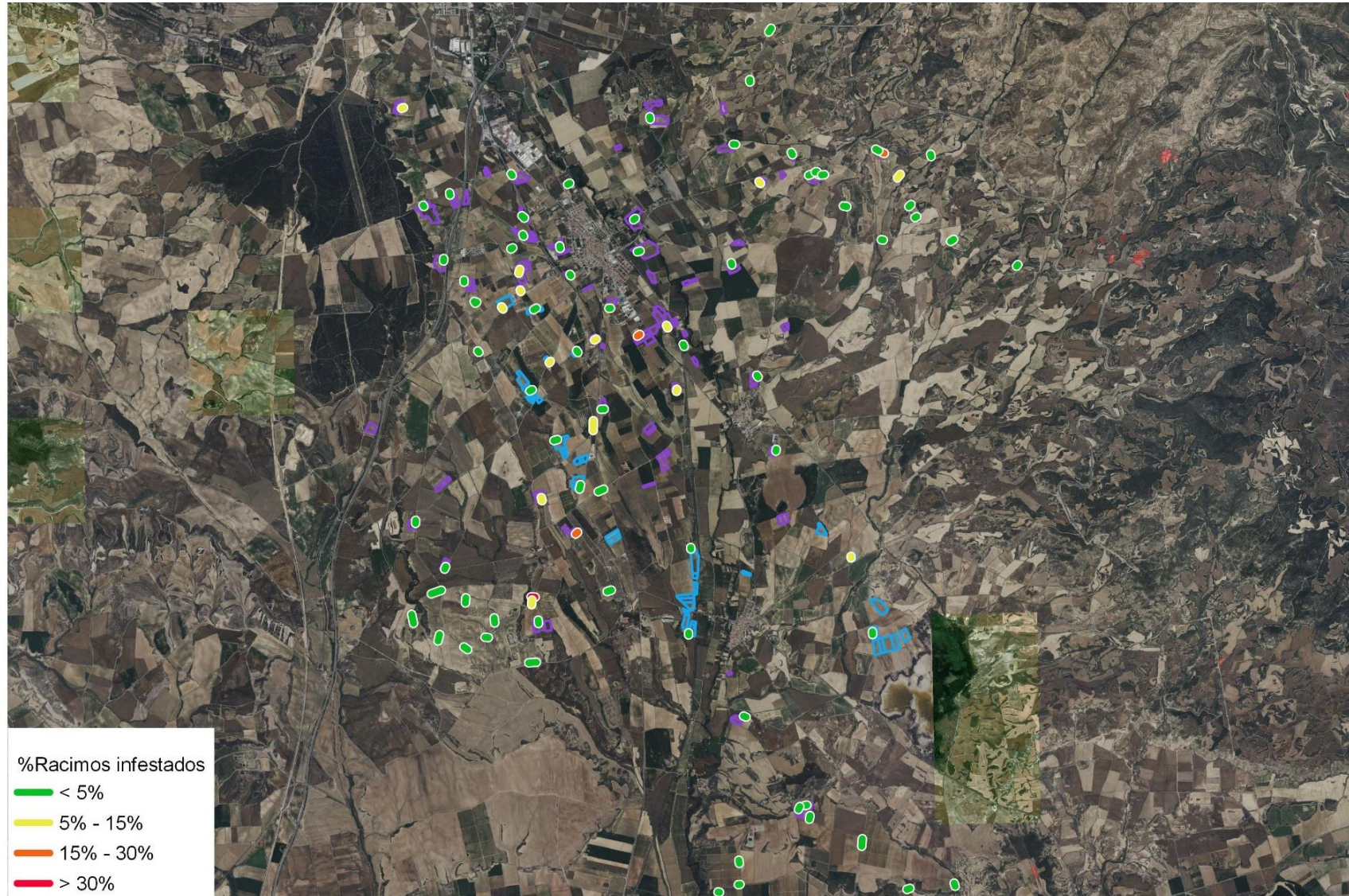


Resultados muestreo daños en racimo 3º generación en Bodega Carbonera

Bodega San Sebastián



Resultados muestreo daños en racimo 1º generación en Bodega Vega del Castillo

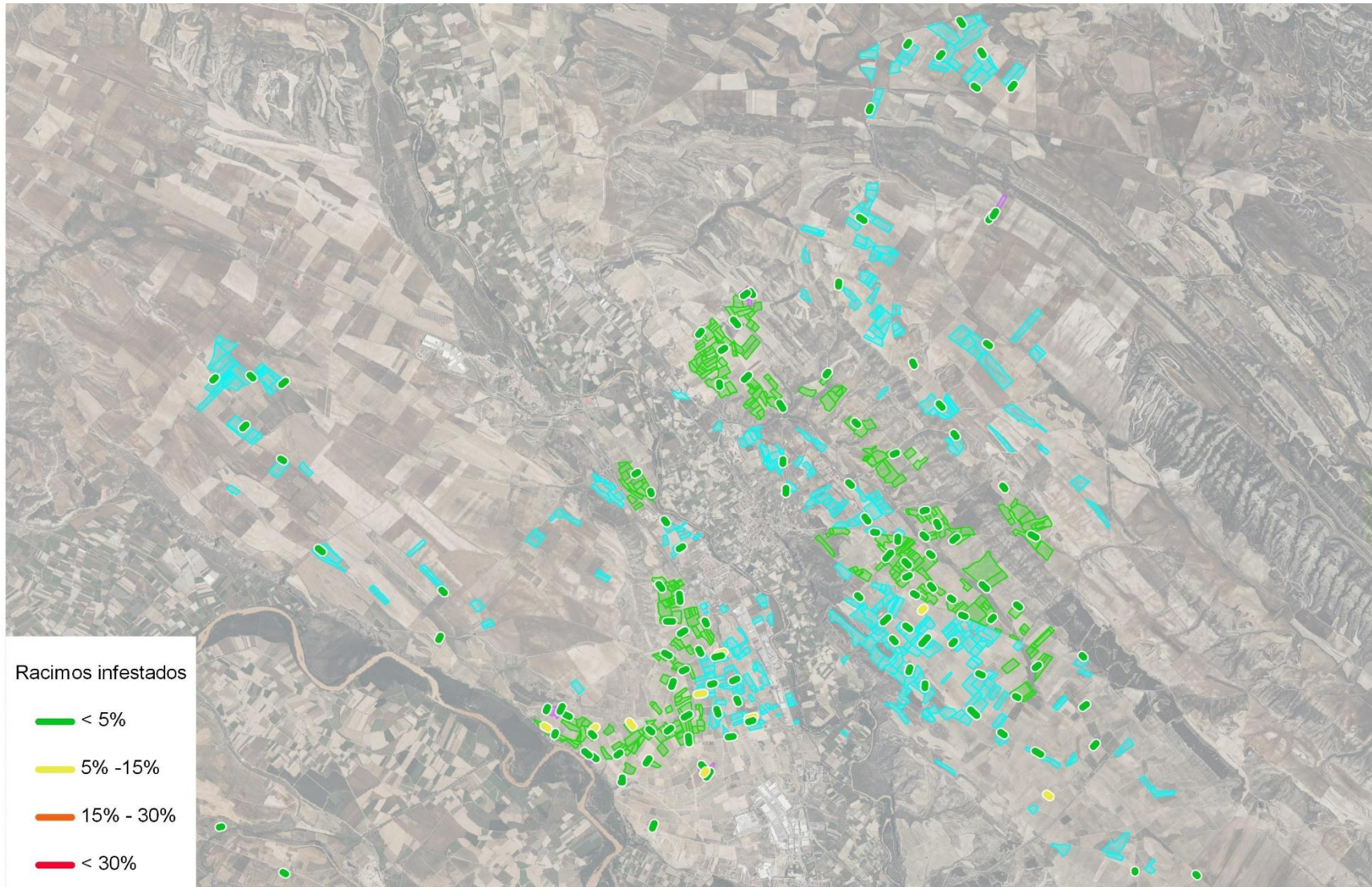


Resultados muestreo daños en racimo 2º generación en Bodega Vega del Castillo

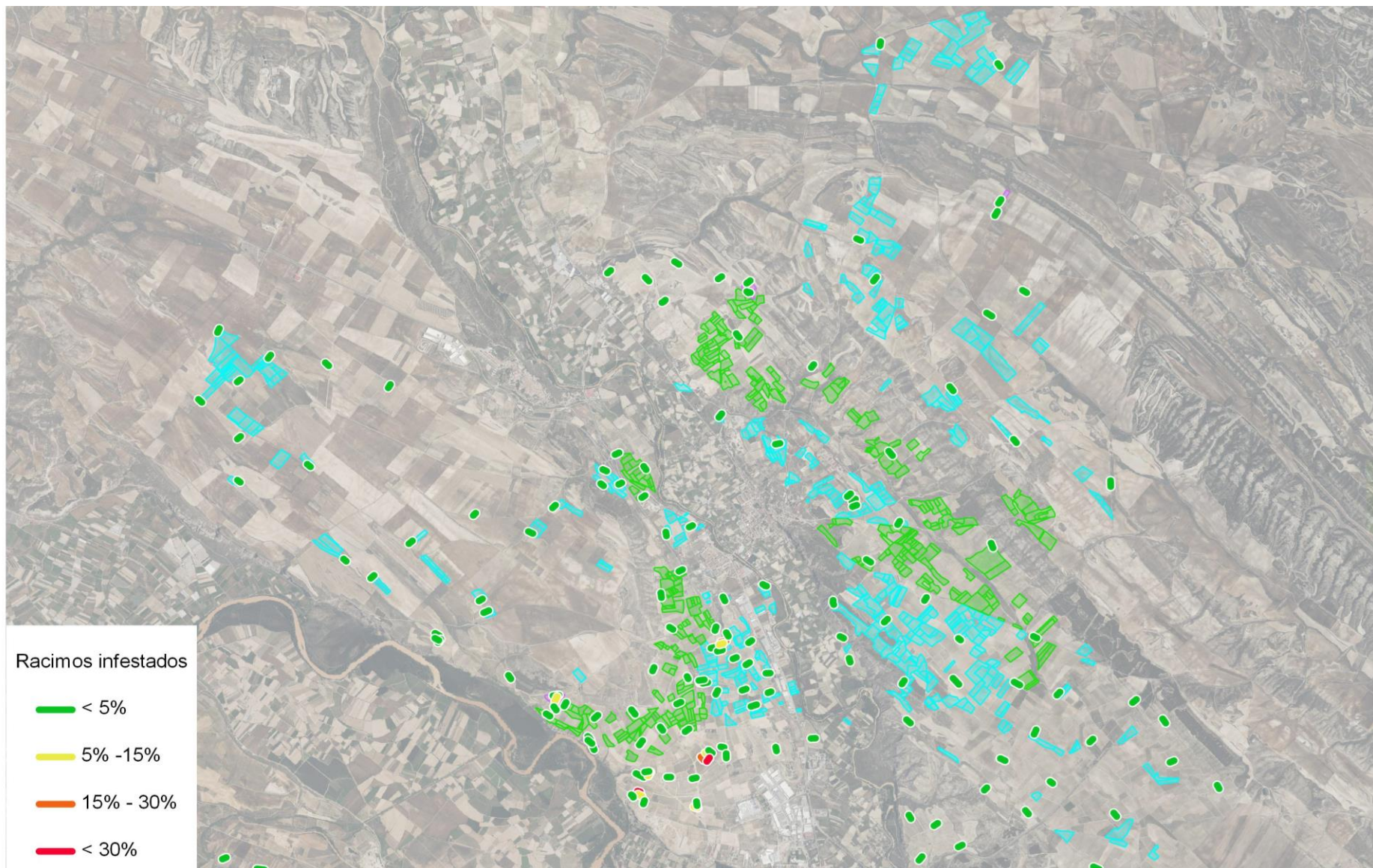


Resultados muestreo daños en racimo 3ª generación en Bodega Vega del Castillo

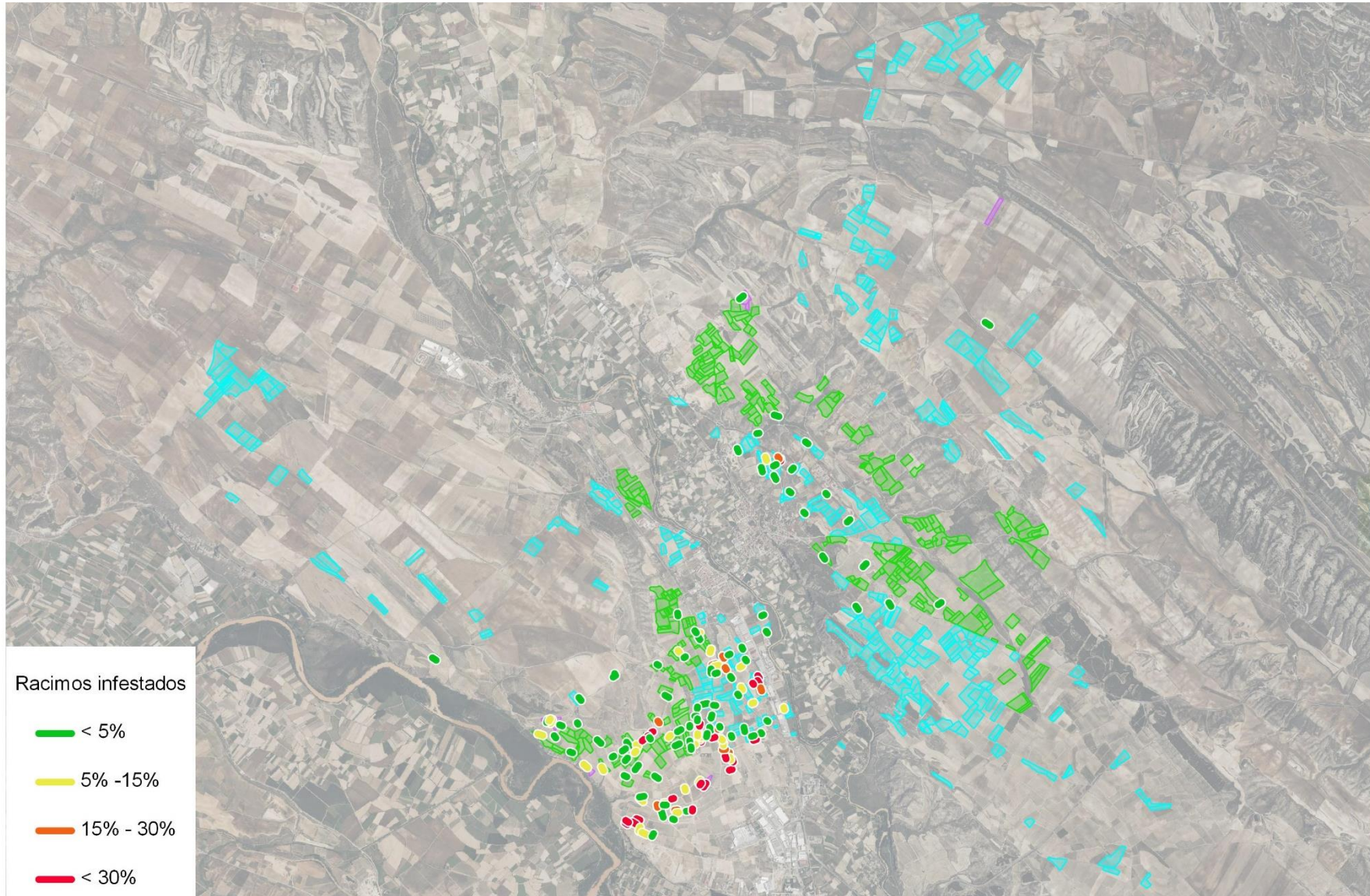
Bodega San Sebastián



Resultados muestreo daños en racimo 1^o generación en Bodega San Sebastián



Resultados muestreo daños en racimo 2º generación en Bodega San Sebastián



Resultados muestreo daños en racimo 3º generación en Bodega San Sebastián

Agrupando los resultados obtenidos en los muestreos realizados en cada generación obtenemos los siguientes resultados:

Bodega	Técnica de control de Lobesia	1º generación			2º generación			3º generación		
		Nº racimos	Nº racimos con daños	% racimos dañados	Nº racimos	Nº racimos con daños	% racimos dañados	Nº racimos	Nº racimos con daños	% racimos dañados
Carbonera	Dif. plástico	1.556	40	3%	1025	31	3%	225	25	11%
	Dif. biodegradable	682	6	1%	625	6	1%	50	0	0%
	Insecticidas	175	19	11%	225	17	8%	125	17	13,6%
San Sebastián	Dif. plástico	1487	14	1%	1325	11	1%	1360	119	8%
	Dif. biodegradable	1685	20	1%	425	0	0%	1028	76	7%
	Insecticidas	508	12	2%	285	13	5%	292	41	14%
Vega del Castillo	Dif. plástico	1.466	111	7,6%	1050	32	3%	275	10	4%
	Dif. biodegradable	333	22	6,6%	200	4	2%	100	5	5%
	Insecticidas	25	4	16%	50	9	18%	50	12	24%

A la vista de los resultados obtenidos podemos concluir que los difusores biodegradables y los difusores plásticos han tenido eficacias similares en el control de la plaga, y que ambas técnicas han permitido reducir los daños en los racimos respecto al uso de insecticidas. Se observa también en los planos de los muestreos como la incidencia de la plaga puede variar significativamente entre las distintas zonas de la bodega. Asimismo, podemos observar como la mayor parte de los daños detectados en las parcelas en confusión sexual se concentran en las zonas más expuestas, donde la superficie homogénea de viñedo es menor y las parcelas quedan más expuestas a los efectos del viento y a las polillas del racimo procedentes de parcelas contiguas que no han implantado técnicas de confusión sexual.

Por otro lado, hay que realizar una aclaración respecto a los datos obtenidos en tercera generación con el uso de difusores. Debido a que la vendimia venía muy adelantada en Bodega Carbonera y Bodega Vega del Castillo se vio que no iba a dar tiempo a muestrear toda la superficie y se concentró el esfuerzo en comprobar el daño existente en las zonas que en segunda generación se había comprobado que eran más problemáticas, por lo que los datos obtenidos en tercera generación están condicionados por esta situación, obteniendo valores más altos que los que se hubieran obtenido si se hubiera muestreado todo el viñedo que contaba con difusores.

- **Rendimiento de las parcelas:** Cuando la uva llegaba a la cooperativa se hizo un seguimiento de los rendimientos de las parcelas, diferenciando estas producciones en función de la técnica de control de Lobesia utilizada. Al igual que en 2022, estos datos se han comparado respecto al rendimiento medio de la variedad en la cooperativa en la vendimia de 2023.

Bodega Cirbonera (Cintruénigo)							
ZONA	% variación rendimiento respecto a la media de la variedad						
	Método de control	Garnacha	Tempranillo	Merlot	Cabernet	Graciano	Blancas
Campo Lasierpe	Dif. Biodegradable	31%	1%	20%	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)
	Dif. plástico	43%	-11%	12%	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)
	Insecticidas	-2%	-13%	-13%	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)
La Plana	Dif. Biodegradable	27%	30%	67%	61%	29%	17%
	Dif. plástico	11%	31%	41%	22%	-20%	Sin datos (*)
	Insecticidas	-4%	16%	23%	-6%	-6%	17%
Carratudela	Dif. Biodegradable	17%	0%	10%	10%	Sin datos (*)	28%
	Dif. plástico	-5%	11%	Sin datos (*)	27%	Sin datos (*)	Sin datos (*)
	Insecticidas	7%	4%	10%	1%	Sin datos (*)	24%
TOTAL BODEGA	Dif. Biodegradable	18%	6%	30	50%	13%	32%
	Dif. plástico	2%	21%	21	18%	4%	Sin datos (*)
	Insecticidas	-5%	-10%	-5%	-2%	-3%	-13%

Sin datos (*): No hay datos para esta variedad y zona de estudio

Aunque a la hora de estudiar estos datos por un lado hay que tener en cuenta que puede haber multitud de factores que afectan los rendimientos (riego, podas, clones, portainjertos, fertilización, zonas agroclimáticas...) y por otro lado, que en determinados zonas de estudio la superficie de cada variedad es reducida y por tanto la muestra es poco representativa, si observamos los datos totales de la bodega, donde ya la muestra es mucho más amplia y fiable, podemos comprobar que la tendencia de las zonas donde se ha utilizado confusión sexual es que el rendimiento por hectárea sea mayor al de las parcelas en las que se han utilizado insecticidas.



Bodega San Sebastián (Andosilla)							
ZONA	% variación rendimiento respecto a la media de la variedad						
	Método de control	Garnacha	Tempranillo	Mazuelo	Graciano	Viura	Verdejo
Regadio Canal	Dif. Biodegradable	20%	3%	-7%	6%	17%	3%
	Dif. plástico	-12%	1%	24%	-12%	-4%	Sin datos (*)
	Insecticidas	-15%	-31%	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)
Regadio Invierno	Dif. Biodegradable	7%	-1%	-1%	-26%	Sin datos (*)	-19%
	Dif. plástico	-5%	1%	3%	4%	Sin datos (*)	15%
	Insecticidas	-24%	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)
Secano	Dif. Biodegradable	-11%	-2%	Sin datos (*)	-21%	0%	0%
	Dif. plástico	0%	2%	Sin datos (*)	31%	Sin datos (*)	-3%
	Insecticidas	Sin datos (*)	-26%	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)
TOTAL BODEGA	Dif. Biodegradable	23%	2%	-4%	-16%	12%	-2%
	Dif. plástico	-9%	0%	9%	8%	-19%	6%
	Insecticidas	-10%	-30%	Sin datos (*)	Sin datos (*)	Sin datos (*)	-21%

Sin datos (*): No hay datos para esta variedad y zona de estudio

En el caso de Bodega San Sebastián la situación es similar a lo observado en la Bodega Cirbonera, aunque en este caso los rendimientos están muy influenciados también por el tipo de riego. Dado el reducido tamaño de la muestra tomada para cada variedad y zona de estudio y que no ha sido posible establecer testigos para todas las variedades y zonas, la muestra más fiable es la que se ha tomado en las variedades mayoritarias (garnacha y tempranillo), donde además existe testigo, Al ver los datos de estas variedades, podemos comprobar la misma tendencia que en Cirbonera en cuanto a los rendimientos, las zonas tratadas con insecticidas tienden a tener un menor rendimiento que las zonas con confusión sexual.



Bodega Vega del Castillo (Olite)						
ZONA	% variación rendimiento respecto a la media de la variedad					
	Método de control	Garnacha	Tempranillo	Merlot	Cabernet	Viura
Regadio	Dif. Biodegradable	-5%	-4%	-4%	56%	2%
	Dif. plástico	8%	15%	1%	14%	Sin datos (*)
	Insecticidas	-35%	-27%	3%	Sin datos (*)	-6%
Secano	Dif. Biodegradable	25%	32%	0%	13%	61%
	Dif. plástico	13%	8%	Sin datos (*)	11%	44%
	Insecticidas	-24%	-15%	Sin datos (*)	-53%	Sin datos (*)
TOTAL BODEGA	Dif. Biodegradable	18%	9%	2%	-21%	19%
	Dif. plástico	10%	11%	1%	13%	-10%
	Insecticidas	-47%	-31%	-13%	-51%	-31%

Sin datos (*): No hay datos para esta variedad y zona de estudio

Los datos obtenidos en Vega del Castillo se observa la misma tendencia que en las otras dos bodegas, donde las parcelas con confusión sexual presentan rendimientos más altos que las otras zonas, aunque en este caso quizá la diferencia de rendimientos todavía es más acusada, probablemente porque las parcelas en las que el control se realizaba mediante insecticidas no realizaron aplicaciones en 2º y 3º generación.

- **Nº de aplicaciones de insecticida:** En todos las parcelas en las que se utilizó la confusión sexual no ha sido necesaria la realización de tratamientos insecticidas. En las parcelas de Bodega San Sebastián y Bodega Carbonera en las que no se utilizó la confusión se realizaron dos tratamientos insecticidas, uno en 2º generación y otro en 3º generación. En bodegas Vega del Castillo, sin embargo, donde la incidencia de la plaga suele ser menor es menos habitual encontrar viticultores que realicen dos aplicaciones al año, lo habitual es dar uno o incluso ningún tratamiento.

Nº tratamientos con insecticida			
Método de control	Zona de estudio		
	Cintruénigo	Andosilla	Olite
Difusor plástico	0	0	0
Difusor biodegradable	0	0	0
Insecticidas	2	2	0-1

Los productos insecticidas que habitualmente se utilizan para el control de Lobesia botrana se están aplicando en dosis de entre 0,2 y 0,6 litros/ha ([Radiant](#) y [Mimic](#)).

En consecuencia, en este segundo año, donde las parcelas demostrativas tenían una superficie total de 1260 ha se ha evitado la aplicación de entre 424 y 1.272 litros en las zonas de Cintruénigo y Andosilla, y de entre 0 y 120 litros en la zona de Olite.

- **Cantidad de residuo plástico generado:** Los datos obtenidos en 2023 son los mismos que en la primera campaña del proyecto. Las parcelas que utilizaron difusores plásticos generaron 0,27 kg/ha de plástico que tuvieron que ser retirados manualmente en las podas de la campaña posterior. Se estima que se retiraron entorno al 95% de los difusores colocados, ya que algunos pudieron caer al suelo por una mala colocación o por error humano no se vieron y por tanto quedaron en campo. Esto implica que el residuo plástico que quedo en campo fue de 13,5 g/ha.

3.2.3. Indicadores económicos

Indicadores económicos

- **Coste mano de obra:** Los viticultores implicados en el proyecto recogieron a lo largo de 2022 y 2023 los datos sobre los tiempos que les había costado realizar todas las labores. Para el cálculo económico se ha establecido el coste de la hora de trabajo en base al salario de un tractorista-maquinista recogido en el Convenio colectivo del sector agropecuario de Navarra en vigor en 2023 (11,60 €/h).

Para contabilizar el tiempo de trabajo invertido en la aplicación de tratamientos insecticidas, solo se ha tenido en cuenta las aplicaciones que se hayan realizado aplicando únicamente insecticidas, si el tratamiento insecticida se ha realizado a la vez que los tratamientos fungicidas no se ha contabilizado este tiempo de trabajo.

No se ha contabilizado el tiempo invertido en la retirada de los difusores de feromonas. Al realizarse a la vez que se realizan la podas el coste se puede considerar despreciable.

Bodega Cirbonera (Cintruénigo)					
Método de control	Cálculo del coste mano de obra (€/ha)				
	Colocación difusores (horas/ha)	Coste colocación (€/ha)	Aplicación insecticidas (horas/ha)	Coste aplicación (€/ha)	Total coste (€/ha)
Difusor plástico	1,05	12,18	0	0	12,18
Difusor biodegradable	1,05	12,18	0	0	12,18
Insecticidas	0	0	0 (*)	0 (*)	0

(*) Los tratamiento insecticidas se realizaron a la vez que el tratamiento fungicida



Bodega San Sebastian (Andosilla)					
Método de control	Cálculo del coste mano de obra (€/ha)				
	Tiempo colocación (horas/ha)	Coste colocación (€/ha)	Tiempo aplicación (horas/ha)	Coste aplicación (€/ha)	Total coste (€/ha)
Difusor plástico	0,96	11,13	0	0	11,13 €
Difusor biodegradable	0,96	11,13	0	0	11,13 €
Insecticidas	0	0	0 (*)	0 (*)	0

(*) Los tratamiento insecticidas se realizaron a la vez que el tratamiento fungicida

Bodega Vega del Castillo (Olite)					
Método de control	Cálculo del coste mano de obra (€/ha)				
	Tiempo colocación (horas/ha)	Coste colocación (€/ha)	Tiempo aplicación (horas/ha)	Coste aplicación (€/ha)	Total coste (€/ha)
Difusor plástico	0,90	10,44	0	0	10,44
Difusor biodegradable	0,90	10,44	0	0	10,44
Insecticidas	0	0	0 (*)	0 (*)	0

(*) Los tratamiento insecticidas se realizaron a la vez que el tratamiento fungicida

- **Coste del combustible:** A continuación, se recogen los datos medios del consumo de combustible de los viticultores. Se ha tenido en cuenta los desplazamientos hasta parcela, y los viajes para volver a llenar los depósitos. Para contabilizar el coste se han tenido en cuenta únicamente el número de tratamientos que se han dado exclusivamente con insecticida. No obstante, en ninguno de los dos años de proyecto se han tenido que realizar tratamientos específicos contra *Lobesia botrana*, siempre se han dado a la vez que el fungicida, por lo que no se ha imputado gastos de combustible.
- **Coste de productos fitosanitarios:** Los viticultores implicados en el proyecto han recogido los datos reales de los costes por la compra de fitosanitarios para el control de *Lobesia botrana*. A continuación, se detallan los costes de cada una de las técnicas estudiadas.

Consumo de productos fitosanitarios			
Zona de estudio	Coste difusores plásticos (€/ha)	Coste difusores biodegradables (€/ha)	Coste insecticidas (€/ha)
Cintruénigo	108	145	50
Andosilla	123	165	50
Olite	123	165	0-25



Como puede observarse los datos no son coincidentes en todas las cooperativas, esto se debe a que en Bodega Carbonera, en determinadas zonas dado que la incidencia de plaga era algo menor y la superficie era considerable, no fue necesario colocar 250 difusores por hectárea, y en las zonas centrales se bajo la dosis a 200 €/ha. El menor coste de insecticidas en Olite se debe a que no suele ser habitual tratar contra las dos generaciones de polilla.

- **Penalizaciones y bonificaciones en liquidación por estado sanitario:** Las bodegas cooperativas participantes cuentan con sistemas para penalizar o bonificar a los socios en la liquidación, en función del estado sanitario de sus producciones. Durante el proyecto se quería monetizar la influencia que podía tener en las liquidaciones el uso de las técnicas de confusión sexual, ya que una uva con menor daño por polilla podía implicar una diferencia importante en la liquidación. Finalmente, no se pudo monetizar estas diferencias ni en la vendimia 2022, ni en la vendimia de 2023. En 2022 ninguna de las cooperativas aplicó penalizaciones a sus socios puesto que las condiciones climáticas impidieron la eclosión de los huevos en 3º generación, y además como fue un verano muy seco apenas hubo incidencia de enfermedades fúngicas.

En 2023 la climatología también afecto de manera importante a la sanidad de la uva, pero en sentido contrario. Varias de las zonas donde se realizó el del proyecto se vieron afectadas por las granizadas de verano del 2023 y todas ellas se vieron muy afectadas por la DANA de principios de septiembre, que propicio una elevada incidencia de Botrytis, obligo en algunos casos a adelantar la vendimia de las parcelas de determinadas variedades (al menos las que dio tiempo a vendimiar antes de que llegará la DANA) y a retrasar la vendimia de otras parcelas por la imposibilidad de entrar con las máquinas en el campo. La DANA de septiembre de 2023 derivó en una de las vendimias mas complicadas de los últimos años, impidiendo vendimiar en fecha las distintas variedades y provocando una gran incidencia de Botrytis. En consecuencia, las cooperativas en 2023 sí que aplicaron penalizaciones por el estado sanitario de las uvas de los socios, pero dadas las condiciones meteorológicas de la campaña es imposible estipular que las diferencias en el estado sanitario han dependido de la técnica de control de polilla utilizada, o si ha sido así en que grado están influenciados por los daños de polilla, los daños de granizo y la incidencia de la DANA.



• **Costes totales:** Una vez cuantificados todos los aspectos económicos que influyen a la hora de cuantificar los costes de cada técnica, se puede obtener el coste total de la aplicación de cada una de ellas. Pero en este caso, dados los resultados en cuanto a los rendimientos por hectárea, hemos considerado relevante tener en cuenta la pérdida de rendimiento que se ha observado en la parcelas que se han tratado con insecticidas respecto a las que han utilizado confusión sexual. Para realizar este cálculo hemos considerado que la pérdida de rendimiento puede ser de al menos un 10 %, el rendimiento medio lo estimamos en 6.500 kg/ha y el precio de la uva el coste de producción aplicado por GN para las inspecciones de cumplimiento de la Ley de la cadena (0,35 €/kg).

○ $6.500 \text{ kg/ha} \times 0,10 \times 0,35\text{€/kg} = 228 \text{ €/ha}$

Coste totales para el control de <i>Lobesia botrana</i>						
Zona	Coste total de cada técnica (€/ha)					
	Método de control	Mano de obra (€/ha)	Gasoil (€/ha)	Fitos (€/ha)	Pérdida Rendimiento (€/ha)	Total (€/ha)
Cintruénigo	Difusor plástico	12,18	0	108	0	120,18
	Difusor biodegradable	12,18	0	145	0	157,18
	Insecticidas	0	0	50	228	278
Andosilla	Difusor plástico	11,13	0	123	0	134,13
	Difusor biodegradable	11,13	0	165	0	176,13
	Insecticidas	0	0	50	228	278
Olite	Difusor plástico	10,44	0	123	0	133,44
	Difusor biodegradable	10,44	0	165	0	175,44
	Insecticidas	0	0	0- 25	228	228-253

Por otro lado, hay otro aspecto que también influye en la renta percibida por el viticultor, que es el estado sanitario de la uva, y que en muchas ocasiones se penaliza al viticultor bien en los contratos de compra de uva o bien mediante las penalizaciones o bonificaciones que se aplican en las bodegas cooperativas. En consecuencia, aunque las condiciones climáticas de la campaña (DANA, granizo...), no nos han permitido monetizar la pérdida de calidad, sí que es un aspecto que hay que valorar, de hecho, los enólogos de las bodegas participantes han destacado que, en sus visitas a las explotaciones previas a vendimia, los racimos de las parcelas en confusión presentaban un mejor aspecto, con un mejor estado sanitario, aunque posteriormente la DANA desvirtuará esta situación.



Por tanto, sí que podemos afirmar en base a la valoración cualitativa del personal técnico de las bodegas, que la confusión sexual permite obtener una uva de mayor calidad que mediante el uso de insecticidas. Por la experiencia previa y tras estudiar los sistemas de penalización establecidos por las cooperativas, podemos estimar que un peor estado sanitario de la uva puede suponer una merma de al menos entre un 2 y un 5% en el precio percibido, lo que implica una pérdida añadida de entre 46 y 114 €/ha en aquellas parcelas tratadas con insecticidas.

4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

- La confusión sexual ha demostrado ser una técnica eficaz en el control de *Lobesia botrana* en las distintas zonas y condiciones en las que se ha realizado el estudio. Tal y como se ha podido observar en el monitoreo de las parcelas demostrativas, la confusión sexual ha sido más efectiva que el uso de insecticidas, independientemente del nivel de plaga, tamaño de las parcelas, homogeneidad del cultivo, tipo de riego y condiciones agroclimáticas.
- Los difusores biodegradables han demostrado ser igual de eficaces que los difusores plásticos, el cambio en el tipo de material no ha mostrado que haya afectado a la cantidad de feromona emitida o la vida útil del producto.
- Para asegurar el correcto funcionamiento de la técnica y atajar posibles problemas, es imprescindible realizar un monitoreo exhaustivo de la plaga mediante trampas de captura y controlar los daños en los racimos en las zonas más expuestas de las parcelas (bordes y entradas de viento dominante).
- Hasta la fecha las técnicas de confusión sexual se han aplicado mediante difusores pasivos de material plástico, pero se están comenzando a desarrollar otros sistemas de difusión de feromonas como, difusores pasivos biodegradables, difusores activos (aerosoles), feromonas microencapsuladas, geles, espumas, etc... que pueden tener una alta eficacia y permiten evitar la presencia de residuos plásticos en campo. No obstante, algunos de estos nuevos productos, aunque pueden presentar ventajas respecto a los difusores "clásicos" también pueden tener otros inconvenientes (colocación y retirada, momento de aplicación...) que hay que valorar convenientemente a la hora de elegir la técnica de confusión sexual a utilizar.
- Aunque inicialmente puede parecer que la confusión sexual es una técnica con un mayor coste que el uso de insecticidas, si se tiene en cuenta la pérdida de rendimiento y calidad respecto a las parcelas tratadas con insecticidas, la confusión sexual ha demostrado ser más rentable.