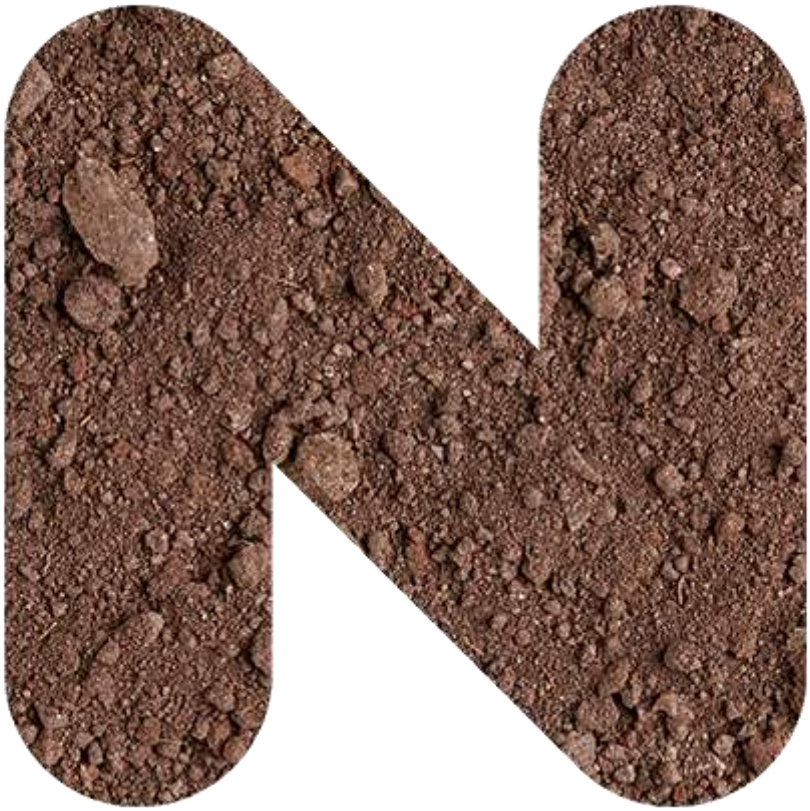
The LIFE-IP NAdapta-CC project has received funding from the LIFE Programme of the European Union



Deliverable DC.4.4_3:

Warning Station and IPM trials

C.4.4

Grant Agreement nº. LIFE 16 IPC/ES/000001

Towards an integrated, coherent and inclusive implementation of Climate Change Adaptation policy in a region: Navarre

(LIFE-IP NAdapta-CC)

LIFE 2016 INTEGRATED PROJECTS CLIMATE ACTIONS

Project start date: 2017-10-02 Project end date: 2025-12-31

DISSEMINATION LEVEL		
PU	Public	☒
PP	Restricted to other programme participants (including the Commission Services)	☐
RE	Restricted to a group specified by the consortium (including Commission Services)	☐
CC	Confidential, only for members of the consortium (including Commission Services)	☐

Autoría:

- Carmen Goñi, INTIA.
- Juan Antonio Lezaun, INTIA.
- Jesús Zúñiga, INTIA.
- Noelia Telletxea, INTIA.
- Sandra Aldaz, INTIA

Referencia recomendada a efectos bibliográficos:

Goñi, C., Lezaun, J.A., Zúñiga, J., R., Telletxea, N., Aldaz, S. (2023). *Estación de avisos y ensayos GIP*. Acción C.4. del Proyecto LIFE-IP NAdapta-CC (LIFE 16 IPC/ES/000001) de la Unión Europea. Pamplona. Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA) y Servicio de Economía Circular y Cambio Climático del Gobierno de Navarra.

Este documento corresponde al entregable DC4.4_3 previsto en el Proyecto LIFE-IP NAdapta-CC.

El Proyecto LIFE-IP NAdapta-CC LIFE 16 IPC/ES/000001 está ejecutado con la contribución financiera del programa LIFE de la Unión Europea

El contenido de este informe no refleja la opinión oficial de la Unión Europea. La responsabilidad de la información y los puntos de vista expresados en esta publicación recaen completamente en su autoría.

www.lifenadapta.eu

Versión 3. 21 de noviembre de 2023

Table of contents

0. SUMMARY 7
1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS GIP 10
1.1 Introducción 10
1.2 Resumen de resultados Fase 1 11
1.3 Resumen de resultados Fase 2 11
1.4 Resumen de resultados Fase 3 11
2. RESULTADOS DE LA ESTACIÓN DE AVISOS 14
2.1 Introducción 14
2.2 Manual de usuario de la estación de avisos 16
2.2.1 Portal de inicio 16
2.2.2 Administración 17
2.2.3 Gestión de datos 21
2.2.4 Avisos y alertas 22
2.2.5 App de avisos 25
2.3 Modelos de predicción de plagas y enfermedades 28
2.3.1 Modelo predicción de riesgo de Mildiu en viña (Plasmopara vitícola): 28
2.3.2 Mildiu en patata y tomate (Phytophthora infestans) 29
2.3.3 Moteado en manzano y peral (Venturia inaequalis y Venturia pirina) 30
2.3.4 Eclosión de huevos de taladro de la alcachofa (*Gortyna xanthenes*) 31
2.4 Plagas y enfermedades emergentes 32
2.4.1 Incorporación de plagas emergentes en la EA 32
2.5 Análisis comportamiento plagas presentes 35
2.5.1 Polilla del racimo (*Lobesia botrana*) 35
2.5.2 Taladro de tomate (*Helicoverpa armigera*) 37
2.6 Incorporación de trampas automáticas 39

Tablas

Tabla 1-1. Listado de ensayos GIP realizados. 10
Tabla 2-1. Eventos de difusión de la EA en la Fase 3 por campañas. 14
Tabla 2-2. Perfiles y accesos a la información de la estación de avisos 18
Tabla 2-3. Avisos en función de la información. 24
Tabla 2-4: Listado plagas y enfermedades emergentes 32

Figures

Figura 1. Portal de Sanidad vegetal y Animal 16
Figura 2. Página Inicio EA Agricultura 17
Figura 3. Estación de avisos 17
Figura 4. Copia de la URL para otros documentos. 19
Figura 5. Nueva información puntos. 20
Figura 6. Posibilidad de exportar datos. 20
Figura 7. Nueva información en los gráficos. 21
Figura 8. Alertas para personal técnico en gestión integrada de plagas (GIP). 22
Figura 9. Renovación automática de avisos. 23
Figura 10. Aviso de campaña no iniciada. 24
Figura 11.Tabla de usario y suscripciones a la App. 25
Figura 12. Visualización situación Mildiu viña en una fecha y gráfico a nivel de estación 29
Figura 13. Visualización situación Mildiu patata y tomate en fecha y gráfico a nivel de estación. 30
Figura 14. **Visualización situación Moteado manzano/peral en fecha y gráfico a nivel de estación.** 30
Figura 15. **Ejemplo de resultado del dato de eclosión que nos da el modelo para el dato de esta semana. Para comparar con la eclosión real** 31
Figura 16. Ejemplo de resultado de la predicción del modelo para la semana siguiente en función de los datos de la semana actual 31
Figura 17. Plagas emergentes en seguimiento y puntos de control, 2022. 33
Figura 18. Plagas emergentes en seguimiento y puntos de control, 2023. 34
Figura 19 Mapa ACH Viña vinificación 36
Figura 20 evolución capturas *Lobesia botrana* ACH-1 en 3 series de años 36
Figura 21 Evolución puntos de monitoreo *Helicoverpa armigera* 37
Figura 22 Gráfico de evolución anual capturas de *Helicoverpa armigera* en Funes 38
Figura 23 Tendencia del inicio y final de vuelo de *Helicoverpa armigera* en Funes 38
Figura 24 Comparación de trampas 40
Figura 25 . Ejemplos de trampas automáticas. 40
Figura 26. Punto de testigo en la parcela de manzanos en Sartaguda y trampa automática para Grapholita molesta 41
Figura 27. Punto testigo en la parcela de almendros en Falces y trampa automática para Anarsia lineatella 42
Figura 28. Resultados comparativos en ambas situaciones 42

Actualización del entregable (versión 3)

El entregable se ha actualizado en noviembre de 2023 incluyendo los cambios que se señalan a continuación:

- Reorganización del sumario
- Reorganización Resultados GIP: Se ha decidido trasladar toda la información concreta de resultados de los ensayos GIP (acción C4.4) a anexos, uno por cada fase finalizada, y mantener en el entregable, un resumen por fase de los avances en GIP.
- Reorganización Resultados de la estación de avisos: Se ha mantenido la información correspondiente al manual de usuario de la EA y de la App de avisos, completando con las mejoras añadidas en la Fase 3. Además, se ha incluido la información correspondiente a los resultados de la gestión de nuevas plagas emergentes y plagas existentes, en la EA, así como los resultados de la evaluación de trampas automáticas y seguimiento de modelos de predicción. En la Fase 2 se incluyó un anexo Annex C4.4_123.docx, y en esta versión, hemos incorporado al presente documento, un resumen de los avances en estos 4 puntos en las tres fases finalizadas del proyecto. En esta Fase 3 no incluimos anexo, ya que hemos incluido toda la información relevante en el entregable.

0. SUMMARY

This document contents C4.4 main results regarding Integrated Pest Management (IPM) essays and Warning Station (WS) developments during Phase 1, 2 and 3.

INTIA has been monitoring pests and diseases in the field for more than 20 years. In 2007, the warning station (WS) began to run. The WS is a collaborative tool in which, in addition to offer users descriptive information on pathogens that affect crops, it also provides real-time and georeferenced information of pathogens' field situation. Farmers receive warning notifications including information to pest control with traditional and alternative methods.

This monitoring and analysis system will allow us to detect the presence of new pests in our region. It also helps to check if there are any variations in the behavior of pests already present in our crops. In the context of climate change, it is necessary to increase the precision of the WS in determining the status of pests to assess the risk to crops. Thus, the consumption of inputs in agricultural production can be reduced: avoiding unnecessary consumption, reducing pollution and improving the profitability of crops. By reducing the use of phytosanitary products, biodiversity and the environment will be improved.

It is necessary that farmers and technicians in the sector have quick and easy access to the information provided by the WS. The development of a specific public App for warnings will allow the prompt dissemination of the information.

At the end of 2021, the **new developments of the EA were finalised**, as well as that of the warning App, and since 2022 it has been possible to test and improve all the functionalities. Particularly interesting has been the alert module created for the GIP technicians, focused on being able to show daily monitoring points with catches above the threshold determined by the GIP technician, in order to know risk situations quickly, and to be able to apply this information in the daily advice given by our technicians.

Modelling of pests and diseases from weather station data is another tool that, together with field data, allows anticipating possible risk situations and offering better solutions and alternatives. **At the end of phase 3, 4 new models, for 6 crops, have been incorporated into the EA.**

In order to enhance pest monitoring, various models of automatic traps have been assessed. In Phase 4 of the project, new models will be tested.

The Integrated Pest Management trials are necessary material for experimenting with the adaptation of integrated pest management methods, and as material for presenting and demonstrating the results to the sector. **In total 19 IPM trials have been carried out in the three phases of the project, and 182 theses have been evaluated**.

Regarding the monitoring of existing pests, an advancement in initial flights, a shortening of generation cycles, and an increase in the number of generations have been observed, all of which are related to the rise in temperature.

***

El Instituto navarro de tecnologías e infraestructuras agroalimentarias (INTIA) ha estado monitoreando plagas y enfermedades en el campo durante más de 20 años. En 2007, comenzó a funcionar la estación de avisos (EA). La EA es una herramienta colaborativa en la que, además de ofrecer a las personas usuarias información descriptiva sobre patógenos que afectan los cultivos, también proporciona información en tiempo real y georreferenciada de la situación de campo de dichos patógenos. Quienes se dedican a la agricultura reciben notificaciones de advertencia que incluyen información para el control de plagas con métodos tradicionales y alternativos.

Este sistema de seguimiento y análisis nos permitirá detectar la presencia de nuevas plagas en nuestra región. También ayuda a comprobar si existen variaciones en el comportamiento de las plagas ya presentes en nuestros cultivos. En el contexto del cambio climático, es necesario aumentar la precisión de la EA en la determinación del estado de las plagas para evaluar el riesgo para los cultivos. Así, se puede reducir el consumo de insumos en la producción agrícola: evitando consumos innecesarios, reduciendo la contaminación y mejorando la rentabilidad de los cultivos. Al reducir el uso de productos fitosanitarios, se mejorará la biodiversidad y el medio ambiente.

Es necesario que, quienes profesionalmente se dedican a la agricultura y el personal técnico del sector, tengan un acceso rápido y fácil a la información proporcionada por la EA. El desarrollo de una App pública específica para avisos permitirá la pronta difusión de la información.

A finales de 2021 se dieron por **finalizados los nuevos desarrollos de la EA**, así como el de la App de avisos y desde 2022 se ha podido testar y mejorar todas las funcionalidades. Especialmente interesante, ha sido el módulo de alertas creado para los técnicos GIP, enfocado a poder mostrar diariamente los puntos de monitoreo, con capturas superiores al umbral determinado por el técnico GIP, de cara a conocer situaciones de riesgo de forma rápida, y poder aplicar esta información en el asesoramiento diario que realizan nuestros técnicos.

La modelización de plagas y enfermedades a partir de datos de estaciones meteorológicas es otra herramienta que, junto con los datos de campo, permite anticiparse a posibles situaciones de riesgo y ofrecer mejores soluciones y alternativas. **Al finalizar la fase 3 se han incorporado 4 nuevos modelos, para 6 cultivos, a la EA.**

Se han evaluado diferentes modelos de trampas automáticas, para posibilitar un mejor seguimiento del monitoreo de plagas. En la Fase 4 del proyecto está previsto probar nuevos modelos.

Los ensayos en Gestión integrada de Plagas, son un material necesario para experimentar en la adaptación de los medios de lucha integrada, y como material para presentar y demostrar los resultados al sector. **En total en las tres fases del proyecto se han realizado 19 ensayos de GIP y se han evaluado 182 tesis**.

Respecto al seguimiento de plagas presentes, se ha constatado un adelanto de vuelos iniciales, un acortamiento de ciclos de las generaciones, y un aumento del número de generaciones, todos relacionados con el aumento de la temperatura.

1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS GIP

1.1 Introducción

La empresa pública INTIA, es pionera en España en aunar la investigación aplicada con la transferencia del conocimiento. Las actividades que realiza para fomentar la introducción de la innovación en el sector agroalimentario tienen un importante impacto en el incremento de la producción agraria de Navarra y de la rentabilidad de las explotaciones, así como en la mejora de la competitividad.

Uno de los principales servicios de INTIA es el de asesoramiento y asistencia técnica a los agricultores y ganaderos de Navarra. Este asesoramiento se fundamenta en la transferencia al sector del conocimiento innovador que se origina a través de la experimentación aplicada. Los ensayos en Gestión integrada de Plagas, son un material necesario para experimentar en la adaptación de los medios de lucha integrada, y como material para presentar y demostrar los resultados al sector.

Durante las fases 1, 2 y 3, se han realizado 19 ensayos de Gestión Integrada de Plagas (GIP) y se han evaluado 182 tesis.

Tabla 1-1. Listado de ensayos GIP realizados.

Fase	Campaña	Título	Tesis evaluadas
Fase 1	2018	Control de orugas en calabacín	4
		Control de oídio en calabacín	4
		Insecticidas contra orugas de hoja en brócoli	5
	2019	Control del pulgón negro en alcachofa	4
		Estrategias para el control de esclerotinia en lechuga de invernadero	4
		Fungicidas para el control de podredumbres en brócoli	10
		Sensibilidad varietal de maíz a fusariosis	14
Fase 2	2020	Control de pulgón de las habas mediante asociación de cultivos	3
		Fungicidas para el control de oídio en calabacín	6
		Control de plagas del brócoli mediante asociación de cultivos	2
		Sensibilidad varietal de maíz a fusariosis	14
	2021	Desinfección de semilla de tomate	11
		Sensibilidad varietal de maíz a fusariosis	27
Fase 3	2022	Control biológico ácaros tomate invernadero	2
		Sensibilidad varietal de maíz a fusariosis	30
	2023	Control biológico de pulgones en cultivo de pepino en invernadero	4
		Control de pulgones en cultivo de judía en invernadero	4
		Control de araña en maíz mediante insectos auxiliares	4
		Sensibilidad varietal de maíz a fusariosis	30

1.2 Resumen de resultados Fase 1

Se evaluaron un total de 45 tratamientos diferentes en las demostraciones realizadas en 2018 (Orugas en calabacín y brócoli y Oidio en calabacín) y en 2019 (Pulgón en alcachofa, Sclerotinia en lechuga, Pudrición de la cabeza en brócoli y Micotoxinas en maíz). Las micotoxinas se controlaron en 27 variedades diferentes de maíz. **Los resultados detallados de estos ensayos se incluyen en el anexo AC4.4_1**. Como conclusiones algunos de los productos novedosos obtuvieron buenas eficacias, similares a los tratamientos estándar, teniendo en cuenta que el periodo entre tratamientos es más corto que con los productos sintéticos.

1.3 Resumen de resultados Fase 2

En esta segunda fase se realizaron 6 ensayos y se evaluaron 63 tesis. En dos de estos ensayos incorporamos una nueva técnica de control de plagas mediante la asociación de cultivos. Los controles en estos ensayos son muy laboriosos y lentos, ya que requieren el seguimiento de las poblaciones de diversas especies de insectos, tanto plagas como auxiliares, y de los daños que causan. **Los resultados detallados de estos ensayos se incluyen en el anexo AC4.4_2**

En paralelo a la evaluación de fusariun en los ensayos de tolerancia varietal en maíz, se ha realizado en las tres fases del proyecto, una prospección para conocer para identificar y cuantificar la presencia de micotoxinas en el grano de maíz. Las micotoxinas son metabolitos secundarios generados en el desarrollo de algunos hongos y que resultan dañinos para los animales y los seres humanos. Es una problemática clave ligada a la presencia de fusarium en las mazorcas, y que resulta muy dependiente de las condiciones climáticas, así como de la sensibilidad varietal.

Durante la primera y segunda fase, años 2018, 2019, 2020 y 2021 se realizó un trabajo de prospección con un número de muestras muy limitado entre 5 y 10 anuales. El objetivo del trabajo era confirmar la presencia de micotoxinas en las mazorcas afectadas por fusarium, conocer los niveles de micotoxinas que podían generarse en estas situaciones, e identificar los tipos de micotoxinas más frecuentes.

Los resultados de las analíticas de laboratorio confirmaron una presencia predominante de micotoxinas relacionadas con *Fusarium graminearum,* Deoxinivalenol, Zearalenona. Además, **se confirmó también que las muestras utilizadas como referencia de variedades muy poco sensibles a fusarium, muestran niveles muy bajos de contenido en micotoxinas**.

1.4 Resumen de resultados Fase 3

En fase 3 se realizaron 6 ensayos y se evaluaron 74 tesis. En esta tercera fase, se han mantenido en 2022 y 2023 los ensayos de tolerancia a fusariosis en maíz, se han retirado variedades que han dejado de comercializarse o de las que ya se tiene referencias y se han sustituido por variedades nuevas comerciales. En 2023 el ensayo de fusariosis en maíz sembrado en mélida se anuló por tormenta de granizo el 18 de mayo, no obstante, la valoración de la tolerancia a la fusariosis se ha podido realizar en un ensayo localizado en Olite, a poca

distancia del anulado, por lo que no se considera un año perdido pudiendo cubrirse el objetivo propuesto. Durante la fase 3 años 2022 y 2023, se ha incrementado la cantidad de muestras analizadas para evaluar micotoxinas. El objetivo de estas analíticas es poder cuantificar de manera sistemática el contenido de micotoxinas de las distintas variedades presentes en el ensayo de sensibilidad varietal a fusarium. De esta manera podremos contar tanto con información sobre la sensibilidad varietal a la enfermedad observada en campo como con una cuantificación de los niveles de micotoxinas acumulados en cada variedad.

En 2022 se realizaron 24 analíticas, y 14 variedades analizadas sobre el ensayo, tienen un contenido superior al límite de consumo humano en Deoxinivalenol (DON), 4 variedades exceden además el contenido máximo permitido de Zearalenona (ZEA), y solo una el valor de Fumonisinas. Estos resultados encajan con los niveles de fusarium graminearum observados en campo, aunque no siempre la correlación es directa. En concreto, existen variedades con bajos niveles de *Fusarium graminearum* observado y que aun así llegan a exceder los límites máximos de micotoxinas. Por lo tanto, **se confirma la importancia de la medición directa de los contenidos de micotoxinas, así como, de la observación de síntomas de fusarium en campo. Se confirma también la importancia del estudio de la sensibilidad varietal, y la evolución anual asociada a las condiciones climáticas, ya que encontramos diferencias muy importantes en los niveles de micotoxinas, según el tipo de variedad sembrada y la campaña.**

En la campaña 2023 se han enviado 26 muestras a analizar, y a fecha de la presentación de este informe no se dispone de resultados analíticos.

En 2022 realizamos un ensayo de control biológico de ácaros en cultivo de tomate en invernadero ecológico, ya que es uno de los cultivos fundamentales en la rentabilidad de las explotaciones invernaderistas de Navarra, también en ecológico. Los ácaros (araña roja y eriófidos) provocan daños importantes en el cultivo y en el caso de los eriófidos, la lucha biológica no ha dado hasta el momento resultados eficaces. Se ha probado la suelta de la especie Transeius montdorensis en combinación con fuentes alternativas de alimento, pueden ser una estrategia interesante para el control de los eriófidos del tomate (Aculops lycopersici).

En 2023 en la finca dedicada a la producción ecológica en INTIA, Sartaguda, se ha realizado una primera experiencia sobre el control biológico de la araña del maíz mediante suelta de Neoseiulus californicus, en un cultivo al aire libre. En esta primera ocasión se tratará de conocer la facilidad de implantación de la especie y valorar su eficacia en el control de la plaga con técnicas de experimentación a nivel de parcela de agricultor. La presión de la plaga fue muy baja, por lo que no hemos podido observar resultados de control biológico en este ensayo.

También en Sartaguda, pero en cultivo en invernadero en producción ecológica se han realizado dos experiencias en dos cultivos diferentes, judía verde y pepino; para el control de plagas mediante la suelta de insectos auxiliares combinando con insecticidas respetuosos. En el ensayo de alubia se colocaron bankers con trigo y cebada contaminados con pulgones sobre los que poder multiplicar himenópteros parasitoides comerciales. La presencia de pulgón fue

muy escasa, por lo que no se realizó la suelta de parasitoides prevista. La población de pulgón en las alubias también fue muy escasa, y pudo controlarse con la aplicación de piretrinas naturales. La araña amarilla era otra de las plagas objeto del ensayo, y su población que se detectó desde principios de abril, fue bien controlada con la suelta de Neoseiulus californicus. En pepino, el control del pulgón Aphis gosypii fue muy complicado por la escasa presencia de insectos auxiliares al inicio de las infestaciones. No obstante, con la aplicación de fitosanitarios respetuosos al principio del cultivo, la presencia de fauna auxiliar autóctona, y las sueltas de insectos comerciales, se ha podido mantener la plaga en un nivel aceptable excepto en algunos focos. La experiencia ha resultado muy interesante, y se repetirá en la fase 4, tratando de adelantar la colocación de banker para obtener una mayor población de auxiliares en el momento de la aparición de Aphis gosypii en el cultivo.

Los resultados detallados de estos ensayos se incluyen en el anexo AC4.4_3

2. RESULTADOS DE LA ESTACIÓN DE AVISOS

En este punto reflejamos todo el trabajo realizado en relación a la estación de avisos (EA). En la Fase 2 se realizaron la mayor parte de los trabajos de programación, tanto la EA como la App de avisos. Por lo que en la fase 3 se ha podido utilizar la EA en el seguimiento de plagas emergentes, la incorporación de 4 nuevos modelos de predicción de enfermedades en 6 cultivos, y se ha realizado el seguimiento de plagas mediante sistemas de trampas automáticos, datos introducidos también en la EA.

En la Fase 3 se hecho un gran esfuerzo de difusión de la EA y de la App de avisos, para promover su uso entre el sector en Navarra, a través de las acciones de difusión y comunicación del proyecto. En total en la fase 3 se han realizado 330 eventos de difusión relacionados con la estación de avisos, de los cuales cabe destacar los 7 cursos de formación, y 9 artículos técnicos.

Tabla 2-1. Eventos de difusión de la EA en la Fase 3 por campañas.

Eventos difusión Fase 3	2022	2023
Artículos técnicos	1	8
Noticias	23	20
Boletines electrónicos	25	22
Post en redes sociales	65	137
Jornadas	12	10
Cursos de formación	2	5

Desde finales de junio hasta final de 2022 contabilizamos 100 descargas de la App, de las que 33 son de técnicos INTIA.

En 2023 se ha continuado utilizando la App como vía de notificación de avisos, y paralelamente se ha mantenido el envío de mensajes sms de algunas plagas más preocupantes cono Cydia pomonella y Bactrocera oleae, para reforzar el servicio.

Hasta mediados de octubre de 2023 se han contabilizado 259, descargas de las cuales el 53% no son usuarios relacionados con INTIA

En la Fase 1 se enviaron 152 hojas informativas, y 202 en la Fase 2. En la fase 3 fueron 207, en 2022 se notificaron 104 hojas informativas y en 2023, hasta mediados de octubre, 103 hojas informativas.

2.1 Introducción

El Instituto navarro de tecnologías e infraestructuras agroalimentarias (INTIA) ha estado monitoreando plagas y enfermedades en el campo durante más de 20 años. En 2007, comenzó a funcionar la estación de avisos (EA). La EA es una herramienta colaborativa en la que, además de ofrecer a las personas usuarias información descriptiva sobre patógenos que afectan los cultivos, también proporciona información en tiempo real y georreferenciada de la situación de campo de dichos patógenos. Quienes se dedican a la agricultura reciben notificaciones de

advertencia que incluyen información para el control de plagas con métodos tradicionales y alternativos.

Este sistema de seguimiento y análisis nos permitirá detectar la presencia de nuevas plagas en nuestra región. También ayuda a comprobar si existen variaciones en el comportamiento de las plagas ya presentes en nuestros cultivos. En el contexto del cambio climático, es necesario aumentar la precisión de la EA en la determinación del estado de las plagas para evaluar el riesgo para los cultivos. Así, se puede reducir el consumo de insumos en la producción agrícola: evitando consumos innecesarios, reduciendo la contaminación y mejorando la rentabilidad de los cultivos. Al reducir el uso de productos fitosanitarios, se mejorará la biodiversidad y el medio ambiente.

Es necesario que, quienes profesionalmente se dedican a la agricultura y el personal técnico del sector, tengan un acceso rápido y fácil a la información proporcionada por la EA. El desarrollo de una App pública, específica para avisos, permitirá la pronta difusión de la información.

La modelización de plagas y enfermedades a partir de datos de estaciones meteorológicas es otra herramienta que, junto con los datos de campo, nos permite anticiparnos a posibles situaciones de riesgo y ofrecer mejores soluciones y alternativas.

A finales de 2021 se dieron por finalizados los nuevos desarrollos de la EA, y desde 2022 se ha podido testar y mejorar todas las funcionalidades.

Durante el primer semestre de 2022 se realizaron mejoras en la primera versión de la nueva APP de Avisos, y se probó a nivel interno en un período de testeo continuo. **Finalmente, la App de Avisos se puso a disposición de todo el público a través de la plataforma de distribución digital de aplicaciones móviles Google Play a finales de junio de 2022.** Esta primera versión está disponible para sistema operativo Android.

Especialmente interesante, ha sido el módulo de alertas creado para los técnicos GIP, enfocado a poder mostrar diariamente los puntos de monitoreo, con capturas superiores al umbral determinado por el técnico GIP, de cara a conocer situaciones de riesgo de forma rápida, y poder aplicar esta información en el asesoramiento diario que realizan nuestros técnicos.

En el verano de 2023 se abordó el cambio de la conexión y envío de los datos meteorológicos. En este caso se ha realizado la conexión de la EA con el servicio web de agro-meteorología de INTIA de cara a disponer los datos necesarios para el cálculo de los modelos meteorológicos. El sistema disponible hasta ese momento quedó obsoleto y se realizó el cambio. Al tratarse de un servicio de INTIA se ha podido trabajar también en la mejora y adaptación del envío de los datos según las necesidades de la EA. Como inconveniente mencionar que no ha sido hasta finales de verano cuando se ha podido poner en marcha este nuevo sistema, por lo que en el verano de 2023 no se ha podido trabajar con los modelos de predicción.

Junto con la Sección de Producción y Sanidad Vegetal, se realizó una revisión de las plagas emergentes y de obligado seguimiento, así como de los puntos que se tenían previstos instalar

por parte de ambas entidades, con el objetivo de coordinarnos y poder ampliar las zonas de acción.

En 2023 se ha participado en seis jornadas dando a conocer la herramienta y sus nuevas funcionalidades en cultivos específicos (jornadas de sanidad de olivo, almendro, manzano y alcachofa). Igualmente se formado a técnicos de empresas como Gelagri y SAT Green Nature de cara a que conociesen su funcionamiento y la nueva App de avisos.

2.2 Manual de usuario de la estación de avisos

2.2.1 Portal de inicio

Se ha creado un portal de sanidad vegetal y animal a través del cual el usuario podrá dirigirse bien a la EA de sanidad vegetal o a la EA de sanidad animal. El acceso a este se realiza a través de la URL en un navegador web:

https://estacionavisos.agrointegra.intiasa.es/portalIntia.html

Y a través de la página web de INTIA https:// www.intiasa.es

Como navegadores recomendados Chrome y Firefox, estando optimizada y testada para Chrome.



Figura 1. Portal de Sanidad vegetal y Animal

Una vez que se realiza el acceso al portal y se escoge la opción de Estación Avisos Agricultura se accede a una página en la que se ofrecen al usuario los avisos y las recomendaciones de consultar en ese momento. En esta pantalla se puede logear accediendo con su perfil de usuari,o o puede seguir navegando como usuario público.

Seleccionando la opción de consultar el mapa accederá a la EA.



Figura 2. Página Inicio EA Agricultura

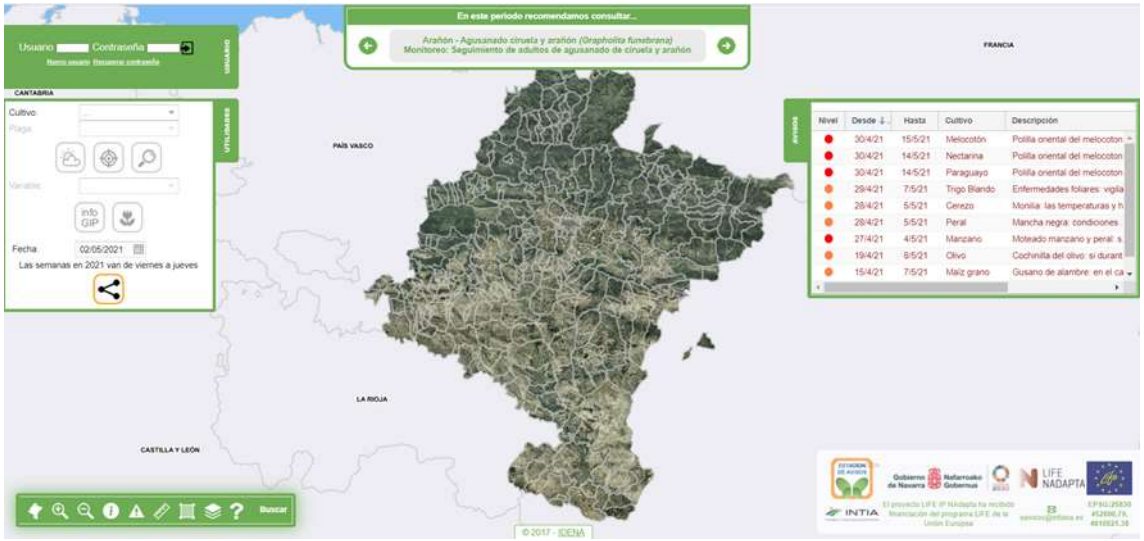


Figura 3. Estación de avisos.

2.2.2 Administración

Se han realizado las siguientes mejoras e implementaciones:

- Se ha traslado toda la herramienta a un nuevo servidor para agilizar el acceso a la información. Este nuevo servidor ha requerido de la actualización y modernización de los sistemas de conexión, por lo que, en algunos casos, se han producido modificaciones en la aplicación que han tenido que revisarse y actualizarse.
- Se ha creado una conexión con la Base de datos socios de INTIA con el fin de que todos los socios INTIA tengan posibilidad de consulta de toda la información de la EA. Se crea

una clave única que es el mail del usuario que será la clave por la que desde la EA y desde la App de avisos se va a poder comprobar si el usuario que está intentando acceder es socio/colaborador o no. Si se verifica que es socio tendrá acceso a toda la información y si no se verifica se le notificará para que se ponga en contacto y se verifiquen sus datos.

- Se ha creado un nuevo perfil de usuario denominado "Técnico INTIA/Administración". Paralelamente a la creación de este perfil, se ha implementado la posibilidad de que no todos los datos sean visibles para todas las personas usuarias. Se pretende así poder incluir en la EA los seguimientos en pruebas o de aquellas plagas que están en estudio, y cuyos datos no se quieren mostrar todavía, pero que requieren de las posibilidades de explotación de los datos de la EA para su mejor análisis.

Tabla 2-2. Perfiles y accesos a la información de la estación de avisos.

PERFIL	PERMISOS	OBSERVACIONES
Público (Sin registrar - realmente no existe este perfil en BD)	- Ver avisos. - Información GIP. - Información del visor. - Ver gráficos.	Como está ahora (sin poder introducir información)
Socio	Anterior más: - Consulta de hojas informativas.	Como está ahora (sin poder introducir información)
Colaborador	Anterior más: - Introducción de datos.	Como está ahora. Antes definido como "Técnico colaborador", se cambia a "Colaborador".
Técnico *(Nuevo perfil)*	Anterior más: - Consulta de información no visible *(Visible = false)*.	
Técnico GIP	Anterior más: - Validar información. - Alta de AVISOS. - Acceso a toda la información (Visible si / no).	Como está ahora, más poder ver la información NO VISIBLE. *(Visible = false)*
Administrador	Control total.	

- Contador de visitas de la página web de todas las personas usuarias, tanto públicas como registradas. Anteriormente sólo guardaba registros de las personas usuarias registradas.

  https://www.intiasa.es/web/es/noticias/la-estacion-de-avisos-que-alerta-de-plagas-y-enfermedades-en-cultivos-recibe-cerca-de

- Se ha incluido la posibilidad de enlazar la situación de una plaga o una enfermedad directamente en los boletines u otros documentos de INTIA con el objetivo de que sea más sencilla su visualización y consulta.

- Revisión y actualización de los formularios para que las personas gestoras de los mismos puedan modificar la información. Hace referencia al cultivo en la parcela y a las observaciones, las trampas se mueven de parcela y puede cambiar el cultivo. Es importante poder registrar estas variaciones de forma sencilla para poder asociar correctamente la información.

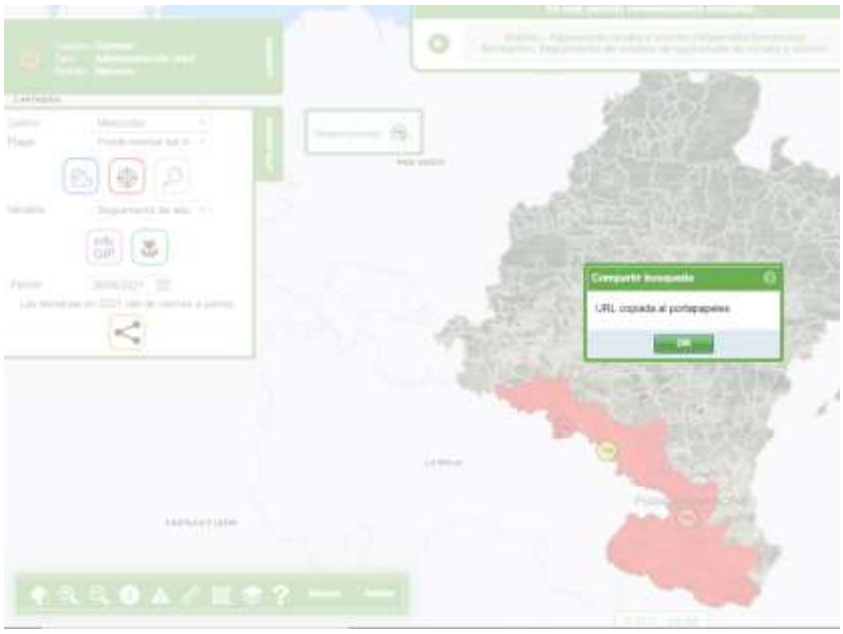


Figura 4. Copia de la URL para otros documentos.



Figura 5. Nueva información puntos.

- Se amplía la información sobre la localización de los puntos de monitoreo para facilitar la ubicación de los mismos.
- Se ha ampliado la información sobre la forma de consulta e interpretación de los datos de seguimiento ofrecidos, así como de la ubicación de los mismos.
- Posibilidad de exportar todos los datos disponibles en la plataforma a CSV (en función del perfil de usuario)



Figura 6. Posibilidad de exportar datos.

2.2.3 Gestión de datos

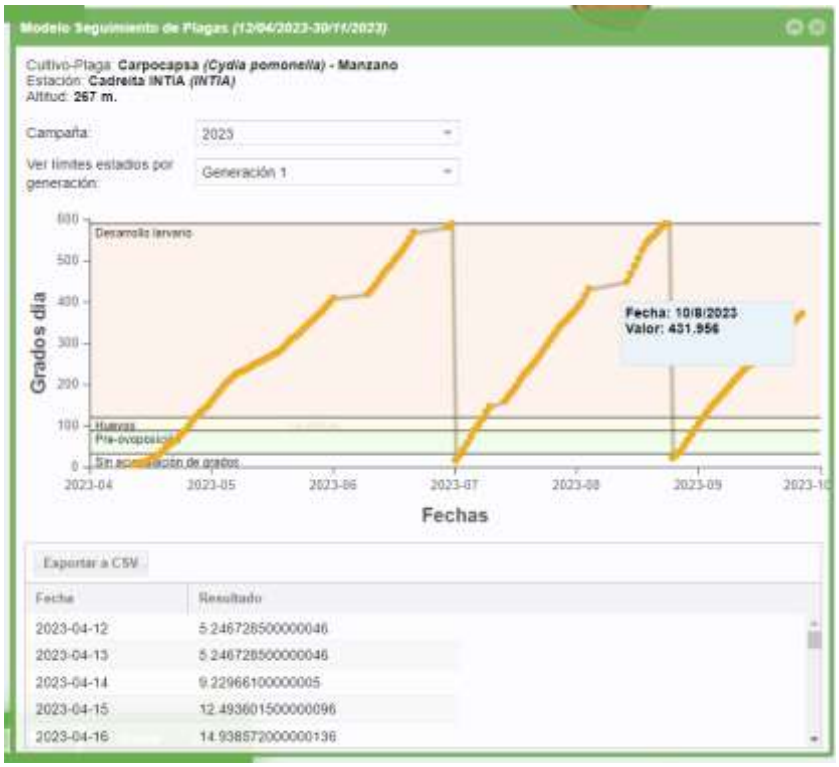
Se han realizado las siguientes mejoras e implementaciones:

- Revisión de la sistemática para introducir los datos en la plataforma, incorporando como dato requerido el estado fenológico del cultivo en el momento en el que se realiza la observación. Además, se han modificado la forma de introducción de las observaciones haciendo que resulte más sencillo.
- Se han modificados los gráficos de visualización de los puntos de monitoreo.



Figura 7. Nueva información en los gráficos.

- Se ha facilitado el traslado de los puntos de monitoreo de una campaña a otra, de tal manera que, las nuevas fechas de cambio de feromonas se calculan automáticamente en base a las fechas de instalación de las trampas.
- Modelos de predicción de riesgo de plagas y enfermedades. Debido a que el sistema de envío de datos quedó obsoleto se buscó otra solución que no se pudo poner en marcha hasta finales del verano, por lo que en esta campaña no se ha podido trabajar con los modelos activos en la EA. De cara a los usuarios con perfiles de usuario inferiores todas estas variables quedaron como no visibles. Una vez implementado el nuevo sistema de envío de datos se han detectado fallos por temas de programación que se han solventado. Como ejemplo la figura** en el que se observa que hay días en los que el modelo no se ha calculado como consecuencia de un error en el envío/recepción de los datos meteorológicos.



2.2.4 Avisos y alertas

Se han realizado las siguientes mejoras e implementaciones:



Figura 8. Alertas para personal técnico en gestión integrada de plagas (GIP).

- Módulo de alertas de trampas pendientes de cambio de feromona para que no se pasen las fechas. Cada punto de monitoreo lleva asociado un tipo de trampa y un tipo de feromona de atracción que tiene una vida útil (una semana, 35 días, 90 días, etc.). Para que los datos de las capturas sean datos representativos de la situación de la plaga en el campo es necesario que estas feromonas se cambien en la fecha correspondiente. En la EA se gestionan en torno a 250 puntos anuales, un volumen muy importante de datos que hace necesario un sistema de alertas que indique a los usuarios gestores de estos puntos cuales están pendientes de cambiar la feromona.

- Módulo de alertas automáticas de cara al personal técnico en gestión integrada de plagas (GIP). Como se ha comentado el volumen de puntos de monitoreo y de datos de capturas que se gestiona desde la EA es muy alto. Además, esta información se concentra tanto en primavera verano y en la mayoría de los cultivos. Con este módulo para las variables en seguimiento se pueden establecer los parámetros o niveles de capturas para los que se van a generar unas alertas internas, a nivel de técnico GIP. El personal técnico va a saber si para una determinada plaga se ha sobrepasado un valor a partir del cual el personal técnico GIP va decidir dar el aviso correspondiente o simplemente estar informado y saber que tiene que estar alerta de cara a días posteriores.

- Mejora de la visualización de los avisos de cara al usuario y mejora en los procesos de creación de los avisos.

- Algunos de los avisos generados por la EA son recurrentes todos los años por las mismas fechas. Se ha establecido un sistema que permita al técnico GIP renovar de forma automática los avisos, modificando las fechas y también el texto.

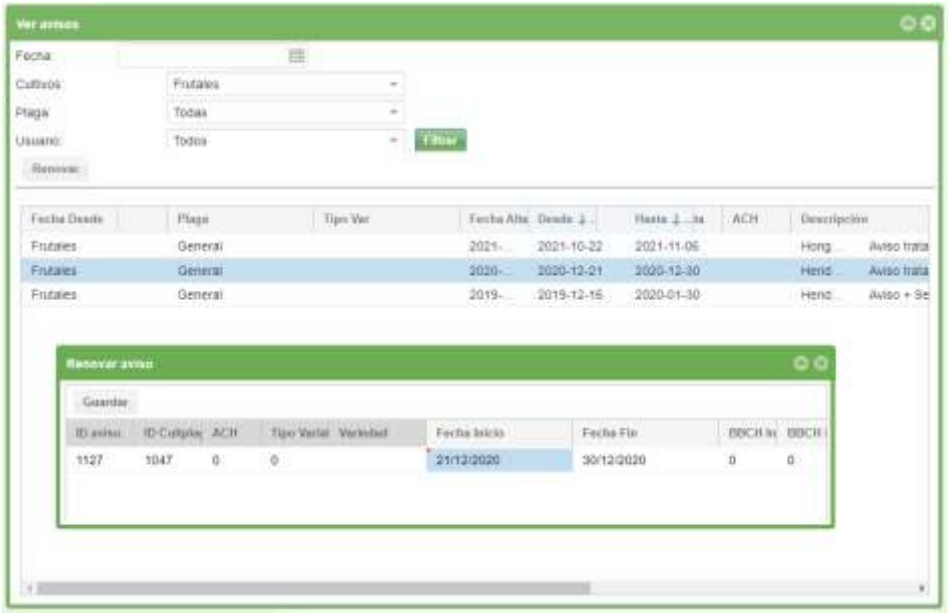


Figura 9. Renovación automática de avisos.

- Revisión de las diferentes combinaciones de variables, fechas de actividad, disponibilidad de datos en campaña actual y pasadas. Se han definido e implementado los diferentes mensajes que le aparecerán al usuario en función de las búsquedas que realice y la disponibilidad o no de información.

Tabla 2-3. Avisos en función de la información.

T22	ACTIVA FECHA INICIO	VISIBLE	T23	ACH	DATOS	MENSAJE
Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sin datos en la campaña actual
Sí	Sí	Sí	Sí	No		No hay datos disponibles
Sí	Sí	Sí	No	Sí / No		No hay datos disponibles
Sí	Sí	False	Sí	Sí	Sí / No	No hay datos disponibles
Sí	Sí	False	Sí	No		No hay datos disponibles
Sí	Sí	False	No	Sí / No		No hay datos disponibles
Sí	No	Sí	Sí	Sí		Campaña no iniciada
Sí	No	Sí	Sí	No		No hay datos disponibles
Sí	No	Sí	No	Sí / No		No hay datos disponibles
Sí	No	False	Sí / No	Sí / No		No hay datos disponibles



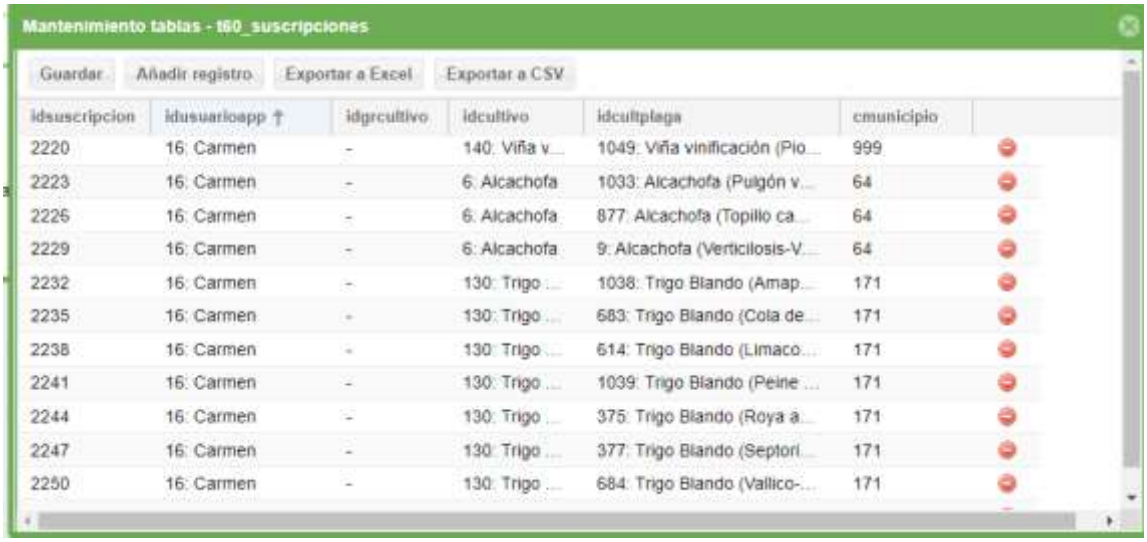
Figura 10. Aviso de campaña no iniciada.

La EA es una herramienta en la que se ofrece información en conjunto tanto del cultivo como de los diferentes patógenos que afectan a los mismos. Se frece información descriptiva sobre los patógenos y datos sobre la situación de algunos de estos patógenos en campo, pero no de todos. Este hecho puede causar cierta confusión en las personas usuarias a la hora de hacer las consultas en la plataforma, ya que puede estar buscando información en campo sobre un patógeno del que no se está haciendo seguimiento o del que todavía no ha comenzado el seguimiento o del que en la campaña actual no hay seguimiento, pero sí hay datos históricos.

Con este módulo se han creado una serie de avisos de cara a que la persona usuaria sepa en qué situación se encuentra, así como también si hay o no datos o si habrá.

2.2.5 App de avisos

- Desarrollada para Android.
- App pública
- A los socios, colaboradores y técnicos se les ofrece la posibilidad de consultar información restringida (hojas informativas)
- App en la que es obligatorio registrarse con un correo electrónico. La App está conectada con la BD socios INTIA a través del correo electrónico que es la clave única con la que se verifica si es socio o no.
- La App de avisos es pública, pero las personas socias de INTIA podrán tener acceso a información restringida por lo que es necesario que la EA, la App de avisos y la base de datos de las personas socias de INTIA estén conectadas para saber en todo momento que información se puede ofrecer a cada persona usuaria.
- Los administradores de la App de avisos tienen acceso a las tablas de suscripciones de cara poder realizar el seguimiento de indicadores en relación a nº de usuarios, avisos por cultivos, avisos por plagas, etc.



idsuscripcion	idusuarioapp	idgrcultivo	idcultivo	idcultplaga	cmunicipio
2220	16: Carmen	-	140: Viña v...	1049: Viña vinificación (Pio...	999
2223	16: Carmen	-	6: Alcachofa	1033: Alcachofa (Pulgón v...	64
2226	16: Carmen	-	6: Alcachofa	877: Alcachofa (Topillo ca...	64
2229	16: Carmen	-	6: Alcachofa	9: Alcachofa (Verticilosis-V...	64
2232	16: Carmen	-	130: Trigo ...	1038: Trigo Blando (Amap...	171
2235	16: Carmen	-	130: Trigo ...	683: Trigo Blando (Cola de...	171
2238	16: Carmen	-	130: Trigo ...	614: Trigo Blando (Limaco...	171
2241	16: Carmen	-	130: Trigo ...	1039: Trigo Blando (Peine ...	171
2244	16: Carmen	-	130: Trigo ...	375: Trigo Blando (Roya a...	171
2247	16: Carmen	-	130: Trigo ...	377: Trigo Blando (Septori...	171
2250	16: Carmen	-	130: Trigo ...	684: Trigo Blando (Vallico-...	171

Figura 11.Tabla de usario y suscripciones a la App.

- Se han definido también las opciones de búsqueda:
  - **Primer nivel:** Cultivo o grupo de cultivo.
  - **Segundo nivel:** Plaga.

- **Tercer nivel:** Municipio.

De tal manera que una persona usuaria se podrá suscribir a las alertas de las diferentes plagas y enfermedades que afectan a un cultivo o grupo de cultivos y que sean específicos de una determinada zona.

- Descarga de la App de la play store



- Recorrido explicativo sobre la información consultable





- Registro con correo electrónico



- Gestión de las suscripciones por grupo de cultivo y/o cultivo



- Acceso a suscripciones para su edición o anulación



- Consulta del aviso y acceso a hoja informativa (socios y colaboradores)





2.3 Modelos de predicción de plagas y enfermedades

Se han analizado, desarrollado y programado en la EA, 4 modelos de predicción de riesgo para 6 cultivos:

- Mildiu en viña (*Plasmopara vitícola*).
- Mildiu en patata y tomate (*Phytophthora infestans*).
- Moteado en manzano y peral (*Venturia inaequalis* y *Venturia pirina*).
- Eclosión de huevos de taladro de la Alcachofa (*Gortyna xanthenes*)

Se han creado las tablas necesarias para cada uno de los modelos con sus condicionantes específicos. Como mejora con respecto a los modelos anteriormente incorporados se ha incluido la posibilidad por un lado de seleccionar las estaciones en las que se quiere ejecutar el modelo (información interna) y dentro de éstas se pueden seleccionar las estaciones que se van a visualizar en el visor.

El último modelo se ha desarrollado en un entorno aparte de la estación de avisos al que sólo tienen acceso los técnicos de protección de cultivos de cara a la emisión de los avisos de control de la plaga.

2.3.1 Modelo predicción de riesgo de Mildiu en viña (Plasmopara vitícola):

Referencias: Modelo Goidanich: Goidanich G., 1964. Manuale di Patologia Vegetale, Vol. 2, Edizioni Agricole, Bologna, Italy.

Este modelo calcula el % de desarrollo del hongo en base a unos índices de desarrollo en función de las condiciones de temperatura (superior a 12ºC) y precipitaciones acumuladas de 10 mm o más cuando la viña se encuentra en estado fenológico susceptible (brotes de 10 cm o más). Con estas condiciones comienza a calcularse el índice de desarrollo hasta alcanzar el 100% momento en el que se ha completado una infección primaria. Con la observación de las primeras manchas de aceite en hoja el modelo se reinicia y comienza a calcular el desarrollo de las infecciones secundarias (empleando datos de humectación).

A nivel de estación y de ACH se muestra, de forma diaria, la evolución de desarrollo de la infección visualizando también a nivel de gráfico las diferentes infecciones que se van desarrollando.

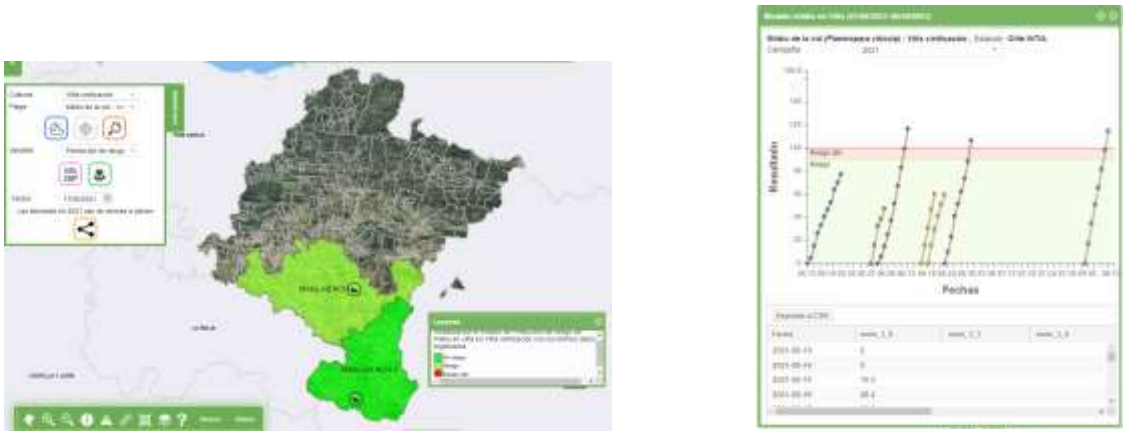


Figura 12. Visualización situación Mildiu viña en una fecha y gráfico a nivel de estación.

Se definen 3 situaciones representadas en la leyenda: sin riesgo, riesgo bajo hasta el 90% y riesgo alto a partir del 90%. Se muestran las diferentes situaciones en las que se han dado condiciones para el inicio del crecimiento del hongo.

2.3.2 Mildiu en patata y tomate (Phytophthora infestans)

Referencias: Bugiani, R., Cavanni, P. and Ponti, I. 1993. An advisory service for the occurrence of Phytophthora infestans on tomato in Emilia-Romagna region. Bulletin OEPP/EPPO 23: 607- 613.

Cavanni, P., Ponti, I. and Marinelli, M. 1990. A forecasting model for late blight of tomato. Informatore Fitopatologico 40:17-25 (in Italian)

Ponti, I., Cavanni, P, Mazzini, F. and Libe, A. 1985. Verification of forecasting criteria for late blight of tomato. Informatore Fitopatologico 35:13-21 (In Italian).

Este modelo genera índices potenciales de infección que predicen el aumento del inóculo del hongo y cuyo objetivo es dar avisos de las primeras infecciones. Diariamente se calcula el índice en base a unas condiciones de temperatura mínima, temperatura media y precipitación o humedad relativa. Indice por debajo de 15 indica que no hay riesgo y a partir de 15 existe riesgo de infección y requiere de avisos de control

Se representa el modelo de forma diaria a nivel de estación y a nivel de ACH

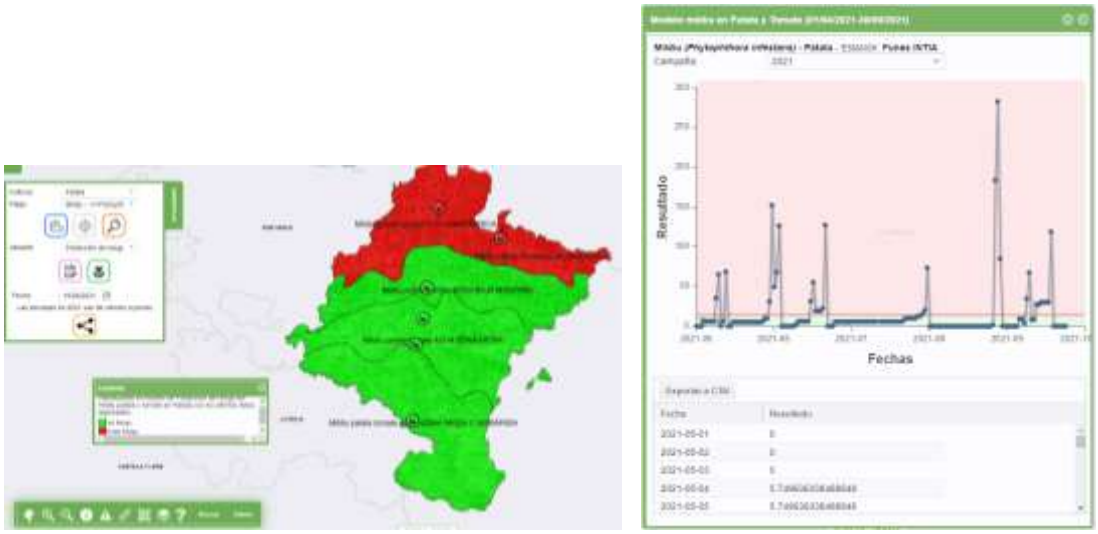


Figura 13. Visualización situación Mildiu patata y tomate en fecha y gráfico a nivel de estación.

2.3.3 Moteado en manzano y peral (Venturia inaequalis y Venturia pirina)

Referencias: Metodo de Mills y Laplaca (curva de riesgo de Mills) modificado.

Este modelo permite predecir el grado de peligro de la infección del hongo en manzano y peral según las condiciones ambientales existentes. Para la predicción el modelo tiene en cuenta los periodos secos existentes entre periodos húmedos y define tres niveles de infección o riesgo (bajo, medio y alto).

Se empelan datos horarios de temperatura media en base a la que se calcula el índice de moteado que se va acumulando o se inicializa en función de una serie de condiciones de humectación foliar o humedad relativa en periodos secos.

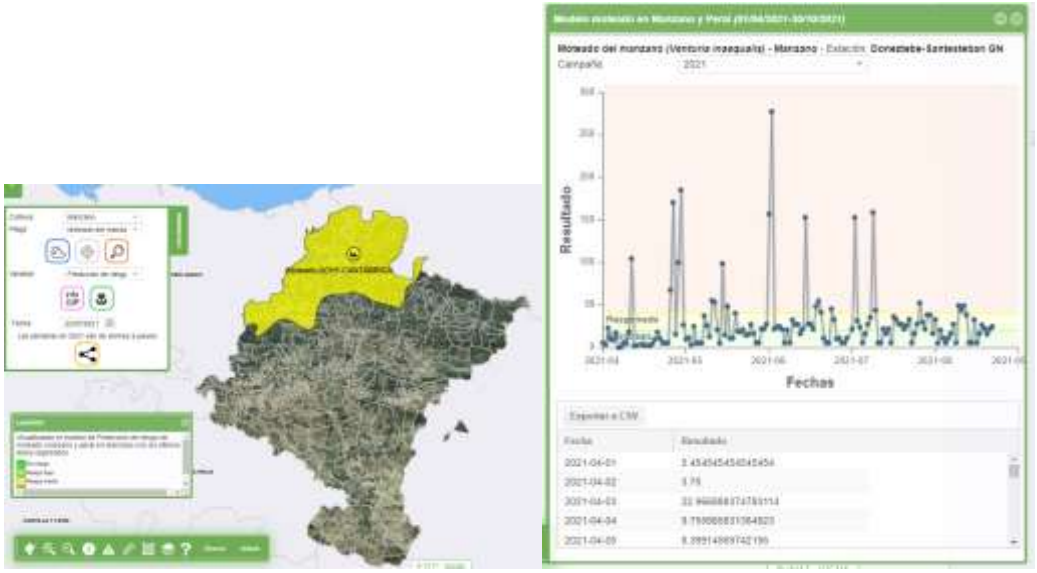


Figura 14. **Visualización situación Moteado manzano/peral en fecha y gráfico a nivel de estación.**

2.3.4 Eclosión de huevos de taladro de la alcachofa (*Gortyna xanthenes*)

Este modelo permite predecir el % de huevos que eclosionarán la semana siguiente a la catual así como el dato de eclosión que nos da el modelo en la semana en la que se realiza la inspección visual de los huevos eclosionados.Para el desarrollo del modelo trabajó con el histórico de datos de eclosión desde el año 1998 hasta el 2020 así como con datos meteorológicos procedentes de la estación meteorológica automática de Cadreita. Con ayuda de la inteligencia artificial se han analizado todas las variables que podían influir en el resultado y se ha podido obtener un modelo de predicción. En la Fase 2 del proyecto se ha trabajado en la mejora del modelo ya que con los datos de eclosión reales de 2022 había variaciones en los resultados que nos daba el modelo. Se ha trabajado también en dejar el modelo accesible en el servidor de INTIA.

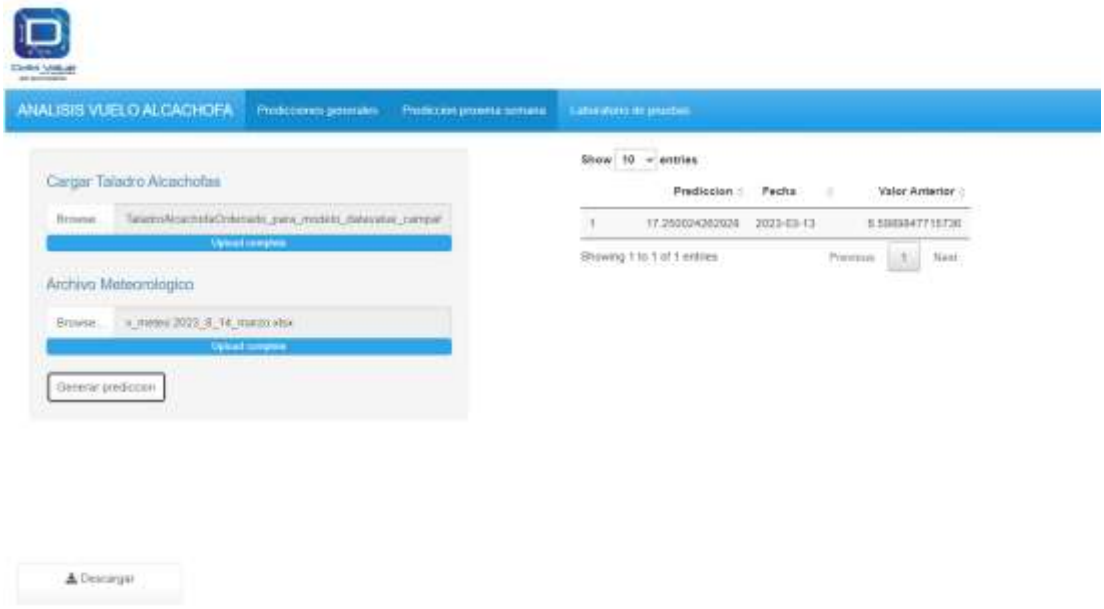


Figura 15. **Ejemplo de resultado del dato de eclosión que nos da el modelo para el dato de esta semana. Para comparar con la eclosión real**



Figura 16. Ejemplo de resultado de la predicción del modelo para la semana siguiente en función de los datos de la semana actual

2.4 Plagas y enfermedades emergentes

Las plagas y enfermedades que afectan a los 55 cultivos controlados desde INTIA se han clasificado como emergentes en función de:

- ser plagas o enfermedades no presentes en nuestra comunidad, pero de las que se está haciendo control por estar ya presentes en zonas cercanas. Las que aparecen en rojo en la tabla 2-4 son plagas de las que se inició seguimiento en 2022.
- ser plagas y enfermedades ya presentes en los cultivos, pero de las que se ha detectado modificación en su comportamiento (ampliando zonas de afección, modificación de los ciclos, ...).

Plaga/Enfermedad	Plaga/Enfermedad	Plaga/Enfermedad	Plaga/Enfermedad
Cydia pomonella	*Agriotes sordidus*	*Peridroma saucia*	*Erwinia amylovora*
Bactrocera oleae	*Autographa gamma*	*Tuta absoluta*	*Puccinia striiformis*
Gortyna xanthenes	Helicoverpa armigera	*Apomyelois ceratoniae*	*Xanthomonas vesicatoria*
Diabrotica virgifera	*Hellula undalis*	*Ceratitis capitata*	*Xanthomonas arboricola pv. Pruni*
Drosophila suzukii	*Eurytoma amygdali*	*Hylesinus toranio*	*Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)*
Keiferia lycopersicella	*Mayetiola sp*	*Scrobipalpopsis solanivora (Tecia solanivora)*	*Stemphylium vesicarium*
Aphis fabae	*Delia radicum*	*Epitrix papa*	*Alternaria brassicae*
Pomacea maculata	*Spodoptera frugiperda*	*Bactrocera dorsalis*	*Rhagoletis completa*

Tabla 2-4: Listado plagas y enfermedades emergentes

2.4.1 Incorporación de plagas emergentes en la EA

Todas las campañas la Estación de avisos (EA) realiza unos informes de resultados por grupos de cultivos en los que se recogen todos los datos y comentarios relativos a las diferentes plagas, entre ellas las clasificadas como emergentes.

En el caso de plagas de nueva introducción, la distribución de los puntos de monitoreo se realiza teniendo en cuenta los lugares más probables de entrada de estas plagas, como son las vías de circulación más importantes, zonas cercanas a aeropuerto, helipuertos y zonas en las que se concentran material vegetal para su distribución.

En la Fase 1 del proyecto se realizó el monitoreo de plagas en grano de cereal. Se colocaron dos trampas almacenes de cooperativas para detectar la presencia de diferentes especies que

afectan al grano de cereal almacenado: *Sitotroga cerealella, Plodia interpunctella, Tribolium castaneum* y *Trogoderma granarium.* No se obtuvieron capturas de individuos. Se realizó también el seguimiento de Crisomela del maíz *(Diabrotica virgifera)* sin obtenerse tampoco capturas en las trampas. Se realizó también el seguimiento de *Tecia solanivora* en dos plantaciones de patata.

En la Fase 2 se mantuvieron los mismos seguimientos que en la anterior, incorporando un punto nuevo de control de *Tecia solanivora*. En el año 2021 tras la detección de *Diabrotica virgifera* en la provincia de Lérida, en el mes de agosto se instalaron dos puntos nuevos para su seguimiento. En ninguno de los casos se detectó presencia de los insectos. Se incorporaron también dos nuevas plagas emergentes a la red de monitoreo, *Bactrocera dorsalis* dentro de las moscas de la fruta con amplio rango de huéspedes y *Spodptera frugiperda* como plaga de maíz. Sin capturas de ninguna de las dos plagas.

En la figura 17 se muestran los puntos en los que, en 2022, se ha realizado seguimiento para la detección de plagas emergentes de nueva introducción en Navarra

Plaga	Ubicación de los puntos de monitoreo	Plaga	Ubicación de los puntos de monitoreo
Diabrotica virgifera		*Bactrocera dorsalis*	
Tecia solanivora		*Spodoptera frigiperda*	

Figura 17. Plagas emergentes en seguimiento y puntos de control, 2022.

En la figura 18 se indican los puntos en los que, en 2023, se ha realizado seguimiento para la detección de plagas emergentes de nueva introducción en Navarra.

Plaga	Ubicación de los puntos de monitoreo	Plaga	Ubicación de los puntos de monitoreo
Diabrotica virgifera		*Bactrocera dorsalis*	
Tecia solanivora		*Rhagoletis completa*	
Spodoptera frigiperda			

Figura 18. Plagas emergentes en seguimiento y puntos de control, 2023.

2.5 Análisis comportamiento plagas presentes

En la fase 2 se ha realizado el análisis del comportamiento de dos plagas habituales en frutales: *Cydia pomonella* y *Anarsia linetella*. Con el empleo de los datos históricos de las capturas en las diferentes zonas se ha tratado de detectar cambios en el comportamiento de la plaga.

Cydia pomonella **está adelantando el inicio del vuelo en 2 semanas aproximadamente**, mientras que el final del vuelo se está también prolongado y va habiendo más años en los que se detecta inicio de tercera generación. **Se observan algunas variaciones en la duración de las generaciones, algo más larga la primera y más corta la segunda, debido a mayores temperaturas. Este acortamiento de la segunda da lugar a inicios de terceras generaciones.**

Anarsia lineatella **tendencia ligera hacia el adelanto del vuelo y se observa como en los últimos años la tercera última generación va en aumento en cuanto a número de capturas**

2.5.1 Polilla del racimo (*Lobesia botrana*)

Con los datos de monitoreo registrados en la EA, se realizan análisis para determinar posibles variaciones en el comportamiento de algunas de las plagas que afectan de forma continuada a los cultivos. En la fase 3 se ha trabajado sobre los datos de *Lobesia botrana* plaga del viñedo y de *Helicoverpa armigera* plaga muy polífaga de hortícolas y de maíz.

Se trata de la plaga principal que en estos momentos afecta al cultivo de la viña. Es una plaga muy establecida en el cultivo que año a año se va viendo como inicia su vuelo antes y como su presión va aumentando en zonas en las que antes no era tan problemática. El empleo de técnicas alternativas como la confusión sexual es una herramienta que ayuda a su control Estos buenos resultados de la técnica han hecho que año en año vaya aumentando la superficie de viñedos en la que se instala, fundamentalmente en la zona Sur de Navarra. Tendremos que tener en cuenta este hecho ya que en las zonas en las que se instala esta técnica no se pueden colocar trampas de monitoreo de la plaga ya que los datos que se obtiene no sirven de referencia.

Se ha realizado un estudio de los datos históricos de monitoreo separado por las 3 zonas de comportamiento homogéneo.



Figura 19 Mapa ACH Viña vinificación

Con respecto a los datos meteorológicos se dividieron en tres series de años: serie 1(2005-2010), SERIE 2 (2011-2016) Y SERIE 3 (2017-2022).

Como ejemplo de los resultados se muestran los resultados correspondientes al ACH-1, Ribera Baja

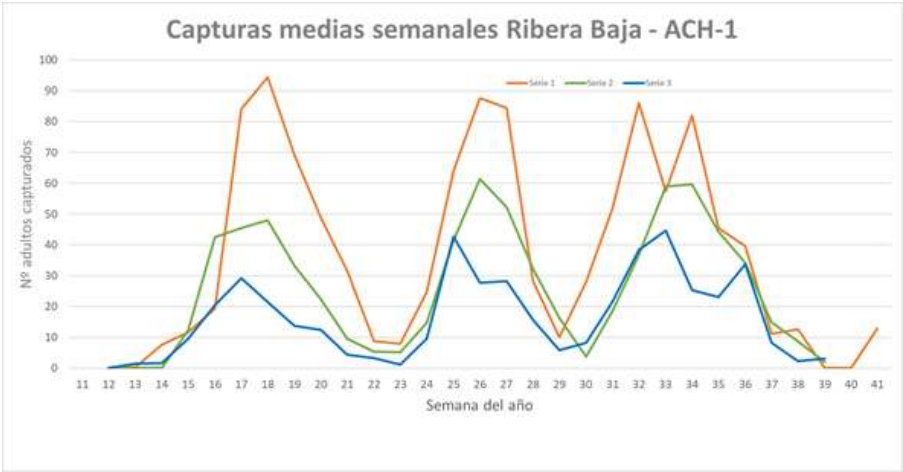


Figura 20 evolución capturas *Lobesia botrana* ACH-1 en 3 series de años

En las tres zonas se ha detectado un ligero adelanto en el inicio del vuelo de la plaga que puede verse influenciado por el aumento de las temperaturas.

En algunas ocasiones se han detectado inicios de cuartas generaciones, de forma habitual suelen ser tres. Este hecho se observa claramente en años con temperaturas muy elevadas como 2022, en los que el desarrollo de los ciclos de la plaga se produce de forma más acelerada.

Se ha observado también como las capturas han ido disminuyendo en el ACH-1 y ACH-2, zonas en las que la técnica de la confusión sexual va en aumento, mientras que en el ACH-3 los niveles de plaga más o menos se mantienen.

Finalmente, se han detectado desplazamientos en el comportamiento de la plaga tendentes a adelantar los picos poblacionales y a acercarlos más al inicio de los vuelos de las generaciones. Es decir, desarrollos más rápidos que repercuten también en las técnicas de control de la plaga.

2.5.2 Taladro de tomate (*Helicoverpa armigera*)

Es una de las principales plagas del tomate y de otros cultivos hortícolas como pimiento, afectando también a los cultivos de hortícolas brásicas en los primeros estadios de desarrollo. Afecta también al cultivo del maíz. Se trata de una plaga con un amplio potencial migratorio y con una capacidad muy alta de adaptación. A través de la EA se realiza el seguimiento de la plaga en numerosos puntos y zonas de control que se han ido ampliando conforme han ido variando las zonas de cultivo y la presión de la plaga.



Figura 21 Evolución puntos de monitoreo *Helicoverpa armigera*

Desde hace unas cuantas campañas se ha detectado una mayor presencia de la plaga en la zona de Caparroso-Marcilla-Funes y se ha realizado un estudio en esa zona sobre la evolución de la plaga. En el gráfico se muestra la evolución de las capturas anuales en la trampa ubicada en Funes así como la línea horizontal que hace referencia a la media de capturas en dicha trampa (5340 capturas anuales).

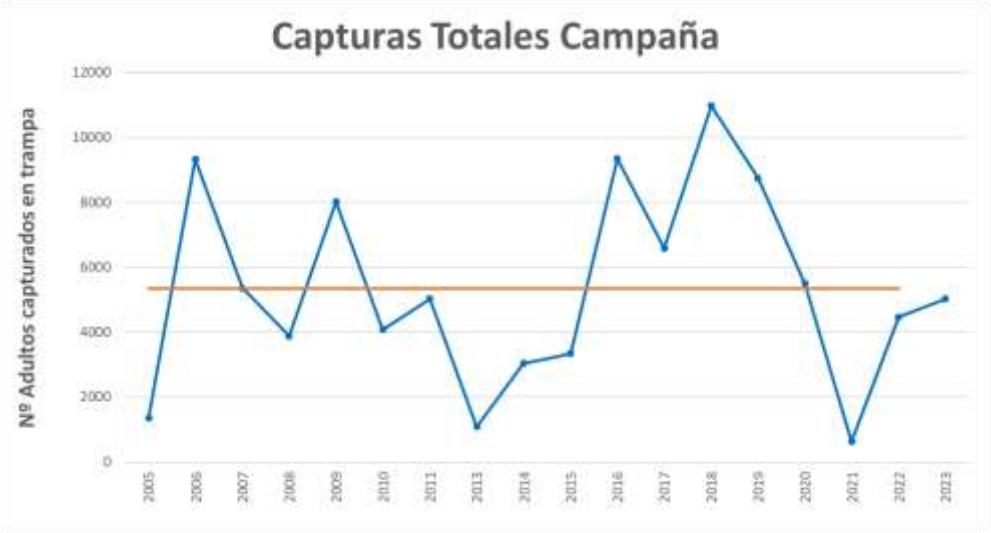


Figura 22 Gráfico de evolución anual capturas de *Helicoverpa armigera* en Funes

En el periodo de análisis se ha observado que la plaga realiza ciclos de en torno a 8 años entre los cuales sufre subidas y bajadas de población hasta alcanzar un máximo e ir disminuyendo. En estos momentos nos encontramos en la fase ascendente de uno de esos ciclos. Se observa también como, en el periodo comprendido entre 2013 y 2021 las capturas anuales en el punto de monitoreo han sido mayores que en el periodo anterior y parece que la tenencia es a seguir aumentando. **Las temperaturas cada vez más propicias para el desarrollo de la plaga durante mayores periodos de tiempo, unidas a la mayor presencia de cultivos en esos momentos pueden estar favoreciendo su desarrollo, así como los daños en los cultivos.**

Se ha analizado también la tendencia en el inicio y en el final del vuelo. **Se ha detectado una tendencia al adelanto del inicio del vuelo y un retraso en la finalización del vuelo de la plaga. Este hecho se explica de nuevo con las temperaturas más cálidas en primavera y en otoño**

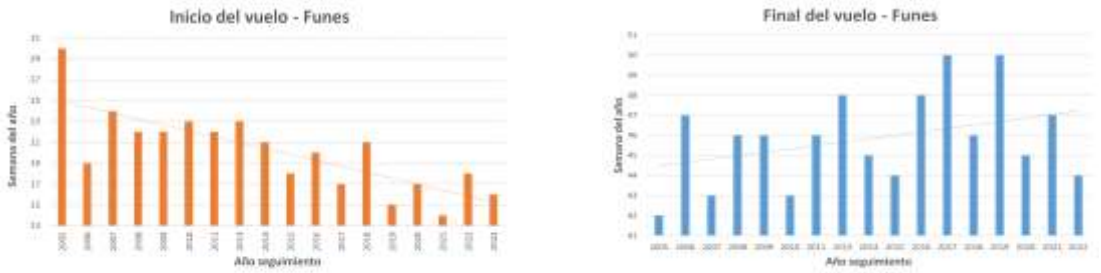


Figura 23 Tendencia del inicio y final de vuelo de *Helicoverpa armigera* en Funes

2.6 Incorporación de trampas automáticas

En la fase 1 del proyecto se comenzaron a testar dos sistemas automáticos de monitoreo de plagas. Un sistema ya comercial y adquirido por INTIA (IMetos) basado en la emisión de imágenes y un prototipo basado en un algoritmo para detectar la especie de inseto en función de la frecuencia de su aleteo. Se trabaja en el seguimiento de *Lobesia botrana* en viña de vinificación, *Cydia pomonella* en manzano, *Helicoverpa armigera* en tomate y *Plutella xylostella* en brócoli. Se comparan, en una misma parcela, las capturas obtenidas en una trampa tradicional con las obtenidas en una trampa automática. Los resultados obtenidos no son buenos en ninguno de los casos. Tanto en capturas como en encontrar relaciones entre las curvas de vuelo. En el caso del sistema de imágenes, IMetos, algún resultado más satisfactorio en *Lobesia botrana.* El prototipo en pruebas se abandona al final de la fase al no obtener respuesta a la demanda de información por parte de INTIA en cuanto a resultados, si bien a nivel de campo se observan también muchas menso capturas.

En la fase 2 del proyecto se trabajó en el testaje de los sistemas automáticos de monitoreo para *Lobesia botrana* en viña de vinificación, *Cydia pomonella* en manzano, *Plutella xylostella* en brócoli y Spodoptera exigua en tomate. Los sistemas empleados fueron las trampas de IMetos propiedad de INTIA a las que les introdujimos pequeñas modificaciones como cambio de color, nueva feromona, y tejadillo para sombra. Se comparaba en una misma parcela las capturas obtenidas en una trampa tradicional con las obtenidas en una trampa automática. A pesar de estas modificaciones los resultados comparativos de las capturas entre los sistemas automáticos y los tradicionales. Para todas las plagas las capturas registradas con las trampas automáticas son muy inferiores a las obtenidas con la trampa tradicional. En algunos casos se puede ver una cierta tendencia de las curvas de vuelo obtenidos con los dos sistemas, pero no en toda la campaña. En otros casos no se encuentra ninguna relación. Son muy inferiores, llegando incluso a no registrase ninguna captura con trampas automáticas. *Lobesia botrana* fue la plaga con la que mejores resultados se obtuviero.

En 2022 se instalaron dos trampas automáticas en una parcela de viña, en la que se colocaron otros dos sistemas automáticos de otro proveedor (BIOGARD). El objetivo es comprobar cuál de los sistemas se aproxima lo máximo a las capturas con trampa delta tradicional y tratar de conseguir una correlación entre las curvas de vuelo.

Se han probado en viña de vinificación para el seguimiento de polilla del racimo (Lobesia botrana) y en brócoli para el seguimiento de polilla de las crucífera (Plutella xylostella). Se han testado los siguientes sistemas:

- Trampa con sistema de envío de imágenes: las 2 propiedad de INTIA (trampas IMetos) y 3 propiedad de la empresa BIOGARD(trampas Cropvue).
- Trampas con algoritmo de identificación: 3 trampas propiedad de la empresa BIOGARD (trampas FS).
- Trampa delta tradicional.

Las curvas de capturas conseguidas con los 4 sistemas han sido similares en cuanto al desarrollo del vuelo. Han marcado bien las tres generaciones de la plaga, inicio, picos de vuelo y final de las generaciones. **Las diferencias encontradas hacen referencia al nº de adultos capturados en los diferentes sistemas**. En general, la trampa delta tradicional junto con la Cropvue son las que mayor cantidad de capturas registran. Le sigue la trampa IMetos y finalmente la FS que se trata de un sistema mucho más pequeño lo que puede estar afectando en los resultados de capturas.

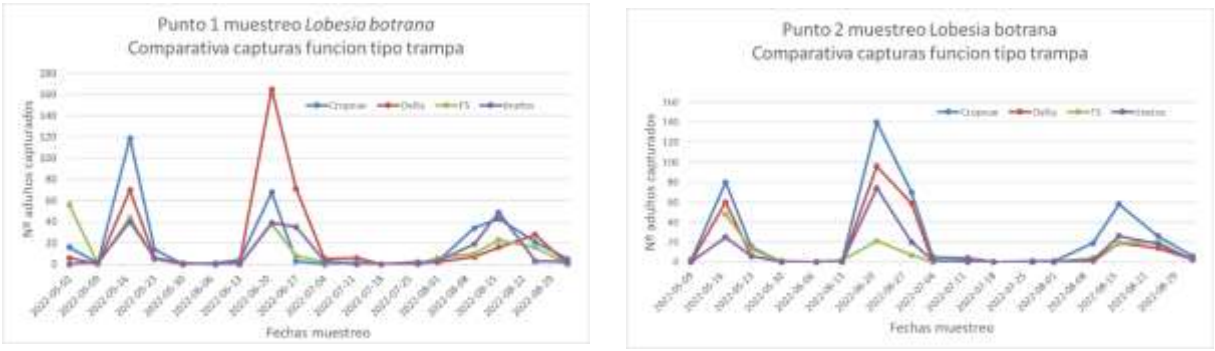


Figura 24 Comparación de trampas

En el caso del monitoreo de Plutella xylostella las capturas en el otoño de 2022 han sido, en general, muy bajas y en la zona en la que se ha realizado la experiencia prácticamente nulas, por lo que los resultados obtenidos no se pueden tener en cuenta. Sólo se registraron capturas una semana en los sistemas Imetos y FS y en las delta tradicionales no se obtuvo ningún registro. De cara a la campaña 2023 se plantea volver a colocar las trampas en otra zona con mayor presión de plaga y en las plantaciones de primavera ya que en los últimos años se ha constatado que la presión de plaga es mayor en esa época y que el cultivo de brócoli en esa época va también en aumento.



Figura 25 . Ejemplos de trampas automáticas.

En la campaña 2023 se ha continuado con el trabajo y testeo de las trampas automáticas:

- Trampas IMetos propiedad de INTIA: se han empleado para el seguimiento de Spodopera exigua, plaga de hortícolas. Se han instalado las dos trampas en la finca

experimental de Cadreita, propiedad de INTIA, en los ensayos de hortícolas de verano. Los datos de las capturas obtenidas en ambas trampas han estado en todas las semanas muy por debajo de los obtenidos en la trampa funnel tradicional y testigo. Tras varios años utilizando este sistema en diferentes cultivos para diferentes plagas se toma la decisión de no seguir con más pruebas ya que en ninguno de los casos en los que se ha empelado nos aporta información que nos haga pensar que es un sistema válido para el seguimiento, a nivel de estación de Avisos, de las plagas de las que se hace seguimiento.

- Trampas Cropvue dela empresa BIOGARD. Se ha trabajado con 2 trampas, cedidas por la empresa, no se han adquirido por parte de INTIA. Una trampa se ha instalado en una parcela de melocotón/paraguayo en Sarataguda para el seguimiento de Grapholita molesta y la otra en almendro en Falces para el seguimiento de Anarsia lineatella.

Los resultados de los puntos de monitoreo de cada una de las trampas testigo, así como las trampas automáticas colocadas en las mismas parcelas, se han incorporado a la Estación de avisos

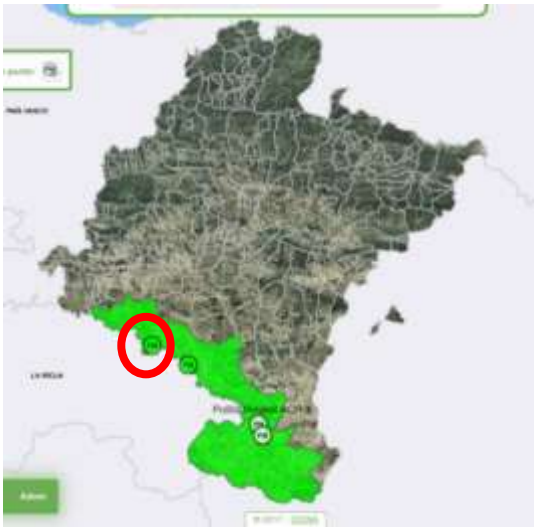




Figura 26. Punto de testigo en la parcela de manzanos en Sartaguda y trampa automática para Grapholita molesta



Figura 27. Punto testigo en la parcela de almendros en Falces y trampa automática para Anarsia lineatella

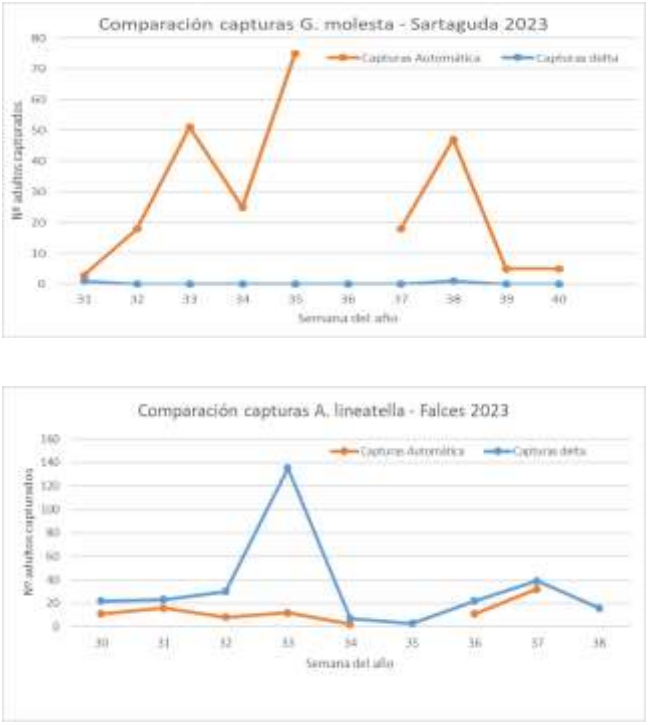


Figura 28. Resultados comparativos en ambas situaciones

Se ha observado una gran variabilidad tanto en el número de capturas como en el sistema que las registra. En el caso de G. molesta, el sistema automático ha registrado muchas más capturas que el sistema delta tradicional. Mencionar que se trata de una parcela con variedades diferentes de melocotoneros y paraguayos, la trampa delta tradicional estaba colocada en la zona más temprana y no se cambió de posición. Este hecho puede haber influido en los resultados.

En el caso del punto de control de A. lineatella , los resultados obtenidos son al revés; mayores capturas en la delta tradicional pero la tendencia de las curvas es similar.

Se había previsto realizar un seguimiento de Plutella xyllostella en las plantaciones de brócoli de primavera, pero no fue posible ya que la empresa no disponía en ese momento de trampas.

A mitad de 2023 se contactó con dos empresas que entre sus productos ofertan trampas automáticas. Se han mantenido sendas reuniones y en 2024 se plantea realizar alguna prueba con trampas de ambas entidades. Se trata de Trapview que ofrece diferentes modelos de trampas en función de la plaga de la que se quiera realizar el seguimiento. La otra empresa es Cap 2020 cuyas soluciones están basadas en las trampas funnel y delta tradicionales, a las que se incorporan las cámaras y sensores. Al utilizar las trampas tradicionales, creemos que los resultados que se obtengan no tienen por qué distar mucho de los que obtenemos con la forma habitual de trabajo. Esta última solución se plantea muy interesante para trabajar con plagas con número muy elevado de capturas como Helicoverpa armígera, pensando en liberar tiempo en las rutas de revisión de trampas. También en el caso de plagas emergentes de nueva introducción de cara a no tener que visitar las trampas todas las semanas pudiendo así aumentar los puntos de monitoreo para mejorar la eficacia en su detección.