

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y
DEL MEDIO RURAL



*Elaboración de protocolos de muestreo
para las principales plagas en una
empresa de cultivo hortícola ecológico.*

Trabajo de final de grado

Curso 2017-2018

AUTOR: JULIO QUILIS SANDEMETRIO

TUTOR: RAFAEL LABORDA CENJOR

Diciembre 2017, Valencia

TÍTULO: Elaboración de protocolos de muestreo para las principales plagas en una empresa de cultivo hortícola ecológico.

RESUMEN: El trabajo persigue elaborar métodos de muestreo para las plagas con más importancia para la empresa donde realizamos el estudio, con el objetivo de optimizar la relación información-coste y de poder hacer frente a dichos fitófagos de un modo más efectivo.

Así pues, se pretende diseñar métodos que permitan saber los niveles de fitófagos que se tienen, su ciclo, la especie o la cantidad de enemigos naturales con el mínimo coste de tiempo y por tanto de dinero; intentando mantener unos estándares de error aceptables. De esta manera, se elaborarán protocolos de muestreo que sean eficaces, útiles y aplicables en la realidad por cualquier técnico agrícola en las explotaciones hortícolas. Además, la información generada, permitirá trazar estrategias de lucha frente a dichas plagas de la forma más efectiva, sostenible y económica.

Por último, la elaboración de métodos de muestreo eficaces cobra de mayor importancia puesto que se realiza en una empresa de agricultura ecológica "Saifresc" donde, debido a las restricciones en el uso de insecticidas, se hace más necesario, si cabe, la obtención de información de las plagas en un momento dado (como puede ser su estado de desarrollo, cantidad, ciclo, etc.) Con el fin de poder luchar de un modo más efectivo contra ellas.

PALABRAS CLAVE: "Muestreo", "Protocolo", "Estrategia", "Plagas", "Agricultura ecológica", "Protección de cultivos".

TUTOR: Rafael Laborda Cenjor

AUTOR: Julio Quilis Sandemetrico

TITLE: "Elaboration of sampling protocols for the main pests in an organic horticulture farm".

ABSTRACT: The target of this project is to elaborate sampling methods for the most important pests in the farm where we do the study, trying to optimize the relation information-cost and, at the same time, control the phytophagous in a more effective way.

This way, the aim is to design methods that allow us to know the level of pests we have, their cycle of life, the specie or the quantity of natural enemies with the minimum cost of time and therefore of money; trying to maintain acceptable standards of error. Then, the sampling methods that are going to be developed have to be efficient, useful and applicable in the reality by any technician in the farm. Furthermore, the information generated, will allow the farmer to plan strategies to fight against pests in a more effective, sustainable and economical way.

Finally, the elaboration of efficient sampling methods become more important because are designed in a real organic farm "Saifresc". Where, due to the restriction of the pesticides, the obtention of the information of the pests (quantity, life cycle...) turn out to be more necessary to fight against them.

KEY WORDS: "Sampling", "Protocols", "Strategy", "Pests", "Organic farming", "Crop protection".

TUTOR: Rafael Laborda Cenjor

AUTHOR: Julio Quilis Sandemetrio

ÍNDICE

1	JUSTIFICACIÓN	1
2	OBJETIVOS	1
2.1	Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	1
2.2	Gusano del alambre (<i>Agriotes spp.</i>)	2
2.3	Pulgón (Aphididae).....	2
3	INTRODUCCIÓN	3
3.1	Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	3
3.1.1	Biología de la araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	3
3.1.2	Sistemas de muestreo.	4
3.2	Gusano del alambre (<i>Agriotes spp.</i>).....	6
3.2.1	Biología del gusano del alambre (<i>Agriotes spp.</i>).....	6
3.2.2	Sistemas de muestreo.	7
3.3	Pulgón (Aphididae).....	8
3.3.1	Biología del pulgón (Aphididae).....	8
3.3.2	Sistemas de muestreo.	8
4	MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
4.1	Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	11
4.1.1	Evolución.	11
4.1.2	Evaluación de tiempos de conteo.....	11
4.1.3	Conteo individuo por individuo.	11
4.1.4	Conteo presencia-ausencia.....	12
4.2	En gusano del alambre (<i>Agriotes spp.</i>).....	12
4.2.1	Determinación de las especies más abundantes.	12
4.2.2	Evaluación de la eficiencia de los diferentes tipos de trampas y determinación de los máximos de población de individuos adultos.....	13
4.2.3	Muestreo de larvas de Gusano del alambre (<i>Agriotes spp.</i>).....	14
4.3	Pulgón (Aphididae).....	15
4.3.1	Elaboración de una escala.....	15
4.3.2	Prueba en campo de la efectividad de la escala.	15
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
5.1	Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	17

5.1.1	Evolución.	17
5.1.2	Evaluación de tiempos de conteo.....	18
5.1.3	Conteo individuo por individuo.	19
5.1.4	Método de presencia – ausencia.....	25
5.1.5	Método de muestreo propuesto.	27
5.2	Gusano del alambre (<i>Agriotes spp.</i>).....	28
5.2.1	Evolución de las capturas.	28
5.2.2	Especies de elatéridos más frecuentes.....	29
5.2.3	Eficacia de los diferentes tipos de trampas.	31
5.2.4	Resultado muestreo de larvas de Gusano del alambre (<i>Agriotes spp.</i>). 32	
5.3	Pulgón (Aphididae).....	33
5.3.1	Elaboración de una escala.	33
5.3.2	Prueba en campo de la efectividad de la escala.	33
6	CONCLUSIONES	37
6.1	Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	37
6.2	Gusano del alambre (<i>Agriotes spp.</i>).....	37
6.3	Pulgón (Aphididae).....	38
7	BIBLIOGRAFÍA	39
8	ANEJOS.....	41
8.1	Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	41
8.1.1	Estadillo de muestreo.....	41
8.2	Gusano del alambre (<i>Agriotes spp.</i>).....	46
8.2.1	Localización de una red de trampas de captura masiva de adultos....	46
8.3	Pulgón (Aphididae).....	46
8.3.1	Escala visual de clasificación de pulgón.....	46
8.3.2	Estadillo de muestreo.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla resumen de la localización, tipo de trampa y la especie objetivo de la feromona utilizada del ensayo.....	13
Tabla 2. Puntos de enterramiento de los cebos e información sobre el experimento.	15
Tabla 3. Localidad, número de parcela y cultivo muestreado.	15
Tabla 4. Órganos muestreados según cultivo y fase de desarrollo.	16
Tabla 5. Resumen protocolo de muestreo para <i>Tetranychus urticae</i> y fitoseidos.	28
Tabla 6. Número de estadillo en función de la densidad.....	41
Tabla 7. Estadillo cuando se prevean o se haya obtenido en el muestreo anterior 0-10 formas móviles.....	41
Tabla 8. Estadillo cuando se prevean o se haya obtenido en el muestreo anterior 10-20 formas móviles.....	42
Tabla 9. Estadillo cuando se prevean o se haya obtenido en el muestreo anterior 20-40 formas móviles o más de 40.	44
Tabla 10. Estadillo de muestreo para pulgones.	52

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Gráfico con los distintos valores de “T”, en la que se relaciona las formas móviles/fofolo y el número de muestras a evaluar para un error del 25%. Figura extraída del artículo de González Zamora et al. (1993).	5
Figura 2. Figura con el número de foliolos “N” que son necesarios coger para un error del 25% según las formas móviles/fofolo. Figura extraída del artículo de González Zamora et al. (1993).	6
Figura 3. Ciclo biológico del gusano del alambre. (Pérez de Obanos, 1994).	7
Figura 4. Diferentes tipos de trampas utilizadas para la captura de adultos de elatéridos.	12
Figura 5. Esquema del ensayo. Cada color representa una especie de elatérido y cada número un tipo de trampa.	13
Figura 6. Localización de las trampas.	14
Figura 7. Evolución de la plaga (<i>Tetranychus urticae</i>) y depredadores (<i>Phytoseiulus persimilis</i> y <i>Amblyseius californicus</i>) en el cultivo de fresa bajo invernadero durante los años 2015-2016 y 2016-2017.	17
Figura 8. Correlación formas móviles / foliolo y tiempo de conteo en minutos de 48 foliolos.	18
Figura 9. Tiempo según método de muestreo. Incluye el tiempo utilizado en la recogida de muestras del campo y de observación en lupa de laboratorio.	19
Figura 10. Relación promedio - desviación típica para <i>Tetranychus urticae</i> con el método de conteo individuo por individuo. Datos obtenidos en el primer año experimentalmente.	20
Figura 11. Relación promedio - desviación típica para fitoseidos (<i>Phytoseiulus persimilis</i> y <i>Amblyseius californicus</i>) en el método de conteo individuo por individuo. Datos obtenidos en el primer año experimentalmente.	21
Figura 12. Número de muestras necesarias para cometer un error del 50 % y 25 % respectivamente en el conteo de <i>Tetranychus urticae</i>	22
Figura 13. Error en <i>Tetranychus urticae</i> para el conteo de 20 foliolos. En azul, el error absoluto (número de individuos de <i>Tetranychus urticae</i>) y en rojo, el relativo (porcentaje de error).	22
Figura 14. Error en <i>Tetranychus urticae</i> para el conteo de 35 foliolos. En azul, el error absoluto (número de individuos de <i>Tetranychus urticae</i>) y en rojo, el relativo (porcentaje de error).	23
Figura 15. Número de muestras necesarias para obtener un error del 50% y 25 % respectivamente, en el conteo de fitoseidos.	23
Figura 16. Error en el conteo fitoseidos para 20 foliolos. En azul, el error absoluto (número de individuos de fitoseidos) y en rojo, el relativo (porcentaje de error).	24
Figura 17. Error en el conteo fitoseidos para 35 foliolos. En azul, el error absoluto (número de individuos de fitoseidos) y en rojo, el relativo (porcentaje de error).	24

Figura 18. Correlación entre el número de formas móviles y el tiempo de conteo de 35 foliolos.	25
Figura 19. Relación de proporción de hojas ocupadas con la media de formas móviles por foliolo para "T"=5.	27
Figura 20. Relación de proporción de hojas ocupadas con la media de formas móviles por foliolo para "T"=9.	27
Figura 21. Evolución de las capturas de adultos. Resultado del promedio de las capturas diarias por trampa, de las situadas en los puntos fijos de muestreo. De ellas, seis contienen la feromona de la especie <i>Agriotes sordidus</i> y seis más las de <i>Agriotes obscurus</i>	29
Figura 22. Comparativa del promedio de todas las capturas de las trampas establecidas en la primera temporada, a lo largo de dos meses. Los intervalos LSD tienen un nivel de confianza del 95% y se han obtenido mediante un ANOVA multifactorial considerando los factores tiempo y especie.	30
Figura 23. Comparativa del promedio de todas las capturas de las trampas "Yatlorf" establecidas en la segunda temporada, a lo largo de diez meses. Los intervalos LSD tienen un nivel de confianza del 95% y se han obtenido mediante un ANOVA multifactorial considerando los factores tiempo y especie.	30
Figura 24. Comparativa del promedio de todas las capturas de las trampas "Escolitrap" y "Yatlorf" establecidas en la segunda temporada, a lo largo de diez meses. Ambas trampas contienen la feromona para la captura de <i>Agriotes sordidus</i> . Los intervalos LSD tienen un nivel de confianza del 95% y se han obtenido mediante un ANOVA multifactorial considerando los factores tiempo y tipo de trampa.	31
Figura 25. Comparativa del promedio de todas las capturas de las trampas "Eostrap" y "Yatlorf" establecidas en la segunda temporada, a lo largo de diez meses. Ambas trampas contienen la feromona para la captura de <i>Agriotes obscurus</i> . Los intervalos LSD tienen un nivel de confianza del 95% y se han obtenido mediante un ANOVA multifactorial considerando el tiempo y el tipo de trampa.	32
Figura 26. Comparativa entre el promedio los individuos encontrados en todos los cebos enterrados en cada cultivo.	32
Figura 27. Tiempo de muestreo en función de la media poblacional de pulgón, evaluado con una escala del 0 al 3. Intervalos de error LSD con un nivel de confianza del 95%.	34
Figura 28. Tiempo de muestreo en función de la distancia recorrida por el muestreador. Intervalos de error LSD con un nivel de confianza del 95%.	34
Figura 29. Tiempo de muestreo en función del cultivo evaluado. Intervalos de error LSD con un nivel de confianza del 95%.	35
Figura 30. Comparativa del tiempo utilizado y la media de las medias obtenidas en el conteo de pulgones de cada uno de los muestreos. Intervalos de error LSD con un nivel de confianza del 95%.	36
Figura 32. Establecimiento de red de captura masiva de adultos. En los campos solarizados el último verano.	46

1 JUSTIFICACIÓN

Actualmente, la agricultura va encaminada hacia modelos de gestión más sostenibles en los que la reducción parcial o total de los fitosanitarios es necesaria.

Modelos como la Producción Integrada ya promueven un uso más racional de los insecticidas haciendo hincapié en su uso estrictamente necesario y en el momento adecuado. Esta metodología va más allá en la agricultura ecológica, en la que el número de fitosanitarios disponibles es mucho más reducido y de menor efectividad, lo que deja en manos del control biológico la mayor parte de la lucha contra plagas.

Así pues, es sabido que una limitación de uso de insecticidas y la lucha biológica requieren más conocimientos acerca de la plaga y de su abundancia en el campo, pues el margen temporal de actuación es más corto y, en el caso del control por enemigos naturales, se necesita conocer la relación plaga-depredador para mantener un buen equilibrio.

Sin embargo, en ocasiones es difícil cuantificar algunos parámetros necesarios de la plaga o requiere una gran inversión de tiempo. Es por ello que, ante esta imposibilidad, en muchas explotaciones, se opte por realizar tratamientos a calendario; cuando ya hay muchos síntomas y la cantidad de insecticida debe ser mayor; o se realicen sueltas de insectos beneficiosos cuando ya es demasiado tarde.

Por estos motivos, en este trabajo se pretende establecer métodos de muestreo aplicables en la realidad para poder ser utilizados en el día a día de una explotación.

2 OBJETIVOS

Los objetivos generales del trabajo son:

- Elaboración de métodos de muestreo con una buena relación tiempo-precisión.
- Realizar una estimación del tiempo empleado en el muestreo.
- Conocer el comportamiento de la plaga.
- Determinar las relaciones entre fitófago-depredador.
- Establecer métodos de lucha ecológicos.

En particular, y debido a su importancia, el trabajo se centrará en tres importantes plagas hortícolas como son la araña roja, el gusano del alambre y el pulgón, por lo que los objetivos específicos de cada uno serán diferentes:

2.1 Araña roja (*Tetranychus urticae*)

- El objetivo fundamental es definir un protocolo de muestreo óptimo en tiempo y precisión para conocer la media poblacional de individuos plaga y fitoseidos depredadores.

2.2 Gusano del alambre (*Agriotes spp.*)

- Sentar los fundamentos para el establecimiento de una red de captura masiva de adultos. Para esto, se averiguará experimentalmente:
 - La época del año en la que se produce máximo de población en nuestra parcela.
 - Las especies de elatéridos más abundantes.
 - La trampa más efectiva.
- Probar un método de muestreo de larvas.

2.3 Pulgón (Aphididae)

- Establecer una guía visual para el método de muestreo mediante niveles de afección.
- Comprobar en campo el método por escalas propuesto anteriormente:
 - Evaluación del tiempo empleado por muestreo y los factores que influyen en su duración.
 - Estudiar si existen diferencias de tiempo y abundancia de pulgón al evaluar un órgano u otro de la planta del pimiento.

3 INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se abordará la elaboración de sistemas de muestreo de las principales plagas hortícolas en la finca de la empresa “Saifresc”, dedicada a la agricultura ecológica. Así pues, debido a la amplia extensión del tema, se ha consultado con los técnicos de la explotación y se ha concretado en las tres plagas más importantes: la araña roja, el gusano del alambre y el pulgón.

Dichos métodos de muestreo permitirán conocer características de la plaga que pueden ayudar en su control, como pueden ser: la densidad media de individuos, de sus depredadores, o algún atributo (fase de desarrollo, parasitismo, especie, etc.) (R.Moreno, 1977).

De este modo el trabajo consta de tres partes diferenciadas.

3.1 Araña roja (*Tetranychus urticae*).

3.1.1 Biología de la araña roja (*Tetranychus urticae*).

La especie *Tetranychus urticae* pertenece al género *Tetranychidae*, popularmente conocido como “arañas rojas”. Estos individuos son ácaros de pequeño tamaño difíciles de reconocer a simple vista, especialmente aquellos de tonalidades verdosas o amarillentas.

Martínez-Ferrer et al.(2012) define a los individuos de *Tetranychus urticae* como ácaros polífagos, que, en los cítricos, viven agrupados en colonias en el envés de las hojas, donde tejen una densa telaraña que les proporciona protección frente a las condiciones climáticas adversas y dificulta la eficacia de los tratamientos químicos y de los enemigos naturales.

Esta definición, aunque los autores la dan para cítricos, es extrapolable en hortícolas, siendo los daños causados pequeñas manchas amarillas en las hojas que reducen su capacidad fotosintética y que a grandes densidades merman la producción.

Dicho daño, tal y como afirman Soler-Salcedo et al. (2006), se debe a que los individuos de *Tetranychidae* se alimentan del parénquima y la epidermis de los tejidos verdes.

Es común encontrar machos y hembras de *Tetranychus urticae*, así como huevos y ninfas en una misma hoja. Los adultos presentan dimorfismo sexual, siendo la hembra más grande, redondeada y de color rojizo, mientras que el macho es de menor tamaño y cuerpo más afilado, con patas largas, color amarillento y ojos rojos.

Según el IVIA, esta plaga puede completar su ciclo en 10 días si las condiciones son óptimas, caso que se da con probabilidad en el cultivo de fresón en invernadero. Es por ello que puede reproducirse muy rápidamente y convertirse en plaga en poco tiempo.

3.1.2 Sistemas de muestreo.

En agricultura ecológica es común, para el control de *Tetranychus urticae*, la lucha biológica con fitoseidos. Así pues, resulta importante saber, no solo, la población de la plaga, sino también de sus enemigos naturales.

Además, para el control eficaz de dichos fitófagos mediante la suelta de depredadores, se necesita conocer con relativa precisión la población de plaga ya que esto es determinante a la hora de realizar sueltas de un tipo u otro de fitoseidos. Esto se debe a que, tal y como afirman Escudero y Ferragut (1996), especies de fitoseidos como el *Amblyseius californicus* soportan mejor las bajas densidades de plaga a cambio de una capacidad depredadora menor; por otra parte, la especie *Phytoseiulus persimilis* necesita de poblaciones de *Tetranychus urticae* más elevadas, pero es capaz de depredar numerosos ácaros fitófagos. Es por esto, que según la densidad de plaga, se realizan sueltas de una especie u otra.

Así pues, también resulta importante el conocimiento de la cantidad de fitoseidos, puesto que su aplicación es económicamente costosa, y conviene realizar sueltas en los momentos oportunos. Por eso es necesario saber si la población de depredadores ya es suficientemente alta para no necesitar otra aplicación o por el contrario no se observan depredadores.

De este modo, se pretende un método de muestreo preciso, eficiente, que se pueda llevar a cabo en el menor tiempo posible y que, además, determine en el mismo conteo, tanto la población de *Tetranychus urticae* como de fitoseidos. De manera que no tengan que realizarse dos conteos por separado, uno para la plaga y otro para el depredador.

Así pues, existen estudios anteriores, para el cultivo de fresón, como el de los autores González Zamora et al. (1993) que abordan este problema dando explicación estadística a métodos de muestreo más rápidos como el conteo del número de hojas con presencia de formas móviles o de hembras. Leyendo en profundidad el artículo, se extraen conclusiones y figuras muy útiles a la hora de elaborar un protocolo de muestreo rápido y preciso de la araña roja en fresón que se tendrá en cuenta en este apartado.

Por la experiencia propia en el muestreo de araña roja en fresón, a lo largo de tres años, el factor que alarga considerablemente el tiempo de muestreo es el número de ácaros, debido a que a mayor abundancia de ácaros mayor tiempo utilizado en su conteo

Es por ello que se deberá de buscar el mayor equilibrio entre tiempo y error de muestreo, para ello una buena técnica que se extrae de dicho artículo es el conteo exclusivo del porcentaje de hojas ocupadas por las formas móviles de *Tetranychus urticae*, considerando "hoja ocupada" como la que tiene una cantidad de araña roja viva superior a un valor "T", el cual se determinará según la cantidad de araña roja por foliolo que tengamos en cada momento.

3.1.2.1 Muestreos con el método de presencia – ausencia.

Así pues, los autores antes citados, elaboraron una tabla que relaciona el valor "T" (valor a partir del cual se considera una hoja "ocupada") con la media poblacional de los

ácaros que estamos evaluando. Dichos valores “T” se han determinado para un error de estimación del 25%.

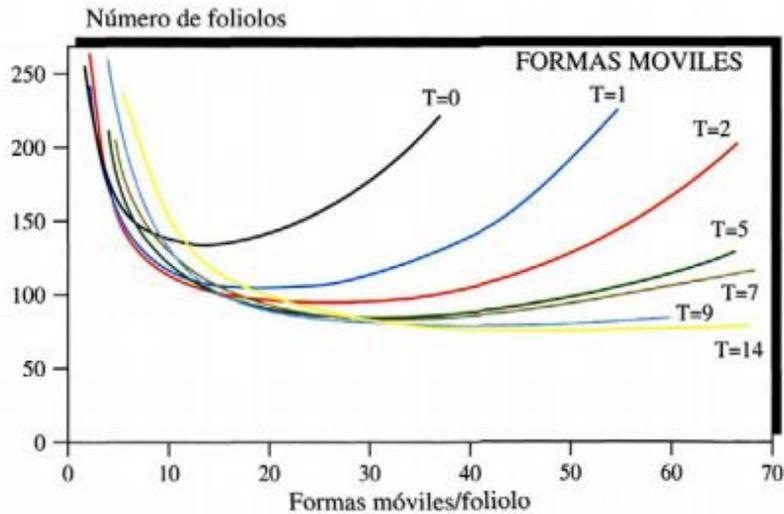


Figura 1. Gráfico con los distintos valores de “T”, en la que se relaciona las formas móviles/foliolo y el número de muestras a evaluar para un error del 25%. Figura extraída del artículo de González Zamora et al. (1993).

Con esto, se puede elaborar un método de muestreo de araña roja que consista en el conteo del número de hojas ocupadas según la cantidad de formas móviles por foliolo que tengamos en cada momento. De este modo, el valor de “T” dependerá del nivel de plaga.

Por lo tanto, la elaboración del protocolo se basará en este estudio para escoger la “T” para cada densidad de población.

3.1.2.2 Muestreo individuo por individuo.

Sin embargo, observamos que, para cantidades bajas de población, la cantidad de foliolos que se tendría que evaluar con este método se vuelve muy elevada, por lo que, para dichas densidades de población se puede proponer un conteo tradicional, es decir, contar todas las formas móviles de una muestra de “N” hojas. Además como la cantidad de formas móviles será baja, no supondrá un elevado consumo de tiempo, que era el problema principal.

Dicho valor “N” depende de la siguiente fórmula:

$$N = \frac{a * m^{b-2}}{E^2}$$

Donde “a” y “b” son los índices de Taylor, los cuales se obtienen de la siguiente expresión:

$$\log(s^2) = \log(a) + b * \log(m)$$

En la cual “s²” es la varianza y “m” es la media de cada muestreo, por lo que para obtener valores fiables de “a” y “b” se deberían de realizar varios conteos.

Con todo esto, se puede obtener una figura de distribución de “N” en función de la densidad poblacional. En el caso del artículo anteriormente mencionado (González Zamora et al., 1993), se muestra la siguiente figura:

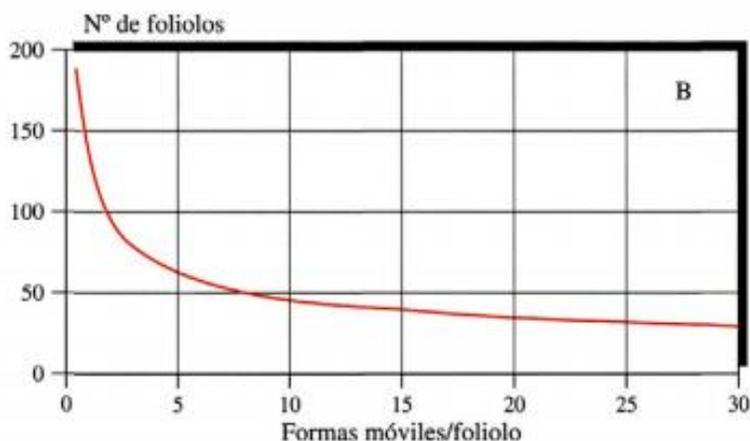


Figura 2. Figura con el número de folíolos “N” que son necesarios coger para un error del 25% según las formas móviles/folíolo. Figura extraída del artículo de González Zamora et al. (1993).

3.2 Gusano del alambre (*Agriotes spp.*).

3.2.1 Biología del gusano del alambre (*Agriotes spp.*).

El gusano del alambre es una plaga correspondiente a la familia Elateridae y mayoritariamente al género *Agriotes*. Ataca a los órganos subterráneos de la planta, y por ello, tiene especial importancia en el cultivo de la patata, por lo que su control es fundamental en hortícolas. El daño es causado exclusivamente por las larvas que realizan galerías en los tubérculos que acaban ennegreciéndose y depreciando la patata.

Las larvas son de forma cilíndrica, color anaranjado, segmentadas, con tres pares de patas torácicas y con la cutícula muy quitinizada, es por ello que reciben el sobrenombre de “Gusano del alambre”. Además, se desplaza deslizándose por el suelo y tiene tendencia por las zonas más húmedas.

Por otra parte, los adultos miden de 7-10 mm, son de color marrón, no causan daño a la planta y se desplazan dando pequeños saltos mediante un mecanismo formado por una lengüeta.

El tiempo que tardan las larvas en completar su desarrollo es bastante largo, aproximadamente de unos 4 o 5 años. Es por ello que se pueden encontrar, presentes en el suelo, diferentes generaciones.

El ciclo comienza en primavera con la puesta de huevos de las hembras adultas, que pueden llegar a poner unos 200 huevos que eclosionan en un mes aproximadamente. Dichos huevos son situados en lugares húmedos y ricos en materia orgánica, de la cual se alimentan las larvas los dos primeros años. Al cabo de 4 o 5 años, y con la llegada del

verano, se entierran en el suelo y pupan. Después del invierno salen, ya en forma de adulto, a la superficie y se vuelve a realizar la cópula y puesta de huevos.

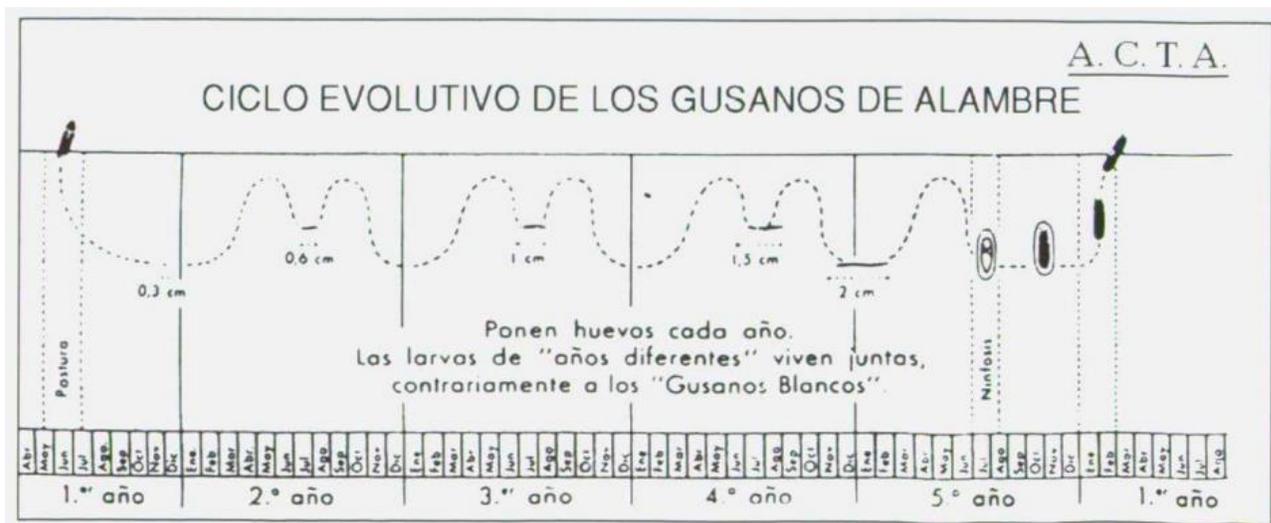


Figura 3. Ciclo biológico del gusano del alambre. (Pérez de Obanos, 1994).

3.2.2 Sistemas de muestreo.

Los métodos de muestreo de esta plaga difieren notablemente unos de otros dependiendo de cuál sea la fase de desarrollo de los individuos que se quieran capturar.

3.2.2.1 Adultos

Para el conteo de adultos, se capturan los individuos haciendo uso de trampas de atracción y muerte.

Ruiz (2009) utiliza diversas trampas de captura de adultos, como una lámina de plástico, de 40x40 cm, bajo la cual se coloca un manojo de hierba fresca que sirve como cebo y que agrupa a los adultos. También se hace uso de la trampa "Yatlorf" que consiste en una estructura de plástico, semienterrada en el suelo y a la que se coloca una feromona que actúa como atrayente, de manera que los adultos, mayoritariamente machos, entran en la trampa a través de una pequeña rendija que actúa como filtro de insectos más grandes. Por otra parte, para observar el comportamiento del vuelo, la autora, utiliza tres franjas de 3 m x 30 cm de láminas amarillas pegajosas, que dispone verticalmente a una altura de 20, 70 y 120 cm de altura.

Para objetivo del presente trabajo, que es escoger una trampa para la captura masiva de individuos, se debe valorar la practicidad y facilidad de instalación y recambio, por lo que se escogerán trampas comerciales ya preparadas para dicho uso.

3.2.2.2 Larvas

En cambio, para el estudio de larvas, en ocasiones se ha utilizado el método de evaluar directamente 20 columnas de tierra, siendo este un método poco válido debido principalmente a que se ha observado daños por debajo del umbral de detección de este método, tal y como se demostró en trabajos de French y White (1965).

Es por ello que Rodríguez (2001) propone el uso de cebos alimenticios compuestos por 100 ml de granos de maíz y otros 100 ml de granos de trigo dentro de una media de nylon y sobre un plato de tiesto, todo enterrado a unos 40 cm de profundidad.

Posteriormente, Ruiz (2009) comprobó en un ensayo que el cebo alimenticio que más capturas realizaba era el de maíz y trigo, seguido del maíz solo, patata y únicamente suelo.

3.3 Pulgón (Aphididae).

3.3.1 Biología del pulgón (Aphididae).

Los pulgones son artrópodos pertenecientes a la familia Aphididae, en la cual se encuentran gran variedad de especies fitófagas, en ocasiones específicas de cada cultivo, y que causan severo daño en los cultivos al alimentarse del floema de las hojas, brotes e incluso flores, prefiriendo mayoritariamente las partes más jóvenes.

El pulgón tiene su actividad desde primavera hasta otoño. Así pues, las primeras generaciones están conformadas por hembras ápteras que mediante la reproducción vivípara y partenogenética dan lugar a nuevas generaciones de hembras ápteras y aladas que colonizan las plantas y se vuelven a reproducir como la generación anterior.

Ya en otoño, empiezan a nacer hembras llamadas “sexúparas” las cuales, partenogenéticamente, dan lugar a individuos sexuados, como son las hembras ovíparas ápteras y machos alados. Estos se aparearán y darán lugar a los huevos que las hembras depositarán en las plantas huéspedes para que pasen el invierno.

Así pues, no es difícil encontrarlos en un mismo cultivo, individuos con diferente morfología, ya sea por la presencia de alas o con distinto color, también debido a las distintas especies que existen.

Para su control, es conocido el uso de insectos beneficiosos que depredan a los individuos, como es el caso de los coccinélidos, las crisopas, sírfidos y cecidómidos.

En hortícolas, el pulgón supone un problema para las cucurbitáceas, coles, lechugas, pimiento y judías, entre otros.

3.3.2 Sistemas de muestreo.

En el caso que se aborda en el presente trabajo, cuyo objetivo es obtener información del estado de la plaga para realizar las oportunas acciones sobre el cultivo, se establece la variable independiente en la abundancia de individuos en un cultivo, puesto que tiene relación directa con el número de daños.

Además, se pretende un método sencillo, rápido, que no requiera apenas de material, apto para la mayoría técnicos y con fines puramente laborales, no de investigación. Por este motivo, se opta por la observación directa de hojas, brotes, etc. de las plantas.

3.3.2.1 Tipo de variable y de observación. Muestreo por escala.

El método de conteo directo de órganos de la planta puede realizarse de diversas maneras, por lo que conviene estudiar los trabajos realizados en el ámbito de los métodos de muestreo de artrópodos.

De este modo, se ha encontrado que autores como García-Marí (2004) presentan diferentes formas para la evaluación de poblaciones. Dichas formas, las clasifica según el tipo de variable y el tipo de observación.

En el tipo de variable, el autor, define tres tipos: las cuantitativas, ordinales y cualitativas.

Las primeras se basan en la medición de una característica de la plaga, como por ejemplo, el número de individuos. Las segundas, solamente ordenan las unidades de muestreo en relación al elemento que estamos midiendo, como podría ser una escala de nada, poco, bastante y mucho. Las terceras son las variables que no permiten una cuantificación, como puede ser la determinación de una especie u otra.

Por otra parte, cuando se refiere al tipo de observación, el autor diferencia tres tipos: medidas numéricas, estimaciones y clasificación según una escala.

La primera y la segunda se diferencian en que, en la primera, la variable cuantitativa se determina de forma objetiva, mientras que, en la segunda, se hace de forma subjetiva. Sin embargo, en la tercera, dicha variable se adjudica, de manera subjetiva, a una escala que se ha establecido anteriormente.

Con esta clasificación de García-Marí (2004), se puede vislumbrar que tipo de variable y observación se adapta mejor a nuestras condiciones, y una vez escogido, definirlo correctamente.

Así pues, al pensar en el muestreo de pulgón, el factor que resulta más limitante es el elevado número de individuos que pueden encontrarse por unidad de muestreo, haciéndose muy costoso el conteo individuo por individuo. Además, a diferencia de la araña roja, en el pulgón no resulta tan importante averiguar el promedio de individuos con gran precisión, puesto que para la toma de decisiones no se requiere del conocimiento de la cantidad de la plaga con dicha exactitud. De este modo, la observación del tipo numérico no será la óptima para nuestra tarea por su elevado coste de tiempo.

Sin embargo, tampoco se pretende la realización de observaciones estimativas, cuyo resultado pueda variar significativamente según el muestreador. Es por ello, por lo que se piensa en el tipo de observación mediante una escala, la cual, ahorra mucho más tiempo que el método numerativo a cambio de una cierta pérdida de precisión y algo de subjetividad, ambos permitidos para el contexto para el que se diseña el tipo de muestreo.

Por otra parte, se trataría de un tipo de variable ordinal, puesto que las diferencias entre las magnitudes de la escala no son iguales o proporcionales unas de otras, sino que

solamente expresan un orden, por ejemplo: (sin presencia, pulgones aislados, varias colonias y hoja infestada), que no puede traducirse a un número en concreto.

Con todo esto, queda definir los intervalos de la escala, elaborar una guía visual para los muestreadores y probar la rapidez y la practicidad del método, no solo para la evaluación de la abundancia de plaga, sino también para la de sus enemigos naturales, fundamentales en la agricultura ecológica.

3.3.2.2 Adaptación del método a la morfología de la planta.

Por otra parte, se debe adaptar el método de muestreo al cultivo en cuestión, puesto que morfológicamente difieren unos de otros.

Así como en cucurbitáceas, resulta directamente mucho más rápido e intuitivo el muestreo de hojas que de brotes, ya que las hojas son muy accesibles y bastante grandes, lo que da la sensación de que se está tomando un órgano representativo de la planta. En pimiento, no resulta tan claro, puesto que cuenta de numerosos brotes muy accesibles y sensibles al ataque de pulgón, mientras que sus hojas son de pequeño tamaño y su aspecto, a primera vista, parece menos apetecible para el artrópodo.

Es por ello que, siguiendo el símil propuesto por el IVIA para el muestreo de áfidos en cítricos donde se muestrean los brotes tiernos dentro de dos aros de 25 m², se realizará una comparativa entre el muestreo de hojas y de brotes en pimiento, y se evaluará el tiempo utilizado y la efectividad a la hora de detectar poblaciones de pulgón.

4 MATERIAL Y MÉTODOS

Debido a las características propias de cada plaga que se ha trabajado, los materiales y métodos difieren de unas a otras.

4.1 Araña roja (*Tetranychus urticae*).

El estudio se llevó a cabo en un cultivo de fresa situado bajo invernadero, en dos parcelas diferentes de la misma finca (una cada año), en la localidad de Albal (Valencia). Con acolchado negro y riego por goteo.

El presente trabajo se realizó en dos años.

4.1.1 Evolución.

Para determinar la evolución de la plaga, así como la población de fitoseidos, se realizaron diversos conteos de 48 foliolos, contando individualmente todas las formas móviles del envés de los mismos. El material vegetal se inspeccionaba con una lupa de laboratorio.

La toma de muestras consistía en recoger 8 hojas de cada fila alternativamente, con un total de 6 filas (48 hojas). El conteo se realizaba del foliolo central de las hojas cada 1 o 2 semanas.

El ensayo se llevó a cabo durante dos temporadas, la de 2015-2016 y 2016-2017.

4.1.2 Evaluación de tiempos de conteo.

La comparativa de los tiempos de conteo se llevó a cabo en la segunda temporada (2016-2017).

Para ello, mientras se realizaba el muestreo de los 48 foliolos, se procedió a medir el tiempo.

Además, desde enero, empezó a extraerse 20 foliolos al azar de la muestra de los 48 y se procedió de la misma forma.

Finalmente, y durante 4 semanas, se recogieron 100 foliolos y se procedió al conteo de formas móviles con los métodos de presencia-no presencia con un umbral de 3 individuos. De estos 100 foliolos se seleccionaron 48 y 20 al azar y se contabilizaron todos los individuos por el método tradicional, como anteriormente.

4.1.3 Conteo individuo por individuo.

En este apartado, se hizo uso de los datos de la primera temporada (2015-2016) del muestreo individual de 48 foliolos, para obtener los Índices de Taylor experimentalmente, y compararlos con los estudios bibliográficos.

4.1.4 Conteo presencia-ausencia.

Se utilizaron los datos de la segunda temporada (2016-2017) para establecer los umbrales de tiempo para los cuales es recomendable el cambio de sistema de muestreo.

4.2 En gusano del alambre (*Agriotes spp.*).

En este caso la experiencia se llevó a cabo en la localidad de Alcàsser (Valencia), en diferentes parcelas. En el caso del muestreo de adultos, se realizaron dos ensayos en dos años consecutivos. En el verano del primer año (2016), el objetivo fue la determinación de las especies más abundantes (4.2.1); mientras que desde diciembre de 2016 hasta septiembre de 2017, el objetivo principal era la determinación de los diferentes tipos de trampa y la obtención de los máximos de población.

4.2.1 Determinación de las especies más abundantes.

Durante el verano del año 2016 se instalaron diferentes tipos de trampas (Yatlorf, Escolitrap y Eostrap) con feromonas de cuatro especies distintas de elatéridos (*Agriotes sordidus*, *Agriotes obscurus*, *Agriotes sputator* y *Agriotes lineatus*) con el objetivo de capturar adultos.

Dichas trampas eran del tipo “atracción y muerte”, y en cada una de ellas se incorporaba un pequeño recipiente cilíndrico de plástico que contenía la feromona en cuestión. Además, en el interior de la cavidad donde caían los elatéridos se dejaba una pastilla de insecticida para provocar su muerte.

Estas trampas se enterraban parcialmente en el suelo, dependiendo de la forma de cada una de ellas, y se les intentaba mimetizar lo más posible con la tierra.

Se utilizaron las siguientes trampas:

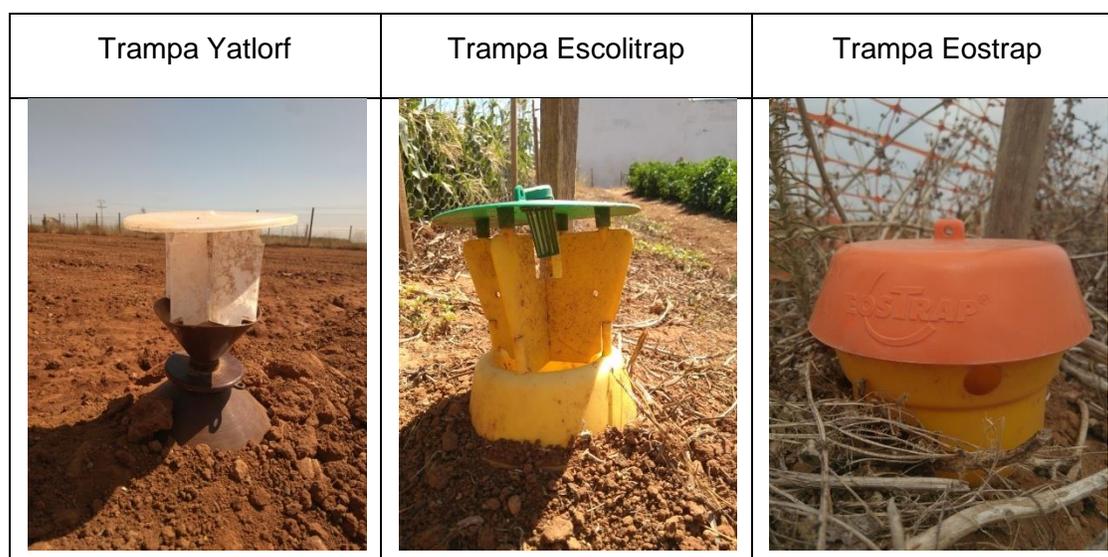


Figura 4. Diferentes tipos de trampas utilizadas para la captura de adultos de elatéridos.

El estudio se realizó en la finca de Alcàsser de Saifresc, en un campo de chirivías durante el mes de julio.

Las trampas se dispusieron en fila con 4 tesis, cada una con la misma feromona para una de las especies. Para cada tesis se situaron tres trampas, cada una de un tipo anteriormente expuesto.



Figura 5. Esquema del ensayo. Cada color representa una especie de elatérico y cada número un tipo de trampa.

4.2.2 Evaluación de la eficiencia de los diferentes tipos de trampas y determinación de los máximos de población de individuos adultos.

A finales de 2016 se instalaron los cuatro tipos de trampa mencionados anteriormente con los dos tipos de feromonas que más capturas obtuvieron durante el verano para las especies (*Agriotes sordidus* y *Agriotes obscurus*). Así pues, se establecieron 3 puntos fijos de muestreo en zonas estables de la parcela (márgenes y bajo nísperos), donde se colocaron las siguientes trampas:

Tabla 1. Tabla resumen de la localización, tipo de trampa y la especie objetivo de la feromona utilizada del ensayo.

Localización	Parcela	Tipo de trampa	Especie
Alcàsser	16	Yatlorf	<i>Agriotes obscurus</i>
Alcàsser	16	Yatlorf	<i>Agriotes sordidus</i>
Alcàsser	16	Escolitrap	<i>Agriotes sordidus</i>
Alcàsser	16	Eostrap	<i>Agriotes obscurus</i>
Alcàsser	17	Yatlorf	<i>Agriotes obscurus</i>
Alcàsser	17	Yatlorf	<i>Agriotes sordidus</i>
Alcàsser	17	Escolitrap	<i>Agriotes sordidus</i>
Alcàsser	17	Eostrap	<i>Agriotes obscurus</i>
Alcàsser	8.3	Yatlorf	<i>Agriotes obscurus</i>

Alcàsser	8.3	Yatlorf	<i>Agriotes sordidus</i>
Alcàsser	8.3	Escolitrap	<i>Agriotes sordidus</i>
Alcàsser	8.3	Eostrap	<i>Agriotes obscurus</i>



Figura 6. Localización de las trampas.

El recambio de feromonas e insecticidas se realizaba a los 30-45 días, excepto el segundo recambio, en marzo, que se realizó a los 60 días. El conteo se realizaba en el campo cada una o dos semanas, vaciando cada vez las trampas.

4.2.3 Muestreo de larvas de Gusano del alambre (*Agriotes spp.*).

En cuanto a la evaluación de larvas el método de muestreo a emplear es totalmente distinto. En el ensayo, se hizo una adaptación del método propuesto por Rodríguez (2001) por lo que, en vez de usarse maíz y trigo, se utilizó una patata cortada por la mitad, la cual se enterró a una profundidad de unos 20-30cm sobre un plato de plástico y se cubrió también por otro invertido para evitar la excesiva pérdida de humedad. Entre ambos platos se dejaba una franja libre para que las larvas pudiesen entrar y salir de la zona de los platos.

Este cambio en el cebo, se debió a que en la explotación se realizan diversas plantaciones de patatas escalonadas en el tiempo por lo que suele haber disponibilidad de tubérculos todo el año, cosa que no sucede con el maíz, que solo está disponible en verano y otoño, ni con el trigo, que no se cultiva en la finca.

Entre 15 días y 1 mes después se desenterraron y se contabilizó la presencia de larvas, tanto dentro de la patata, en su superficie o por la tierra que el plato contenía.

Tabla 2. Puntos de enterramiento de los cebos e información sobre el experimento.

Parcela	Cultivo	Años desde la última solarización	Nº de zanjas	Zanjas por hectárea	Fecha enterramiento	Fecha desenterramiento
10	Nabo	1	6	20	18/3/17	02/04/17
10	Nabo	1	6	20	02/04/17	12/04/17
8	Patata	1	6	23	12/04/17	08/05/17
18.5	Puerro	Nunca solarizado	6	24	14/04/17	18/05/17
18.3	Patata	1	10	83	08/05/17	10/05/17

La mayoría de los ensayos fueron en parcelas solarizadas recientemente, puesto que eran sólo en estas donde se plantaban cultivos sensibles al gusano del alambre.

4.3 Pulgón (Aphididae).

4.3.1 Elaboración de una escala.

En los meses de junio y julio de 2017, se recogieron diversas hojas de los cultivos de calabacín, sandía, melón y pimiento con diferentes cantidades de pulgón y se separaron en cuatro bolsas diferentes según abundancia.

Posteriormente en el laboratorio se fotografiaron y se clasificaron según una escala del 0-3, desde no presencia (0), hasta un nivel muy alto de infestación (3).

4.3.2 Prueba en campo de la efectividad de la escala.

Se realizaron muestreos semanales en los meses de julio, agosto y septiembre, en las localidades de Alcàsser y Catarroja, de las siguientes parcelas al aire libre:

Tabla 3. Localidad, número de parcela y cultivo muestreado.

Localidad	Parcela	Cultivo
Alcàsser	16.1	Pimiento
Alcàsser	16.2	Pimiento
Alcàsser	3.1	Melón
Alcàsser	3.2	Sandía
Alcàsser	3.3	Melón
Alcàsser	18.4	Sandía
Catarroja	3	Pimiento

También se definió una unidad de muestreo dependiendo del cultivo.

Tabla 4. Órganos muestreados según cultivo y fase de desarrollo.

Cultivo	Unidad de muestreo
Cucurbitáceas	1 Hoja
Pimiento	4-6 Brotes de una planta
	1 Hoja

En dichos conteos de pulgón, se inspeccionaban 20 unidades de muestreo de cada cultivo y se cronometraba el tiempo que duraba la observación.

A cada unidad de muestreo se le asignaba un valor entre 0 y 3 correspondientes a una escala anteriormente establecida y posteriormente se calculaba la media del muestreo. Para la medición de enemigos naturales y otras plagas, se asignaba un valor general a todo el cultivo al término del conteo que también tenía un valor de 0 a 3.

Para la comparación de órganos de muestreo en pimiento, se realizaba el mismo día, el conteo de hojas y brotes de una misma parcela, y al finalizar todos los muestreos se calculó la media de las medias de población de pulgón obtenidas en cada uno de ellos para comparar su efectividad en la detección de áfidos. También se calculó la media del tiempo utilizado en cada muestreo para averiguar que método resultaba más rápido.

En ocasiones era necesario el uso de cuentahílos para la observación de los individuos más pequeños o dudosos.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Araña roja (*Tetranychus urticae*).

5.1.1 Evolución.

Durante los dos años de seguimiento se obtuvieron las siguientes evoluciones:

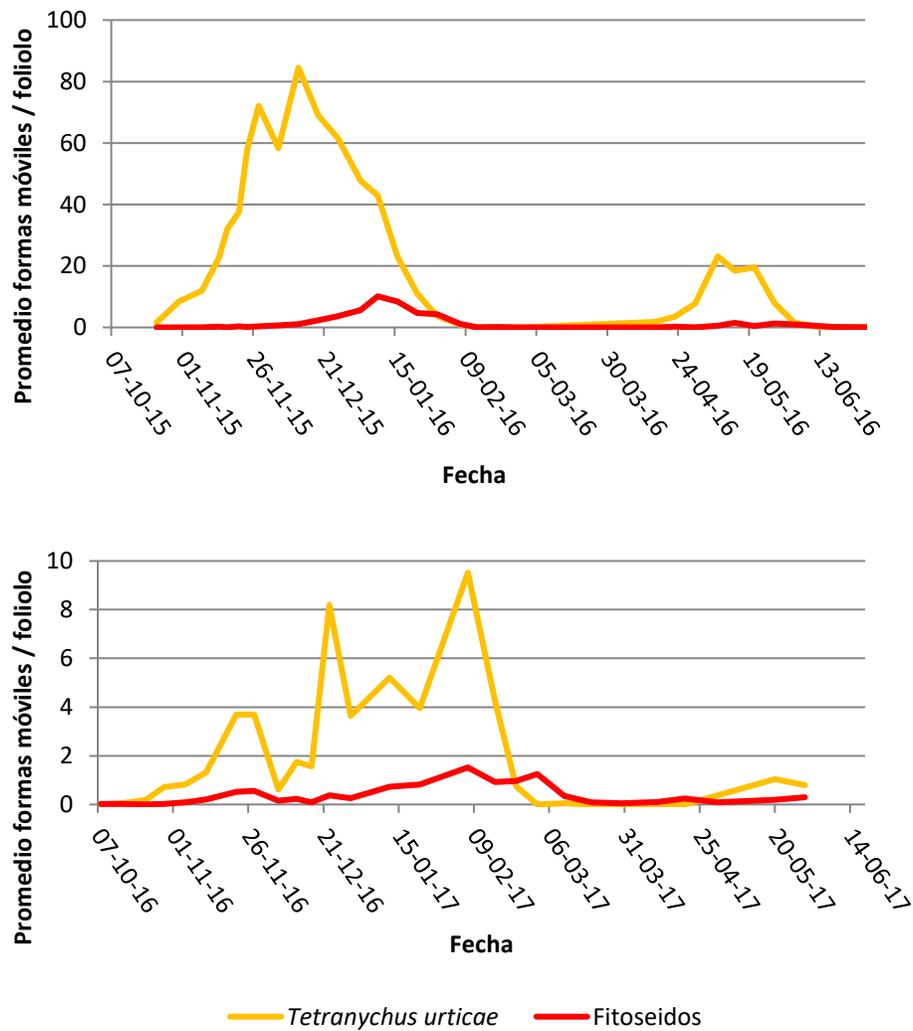


Figura 7. Evolución de la plaga (*Tetranychus urticae*) y depredadores (*Phytoseiulus persimilis* y *Amblyseius californicus*) en el cultivo de fresa bajo invernadero durante los años 2015-2016 y 2016-2017.

5.1.2 Evaluación de tiempos de conteo.

El segundo año, se procedió a cronometrar los métodos de muestreo. Se buscó una correlación entre el tiempo de conteo y la media de individuos.

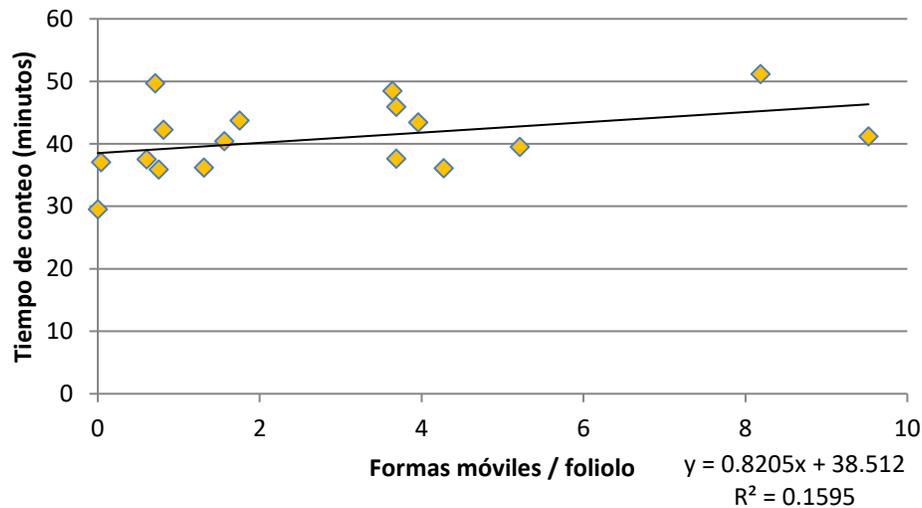


Figura 8. Correlación formas móviles / foliolo y tiempo de conteo en minutos de 48 foliolos.

Como se puede observar, aunque en la práctica y lógicamente es evidente que a mayor número de individuos, mayor tiempo de muestreo, en el análisis estadístico se observa una baja correlación que se podría atribuir a dos componentes:

- El primero es el que depende del factor humano, que provoca que a medida que el muestreador vaya cogiendo experiencia realice los conteos más rápidamente, o que dependiendo del día, el recuento se haga con mayor o menor celeridad.
- El segundo, podría ser el debido a la baja población de *Tetranychus urticae* que provoca que los incrementos de poblaciones de un muestreo a otro sean relativamente bajos y por lo tanto no se noten tanto las diferencias de tiempos.

Sin embargo, en lo que si hubo algunas diferencias significativas fue en el tiempo empleado por lo tres tipos de muestreo, siendo de media, para las mismas fechas, las siguientes:

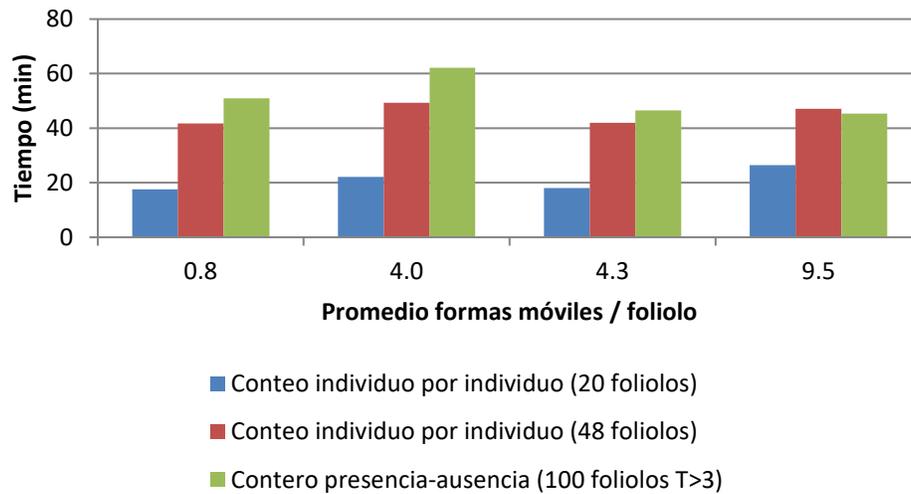


Figura 9. Tiempo según método de muestreo. Incluye el tiempo utilizado en la recogida de muestras del campo y de observación en lupa de laboratorio.

Con esto, se puede decir que el conteo de formas móviles de 20 foliolos es mucho más breve que el resto, pero tiene el inconveniente de un error alto, como se verá más adelante.

Por otra parte, conteo de 48 foliolos es ligeramente más corto que el de presencia – ausencia, pero cuando las densidades van elevándose no deja de estar del todo clara su brevedad. Además, el método de conteo de 48 requiere de menos esfuerzo físico del muestreador.

El método de presencia – ausencia con “T>3” resultará ser el más rápido cuando se empiecen a contar muchos individuos por foliolo, llegando incluso a tener que subir el umbral de presencia “T” hasta valores más elevados tal y como se muestra también en la figura de la introducción.

5.1.3 Conteo individuo por individuo.

Para determinar cuándo se debe utilizar este método, en primer lugar, se calculará el error que se comete. Para ello, se han obtenido los diferentes valores de las variables que intervienen en la expresión anteriormente expuesta extraída del trabajo de González Zamora et al. (1993):

$$N = \frac{a * m^{b-2}}{E^2}$$

Donde:

- “a” y “b”: son los índices de Taylor.
- “m”: es la media poblacional, que en este caso será la media prevista o la obtenida en el conteo de la semana anterior.
- “E”: es el error relativo que se situará en el 25% o 50% según la densidad de población prevista “m”.

- “N”: será el número de muestras que se deben tomar según los valores anteriores.

5.1.3.1 Índices de Taylor

Los valores de los índices de Taylor que se utilizarán a la hora de proponer un sistema de muestreo serán los obtenidos experimentalmente en el primer año de conteo (método individuo por individuo), que como se comprobará, son muy similares a los propuestos por González Zamora et al. (1993).

Dichos valores se han obtenido mediante la fórmula potencial de Taylor:

$$\log(s^2) = \log(a) + b * \log(m)$$

Donde:

- “s”: es la desviación típica.
- “m”: es el promedio de individuos.
- “a” y “b”: son los índices de Taylor

En *Tetranychus urticae*.

- Valores obtenidos por González Zamora et al. (1993) y actualizaciones presentes en el artículo anterior:
 - a: 7,59
 - b: 1,58
- Valores obtenidos en este trabajo en el primer año:
 - a: 8,31
 - b: 1,49

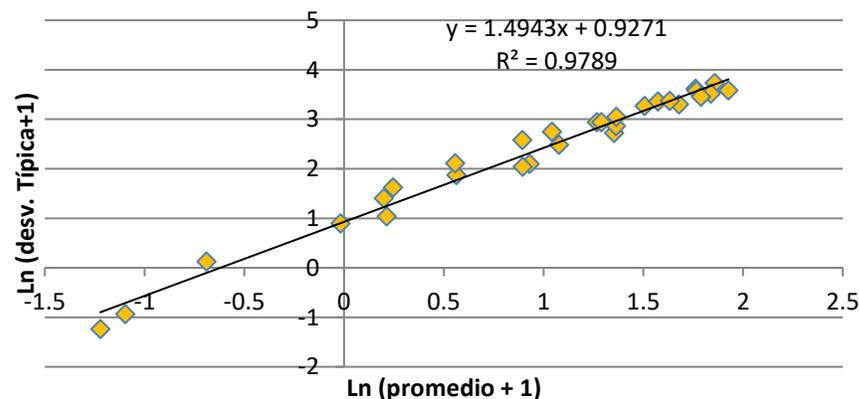


Figura 10. Relación promedio - desviación típica para *Tetranychus urticae* con el método de conteo individuo por individuo. Datos obtenidos en el primer año experimentalmente.

En fitoseidos (*Phytoseiulus persimilis* y *Amblyseius californicus*)

- Valores obtenidos por González Zamora et al. (1993) y actualizaciones presentes en el artículo anterior (solo para *Amblyseius californicus*):
 - a: 2,89
 - b: 1,31
- Valores obtenidos en este trabajo en el primer año (para *Amblyseius californicus* y *Phytoseiulus persimilis*):
 - a: 5,12
 - b: 1,41

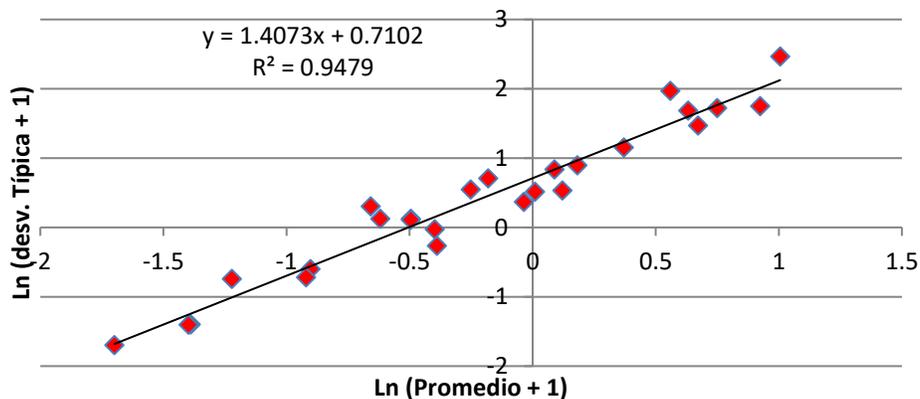


Figura 11. Relación promedio - desviación típica para fitoseidos (*Phytoseiulus persimilis* y *Amblyseius californicus*) en el método de conteo individuo por individuo. Datos obtenidos en el primer año experimentalmente.

5.1.3.2 Número de muestras “N”.

Con los índices experimentales de este trabajo, obtenidos anteriormente, se puede determinar el número de muestras que se deben evaluar para cometer un determinado error.

En *Tetranychus urticae*.

El número de muestras necesarias para obtener un error del 50% y 25% debería ser el siguiente:

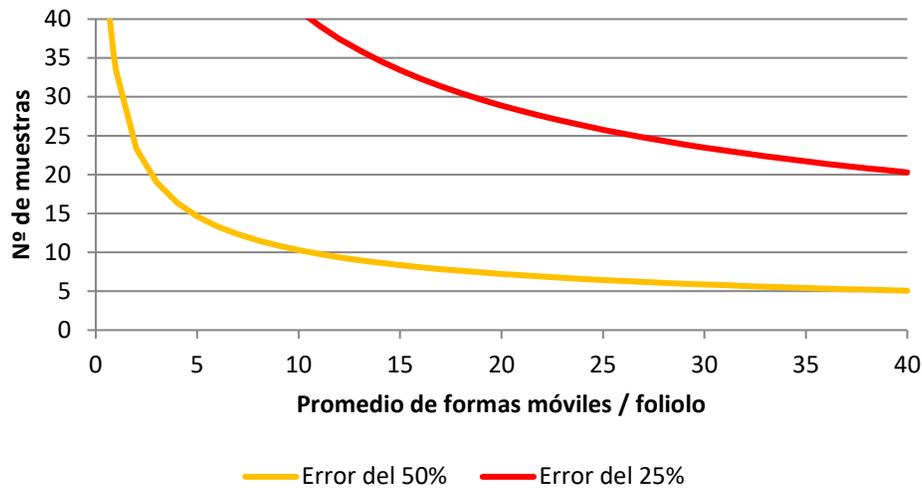


Figura 12. Número de muestras necesarias para cometer un error del 50 % y 25 % respectivamente en el conteo de *Tetranychus urticae*.

De este modo, en el protocolo de muestreo que se va a proponer, se podría establecer un conteo individuo por individuo de 20 foliolos cuando se prevean densidades menores a 10 formas móviles por foliolo. En este punto, se puede permitir un mayor error relativo (aproximadamente un 50%) debido a que en el caso más desfavorable, tener 10 formas móviles, solo habría una desviación de 4 ácaros, tal y como se observa en la figura 13.

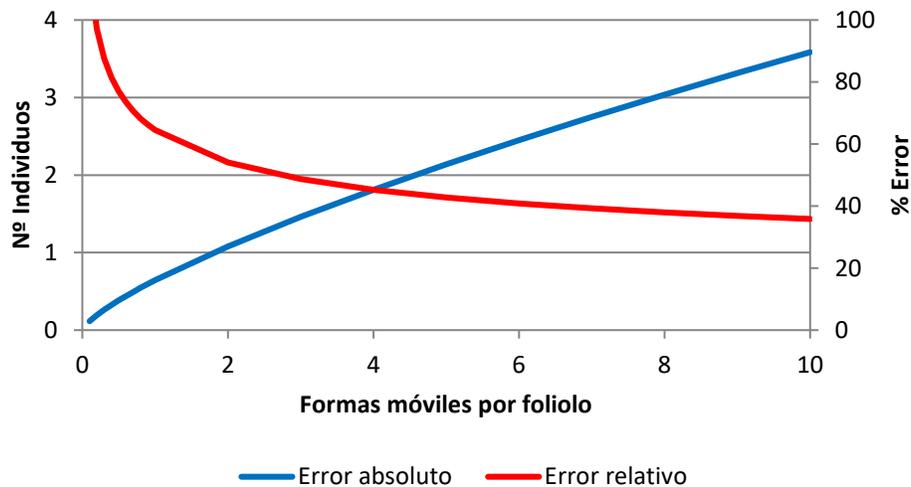


Figura 13. Error en *Tetranychus urticae* para el conteo de 20 foliolos. En azul, el error absoluto (número de individuos de *Tetranychus urticae*) y en rojo, el relativo (porcentaje de error).

En cuanto a densidades de 10 a 20 formas móviles por foliolo, ya no se puede permitir un error relativo tan elevado, por lo que se recomendaría recoger 35 foliolos, con un error relativo aproximado del 25%, que en el caso más desfavorable (de 20 formas móviles/foliolo) se traduciría en un error absoluto de 5 ácaros.

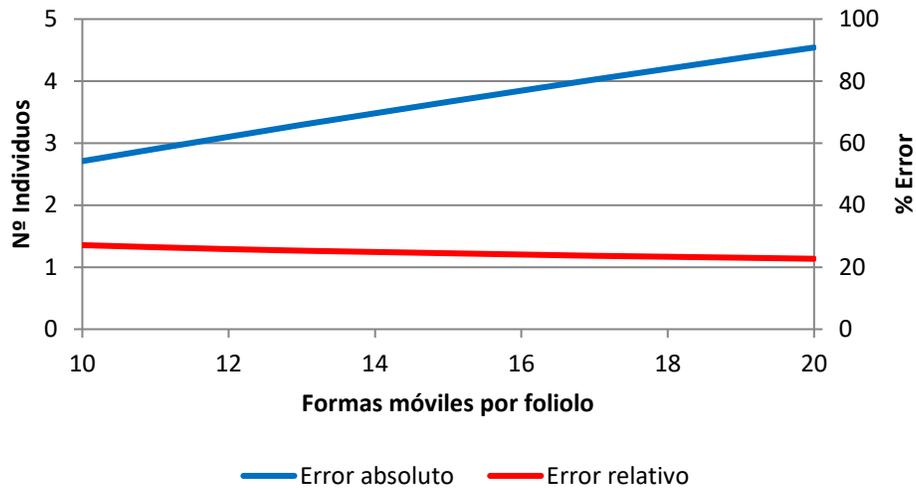


Figura 14. Error en *Tetranychus urticae* para el conteo de 35 foliolos. En azul, el error absoluto (número de individuos de *Tetranychus urticae*) y en rojo, el relativo (porcentaje de error).

En fitoseidos.

De la misma manera que anteriormente, el número de muestras necesarias para obtener un error del 50% y 25% deberá ser el siguiente:

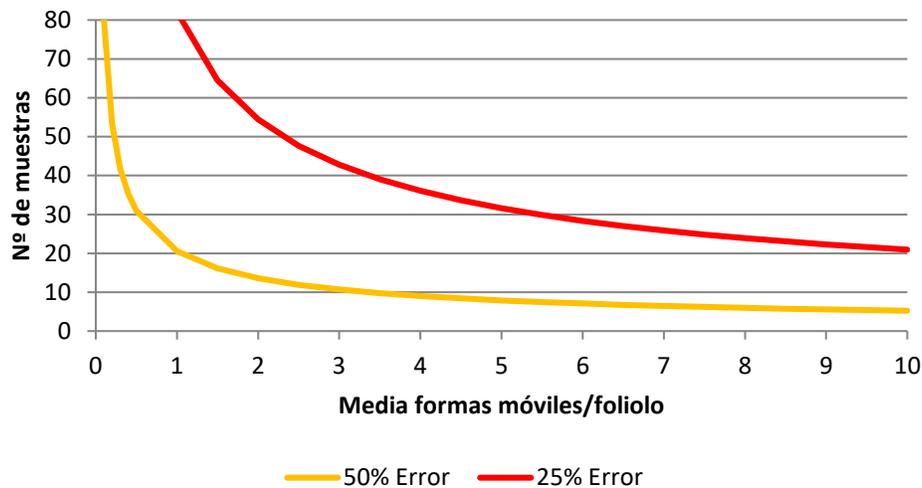


Figura 15. Número de muestras necesarias para obtener un error del 50% y 25 % respectivamente, en el conteo de fitoseidos.

En el caso de los fitoseidos, como el número de individuos no suele ser muy elevado, siempre se optará por contabilizarlos individuo por individuo. Además, la media poblacional de fitoseidos no tendrá influencia en la toma de decisión de escoger un tamaño u otro de muestra, puesto que la cantidad de *Tetranychus urticae* con toda seguridad será siempre mayor.

Sin embargo, dependiendo del número de folíolos contabilizados el error de fitoseidos variará, y a la hora de analizar los resultados deberá considerarse.

De este modo, se averiguará cual será el error en la determinación del número de fitoseidos para el número de muestras propuesto anteriormente en el conteo de *Tetranychus urticae*:

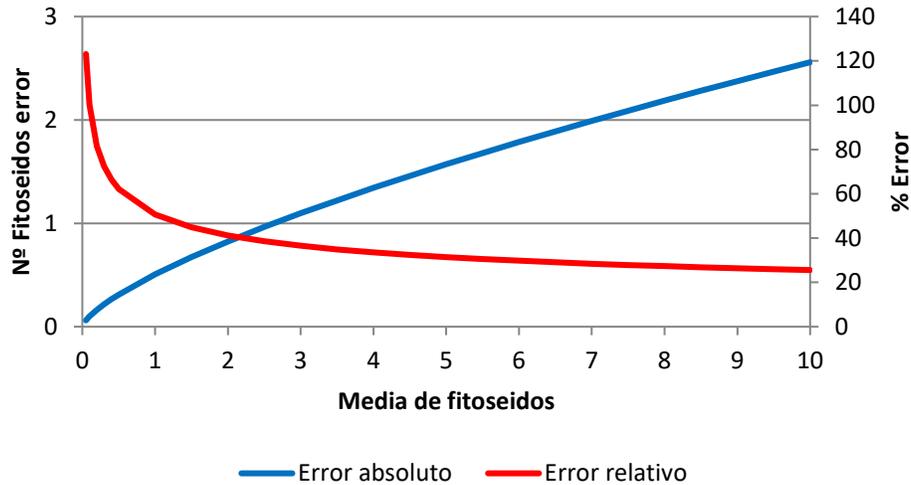


Figura 16. Error en el conteo fitoseidos para 20 folíolos. En azul, el error absoluto (número de individuos de fitoseidos) y en rojo, el relativo (porcentaje de error).

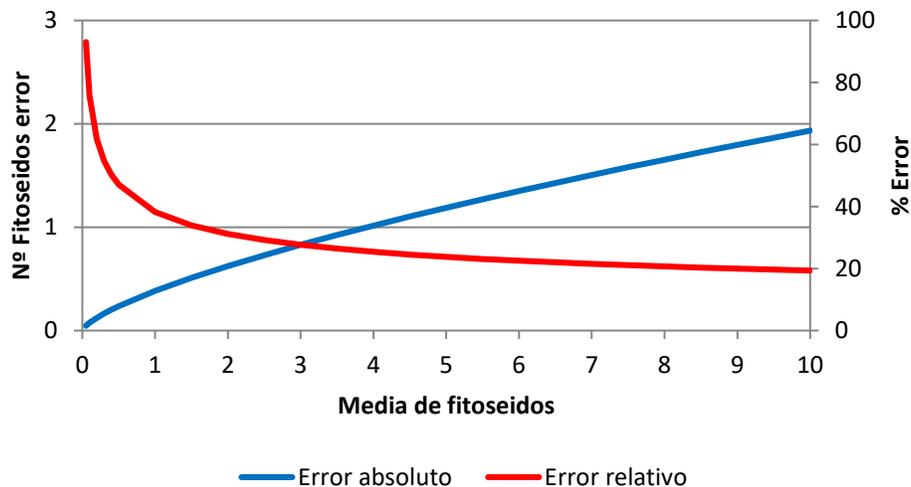


Figura 17. Error en el conteo fitoseidos para 35 folíolos. En azul, el error absoluto (número de individuos de fitoseidos) y en rojo, el relativo (porcentaje de error).

Así pues, aunque a densidades bajas de fitoseidos el error relativo será elevado, en valor absoluto resultará bajo, por lo que será suficiente para conocer si hay buena presencia de fitoseidos en el campo a la hora de tomar decisiones técnicas. En caso de un proyecto de investigación este método no es el adecuado por el error que se asume.

5.1.4 Método de presencia – ausencia.

Como se ha comentado anteriormente, a poblaciones medias-elevadas, el conteo individuo por individuo se hace muy costoso por lo que conviene utilizar el sistema de muestreo propuesto por González Zamora et al. (1993) de presencia-ausencia.

5.1.4.1 Umbral de decisión.

A poblaciones de individuos bajas, menores de 10 formas móviles por foliolo, el número de muestras a tomar en el método de presencia-ausencia es muy elevado, por lo que resulta más rápido el conteo individuo por individuo. Además, las poblaciones son bajas, por lo que el tiempo utilizado en el conteo de los individuos de cada foliolo es menor.

Sin embargo, a partir de 10 formas móviles, el número de muestras a tomar en el método de presencia-ausencia disminuye notablemente, en torno a 100 foliolos, pero aún así seguiría siendo una cantidad bastante mayor a los 35 foliolos requeridos en el umbral de 10 a 20 formas móviles por foliolo. (Observar figura 1).

Es por ello que para decidir donde quedaría este umbral, en el que sería más rápido un muestreo de presencia-ausencia que uno individuo por individuo, se han utilizado los datos del segundo año, y extrapolando los tiempos de conteo de 48 foliolos para 35, que sería los que tendríamos que contar para este intervalo de población, se ha obtenido la siguiente correlación:

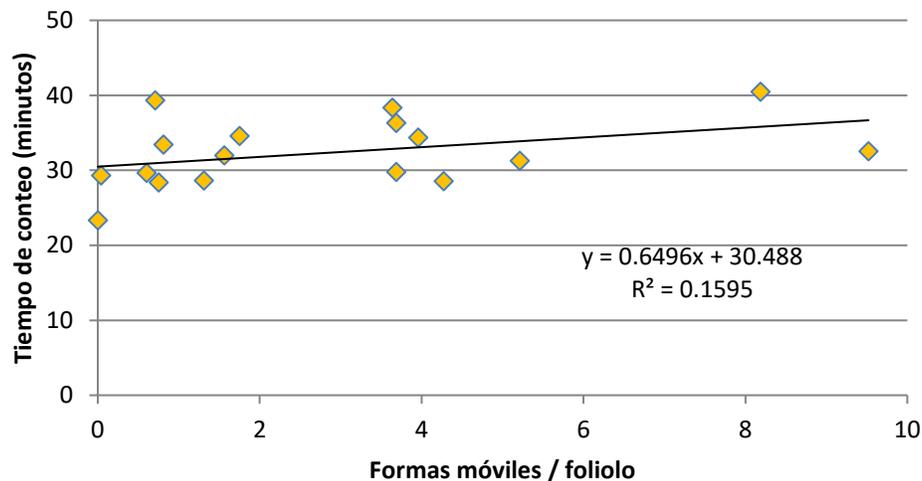


Figura 18. Correlación entre el número de formas móviles y el tiempo de conteo de 35 foliolos.

Con lo que, tal y como se observa en la figura 9, si la duración en el muestreo de 100 foliolos es de unos 40 minutos, el umbral del cambio del sistema será de 22 formas móviles por foliolo, tal y como se desprende de la fórmula obtenida empíricamente:

$$\text{Min. 35 foliolos} = 30.48 + 0.6496 * \text{Cantidad de araña}$$

Así pues, para poblaciones mayores a 20 formas móviles por foliolo convendrá el muestreo presencia-ausencia.

Pese a no haber una gran correlación en la figura 18, es la forma más precisa de la que se dispone en este trabajo, para establecer un umbral entre un método de muestreo y otro. Además, por experiencia, resulta adecuado este umbral, aunque puede quedar a criterio del técnico muestreador subirlo o bajarlo en función de sus resultados.

5.1.4.2 Elección de “T”.

El valor de “T” elegido es el número de individuos por encima del cual se considera una hoja como ocupada. Este valor dependerá de la densidad de plaga y se determinará a partir de la figura propuesta por González Zamora et al. (1993). (Figura 1).

De este modo, se pueden establecer dos valores de “T” para optimizar el número de foliolos a recoger:

- El primero sería de “T” = 5 que permite recoger 90 foliolos siempre y cuando la población esté comprendida entre 20 y 40 formas móviles.
- El segundo sería “T” = 9 que se emplearía a partir de 40 formas móviles, recogiendo 80 foliolos.

5.1.4.3 Contabilización de fitoseidos en el método presencia – ausencia.

Como se ha comentado anteriormente, debido a que la población de fitoseidos no suele ser excesiva, se puede seguir el conteo individuo por individuo de los mismos. Además, dado que en el método de presencia-ausencia, la cantidad de foliolos que se recogerán será muy elevada, no resultará necesario contarlos en todos ellos, ya que como se ha visto en la figura del error cometido (figura 15), bastará con 30 o 40 foliolos para tener una buena aproximación.

5.1.4.4 Equivalencia % hojas ocupadas y media formas móviles.

Una vez se tiene el porcentaje de hojas ocupadas, para una “T” determinada, se debe de extrapolar este resultado a la media de individuos vivos que están presentes en el cultivo.

Para ello González Zamora et al. (1993) expone la siguiente fórmula obtenida por Nachman (1984):

$$\ln(m) = a' + b' * \ln(-\ln(1 - p))$$

Donde:

- a' y b' : son constantes dependientes del valor de “T”.
- m : es la media de formas móviles por foliolo.
- p : es el porcentaje de hojas ocupadas.

Así pues para los valores de "T"=5 y "T"= 9, anteriormente propuestos, las constantes extraídas del artículo mencionado serán las siguientes:

- "T" = 5 $\rightarrow \ln(m) = 2.8671 + 0.9181 * \ln(-\ln(1 - p))$
- "T" = 9 $\rightarrow \ln(m) = 3.1945 + 0.8889 * \ln(-\ln(1 - p))$

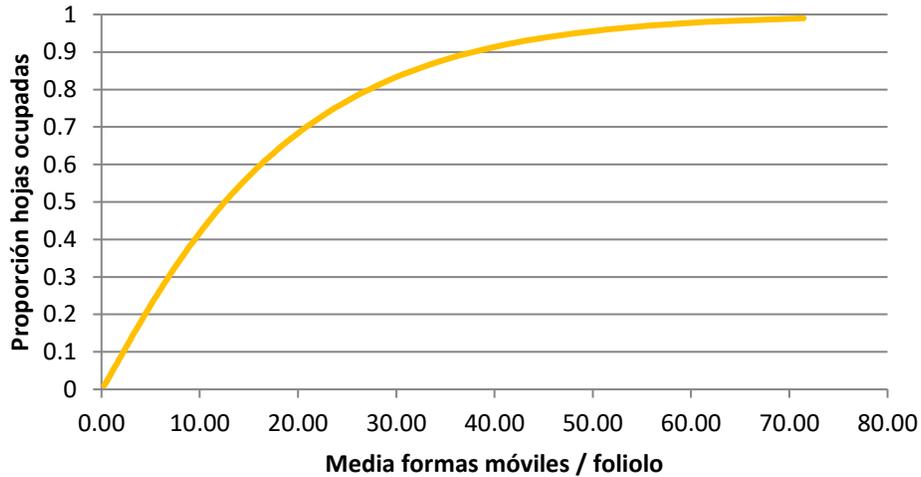


Figura 19. Relación de proporción de hojas ocupadas con la media de formas móviles por foliolo para "T"=5.

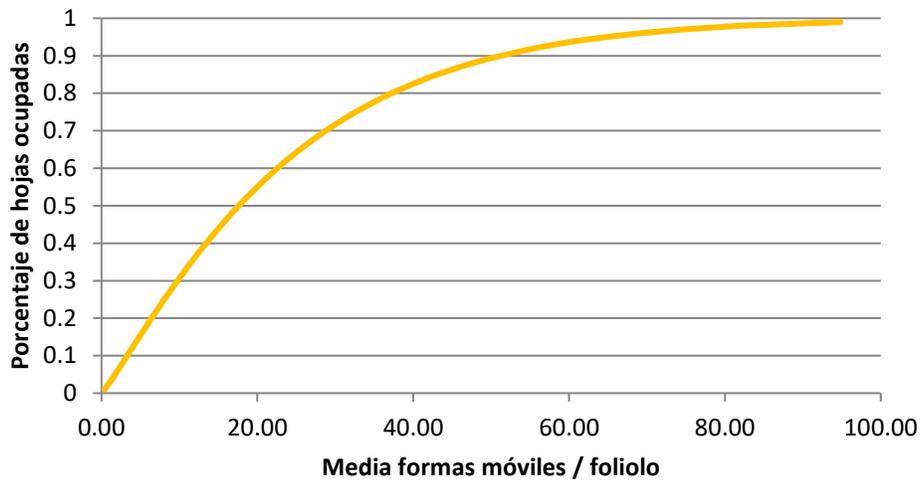


Figura 20. Relación de proporción de hojas ocupadas con la media de formas móviles por foliolo para "T"=9.

5.1.5 Método de muestreo propuesto.

Con todos estos datos recogidos, se propone el siguiente método de muestreo, que está en función de la densidad del conteo anterior o prevista:

Tabla 5. Resumen protocolo de muestreo para *Tetranychus urticae* y fitoseidos.

*(P-A): muestreo presencia - ausencia. *(IPI): Muestreo individuo por individuo. *T: umbral a partir del cual se considera una hoja ocupada. *m: Media de la población.

Densidad del conteo anterior o prevista (formas móviles / foliolo)	Tipo de muestreo		Nº Foliolos a contar		Tiempo aproximado (min)	Error máximo		
	Araña roja	Fitoseidos	Araña roja	Fitoseidos		Araña roja	Fitoseidos	
							*m	+-(indiv.)
0-10	*(IPI)		20		15-20	4 indiv.	1	0,5
							2	0,9
							3	1,1
							4	1,3
10-20	(IPI)		35		30-40	5 indiv.	1	0,4
							2	0,6
							3	0,8
							4	1
20-40	*(P-A) *T>5	(IPI)	90	35	30-45	25 %	2	0,6
							4	1
							6	1,3
							8	1,6
m>40	(P-A) T>9	(IPI)	80	35	30-45	25%	2	0,6
							4	1
							6	1,3
							8	1,6

5.2 Gusano del alambre (*Agriotes spp.*).

5.2.1 Evolución de las capturas.

Como se observa en la figura, durante los meses de invierno no se capturaron prácticamente individuos. Las primeras capturas importantes se produjeron a mediados de marzo, el máximo de capturas fue a principios de abril, y a partir de entonces se siguen produciendo capturas de manera casi ininterrumpida hasta el final de agosto, que empiezan a disminuir con el fin del verano.

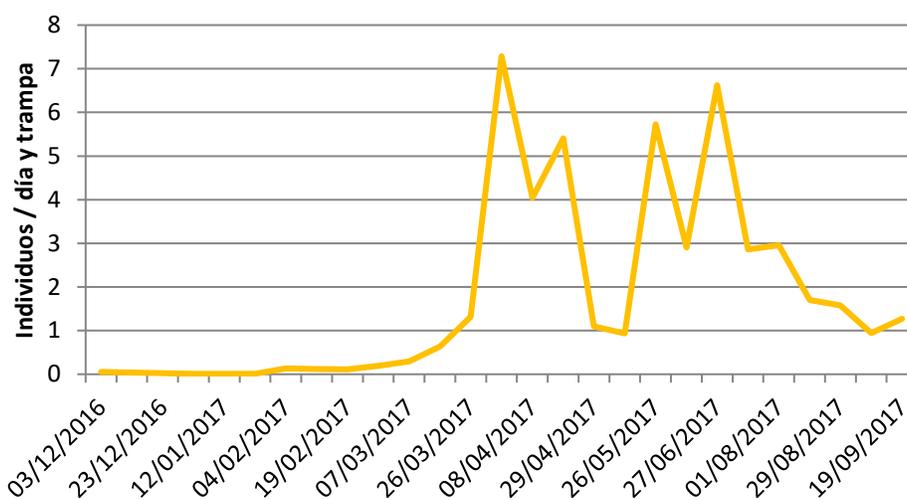


Figura 21. Evolución de las capturas de adultos. Resultado del promedio de las capturas diarias por trampa, de las situadas en los puntos fijos de muestreo. De ellas, seis contienen la feromona de la especie *Agriotes sordidus* y seis más las de *Agriotes obscurus*.

Por otra parte, se observó que existen varios máximos y mínimos relativos que coinciden con los recambios de difusor de feromona, lo que llevó a pensar que la feromona dejó de surtir efecto en las últimas semanas y que por lo tanto tenía una duración menor a la esperada, que era de 45 días, para los meses de invierno hasta mayo, y de 30 días, desde mayo hasta el final del verano.

Continuando las investigaciones en este sentido, se contactó con el proveedor y se conoció que la garantía de 45 y 30 días de duración para los difusores, solo se cumple para los difusores con el tapón cerrado y que la feromona tiene la capacidad de difundirse a través del plástico. Es por ello que a partir del último recambio en junio, ya se colocó el difusor completamente cerrado y las capturas fueron más regulares.

5.2.2 Especies de elatéridos más frecuentes

Las especies más abundantes fueron *Agriotes sordidus* y *Agriotes obscurus* también se realizaron capturas de *Agriotes sputator* y *Agriotes lineatus* aunque a niveles mucho más bajos.

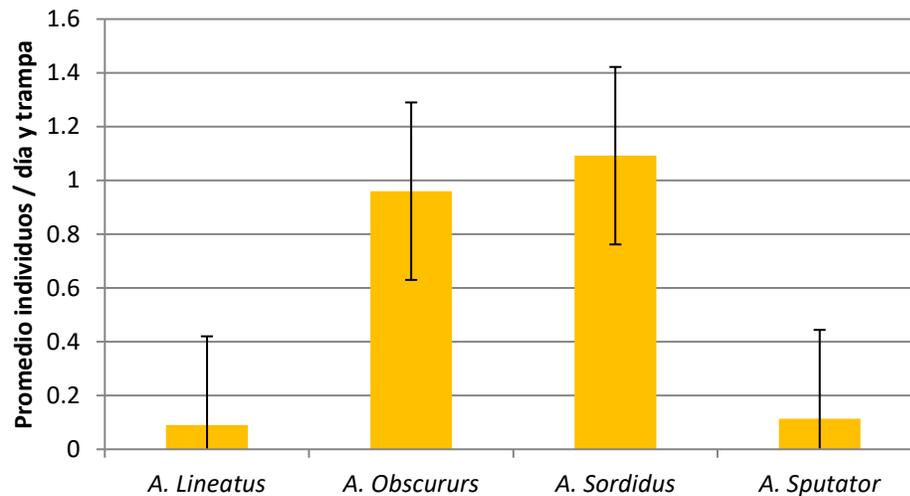


Figura 22. Comparativa del promedio de todas las capturas de las trampas establecidas en la primera temporada, a lo largo de dos meses. Los intervalos LSD tienen un nivel de confianza del 95% y se han obtenido mediante un ANOVA multifactorial considerando los factores tiempo y especie.

Aprovechando el ensayo de la eficacia de los diferentes tipos de trampa del segundo año, se volvió a comparar el número de individuos recogidos de las dos especies más abundantes evaluando las capturas de las trampas Yatlorf para las feromonas de *Agriotes obscurus* y *Agriotes sordidus*. Se observó el mismo resultado, es decir, los individuos de *Agriotes sordidus* fueron la mayoría.

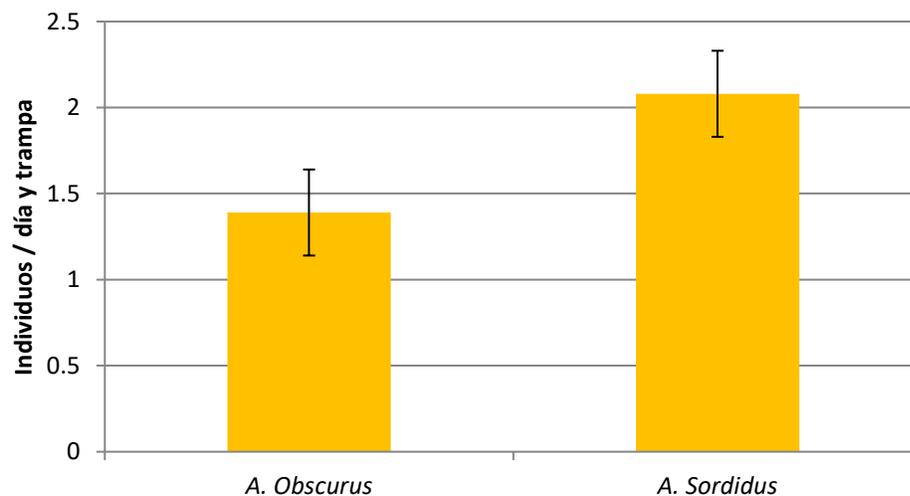


Figura 23. Comparativa del promedio de todas las capturas de las trampas “Yatlorf” establecidas en la segunda temporada, a lo largo de diez meses. Los intervalos LSD tienen un nivel de confianza del 95% y se han obtenido mediante un ANOVA multifactorial considerando los factores tiempo y especie.

5.2.3 Eficacia de los diferentes tipos de trampas.

Para la evaluación de la efectividad de las trampas, se compararon las capturas del segundo año para las diferentes trampas con la misma feromona.

Así pues, para las capturas de *Agriotes sordidus*, se utilizaron las trampas “Escolitrap” y “Yatlorf”, siendo el resultado el siguiente:

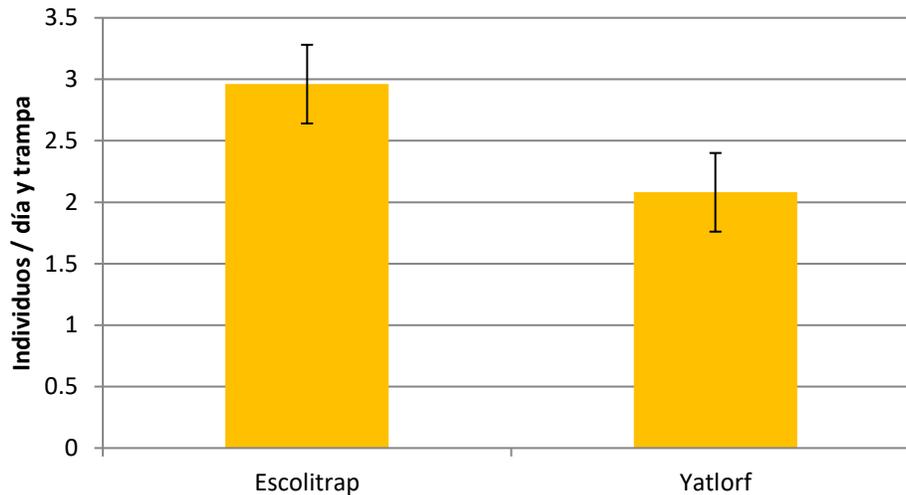


Figura 24. Comparativa del promedio de todas las capturas de las trampas “Escolitrap” y “Yatlorf” establecidas en la segunda temporada, a lo largo de diez meses. Ambas trampas contienen la feromona para la captura de *Agriotes sordidus*. Los intervalos LSD tienen un nivel de confianza del 95% y se han obtenido mediante un ANOVA multifactorial considerando los factores tiempo y tipo de trampa.

La captura fue mayor con la trampa “Escolitrap”. Sin embargo, se observaron algunas desventajas frente a la “Yatlorf”. Estos inconvenientes de la trampa “Escolitrap” fueron que se inundaban en cuanto llovía y era necesario vaciarlas de agua frecuentemente; además, para situar estas trampas era necesario excavar un pequeño hoyo para introducirla y cada vez que se quería contar o vaciar debía ser desenterrada y remodelar el hueco dejado. En cambio, la trampa “Yatlorf” no se llenaba de agua en las lluvias y se clavaba muy fácilmente en el suelo con una especie de aguja que se podía introducir fácilmente en suelos no demasiado duros.

Por otra parte, en cuanto a las trampas con la feromona para la captura de *Agriotes obscurus*, el resultado fue el siguiente:

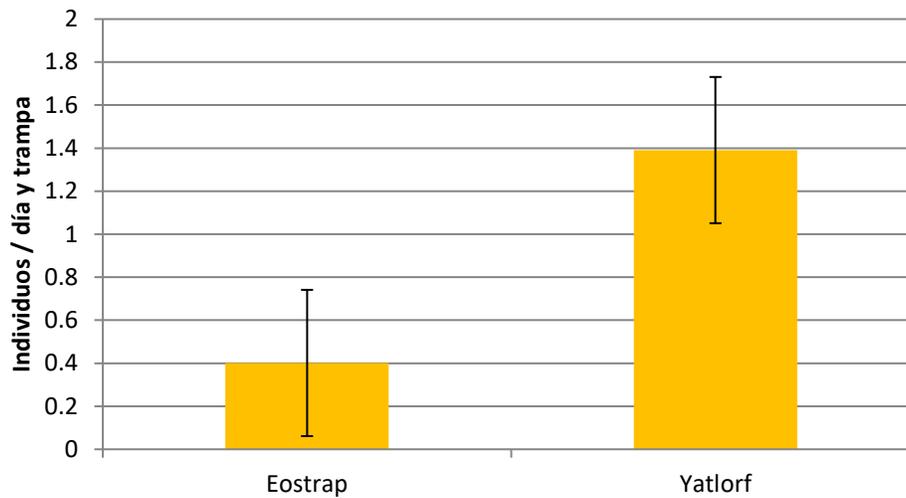


Figura 25. Comparativa del promedio de todas las capturas de las trampas “Eostrap” y “Yatlorf” establecidas en la segunda temporada, a lo largo de diez meses. Ambas trampas contienen la feromona para la captura de *Agriotes obscurus*. Los intervalos LSD tienen un nivel de confianza del 95% y se han obtenido mediante un ANOVA multifactorial considerando el tiempo y el tipo de trampa.

En este caso la diferencia entre las capturas de la trampa “Yatlorf” si fue significativa y bastante mayor debido, en gran parte, a que la trampa “Eostrap” está más enfocada a la captura de lepidópteros o dípteros, todos ellos voladores.

5.2.4 Resultado muestreo de larvas de Gusano del alambre (*Agriotes spp.*).

En cuanto al muestreo de las larvas, los resultados fueron los siguientes:

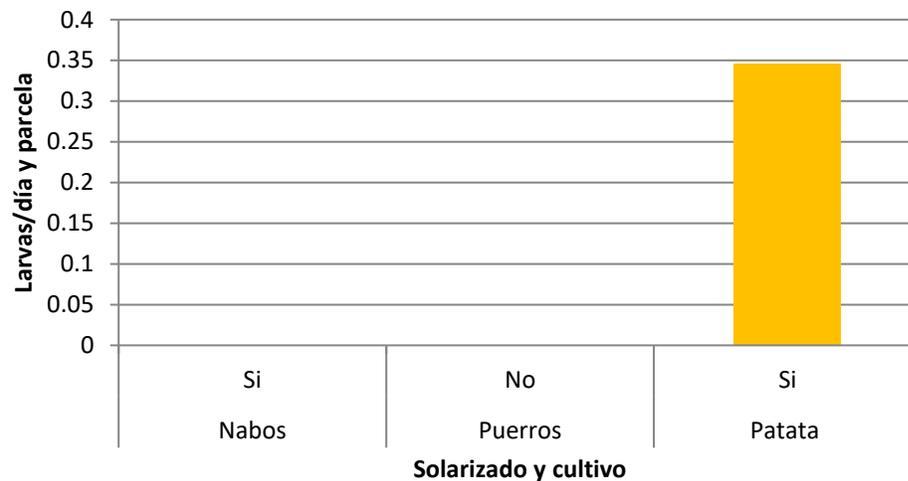


Figura 26. Comparativa entre el promedio los individuos encontrados en todos los cebos enterrados en cada cultivo.

Así pues, no se encontraron larvas en las parcelas de nabos y puerros, pese a este último, no haber sido solarizado. Por otra parte, sí que se encontraron individuos en patata pese a estar solarizado el verano pasado. Esto tiene una explicación puesto que las trampas se colocaron en el margen del campo para no interferir en las labores y por lo tanto el efecto de la solarización en estos puntos no es tan elevado.

5.3 Pulgón (Aphididae).

5.3.1 Elaboración de una escala.

Después de inspeccionar las muestras de hojas recogidas en el campo, se observó que se podía establecer una escala con 4 niveles, del 0 al 3. (Escala gráfica en Anejo 8.3.1)

- El nivel 0, correspondería a las hojas sin presencia de ningún individuo vivo en la hoja.
- El nivel 1, correspondería a la observación de individuos aislados, es decir, sin presencia de colonias establecidas. Esto podría corresponder a las primeras infestaciones de pulgones alados o con cantidades de individuos vivos muy bajas.
- El nivel 2, se estableció a la observación de cantidades significativas de pulgones en la hoja, en la que se pueden ver pulgones formando colonias y ocupando una parte de la hoja.
- El nivel 3, se corresponde al más alto, y se determina cuando los pulgones vivos ocupan un porcentaje muy elevado de la superficie de la hoja, haciéndose casi imposible encontrar regiones de la hoja libres de plaga. Generalmente, en esta fase, los síntomas son evidentes.

5.3.2 Prueba en campo de la efectividad de la escala.

5.3.2.1 Tiempo empleado por muestreo y factores que influyen en su duración

El tiempo medio invertido en cada uno de los muestreos realizados en los cultivos susceptibles de ser atacados por pulgón resultó ser, para un intervalo de confianza del 95%, de 10 min. 42 s. +/- 1 min. 12 s.

Mediante un ANOVA multifactorial se evaluó la influencia de los diferentes factores de los que supuestamente depende el tiempo utilizado en realizar el muestreo.

Dichos factores son:

- La abundancia de áfidos, que es el factor principal que se quiere eliminar, debido a que es el que alargaría más el conteo.

- La superficie del cultivo, ya que cuanto más grande sea la parcela, más distancia recorrerá el observador entre muestra y muestra, por lo que utilizará más tiempo.
- El cultivo que se está evaluando, ya que por su morfología puede que dificulte más o menos el muestreo, por ejemplo las sandías y melones cubren el terreno y hace su paso más lento por el interior.

En este análisis solo se consideraron los muestreos de hoja, puesto que los muestreos de brote solo se realizaron en pimiento y se tratarán aparte posteriormente.

Los resultados fueron los siguientes:

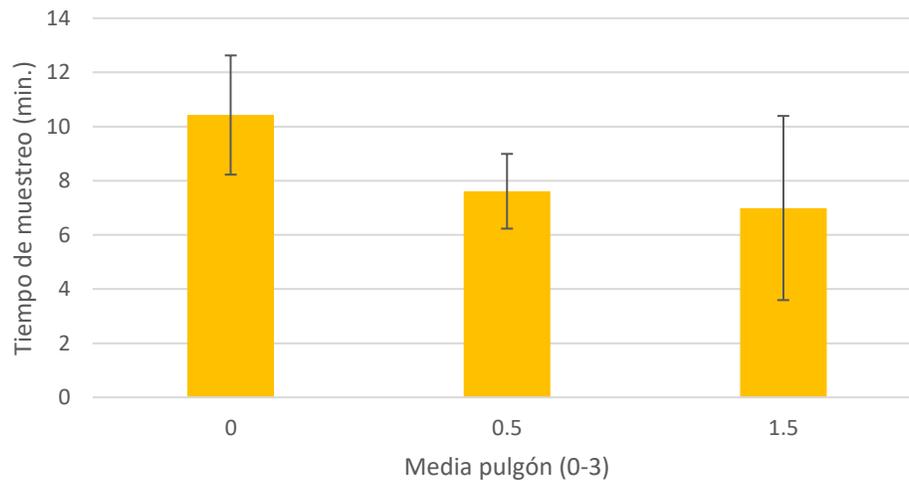


Figura 27. Tiempo de muestreo en función de la media poblacional de pulgón, evaluado con una escala del 0 al 3. Intervalos de error LSD con un nivel de confianza del 95%.

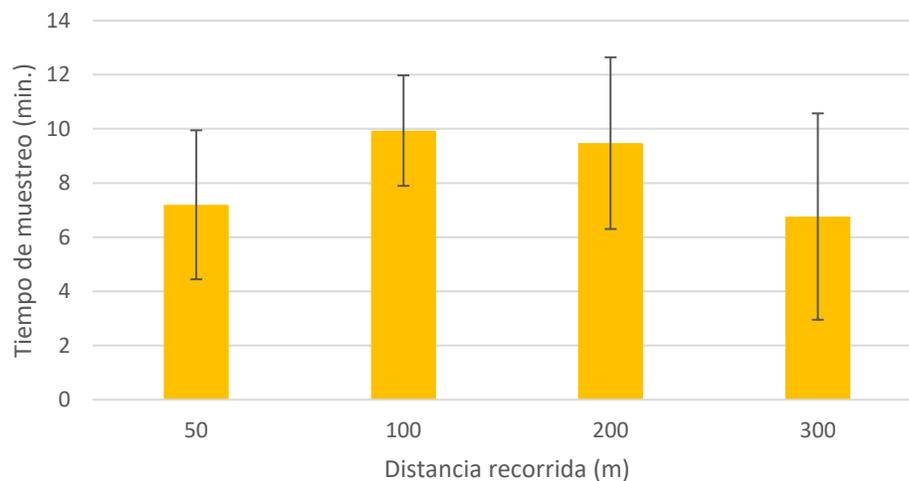


Figura 28. Tiempo de muestreo en función de la distancia recorrida por el muestreador. Intervalos de error LSD con un nivel de confianza del 95%.

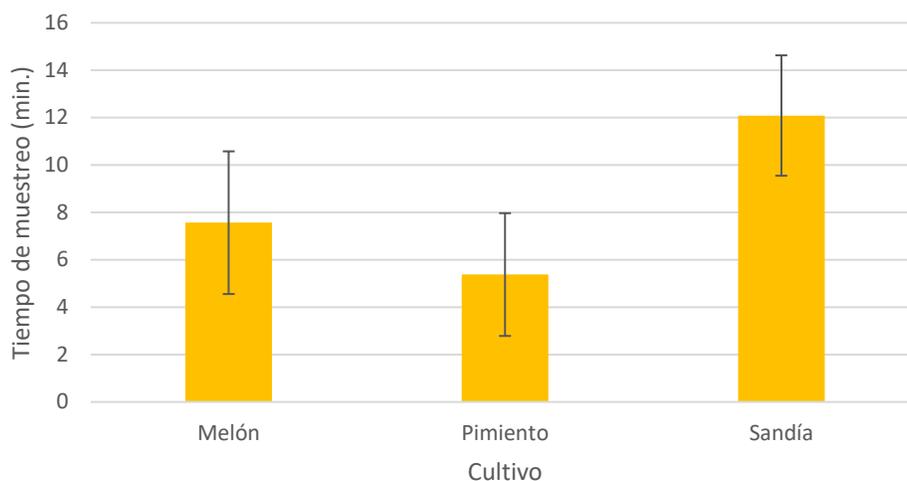


Figura 29. Tiempo de muestreo en función del cultivo evaluado. Intervalos de error LSD con un nivel de confianza del 95%.

Se observa que no hubieron diferencias significativas entre el tiempo de muestreo empleado en función de la media de pulgón, por lo que se puede afirmar que el sistema por escalas es independiente de la densidad poblacional y por tanto resuelve bien el problema del alargamiento del proceso de muestreo cuando el nivel de infestación de pulgón es elevado.

Por otra parte, se observa que tampoco existen diferencias en el tiempo empleado en función de la distancia recorrida, algo que podría ser debido a que solo variaciones grandes de la distancia inducirían una diferencia de tiempo lo suficientemente grande para ser significativas.

Finalmente, en los cultivos si que se observan diferencias significativas entre la sandía y el pimiento, fundamentalmente a que, como se ha expuesto anteriormente, este cultivo tiende a cubrir el terreno y dificultar el paso por el interior, y en caso de muestrear por las calles, su amplitud impide el salto de una a otra calle sin bordear el campo. En cambio en pimiento esto no sucede y se puede muestrear perfectamente por las calles y saltar de una a otra por encima del cultivo sin dificultad. En cuanto a la sandía y el melón, aunque las diferencias no son significativas, si que resultan algo más tediosos los conteos de sandía debido a que sus hojas son más irregulares y por lo tanto quedan rincones que son más difíciles de ver, cosa que no sucede en el melón, en el cual, con un solo barrido se observa toda la hoja.

Sin embargo también influyen otros factores que, por diversas razones, no fueron evaluados por este ANOVA:

- El debido al propio evaluador, que inconscientemente puede realizar el conteo un día más rápido que otro, ya sea porque va cogiendo práctica u otra circunstancia.
- El órgano a muestrear, que no se ha incluido en el ANOVA anterior puesto que solo se ha comparado en el cultivo del pimiento, donde es más dudoso que el muestreo de hojas sea más rápido que el de brotes. En el resto de cucurbitáceas queda más claro que el conteo de hojas es más fácil y rápido.

5.3.2.2 Diferencias de tiempo y abundancia de pulgón al evaluar uno u otro órgano de la planta del pimiento.

El resultado de comparar tanto el tiempo de muestreo empleado como la eficacia a la hora de detectar pulgones, en la observación de brotes y hojas en el cultivo del pimiento fue:

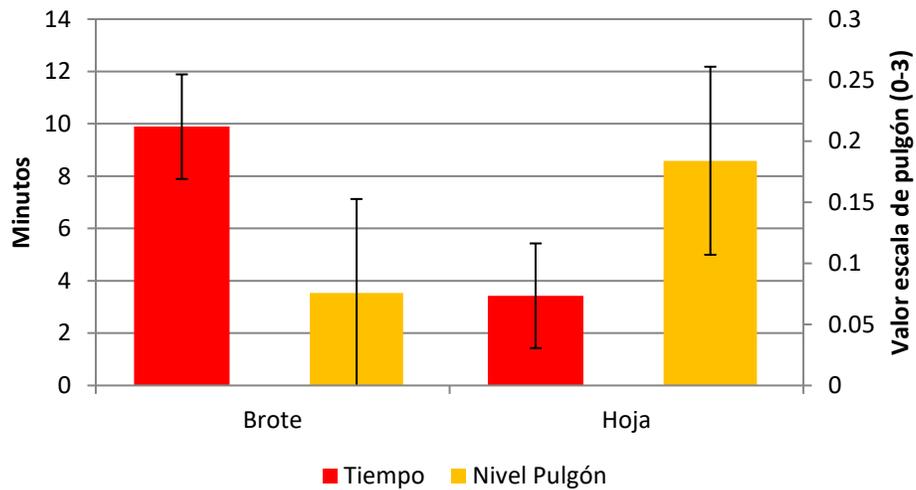


Figura 30. Comparativa del tiempo utilizado y la media de las medias obtenidas en el conteo de pulgones de cada uno de los muestreos. Intervalos de error LSD con un nivel de confianza del 95%.

El muestreo de hojas fue mucho más rápido y contabilizó más individuos, por lo tanto se mostró más eficaz para el seguimiento de la plaga.

6 CONCLUSIONES

Las conclusiones también se separan en las tres plagas estudiadas:

6.1 Araña roja (*Tetranychus urticae*).

- A poblaciones de plaga menores de 10 formas móviles por foliolo la cantidad de muestras en el método presencia no presencia es muy elevada. En cambio, en el conteo individuo por individuo el número de las mismas es mucho menor.
- A poblaciones entre 10 y 20 formas móviles empieza a discutirse la rapidez del sistema de muestreo individuo por individuo, en este caso, aún sigue siendo más favorable, pero con menos ventaja.
- A poblaciones de más de 20 formas móviles el método de muestreo presencia-no presencia es claramente más rápido.
- A poblaciones muy bajas, menores de 10 formas móviles, se puede permitir un error relativo más alto (del 50%) porque el error absoluto será muy bajo.
- El método de muestreo dependerá de la cantidad de población de *Tetranychus urticae* y no de la de los fitoseidos, aunque se cuenten a la vez. Sin embargo, se considerará en cada caso el error que se está cometiendo en el conteo de estos últimos.

6.2 Gusano del alambre (*Agriotes spp.*).

- La red de captura masiva, se establecerá a principios de marzo y se retirará en septiembre, ya que este es el período en el que se han obtenido las capturas
- En nuestra parcela, se situarán trampas con feromonas para *Agriotes obscurus* y *Agriotes sordidus* por ser las mayoritarias, *Agriotes lineatus* y *Agriotes sputator* no tienen poblaciones significativas.
- La trampa que más capturas recogió fue la “Escolitrap”, sin embargo, en campo se han encontrado algunas deficiencias como la entrada de agua de lluvia o la necesidad de un enterramiento mayor, por lo que su efectividad con la “Yatlorf” está discutida. La “Eostrap”, demostró ser claramente ineficaz.
- Se ha comprobado que el uso de patatas enterradas y cortadas por la mitad es capaz de actuar como cebo, sin embargo, debido a la poca afección en las parcelas, no se ha podido demostrar su efectividad en un caso de gran infestación.

6.3 Pulgón (Aphididae).

- Una clasificación que se ajusta a la evolución de la plaga puede ser:
 - 0: sin presencia.
 - 1: individuos aislados.
 - 2: colonias de pulgones ocupando parte de la hoja.
 - 3: casi toda la superficie de la hoja ocupada.
- El método de muestreo mediante el establecimiento de una escala, tiene una duración independiente del nivel de plaga.
- Los cultivos que dificultan la movilidad del técnico por la parcela (por ejemplo la sandía o el melón) alargan el muestreo.
- El muestreo de hojas de pimiento resulta más rápido y detecta mayor número de pulgones que el muestreo de brotes.

7 BIBLIOGRAFÍA

- ESCUDREO, L.A. y FERRAGUT, F. (1996). "Comunidad de ácaros del ecosistema hortícola mediterráneo: composición y distribución geográfica" en *Boletín de Sanidad Vegetal del MAGRAMA*. Vol. 24 págs. 749-762.
- FELIPE LORENZO, D. (2016). *Manejo integrado de pulgones en cultivos hortícolas al aire libre*. Tutor: Rafael Laborda Cenjor. Directora experimental: Paloma Pérez Díaz. Trabajo final de máster. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Ficha técnica del pulgón de la Junta de Andalucía
- FRENCH N. Y WHITE J. H. (1965). "Observations on wireworm populations causing damage to ware potatoes" en *Plant Pathology*. Vol. 14 págs. 1-3.
- GARCÍA-MARÍ, F. (2004). "El muestreo de poblaciones de artrópodos, principios y métodos" en *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*. Nº 164 págs. 12-18
- GONZÁLEZ ZAMORA, J.E., GARCÍA-MARÍ, F. RIBES, A., SAQUÉS, J., MASIELLO, L. y ORENGA, S. (1993). "Métodos de muestreo binomial y secuencial para *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) y *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) en fresón" en *Boletín de Sanidad Vegetal del MAGRAMA*. Vol. 19 págs. 559-586.
- INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (IVIA). *Araña roja*. <<http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/tetraniquidos/arana-roja>> [Consulta el 07/05/2017].
- INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (IVIA). *Métodos de muestreo y umbrales*. <<http://gipcitricos.ivia.es/metodo-de-muestreo-y-umbrales-3.html>> [Consulta el 20/06/2017].
- MARTÍNEZ-FERRER, M.T., CAMPOS, J.M. y FIBLA, J.M. (2012). "Aplicación de aceite mineral para el control de la araña roja *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en huertos de clementino" en *Boletín de Sanidad Vegetal del MAGRAMA*. Vol. 38 págs. 269-279.
- MORENO, R. (1977). "Revisión de las técnicas de muestreo en entomología aplicada" en *Boletín de Sanidad Vegetal del MAGRAMA*. Vol.3 págs. 207-217.
- NACHMAN, G. (1984). "Estimates of mean population density and spatial distribution of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) based upon the proportion of empty sampling units" en *Journal of Applied Ecology*. Vol. 21 págs. 903-913.
- OPEN COURSE WARE, UNIVERSIDAD DE SEVILLA. Familia Elateridae. <http://ocwus.us.es/produccion-vegetal/sanidad-vegetal/Sanidad_vegetal/Tema%2011_HTML/page_06.htm>. [Consulta el 22/06/2017]
- PEDIGO, L. y DAVID BUNTIN, G. (1993). *Handbook of sampling methods for arthropods in agricultura*. Florida: CRC Press.

- PÉREZ DE OBANOS, J.J. (1994). "Gusanos blancos y de alambre" en *Publicaciones del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación*.
- RODRÍGUEZ GARCÍA, J.M. (2001). "Utilización de cebos trampa para determinación del riesgo de daños por gusano de alambre (*Agriotes* spp) en cultivo de patata en La Rioja Alta" en *Boletín de Sanidad Vegetal del MAGRAMA*. Vol. 27 págs. 225-237.
- RODRÍGUEZ-GUZMÁN, P. (2015). "Propuesta metodológica para el muestreo de *Melanaphis sacchari* Pulgón amarillo del Sorgo" en *Reunión nacional sobre pulgón amarillo del sorgo*. Celaya, Guanajuato.
- RUIZ DE AZÚA ESTÍVARIZ, A.I. (2009). *Biología del gusano de alambre (Agriotes spp.) en la Llanada Alavesa y desarrollo de estrategias de control integrado en el cultivo de la patata*. Tesis doctoral. País Vasco: Universidad del País Vasco.
- SOLER-SALCEDO, E., RODRIGO, E. y FERRAGUT, F. (2006). "Colonización, comportamiento alimenticio y producción de daños en las arañas rojas *Tetranychus urticae* y *T. turkestanii* (Acari, Tetranychidae)" en *Boletín de Sanidad Vegetal del MAGRAMA*. Vol. 32 págs. 523-534.

8 ANEJOS

8.1 Araña roja (*Tetranychus urticae*)

8.1.1 Estadillo de muestreo

Tabla 6. Número de estadillo en función de la densidad.

Densidad del conteo anterior o previsión (formas móviles / foliolo)	Número de estadillo
0-10 formas móviles	1
10-20 formas móviles	2
20-40 formas móviles	3
Más de 40 formas móviles	3

8.1.1.1 Estadillo número 1.

Tabla 7. Estadillo cuando se prevean o se haya obtenido en el muestreo anterior 0-10 formas móviles.

Nombre:		Fecha:
Localidad:	Parcela:	Subparcela:
Nº Foliolo	Formas móviles de araña roja	Fitoseidos
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		

15		
16		
17		
18		
19		
20		
MEDIA		

INSTRUCCIONES:

- Contar todas las formas móviles.
- Tiempo estimado: 15-20 minutos.
- Error esperado en araña roja: +- 4 individuos.
- Error esperado en fitoseidos:

Media	+ - (indiv.)
1	0,5
2	0,9
3	1,1
4	1,3

8.1.1.2 Estadillo número 2.

Tabla 8. Estadillo cuando se prevean o se haya obtenido en el muestreo anterior 10-20 formas móviles.

Nombre:		Fecha:
Localidad:	Parcela:	Subparcela:
Nº Foliolo	Formas móviles de araña roja	Fitoseidos
1		
2		

3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		

35		
MEDIA		

INSTRUCCIONES:

- Contar todas las formas móviles.
- Tiempo estimado: 30-40 minutos.
- Error esperado en araña roja: +- 5 individuos.
- Error esperado en fitoseidos:

Media	+ - (indiv.)
1	0,4
2	0,6
3	0,8
4	1

8.1.1.3 Estadillo número 3.

Tabla 9. Estadillo cuando se prevean o se haya obtenido en el muestreo anterior 20-40 formas móviles o más de 40.

Nombre:					Fecha:					
Localidad:				Parcela:				Subparcela:		
Foliolo	0...	1...	2...	3...	4...	5...	6...	7...	8...	9...
...0										
...1										
...2										
...3										
...4										
...5										

...6										
...7										
...8										
...9										

INSTRUCCIONES:

- Marcar con X si la población de araña roja supera el umbral "T".
- El valor de "T" será:
 - Si la media del muestreo anterior es de 20-40 formas móviles: 5
 - Si la media del muestreo anterior es de más de 40 formas móviles: 9
- Para conocer la población de fitoseidos contar en ambos casos todas las formas móviles de 35 foliolos.
- Tiempo estimado: 30-45 minutos.
- Ecuación de equivalencia:
 - "T"=5 → $\text{Ln } m = 2,8671 + 0,9181 \text{ Ln } (-\text{Ln } (1-p))$
 - "T"=9 → $\text{Ln } m = 3,1945 + 0,8889 \text{ Ln } (-\text{Ln } (1-p))$
- Error esperado en araña roja: 25%
- Error esperado en fitoseidos (dependiente de la media de los mismos):

Media	+ - (indiv.)
1	0,4
2	0,6
3	0,8
4	1

Escala valoración visual de pulgones en hortícolas (melón)

NIVEL 1:



NIVEL 2



NIVEL 3



Fotografías y composición: Julio Quilis Sandemetro

Escala valoración visual de pulgones en hortícolas (calabacín)

NIVEL 1:



NIVEL 2



NIVEL 3



Fotografías y composición: Julio Quilis Sandemetro

Escala valoración visual de pulgones en hortícolas (sandía)

NIVEL 1:



NIVEL 2



NIVEL 3



Fotografías y composición: Julio Quilis Sandemetro

Escala valoración visual de pulgones en hortícolas (pimiento)

NIVEL 1:



NIVEL 2



NIVEL 3



Fotografías y composición: Julio Quilis Sandemetro

8.3.2 Estadillo de muestreo

Tabla 10. Estadillo de muestreo para pulgones.

Nombre:			Fecha:					
Localidad:		Parcela:			Subparcela:			
Cultivo:		Fase:			Órgano de muestreo:			
Nº	Pulgón (0-3)	Enemigos naturales (0-3)						Otras plagas (0-3)
		Parasi- tismo	Crisopas	Cocci- nélicos	Sírfidos	Cecidó- midos	Otros	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

INSTRUCCIONES:

- Observar 20 unidades de muestreo (hojas).
- Clasificación (Observar guía visual):
 - Nivel 0: Sin presencia de pulgones vivos.
 - Nivel 1: Pulgones aislados
 - Nivel 2: Presencia de colonias ocupando parte de la hoja.
 - Nivel 3: Casi toda la superficie de la hoja ocupada.
- Realizar la media del conteo de los 20 folíolos al final del muestreo.
- Para el conteo de enemigos naturales y otras plagas, se propone una estimación del 0 al 3 de su abundancia al final del conteo.
- Tiempo aproximado: 10 minutos.