



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Búsqueda de una alternativa a los productos
fitosanitarios químicos

Autor

Laura Asión Suñer

Director

Ignacio López Forniés

Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza (EINA)
2016



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./Dª. Laura Asión Suñer,

con nº de DNI 73003261L en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
Grado, (Título del Trabajo)

Búsqueda de una alternativa a los productos fitosanitarios químicos

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 20 de junio de 2016

Fdo: Laura Asión Suñer

Búsqueda de una alternativa a los productos fitosanitarios químicos

RESUMEN

El proyecto comienza con la búsqueda de un problema a solucionar, lo que supone marcar el objetivo del TFG. Se determinó que el reto sería la búsqueda de una alternativa a los productos fitosanitarios químicos debido a las graves consecuencias que supone su uso excesivo, tanto en el medioambiente como en la salud. Así se da comienzo a la investigación, que estudia el problema en todas sus fases desde lo que lo causa hasta sus consecuencias y soluciones actuales, incluyendo también la definición de su situación actual. Esta investigación contribuyó a una clara y detallada definición del problema, además de incluir información que serviría posteriormente para generar ideas de calidad. Para concluir la investigación, se obtuvieron una serie de conclusiones que fueron los condicionantes de partida para la siguiente fase de conceptualización. En esta fase se realizó un taller de creatividad con ocho personas especializadas en diversas materias relacionadas con el tema del proyecto con el fin de obtener conceptos variados y factibles. Para ello, se realizó una presentación que introdujo el proyecto a los participantes y se dividió el taller en dos grupos. En ambos se realizaron ejercicios y se debatieron las ideas surgidas en común. Tras el taller, se escogieron y analizaron las mejores ideas, incluyendo una breve investigación de éstas. Finalmente, se optó por continuar la siguiente fase de desarrollo con la elaboración de una doble alternativa: una *mosquitera bipolar* y el uso de colores y patrones como atrayentes/repelentes visuales. En primer lugar se consultaron artículos científicos que aportaran información verificada al proyecto, y después se realizaron cuatro experimentos con el fin de mejorar y comprobar el funcionamiento de las alternativas. Así, se ofrece una solución final doble. La *mosquitera bipolar*, cuya finalidad es desalojar insectos de espacios interiores y que cuenta con dos capas translúcidas: la superficie interior, de color carne, atrae a los insectos voladores para que atraviesen la mosquitera y la superficie exterior, de color gris, los repele para que no entren. Por otra parte, como atrayente visual se propone el uso del *color fucsia* para incluir productos actuales que utilizan atrayentes basados en el olor y combinarlos con el fin de mejorar su eficacia. Como repelente se propone el uso del *patrón de cebra* en diversas aplicaciones como ropa deportiva, ropa para mascotas, mallas para cultivos y mosquiteras convencionales. Se desarrolló un patrón ideal de acuerdo a lo detallado en el artículo que tenía en cuenta las características de las rayas que más les repelen.



TABLA DE CONTENIDOS

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Metodología	5
2. FASE 0: Identificar el reto	7
3. FASE 1: Investigación y análisis	9
3.1. Situación actual.....	10
3.2. Causas.....	11
3.3. Consecuencias.....	12
3.4. Soluciones	13
3.5. Conclusiones	14
4. FASE 2: Generación de ideas	16
4.1. Especificaciones de diseño (EDPs).....	16
4.2. Taller de creatividad	17
4.4. Evaluación y elección final.....	19
5. FASE 3: Desarrollo del concepto elegido.....	19
5.1. Investigación	20
5.2. Experimentación	20
5.3. Conclusiones	22
6. RESULTADOS	23
7. CONCLUSIONES DEL PROYECTO	24
8. BIBLIOGRAFÍA.....	26
ANEXOS	33
Anexo A: Presentación taller de creatividad	33
Anexo B: Dossier	42

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto es buscar una alternativa a los actuales productos fitosanitarios entre los que se incluyen plaguicidas, pesticidas e insecticidas, los cuales utilizan sustancias químicas que suponen un riesgo directo para la salud humana y cuyo uso tiene como consecuencia la contaminación del suelo y el agua, lo que afecta la biodiversidad y a la cadena alimenticia. El uso de estos productos produce un aumento del rendimiento de la tierra sin el que no hubiera sido posible alcanzar los niveles actuales de producción alimentaria. Sin embargo, actualmente la mayoría de las plagas han creado fuertes resistencias a éstos.

El alcance del proyecto incluye el diseño y desarrollo de una solución viable que permita evitar los efectos de las plagas de manera eficiente y que no suponga ningún riesgo para el medio ambiente y el ser humano. De este modo, la solución final afrontará un doble problema: lidiar con las plagas y su presencia en ciertos entornos, y evitar las consecuencias que tienen actualmente los productos fitosanitarios químicos. La fase de diseño incluirá una evolución formal y funcional de la idea. Por otra parte, la fase de desarrollo incluirá la realización de un prototipo y pruebas de verificación que permitan conocer cuál es la mejor alternativa y posibles mejoras a implementar.

Se trata de un proyecto nuevo no planteado anteriormente, por lo que no se apoya en ningún trabajo previo enfocado específicamente a este problema. No obstante, durante la fase de investigación y análisis donde se define la magnitud del problema, se utilizan informes y documentos elaborados por otros medios como el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) o Greenpeace, entre otros.

La finalidad de este proyecto es presentarlo al concurso internacional de diseño *James Dyson Award 2016*. El objetivo es: "*Diseña algo que resuelva un problema*". Buscan diseñadores que piensen de forma diferente para crear productos que funcionen mejor, prototipos que funcionen y productos con un propósito práctico, que sean comercialmente viables y que hayan sido diseñados pensando en la sostenibilidad.

La calidad del proyecto radicará tanto en el problema que se haya elegido resolver (en este caso, *la búsqueda de una alternativa a los productos fitosanitarios químicos*) como en el modo en que se resuelva. Personalmente, opino que finalizar mis estudios en el grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto participando en un concurso de reconocimiento en el sector es una buena manera de terminar esta fase de formación y comenzar mi introducción en el sector como futura posible profesional.

El proyecto se realiza en colaboración con el Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación a través de una Beca de Colaboración correspondiente al curso 2015-2016 emitida por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

1.1. Metodología

La metodología de trabajo será similar a la empleada en otros proyectos de diseño, por lo que se dividirá en tres fases diferentes: investigación y análisis del problema (fase 1), generación de ideas y conceptualización (fase 2) y desarrollo de la solución elegida (fase 3). En este caso, se contará además con una fase previa (fase 0) donde tendrá lugar la planificación inicial del proyecto y la búsqueda del problema a solucionar. Esto implica definir el proyecto y buscar diversos problemas entre los que se escogerá el definitivo (*la búsqueda de una alternativa a los productos fitosanitarios químicos*).



Durante la primera fase se definirá el estado del arte del problema. Se estudiarán informes e investigaciones de modo que se puedan obtener unas conclusiones que supondrán la base para realizar la posterior fase de conceptualización donde se delimitará el marco de trabajo y se realizará un taller de creatividad grupal para ofrecer una solución al problema. Finalmente, se realizará una fase de desarrollo donde se evaluará la viabilidad, comercialización y sostenibilidad de la solución final además del prototipado y verificación de ésta.

El cronograma final del proyecto será el siguiente:

1. Planificación inicial
2. Búsqueda de un problema a solucionar: Identificar el reto
3. Investigación y análisis
4. Delimitación del marco de trabajo, generación de ideas y conceptualización
5. Viabilidad del producto
6. Desarrollo del concepto elegido
7. Prototipado y verificación

Las herramientas utilizadas para el desarrollo del proyecto incluyen recursos informáticos y relativos a la búsqueda de información, programas de diseño 3D y presentación mediante renderizado y programas de diseño gráfico y maquetación. También se contarán con medios audiovisuales (dos grabadoras de voz y una cámara de vídeo) para la documentación del taller de creatividad (fase 2) y de las pruebas de verificación y mejora (fase 3). En la experimentación se requerirán medios impresos para las pruebas con diferentes patrones y texturas. Finalmente, para la elaboración del prototipo se requerirán materiales del ámbito del bricolaje.

Las secciones que se incluyen en esta memoria corresponden con cada una de las fases en las que se ha dividido el proyecto, tal y como se ha explicado previamente. Algunas cuentan con sub-secciones sirven de ayuda para mejorar la comprensión del proyecto.

La fase 0 comienza con el planteamiento del proyecto y marca como objetivo la búsqueda de un *problema invisible* (definición que se incluirá en la propia sección). En ella se realizará una búsqueda de problemas por ámbitos. Estos serán evaluados, comparados y estudiados en para finalmente escoger el problema que se tratará en el proyecto: *la búsqueda de una alternativa a los productos fitosanitarios químicos*.

Durante la fase 1 se realizará la investigación y el análisis del problema planteado, tanto sobre las plagas como sobre los productos fitosanitarios químicos y sus consecuencias. La investigación se realizará en orden, desde las causas que producen este problema hasta sus soluciones actuales. De modo que en primer lugar se definirá su *situación actual* donde se citarán los ámbitos afectados o que afecten al problema planteado. Luego se estudiará la *causa* que lo produce. Esto incluye definir a las plagas y sus características y estudiar los factores que las aumentan y su posible evolución futura. Una vez definida la causa, se estudiarán las *consecuencias* que producen tanto las plagas como los productos fitosanitarios químicos mediante datos cuantificados. Finalmente, se estudiarán las *soluciones* actuales que existen para afrontar a las plagas y sus tipologías, lo que incluirá un estudio de mercado y la búsqueda de patentes y otras alternativas a los productos fitosanitarios químicos. Para terminar, se citarán una serie de *conclusiones* extraídas de la información recopilada durante la primera fase.

La fase 2 es en la que tiene lugar la generación de ideas. Para ello en primer lugar se definirán las *especificaciones de diseño* (EDP's) a partir de las conclusiones finales obtenidas en la fase 1 (investigación y análisis). Una vez definidas, tendrá lugar el *taller de creatividad* en el que se reunirá a un grupo de 8 personas de especialidades diferentes que pueden aportar sus conocimientos al proyecto y se realizarán sesiones creativas mediante ejercicios. Las ideas obtenidas en el taller serán analizadas y evaluadas. Aquellas ideas que sobresalgan serán estudiadas, por lo que se realizará una *investigación* donde se aporte información que defina su viabilidad. Finalmente, se realizará una tabla en la que se tendrá en cuenta los aspectos positivos y negativos de cada idea finalista además de las necesidades de información de cada una de ellas. Esta tabla permitirá tomar la *decisión final* sobre qué idea desarrollar definitivamente.

Para finalizar el proyecto, en la fase 3 se desarrollará la solución elegida. En primer lugar *investigará y desarrollará* la idea, de modo que se propondrán diversas alternativas con el fin de que la solución final sea lo más viable y funcional posible. Una vez terminada la investigación, se realizará un *experimento* en el que se pondrán a prueba las alternativas planteadas con moscas comunes. Los resultados serán anotados y analizados con el fin de escoger la mejor alternativa y proponer mejoras. Tras implementar dichas mejoras, ya se habrá obtenido el *producto final*.

Además de las secciones referentes a cada fase del proyecto, se incluirá una fase de resultados. En ella se explicarán los resultados obtenidos del desarrollo del proyecto y se ilustrarán con ejemplos de aplicación lo realizado. También se incluirá una sección de conclusiones donde se ofrecerá la descripción resumida y la valoración crítica del conjunto del trabajo realizado. En ella se resumirán las aportaciones del TFG y se valorará el cumplimiento de los objetivos, y las posibilidades de continuación, ampliación, mejora o aplicación del trabajo desarrollado. También se indicarán las incidencias del desarrollo del trabajo (tiempo empleado, problemas encontrados, opiniones personales, experiencia conseguida, etc.).

En los anexos se incluirá en primer lugar la bibliografía (*Anexo A*) utilizada durante el desarrollo del proyecto correctamente citada y numerada. También se incluirá el Dossier (*Anexo B*) donde se recoge de forma exhaustiva y con detalle todo el trabajo realizado durante este proyecto. Para finalizar, en el *Anexo C* se incluye la presentación realizada explícitamente para los participantes invitados al taller de creatividad que resume el trabajo realizado en la fase 1 y los requisitos del proyecto.

2. FASE 0: Identificar el reto

En esta primera fase tiene lugar la búsqueda de problemas, de forma que se consiga identificar un reto que se adecúe a los requisitos del proyecto (definidos en la introducción). El objetivo de esta fase es la búsqueda de un *problema invisible*. Se trata de un término propio, pues no se ha encontrado ninguna definición seria y precisa que lo detalle. Se definirá como “*aquel problema que está presente pero al que todavía no se le han ofrecido soluciones por motivos como no considerarlo importante, que no afecte a un gran rango de personas, que las soluciones existentes no sean eficaces o simplemente porque no ha existido el interés suficiente como para resolverlo*”.

Para identificar los retos, se realizó una búsqueda por ámbitos que se consideraron de importancia por los problemas podían albergar. Estos ámbitos fueron: edad, medio ambiente, profesiones, salud, vehículos y supervivencia. Para cada uno se elaboró un esquema (ejemplo en *Figura 1*) de donde surgieron los posibles problemas a resolver. Para cada problema se indicó su descripción, personas a las que afectaba y el reto que suponía resolverlo.

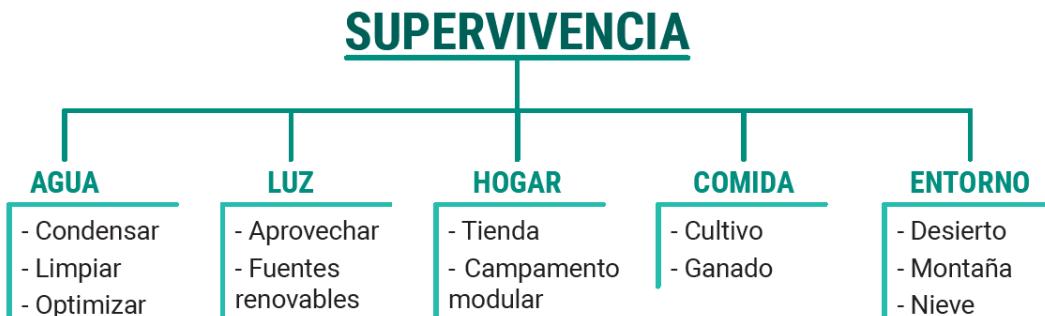


Figura 1

Surgieron un total de 28 retos que fueron valorados según una tabla ponderada (*Tabla 1*) que permitió conocer cuáles eran los más apropiados para resolver. Se realizaron puntuaciones entre 0 y 5. En la *Tabla 1* se incluyen los retos con mayor puntuación:

RETOS	PERSONAS AFECTADAS (x2)	GRAVEDAD PROBLEMA (x4)	NECESIDAD SOLUCIÓN (x3)	SOLUCIONES EXISTENTES (x2)	CAPACIDAD SOLUCIÓN (x3)	TOTAL
2.1 Inc. forestales	3 (6)	3 (12)	3 (9)	4 (8)	4 (12)	47
2.4 Basura plástica	3 (6)	4 (16)	3 (9)	3 (6)	2 (6)	43
3.1 Insecticidas	3 (6)	3 (12)	4 (12)	2 (4)	5 (15)	49
5.3 Ciclistas	2 (4)	3 (12)	3 (9)	4 (8)	3 (9)	42

Tabla 1

Estas puntuaciones totales son sólo orientativas, por lo que para tomar la decisión final fue necesario realizar un análisis de cada reto. Con el fin de poder compararlos, se estudiaron diversos aspectos comunes. Dichos aspectos fueron: personas afectadas, gravedad del problema, futura viabilidad, beneficios, personas interesadas, necesidad de solución, innovación y bienes colaterales. También se referenciaron noticias en cada reto que mostraron cómo y porqué se producen estos problemas y cuáles son sus actuales consecuencias. Esto sirvió de prueba para justificar la importancia de cada uno y aportó información relevante para la toma de la decisión final.

Con esta información, se valoraron los puntos fuertes y débiles de cada reto y se hicieron comparaciones para elegir qué problema resolver. Se descartó el problema de la basura plástica y el de los ciclistas y la contaminación. Sin embargo, llegados a este punto surgieron dudas entre los dos problemas restantes (insecticidas e incendios). Por este motivo se realizó una breve investigación sobre cada uno de ellos donde se buscó información básica sobre ellos como sus causas, consecuencias, soluciones actuales y entornos afectados. Esto sirvió de ayuda para conocer su futura viabilidad de modo que se obtuvieron una serie de conclusiones que ayudaron a tomar la decisión final: *buscar una alternativa a los productos fitosanitarios químicos*.

La principal razón de la elección es que se trata de un problema muy presente en la actualidad que afecta a todo lo que comemos, bien sea de origen vegetal (cultivos) o animal (granjas). Además, diversos estudios alertan de la necesidad de tomar medidas en el asunto. Las consecuencias que produce el uso de estos productos químicos son agresivas y siempre acaban afectando a la salud del ser humano. Es un reto que tiene consecuencias a corto y largo plazo, afectando no solo al ser humano, sino también a la biodiversidad y al medio ambiente. Muchos usuarios son conscientes de la situación, por lo que cada vez más personas demandan productos más ecológicos y menos agresivos para su salud. Además, debido a la agricultura industrial y el cambio climático existen más condiciones favorables para las plagas, que tienen más facilidad para sobrevivir y reproducirse, lo que afecta también a la transmisión de enfermedades. Es por esto que actualmente lo más efectivo y barato para agricultores y ganaderos que quieren acabar con las plagas que afectan a sus cultivos y ganados es el uso de productos fitosanitarios químicos.

3. FASE 1: Investigación y análisis

Tras haber escogido como reto *la búsqueda de una alternativa a los actuales productos fitosanitarios químicos*, en esta fase se realizará una búsqueda de información con el fin de obtener unas conclusiones finales que permitan generar una serie de soluciones al problema. Así, la finalidad de esta fase es la de obtener el suficiente conocimiento para poder ofrecer posteriormente unas soluciones viables en forma de conceptos.

La investigación comenzará definiendo la *situación actual* del problema, que afecta principalmente a la agricultura, pero también repercute en la ganadería y en la salud. Se buscará información sobre la importancia de la agricultura y ganadería tanto en España como en todo el mundo, además de otros factores relacionados con las plagas como el cambio climático y la agricultura industrial, definiendo así el escenario actual.

A continuación, se estudiarán las *causas*, los *efectos* y las *soluciones actuales* a este reto. Así se investigará en orden el problema, desde lo que lo genera hasta las soluciones que existen y sus consecuencias en diferentes ámbitos. Esto permitirá conocer el origen del problema y su evolución, cuantificar la gravedad de sus consecuencias y comprender las diversas soluciones que existen y su efectividad.

Se focalizará la investigación en la búsqueda de información que determine cómo resolver el reto. Así, se investigarán qué alternativas se puedan utilizar en sustitución a los productos químicos, en qué ámbitos y en qué fase, de modo que existan diversos modos de atacar el problema. Con toda esta información obtenida, se recopilarán una serie de *conclusiones* que ilustrarán lo más importante de cada sección y que serán los condicionantes de partida para la posterior generación de ideas.

En cada parte de la investigación se necesitará obtener información diferente. Para definir la situación actual y las consecuencias, se buscarán datos cuantificables en el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España (MAGRAMA) y en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Para conocer las causas se consultarán organizaciones internacionales y asociaciones nacionales como Greenpeace o la Asociación Nacional de Empresas de Sanidad Ambiental (ANECPA). En cuanto a la búsqueda de patentes, se realizará a través de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).

3.1. Situación actual

Los ámbitos que se estudiaron fueron: la agricultura en España, la agricultura en el mundo, la agricultura industrial, la ganadería, el cambio climático y las enfermedades.

Para conocer la situación de la agricultura en España, primero se estudió la producción integrada (PI) nacional a partir del informe *Producción Integrada en España 2014*^[1] donde se analizó su evolución (*Figura 2*), su distribución por comunidades autónomas y tipo de cultivo (*Figura 3*) y su implantación. También se estudiaron las mayores producciones de cultivo en España en el informe del MAGRAMA *Cultivos 2014*.^[2]

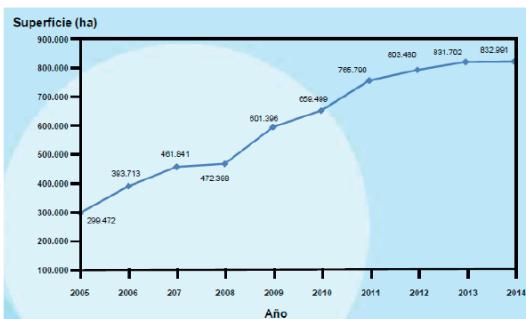


Figura 2

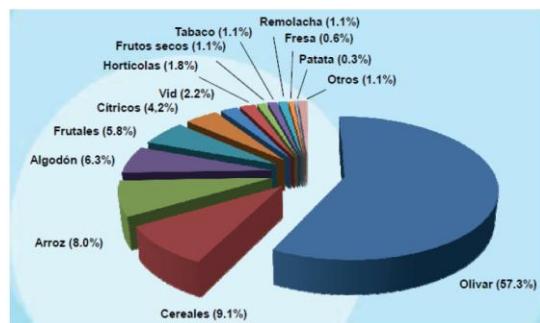


Figura 3

Se analizó la situación de la agricultura en el mundo con los informes de la FAO *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*^[3] y *La innovación en la agricultura familiar*.^[4] Se estudió la agricultura familiar, la repercusión de las plagas en la agricultura y las consecuencias de los pesticidas.

En cuanto a la agricultura industrial, se buscó información general en Wikipedia,^[5] donde era definida como “*aquella que se centra en la producción masiva de productos hechos para la satisfacción del ser humano*”. Para contrastar información, también se obtuvo información de un artículo de Greenpeace^[6] que afirmaba que este tipo de producción genera desequilibrios y crea la necesidad de aplicar pesticidas.

Se estudió también la situación de la ganadería ya que las plagas atacan gravemente a los animales a través de las enfermedades que transmiten mediante el documento de la FAO *El cambio climático, las plagas y las enfermedades transfronterizas*.^[7] Se citaron además dos casos concretos como ejemplo: “*las plagas en las zonas de pastoreo*” e “*insecto transmisor de enfermedades se traslada al norte*”.

Para conocer la influencia del cambio climático, se consultó el documento *El cambio climático, las plagas y enfermedades transfronterizas*.^[7] La información recopilada se sintetizó en cuatro sub-apartados: *cartografía del cambio*, que explica cómo el cambio de temperatura y humedad modifica la distribución de las plagas; *protección de los alimentos y los agricultores*, que habla de la amenaza para la seguridad alimentaria que suponen las plagas y los plaguicidas; *detección precoz*, que explica la necesidad de aplicar estrategias de lucha y detección; y *transformación del mundo de las plagas y las enfermedades*, que cita otros factores que impulsan la propagación de las plagas.

Finalmente, en el apartado sobre enfermedades se buscaron ejemplos actuales aportados por la Organización Mundial de la Salud (OMS)^[8] de enfermedades transfronterizas que acechan tanto al ser humano como a animales aportando detalles sobre los insectos que las provocan, cómo y dónde tienen lugar. Dichas enfermedades son: el virus Zika, la Peste, la fiebre amarilla, el Dengue, el Paludismo y el Chagas.

3.2. Causas

La información de esta sección se dividió en los siguientes apartados: qué es una plaga, principales plagas, análisis de entorno, factores que las aumentan y futura evolución.

En primer lugar se definió la palabra *plaga* según la RAE. También se buscó información general en Wikipedia^[9] que respondía a las preguntas planteadas inicialmente: qué es una plaga, cuándo se considera plaga, cómo se clasifican, qué son los enemigos naturales, en qué entornos actúan y qué pasaría si no se combatieran. Se consideró necesario comenzar esta sección planteando preguntas básicas que definieran la causa del problema y facilitaran la posterior búsqueda de información.

Para conocer las principales plagas mundiales se contrastaron diversas fuentes, pues no se trata de un dato claro e inequívoco. Se buscó información en la FAO,^[10] ANECPLA^[11] y Greenpeace.^[12] Así, se citaron diez especies: la langosta, el mosquito, la mosca de la fruta, la hormiga, la chinche, la avispa, la araña, el purgón, la cucaracha y la polilla. De cada una se buscó información tanto en Wikipedia como en National Geographic.^[13] Para organizar esta información, se crearon fichas comunes donde se recopilaron datos que ayudaban a describirlas mejor (ver ejemplo *Figura 4*).



CHINCHE (CIMEX LECTULARIUS)

Descripción: Son insectos pequeños sin alas que se alimentan de sangre. Los chinches adultos están acerca de $\frac{1}{4}$ de pulgada de largo de tamaño.

Daños que ocasiona: Se nutre con sangre de humanos y de otros animales de sangre caliente, infectando a personas y ganado (vacas, pollos, etc.).

Necesidades: Necesitan sangre para vivir, por lo que se sienten atraídos por el calor y el dióxido de carbono que se exhala en la respiración.

Entorno favorable: Su hábitat más frecuentemente son los colchones, sofás y otros mobiliarios. Viven a temperatura ambiente (ni frías ni calurosas).

Beneficios: No existen beneficios.

Cómo combatirla: Pesticidas, trampas, control biológico, etc.

Figura 4

También se llevó a cabo un análisis de entornos. En él se describieron los entornos más favorables y los más desfavorables para la mayoría de plagas. Así, los entornos que se consideraron más favorables son: áreas de monocultivo, invernaderos, granjas cerradas, zonas con agua, cañerías e instalaciones internas y vertederos. Por el contrario, los entornos más desfavorables son: áreas de policultivo, zonas desérticas, zonas montañosas, islas desiertas, cuevas y edificios preparados.

Se describieron los factores que hacen más resistentes a las plagas y facilitar su proliferación. La información se extrajo de un artículo de ANECPLA^[14] y del documento de la FAO *El cambio climático, las plagas y las enfermedades transfronterizas*.^[7] Dichos factores se dividieron en: medioambientales, que incluye la disminución de la diversidad del paisaje, la disminución de la diversidad vegetal dentro de los campos y la interacción entre especies; migratorios, que engloba todo lo referido a la globalización; químicos, refiriéndose a plaguicidas, fertilizantes y transgénicos; y climáticos, que habla del clima urbano y los cambios en la atmósfera.

Para terminar con las causas, se estudió la futura evolución de las plagas. Dicha información se obtuvo de un estudio elaborado por ANECPLA que analiza *La evolución de las plagas urbanas en España en los últimos cinco años*.^[15] La información fue dividida en cuatro apartados: la expansión a nuevos entornos, mayor densidad de población, menor efectividad de los métodos actuales y consecuencias más graves.

3.3. Consecuencias

La información de esta sección fue recopilada por diferentes fuentes, por lo que se dividió en: consecuencias según el MAGRAMA, la FAO, Greenpeace y ANECPLA.

El MAGRAMA aporta datos del ámbito nacional. Se estudió la pérdida de alimento en España (*Figura 5*) a partir del resumen sobre *las pérdidas y el desperdicio alimentario generado por la producción agrícola de alimentos en España*.^[16] Se incluyeron los resultados en porcentaje de las pérdidas y desperdicios y se citaron los factores que las producen. Se estudió el estado de salud de los bosques, donde se incluyó la frecuencia y porcentaje de los agentes causantes de daños. Esta información se extrajo del *Anuario de Estadística 2014*.^[17] Se analizó el consumo de productos fitosanitarios en toneladas y en millones de euros a través de la *Encuesta de comercialización 2014*. Se citaron los principales grupos fitosanitarios consumidos y se aportaron datos en detalle de los insecticidas y acaricidas. También se realizó una comparativa del consumo con años anteriores. Para terminar, se consultaron las normas de uso sostenible difundidas por el MAGRAMA por el *Cartel sobre el Uso sostenible de productos fitosanitarios*.^[18]

SUBSECTOR	CÍTRICOS		RESTO DE FRUTAS		HORTALIZAS		GRASAS Y ACEITES		VITIVINÍCOLA		CEREALES Y LEGUMINOSAS	
ETAPA	% Pérd	% Desp	% Pérd	% Desp	% Pérd	% Desp	% Pérd	% Desp	% Pérd	% Desp	% Pérd	% Desp
Cultivo	17,8		18,9		21		21,5		17,2		21,9	
Recolección	0,74	1,86	0,32	1,9	5,06	1,54	0,39	4,35	2,07	1,88	1,48	1,61
Acondicionamiento y manipulación		2,08		1,98		1,61		2,19		1,57		1,72
TOTAL	18,54	3,94	19,22	3,88	26,06	3,15	21,89	6,54	19,27	3,45	23,38	3,33
TOTAL PÉRDIDAS DESPERDICIO (%)	22,5		23,1		29,2		28,4		22,7		26,7	

Figura 5

La FAO aporta datos estadísticos a nivel mundial y en consecuencia elabora planes y estrategias. Se citaron tres estrategias: *Sistema para la prevención de emergencias de las plagas y enfermedades transfronterizas de los animales y las plantas* (EMPRES),^[19] *Gestión de las plagas y enfermedades*^[20] y *Manejo Integrado de Plagas* (MIP).^[21] Tras esto, al igual que se hizo a nivel nacional con el MAGRAMA, se estudió la pérdida de alimento en el mundo mediante el estudio *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo*^[22] donde se analizaron las pérdidas per cápita en los diferentes continentes y las pérdidas de alimento en los productos cárnicos. Finalmente, se estudiaron los efectos económicos de las plagas de acuerdo al informe *Repercusiones económicas de las plagas transfronterizas*^[23] donde se agruparon los efectos económicos en: producción, efectos en los precios y el mercado, comercio, seguridad alimentaria y nutrición, salud y medio ambiente y costes financieros.

Los informes de Greenpeace advierten sobre los efectos de la agricultura industrial. Se estudió el informe *Transgénicos y pesticidas: impacto medioambiental y consecuencias para la salud*^[24] que habla de las consecuencias de transgénicos y pesticidas. Éstas se agruparon en: efectos sobre la biodiversidad, la contaminación del suelo y efectos sobre la salud. También se analizó el resumen ejecutivo *Los plaguicidas y nuestra salud, una preocupación creciente*^[25] que habla de los efectos de los plaguicidas sobre la salud. Por último, se habló de la iniciativa *PLAN aBejas* y se consultó el informe *El declive de las abejas*^[26] que habla de los efectos de los insecticidas en las abejas.

ANECPA quiere crear conciencia sobre el impacto y el peligro que suponen las plagas. A través del informe *Plagas y enfermedades emergentes y reemergentes que amenazan al hombre*^[14] se estudió el efecto de las plagas y su impacto en la salud pública. También se analizaron los efectos del calentamiento global y la globalización a través el artículo *Los insectos, imparables en un mundo globalizado.*^[27] Finalmente, se detallaron los efectos que tienen los insecticidas domésticos en el embarazo con el artículo *Los insecticidas domésticos, peligrosos durante el embarazo.*^[28]

3.4. Soluciones

La información de esta sección se dividió en los siguientes apartados: soluciones actuales, estudio de mercado, nuevas tecnologías (patentes) y otras alternativas.

Para conocer las tipologías de soluciones actuales se consultó el documento *Medidas de control y erradicación*^[29] aportado por el MAGRAMA. Dichas medidas se dividieron en: físicas, biológicas y químicas. Dentro de las medidas de control químicas, se estudiaron también los equipos utilizados y sus tipologías. Por otra parte, se analizaron los principales ámbitos y entornos de aplicación que son: agricultura, ganadería, sanidad, entornos urbanos, instalaciones internas y entorno doméstico.

En el estudio de mercado se descartó el estudio de insecticidas y de biocidas. De este modo, se dividieron los productos encontrados dependiendo de si actúan en la fase de prevención o desalojamiento, y por otra parte, de si son mecánicos o tecnológicos. Para cada producto se elaboraron tablas genéricas (ver ejemplo *Figura 6*). Se encontraron 9 productos mecánicos de desalojamiento, 6 mecánicos preventivos, 7 tecnológicos de desalojamiento y 3 tecnológicos preventivos.



TRAMPA BIAGRO FUNNEL (EMPRESA BIAGRO)

Tipología: Trampa atrayente (feromonas-veneno)

Descripción: Su funcionamiento es idéntico al del Mosquero Biagro, la diferencia radica en que éste es especial para lepidópteros de pequeña y mediana dimensión. Tiene una forma especial en la que el insecto entra por la parte superior y queda atrapado en el interior. Además, su uso está más orientado a la caza masiva que al monitoreo de la plaga.

Ventajas: Es específico para lepidópteros.

Inconvenientes: Es necesario recambiar las pastillas con frecuencia y manipularlas por el usuario, lo que es un peligro para éste.

Figura 6

Se estudiaron nuevas tecnologías a través del análisis de patentes en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) con el fin de conocer métodos que no aparecen en el estudio de mercado. Las patentes más interesantes encontradas fueron: *vehículo aéreo no tripulado biomimético,*^[30] *generador de vibraciones para ahuyentar a roedores,*^[31] *dispositivo para el control de plagas e instalaciones ganaderas,*^[32] *sistema para atrapar moscas de la fruta,*^[33] *dispositivo basado en la hemocianina*^[34] y *sistema para la detección de moluscos gasterópodos terrestres.*^[35]

Para finalizar, se nombraron ejemplos de alternativas naturales a los pesticidas. La mayoría de las alternativas utilizan remedios como aceites, jabones y plantas aromáticas. Los ejemplos que se citaron fueron: repelente para hormigas a base de limón o líneas hechas con polvos, trampa de embudo para moscas de la fruta, barreras físicas (mosquiteras, cristales, etc.) para insectos voladores, retirada manual de la plaga, collares para detener la incubación de larvas en la tierra y mallas comunes.

3.5. Conclusiones

Finalmente, se obtuvieron las siguientes conclusiones de cada apartado para facilitar la posterior fase de generación de ideas. Sobre la *situación actual* se concluyó que:

- La producción integrada (PI) se ha multiplicado gracias a la reducción del uso de pesticidas y sustancias químicas. Actualmente, la alternativa más utilizada es la lucha biológica. Los productos cultivados por PI responden a las demandas de los consumidores, comprometidos y exigentes con la seguridad alimentaria.
- Muchos países pobres están en los trópicos, donde hay una mayor incidencia de las plagas agropecuarias. Los plaguicidas producen serios efectos en la población rural pobre, que no puede permitirse compuestos menos tóxicos. Así, plagas, patógenos y malezas causan la pérdida de más del 40% del suministro mundial de alimentos.
- La agricultura industrial genera grandes desequilibrios, lo que da lugar a terrenos vulnerables a plagas en los que se necesitan aplicar grandes dosis de pesticidas. Las plagas prosperan si existe una fuente fiable de alimento, y las medidas que se utilizan para aumentar la productividad de los cultivos crean ambientes favorables.
- La ganadería es un ámbito afectado por las plagas donde resulta difícil atacarlas con productos químicos, pues el ganado también puede sufrir las consecuencias.
- El cambio climático crea condiciones favorables para que se produzcan plagas en nuevas regiones, transformando sus vías de transmisión. Además, el bajo control en el tránsito de personas y mercancías hace que su expansión sea más rápida. Esto expone a animales y personas a enfermedades contra las que no tienen inmunidad.
- Muchas enfermedades transmitidas por plagas tienen una fácil transmisión y alto índice de mortalidad. En muchos casos la mejor solución es protegerse de ellas.

Sobre las *causas* se concluyó que:

- Las principales plagas en el mundo son: la langosta, el mosquito, la mosca de la fruta, la hormiga, la chinche, la avispa, la araña, el pulgón, la cucaracha y la polilla.
- Temperatura (entre 25 y 30°C), humedad (60-80%) y alimento (néctar y alimentos en fermentación) son los tres factores clave para la proliferación de las plagas. Además, su comportamiento social sólo les permite sobrevivir en grupos.
- Muchas plagas se pueden aprovechar tras su captura como alimento, experimentos genéticos (mosca de la fruta) o en el control biológico de otras plagas o plantas.
- Tienen el sentido del olor muy desarrollado, por eso muchas trampas utilizan feromonas y otros compuestos para atraerlas. También se ven atraídas por la luz.
- Las plagas suelen asentarse en monocultivos, invernaderos, granjas, zonas con agua, cañerías y vertederos. Las principales razones son: la ausencia de enemigos naturales, las fuentes de alimento y las condiciones de temperatura y humedad.
- No suelen existir plagas en áreas de policultivo, zonas desérticas y montañosas, cuevas y zonas preparadas para evitarlas. Son lugares con condiciones poco favorables para ellas y presentan fuertes barreras físicas que no pueden pasar.
- Los plaguicidas y transgénicos inducen brotes de insectos plaga al ser perjudiciales para los enemigos naturales mientras que otras plagas crean resistencia.
- El clima urbano atrae a los insectos por ser más cálido, tener rachas de viento menos violentas y recibir un 20% menos de radiación solar.
- La evolución de las plagas indica que en un futuro se expandirán a nuevos entornos y tendrán densidades de población mayores debido a que serán más resistentes.

Sobre las *consecuencias* se concluyó que:

- Las pérdidas de alimento en España son del 25% de la producción y el mayor porcentaje es debido a incidencias climáticas, plagas y enfermedades. La segunda causa de daños en el estado de salud de los bosques son los insectos con un 25,8%.
- En España el consumo de insecticidas supone un 9,6 % del total de las sustancias activas. Dentro de su grupo, los organofosfatos son los más comercializados con un 33,5%. En cuanto a la inversión económica, los insecticidas son el 27% del total.
- La protección del ganado contra las enfermedades es clave en la lucha contra el hambre y la pobreza. Las pérdidas en la producción agrícola en los países en desarrollo se deben a la alta mortalidad causada por las enfermedades en la cría.
- El uso de plaguicidas aumenta en los países en desarrollo conforme se intensifica la producción. Además, actualmente existen más de 700 especies resistentes a éstos.
- En los países industrializados se pierden alimentos cuando los agricultores se anticipan a los ataques de plagas y producen más de lo necesario. Las plagas también tienen consecuencias para los países que producen para la exportación.
- Los pesticidas afectan la biodiversidad, sobre todo a especies tradicionales, ya que estas sustancias son absorbidas por vegetales no objeto, y a insectos beneficiosos.
- Toda la población se expone a los plaguicidas, que afectan a la salud, a través de la comida. Los grupos más vulnerables son: agricultores, aplicadores y bebés.
- Las plagas causan pérdidas de producción. En la agricultura afecta a las tasas de fertilización y en la ganadería a demoras en la reproducción. Afecta a las especies polinizadoras, que de no existir la productividad de las cosechas bajaría un 75%.

Sobre las *soluciones* se concluyó que:

- Existen tres tipos de soluciones: el control físico, que incluye el trampeo y el uso atrayentes; el control biológico, que usa enemigos naturales y la alteración de los procesos biológicos de la plaga; y el control químico, cuya especificidad es muy baja.
- Los ámbitos en los que más se precisa el control de plagas son: agricultura, ganadería, sanidad, instalaciones internas, entornos urbanos y domésticos.
- Los productos se pueden dividir en función de la fase (prevención/desalojamiento) en la que actúan y de su tipología (mecánica/tecnológica).
- El ámbito con menos productos es el preventivo-tecnológico y el que más el de desalojamiento mecánico. Existen pocas medidas de prevención en el mercado, pero hay más prevenciones en el ámbito mecánico.
- El método más utilizado es el trampeo mediante atrayentes donde los insectos entran en un sistema que no les deja salir o que les atrapa. También son comunes los repelentes o el cambio de ambiente que crea condiciones desfavorables.
- Las cualidades que benefician a un producto son: aislante (que no emita sustancias nocivas), duradero, especificidad, rápida actuación, autónomo y accesible.
- Por otra parte, un producto debe evitar: la captura masiva no selectiva, manipulación peligrosa, mantenimiento excesivo, el uso de sustancias químicas, la necesidad de formación del usuario, montaje costoso y coste excesivo.
- El estudio de patentes revela nuevos métodos como: el engaño por alerta, el uso de vibración, ultrasonidos respetuosos con los animales de granja, señuelos visuales, el aprovechamiento de la hemocianina, la creación de un refugio y barreras físicas.
- Las alternativas a los pesticidas incluyen métodos como: atacar a la plaga desde su nido, evitar que crucen ciertas zonas, trampas naturales y la retirada manual.

4. FASE 2: Generación de ideas

Tras realizar la fase de investigación y análisis del problema, ya se cuenta con la información suficiente para ofrecer soluciones. Partiendo de las conclusiones obtenidas, se procederá a la definición de unas especificaciones de diseño (EDP's) que definirán las condiciones que deberán reunir las futuras ideas. Así, se delimitará el marco de trabajo en el que se presentarán las alternativas.

Una vez definidas las EDP's, se realizará un taller creativo grupal para llevar a cabo la generación de ideas. Se pensó que la mejor opción era realizar la fase creativa en grupo pues, a pesar de ser un proyecto individual, la generación de ideas sería más enriquecedora, rápida y diversa si se ponían en común los conocimientos adquiridos con personas especializadas. En este taller se realizarán ejercicios en los que se invitará a los participantes a aportar soluciones a un reto común: *la búsqueda de una alternativa ecológica a los insecticidas y pesticidas químicos*.

Las ideas generadas en el taller de creatividad serán reorganizadas y analizadas para poder evaluarlas posteriormente. Esto incluirá realizar una breve investigación de las ideas consideradas las más interesantes de entre todas las propuestas. Finalmente, se realizará una tabla donde se enumerarán los aspectos positivos y negativos de las ideas escogidas además de la información necesaria para poder desarrollar cada una. Así, se compararán las ideas finales y se escogerá una de ellas para desarrollarla.

4.1. Especificaciones de diseño (EDPs)

Se diferenciará entre especificaciones de diseño críticas y deseables. Aquellas que deben reunir todas las ideas serán las EDPs críticas, pues si un concepto no posee una de ellas deberá ser modificado o descartado. Por otra parte, aquellas que serán favorables para el producto, pero que no está en la obligación de poseer, serán las EDPs deseables. Las *especificaciones de diseño críticas* son:

- **Ser una alternativa:** Este es el propósito principal del proyecto, por lo que el producto diseñado debe ser una alternativa viable y efectiva al uso de sustancias químicas destinadas al control de plagas en diferentes entornos.
- **Seguridad:** No supondrá un riesgo para el usuario ni para el entorno que lo rodee. Realizará su función sin alterar el bienestar de personas, animales o el medio ambiente. En el caso de cultivos, garantizará la calidad y seguridad alimentaria.
- **Sostenibilidad:** Garantizará la sostenibilidad medioambiental mediante la protección de la biodiversidad. Esto supone mantener el equilibrio de un modo que no altere las poblaciones de insectos ni afecte a los insectos beneficiosos.
- **Efectividad:** Terminará con la plaga rápida y eficazmente, disminuyendo su población y evitando que vuelva a surgir. Tendrá un efecto persistente y duradero. Utilizará un método que evite que las plagas puedan crear resistencia al producto.
- **Ética:** Evitará matar a los insectos. Utilizará cualquier otro medio que no sea la muerte directa, siendo respetuoso con toda forma de vida corrigiendo lo que ponga en peligro al entorno. También será ético y adecuado para el usuario.
- **Funcionamiento:** Su método de funcionamiento evitará emitir cualquier sustancia nociva. Contará con un alto nivel de autonomía e independencia funcional y no será necesario que el usuario utilice medidas de protección para utilizar el producto.

Las *especificaciones de diseño deseables* son:

- **Disponibilidad:** Estará al alcance del mayor número de usuarios posible, sobre todo en países pobres donde existe una mayor incidencia de las plagas, pero donde apenas cuentan con medios seguros y eficaces para lidiar con ellas.
- **Manejo:** Tendrá un manejo sencillo e intuitivo. Esto implica que el producto no requiera demasiados costes de mantenimiento ni tiempo de dedicación. Por otra parte, el usuario no tendrá que formarse explícitamente para utilizarlo.
- **Protección:** Protegerá a animales y personas de enfermedades transfronterizas mediante su protección ante plagas portadoras. A su vez, protegerá bosques y cultivos del paso de las plagas que transmiten enfermedades y devoran alimentos.
- **Prevención:** Evitará que se produzcan plagas antes de que éstas lleguen a establecerse en el entorno protegido. También impedirá que aparezcan en nuevos lugares mediante el impedimento de su propagación. Se anticipará a su actuación.
- **Generalización:** Será efectivo con el mayor número posible de plagas teniendo en cuenta que no puede afectar a los insectos beneficiosos. Podrá funcionar en cualquier tipo de entorno y situación, tanto en entornos interiores (granjas, casas, etc.) así como en entornos exteriores (bosques, cultivos, etc.).
- **Bajo coste:** No tendrá un precio excesivo, de modo que la mayoría de usuarios potenciales puedan adquirirlo sin ser un esfuerzo económico. Esta característica no afectará a la calidad del producto, que tendrá un ciclo de vida duradero y efectivo.

4.2. Taller de creatividad

Se reunieron a un total de 8 personas especializadas en diversas materias durante 2:30 horas en una de las salas de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA).

Primero se realizó una presentación en la que se explicó el proyecto (*ANEXO C*) a los asistentes. Tras esto, se dividieron a los participantes en dos grupos. El primero estaba formado por: Ignacio López Forniés, director del proyecto; Marina Gros, estudiante de 3º de Biotecnología; Sandra Álvarez, estudiante de 4º de Ing. de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto; y Marc Suñer, de la empresa de alimentación *Salazonera Aragonesa*. En el segundo grupo estaban: Laura Asión, autora del proyecto; Julia Domínguez, Estudiante de 1º Laboratorio de Análisis y Control de Calidad; Sara Juste, estudiante de 4º de Ing. de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto; y Ana Pellicena, estudiante de 4º de Arquitectura.

Para documentar el taller se utilizó una grabadora en cada grupo para escuchar las grabaciones posteriormente. Además, una cámara de vídeo grababa expresiones y gestos que pudieran aportar más información. También se anotaron las ideas en tablas específicas para cada sesión (ver ejemplo sesión 1 *Figura 7* y sesión 2 *Figura 8*).

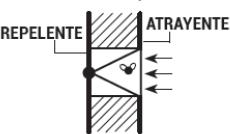
	IDEA DE PRODUCTO	APLICACIÓN	COMENTARIOS/DEBATE	¿QUÉ NECESITO SABER?
1	Mosquitera bipolar. Textil con repelente en la cara exterior y atractivo en la interior. Utiliza una forma de embudo para sacar a las plagas de interiores mediante sobrepresión. 	Interiores. Todo tipo de granja, casa, invernadero, almacén, granero, hospital de campaña, etc. Sobre todo en entradas/salidas, como ventanas, y en zonas de ventilación. 	- Lavable - Cierre con imanes o automático. - Presión positiva (sobrepresión) -> Funciona con bacterias y hongos suspendidos en el aire. - Translúcido, debe dejar pasar la luz sin problema	- Formas diferentes de atraer/repeler a plagas (color, olor, luz...) - Atrayentes/repelentes que funcionen con la mayoría de especies - Cómo puede afectar la sobrepresión a las plagas

Figura 7



	QUÉ	CÓMO	¿QUÉ FALTA?/DIFICULTADES	ELEMENTOS DIFERENCIALES
24	Trampas para la puesta. Trampas destinadas a aprovechar la puesta de huevos de las plagas.	Eliminar la puesta. Esto reduce la natalidad de la plaga y por lo tanto su propagación y extensión.	- Condiciones que necesitan para realizar la puesta (p.ej. mosquitos -> agua) - Ya existen parecidos	- Utilizarlo para la lucha biológica como reutilización

Figura 8

Se realizaron dos sesiones: la primera basada en relaciones forzadas y la segunda en preguntas-respuestas. En la primera se hicieron relaciones forzadas mediante la elección aleatoria de dos tarjetas escogidas de dos grupos con temáticas diferentes. Se escogieron diferentes temáticas para cada grupo. Ambos tenían en común la temática “ámbitos de aplicación”, pero el grupo 1 debía de buscar relaciones con “características de las plagas” y el grupo 2 con “métodos de ataque”. Tras esto se hizo una puesta en común de las ideas de los dos grupos.

De esta primera sesión surgieron 17 ideas: mosquitera bipolar, hormiga robótica, gato digital, tierra de color, chorros de aire, cortinas de agua, altavoces *Isens*, turbina, atrayente efecto adhesivo, detector de plagas, mosquitera gigante, vibración en el suelo, camino de luces, tubos de aspiración, circuito de salida, aislamiento y diana.

En la segunda sesión se plantearon un total de 12 preguntas a los participantes para generar un debate o reflexión y generar así nuevas ideas. Igual que en la primera sesión, hubo una puesta en común entre los dos grupos al finalizar. Así, de la segunda sesión surgieron 10 ideas: patrones visuales, flautista de Hamelin, barrera natural, prenda desechable, pulsera wearable, ropa repelente, trampas para la puesta, bandas repelentes, trampa luz+adhesivo y luz ultravioleta.

Finalmente, las ideas fueron reorganizadas y jerarquizadas según lo comentado en la puesta en común de cada sesión. Así, se determinó que las mejores ideas fueron cinco: mosquitera bipolar, hormiga robótica, gato digital, tierra de color y patrones visuales.

El taller de creatividad fue muy útil para el proyecto, pues las ideas obtenidas fueron de calidad al contar con el criterio de especialistas en otras materias. De no haberse realizado, la búsqueda de ideas de forma individual habría sido más lenta y costosa.

4.3. Investigación previa

Para poder evaluar y comparar las ideas finales, se hizo una breve investigación sobre cada una de ellas con el fin de saber cuáles eran las más viables y en cuáles se necesitaría una investigación más extensa para poder desarrollarlas.

Sobre la idea de la *mosquitera bipolar* se buscaron diferentes formas de atraer/repeler a plagas que funcionasen con la mayoría de especies y se investigó cómo les afecta la sobrepresión. En cuanto a la idea de la *hormiga robótica* se realizó una búsqueda de diferentes formas de comunicación en varias especies con el fin de encontrar también mensajes comunes. Para la idea del *gato digital* se buscaron los enemigos naturales más comunes que asustan a las plagas además de señales como sonidos, olores y formas que las ahuyentan. Finalmente, la investigación tanto de la idea de la *tierra de color* como de los *patrones visuales* se realizó de forma conjunta al por tener las mismas necesidades de información. Así, se investigó sobre estímulos visuales que afectaran a las plagas y sobre cuáles son sus rangos de visión. También se analizaron ejemplos concretos como el uso de luces polarizadas como repelente (*Ornilux*)^[37] y patrones naturales que funcionan en la naturaleza como es el caso de la cebra.^[38]

4.4. Evaluación y elección final

Tras finalizar la investigación, se evaluaron las cinco ideas finales teniendo en cuenta los aspectos positivos y negativos de cada una de ellas y qué conocimientos serían necesarios investigar para el completo desarrollo de éstas. Así, se desarrolló una tabla comparativa en la que se citaban *pros, contras y qué necesito saber* para cada idea.

Finalmente, se escogió una doble solución: por una parte, se eligió la *mosquitera bipolar* como producto para verificar y desarrollar, y por otra parte, se investigará sobre patrones visuales con el fin de encontrar futuras aplicaciones que puedan servir en la lucha contra las plagas en diferentes entornos y situaciones.

Se escogió la *mosquitera bipolar* por ser la idea más definida y viable, ya que su funcionamiento es claro. Además, en la actualidad existen repelentes y atrayentes que funcionan con diversos tipos de plagas. En cuanto a los *patrones visuales*, es un ámbito potencial para la búsqueda de futuras aplicaciones. Actualmente se conoce el patrón de cebra, pero la investigación puede extenderse y analizar el efecto de otros colores y patrones. En ambas ideas, su verificación mediante experimentos sería muy sencilla.

Para concluir, se incluyó una breve definición de las ideas que iban a ser desarrolladas:

"Mosquitera bipolar: Superficie con repelente en la cara exterior y atrayente en la interior. Tiene una serie de orificios con forma de embudo cuya finalidad es sacar a las plagas de espacios interiores mediante presión creada por ventilación forzada."

"Patrones visuales: Uso de estímulos visuales mediante patrones o colores como repelente o atrayente para las plagas en diversos tipos de aplicaciones."

5. FASE 3: Desarrollo del concepto elegido

Esta es la fase final del proyecto y en ella se desarrolla las alternativas escogidas al final de la fase 2. Para ello, primero se realizará una investigación que detalle y evidencie el funcionamiento de ambas alternativas. Dicha búsqueda estará orientada por una parte hacia artículos que hablen de la visiónpectral de los insectos (color, luz polarizada, patrones, etc.) y cómo les afecta, y por otra parte se buscarán formas comunes de atraerlos y repelerlos que puedan aplicarse a la *mosquitera bipolar*.

Tras conocer las evidencias científicas, se realizarán una serie de experimentos con el fin de mejorar ambas alternativas. Para ello primero se detectarán las necesidades de información y luego se planificará como realizar la experimentación con el fin de obtener unos resultados que permitan alcanzar unas conclusiones determinantes para el desarrollo y mejora de dichas alternativas. Estas conclusiones serán recopiladas y redactadas a partir de la investigación previa y la experimentación.

Una vez obtenidas las conclusiones, las ideas podrán ser definidas incluyendo aspectos como su función, aplicaciones, entorno de uso y visualización. Para concluir el proyecto, cada alternativa será definida en su totalidad facilitando una sencilla comprensión. Esto incluirá la elaboración de un prototipo en el caso de la *mosquitera bipolar*. Ambas soluciones contarán con la base científica y experimentación realizadas en esta fase que verificarán su funcionamiento y eficacia.

5.1. Investigación

Primero se realizó una búsqueda general de atrayentes para insectos y, como muchos implicaban el uso de componentes químicos, se buscaron remedios naturales. Así, se encontraron noticias sobre la característica atrayente de la cerveza en la revista *Muy Interesante*^[39] y el periódico *El País*.^[40] Sabiendo que tenían evidencia científica, se buscó en ScienceDirect según el nombre del autor, Kevin Verstrepen. Se encontró el artículo *The Fungal AromaGene ATF1 Promotes Dispersal of Yeast Cells through Insect Vectors*^[41] donde se explicaba y evidenciaba la información buscada (*Figura 9*).

Una vez identificado el atrayente, se centró la búsqueda en los repelentes. Como en la fase anterior ya se había dado inicio a dicha búsqueda, se decidió retomarla e investigar sobre el DEET, un compuesto muy presente en los repelentes comerciales.

Una vez definidos el atrayente y el repelente, se continuó la investigación realizando una búsqueda en ScienceDirect con las palabras clave “insects”, “vision” y “colour”. Como resultado se obtuvieron los artículos “More than colour attraction: behavioural functions of flower patterns”^[42] y “Flower Iridescence Increases Object Detection in the Insect Visual System”,^[43] que hablan de las funciones atractivas de los patrones de las flores y del efecto de la iridiscencia en los insectos (*Figura 10*).

Finalmente, se buscó un repelente visual que actuara en forma de color o patrón. Como ya se nombró en la fase anterior el caso de las rayas de zebra, se decidió ampliar la información encontrada buscando el artículo científico extenso donde se detallaran los experimentos realizados y las conclusiones obtenidas. Así, se analizó el artículo “Polarotactic tabanids find striped patterns with brightness and/or polarization modulation least attractive: an advantage of zebra stripes”.^[44]

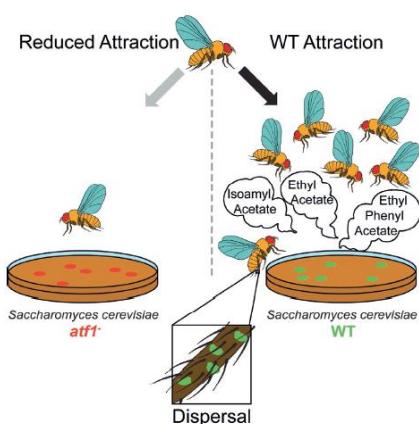


Figura 9

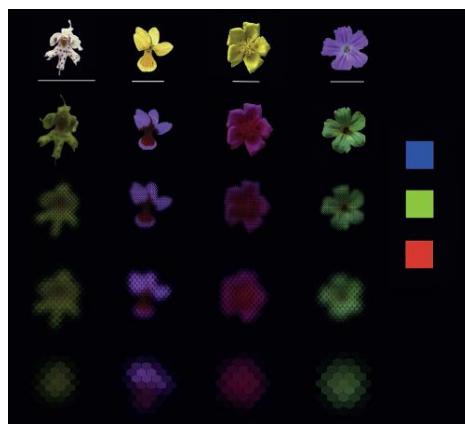


Figura 10

5.2. Experimentación

Tras la investigación, se realizaron cuatro experimentos con el fin de mejorar las propuestas planteadas. Esto sirvió de ayuda para completar la información encontrada y conocer aspectos sobre los que no se ha realizado ningún estudio previo.

El *Experimento 1* (*Figura 11*) tenía como objeto conocer el número de orificios y distribución más favorable para el paso de insectos voladores con el fin de incorporar en la mosquitera bipolar aquella distribución que facilitara más su salida. Para ello se colocaron cinco trampas, una de ellas azul, en un entorno donde compartían las mismas condiciones y se cuantificó el número de insectos que entraron en cada una.

Tras concluir en el *Experimento 1* que el color influía en la captura de insectos, se decidió realizar otro experimento en el que se estudiaran qué colores resultan más atractivos. No obstante, antes se hizo una entrevista a Ignacio Ruiz Arrondo, experto en parasitología y enfermedades parasitarias que dedica su labor al estudio de la mosca negra y mosquitos mediante su captura. Tras la entrevista se comprobó que a pesar de existir estudios sobre la visualización de los insectos, ninguno concreta qué color es más atrayente para su captura, por lo que se continuó con el *Experimento 2*.

El *Experimento 2* (*Figura 12*) se realizó de forma similar al *Experimento 1*. En este caso, se colocaron siete trampas de diferentes colores (rosa, gris, verde, turquesa, azul, transparente y amarillo) y se cuantificó el número de insectos que entraron en cada una en el mismo periodo de tiempo.



Figura 11



Figura 12

Finalmente, se realizó un experimento para comprobar el funcionamiento de la *mosquitera bipolar* y buscar mejoras con el fin que asegurar su eficacia. Primero, en el *Experimento 3.1* (*Figura 13*), se probó qué atrayente funcionaría mejor. Se colocaron cuatro superficies empapadas de varios atrayentes y se contó el número de insectos que se posaron en cada una. Luego, en el *Experimento 3.2* (*Figura 14*), se hizo una simulación de la mosquitera en un espacio cerrado con ocho moscas y se combinaron varias técnicas (colocación de un embudo, creación de una corriente de aire e incorporación de un atrayente). Para saber su eficacia, se midió el tiempo que les costaba a los insectos atravesar la mosquitera.



Figura 13

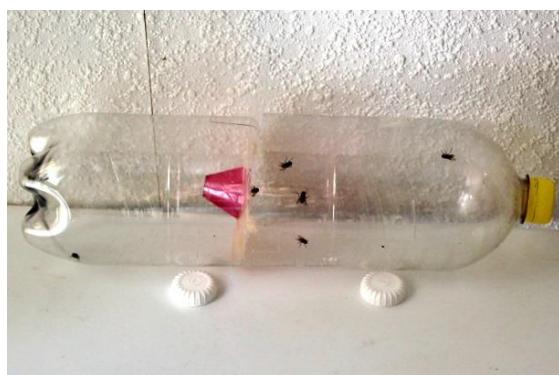


Figura 14

5.3. Conclusiones

A continuación se describen las conclusiones más relevantes que se obtuvieron en la investigación, experimentación y entrevista. De la investigación se concluyó que:

- **La cerveza como atrayente:** El olor de la cerveza es un fuerte atrayente sobre todo para los insectos alados. Es un olor que poseen todas las cervezas a causa de la fermentación y cuya función es atraer a los insectos.
- **El DEET como repelente:** Es un componente presente en la mayoría de los repelentes y camufla la superficie sobre la que se aplica ante los insectos, sobre todo los artrópodos. Tiene una duración aproximada de 4h y se aplica en textiles sin problema. No es contaminante en pequeñas cantidades.
- **El efecto del color en los insectos:** El rango de visión de los insectos sólo les permite diferenciar los colores a cortas distancias. Sin embargo, los colores saturados les permite visualizarlas rápidamente cuando se acercan a éstas atraídos por su olor.
- **El patrón de cebra como repelente:** Más que espantar, las rayas les confunden. Se ha demostrado que el patrón menos atrayente es de rayas paralelas con direcciones alternas ortogonales y con un ancho de banda fino.

De la experimentación se concluyó que:

- **Experimento 1:** El color influyó en la captura como atrayente visual. Los mejores resultados coinciden en la distribución y número de orificios: 1 fila de cuatro agujeros. Esta distribución facilita la entrada de insectos e impide la salida. Cuanto más próximos son los orificios, más difícil les resulta a los insectos entrar.
- **Experimento 2:** El color rosa fucsia fue el color más atrayente de todas las muestras. Los colores intensos y saturados fueron los más atrayentes. En general, los insectos se ven atraídos por la “facilidad visual”, es decir, aquellos los colores que son más fáciles de avistar. El color menos atrayente fue el gris.
- **Experimento 3.1:** La muestra empapada en cerveza fue la más atrayente y atrajo varias especies de insectos como abejas, avispas, moscas y mosquitos. El vinagre obtuvo una eficacia similar en todas sus variantes.
- **Experimento 3.2:** Se verifica el funcionamiento de la mosquitera bipolar. En todas las pruebas las moscas atravesaron el embudo sin volver a atravesarlo en sentido contrario. El color fue un factor clave y tanto la corriente como el atrayente hicieron que se colocaran en la tela, evitando que volaran por el resto de la botella.

De la entrevista se concluyó que:

- **Los colores y las formas les afectan.** Ya se utilizan los colores en trampas cromáticos-adhesivas y la luz para atraerlos. Pueden reconocer formas y siluetas.
- **Les espanta el movimiento.** Prefieren los elementos estáticos por ser más fáciles de visualizar y posicionarse.
- **Las granjas son un buen entorno para proteger.** Existen muchas plagas comunes en las granjas de diferentes tipos de animales, y en todas ellas supone un molesto problema que sigue estando presente.
- **Combinar diferentes medios:** color, luz, olor, sonido, etc. Muchas trampas combinan varios medios para combatir las plagas, se puede pensar en combinarlo también en el diseño de una futura alternativa.

6. RESULTADOS

Como resultado, se propone una doble alternativa a los productos fitosanitarios químicos. Por una parte, la *mosquitera bipolar* y, por otra parte, el uso de colores y patrones como atrayentes y repelentes visuales. A continuación se explican ambas alternativas, su funcionamiento y aplicaciones.

La *mosquitera bipolar* (*Figura 15*) es una mosquitera de dos capas translúcidas con una doble función: la superficie interior, de color carne, atrae a los insectos voladores para que atraviesen la mosquitera y la superficie exterior, de color gris, los repele para que no entren. Ambos colores fueron elegidos de acuerdo al *Experimento 2*. Entre ambas superficies hay una capa de aire y se encuentran linealmente distribuidas (ver *Experimento 1*) una serie de piezas con forma de embudo que conectan ambas superficies y son el camino de salida para los insectos. Estos embudos son translúcidos, de color fucsia, y su finalidad es ser una salida unidireccional para los insectos facilitándoles su avistamiento gracias a su color. En la tela interior (carne) se aplicará un atrayente. Se propone utilizar la cerveza,^[41] por ser un líquido fácil de obtener y con un olor persistente. En la tela exterior (gris) se utilizará cualquier repelente a base de DEET que junto con el color gris evitará que los insectos puedan advertir con claridad la superficie. Se facilitará la salida a los insectos mediante presión creada por ventilación forzada. Puede comercializarse en rollos como se hace con las mosquiteras convencionales y su colocación puede ser imantada.

Su funcionamiento es sencillo. En primer lugar, se aplica el atrayente en la cara interior y el repelente en la exterior. El olor atrae a los insectos y la presión hace que se coloquen en la tela interior donde divisan los embudos y acaban pasando al exterior. Aquellos insectos que lleguen desde el exterior se sentirán confundidos por el color y el DEET, dificultándoles así la entrada. Pasado un tiempo, es necesario volver a rociar las capas. La capa con DEET deberá ser rociada con mayor frecuencia.

La *mosquitera bipolar* está destinada a desalojar insectos voladores y artrópodos de entornos interiores y evitar que vuelvan a entrar. Se aplicará en lugares con un amplio tránsito de personas o animales, donde la entrada de insectos es inevitable. Su colocación debe ser en entradas como ventanas y zonas de ventilación. Su aplicación principal es en granjas (*Figura 16*) ya que muchos animales se ven afectados sus picaduras y por las enfermedades que transmiten. Por este mismo motivo, su aplicación también está destinada a hospitales de campaña y campamentos permanentes como campos de refugiados o asentamientos. De una forma menos prioritaria, también se propone su uso en invernaderos, casas y tiendas de campaña.

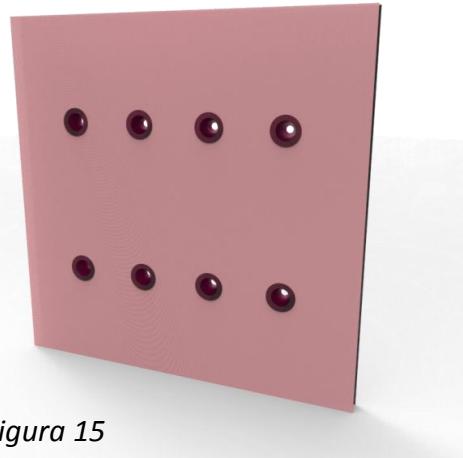


Figura 15



Figura 16

La segunda alternativa se basa en el estudio que demuestra que el cebrado confunde a los tábanos y en el *Experimento 2* sobre colores atrayentes. Es por esto que tiene dos variantes: el color fucsia como atrayente y el estampado de cebra como repelente.

El *color fucsia* funciona como un potente atrayente para insectos voladores, sobre todo para las moscas. Su función es sencilla: atraer insectos. Como futura aplicación podría combinarse con productos actuales que utilizan atrayentes basados en el olor (*Figura 17* y *Figura 18*). Su entorno de uso sería todo aquel en el que el usuario deseara eliminar una plaga, desde cultivos hasta granjas y jardines.

El *patrón de cebra* repele a los insectos y puede tener diversas aplicaciones. A diferencia del caso del color fucsia, la función de repeler insectos es más versátil que la de atraer. Sabiendo que el patrón ideal es de rayas paralelas con direcciones alternas ortogonales y con un ancho de banda fino, se ha elaborado un patrón ideal (*Figura 19*). Se propone su aplicación en ropa deportiva y para excursionistas, además de ropa para mascotas (en el caso de los perros, puede protegerlos de enfermedades como la leishmaniasis). También puede aplicarse en mallas para cultivos (*Figura 20*) y en mosquiteras convencionales, además de como protector de comida.



Figura 17



Figura 18

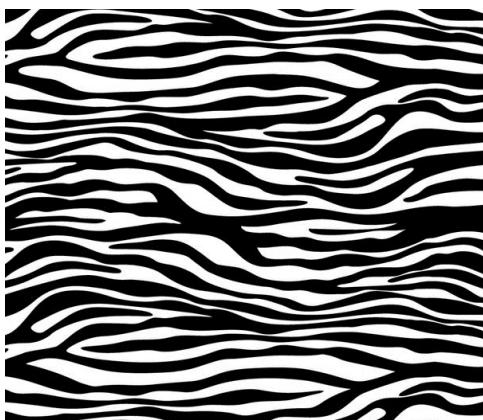


Figura 19



Figura 20

7. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

El proyecto ha incluido todas las fases de investigación, diseño y desarrollo necesarias para su resolución. En este caso, también se realizó una búsqueda del problema, lo que fue un reto nuevo ya que siempre se han realizado proyectos de diseño enfocados a un problema o producto definidos. Todas las fases se desarrollaron de manera satisfactoria, aunque la investigación requirió más tiempo. En consecuencia, las fases de diseño y desarrollo se hicieron con facilidad gracias a la calidad de la investigación.

En general, ha sido un proyecto que se ha adecuado a las horas de trabajo planteadas y se ha distribuido de manera equitativa. El trabajo realizado ha sido diferente para cada fase pero en todas se ha dedicado un esfuerzo similar. El comienzo del proyecto supuso el esfuerzo más grande, pues plantear un tema a desarrollar resultó difícil. Sin embargo, cada fase ha llevado menos carga que la anterior. Por ejemplo, la fase de diseño contaba con el respaldo de una buena investigación, y la fase de desarrollo con unas ideas bien definidas y de calidad, lo que facilitó su desarrollo.

Se han cumplido todos los objetivos planteados y se han ofrecido alternativas a los productos fitosanitarios químicos, que era del objetivo principal. Al inicio del proyecto se buscaba una alternativa enfocada a la agricultura, pero tras ver la importancia de la ganadería y la dificultad de tratar con diversos tipos de plaga en la agricultura, se decidió enfocar el proyecto a otros ámbitos. A pesar de ello, la alternativa que propone el uso del color fucsia como atrayente supone un aumento de eficacia en los actuales productos utilizados en la agricultura. En definitiva, todas las alternativas planteadas tienen una eficacia verificada, pudiéndose aplicar en diversos ámbitos.

Durante el desarrollo del proyecto no surgió ninguna incidencia. Con respecto al tiempo, todo se desarrolló de acuerdo a lo previsto, aunque en el taller de creatividad se invirtió más tiempo del planeado a causa de lo que implica formar un grupo de personas con disponibilidad para hacer el taller. En la fase de desarrollo, las pruebas y experimentos también requirieron más tiempo, pues había que tomar anotaciones diarias para obtener unas conclusiones de calidad.

Las aportaciones realizadas por este TFG son diversas pero se pueden agrupar en dos: la investigación y las alternativas. Por una parte se dispone de una investigación de calidad que cuantifica el problema, sus causas, consecuencias y soluciones. Aunque en este caso se haya orientado a la búsqueda de alternativas, la investigación puede enfocarse con otros propósitos por su amplitud. Sin embargo, la aportación más relevante del trabajo es la propuesta de unas alternativas a los productos fitosanitarios químicos. No sólo se ofrece un producto desarrollado (*mosquitera bipolar*), sino que también se ofrecen soluciones a nivel conceptual como es el uso de colores y patrones con el fin de incluirlos en diferentes entornos y aplicaciones.

En cuanto a la posibilidad de continuación del proyecto, ésta puede ser muy variada. Durante la generación de ideas surgieron conceptos muy interesantes que se descartaron pero que podrían desarrollarse en un futuro. En cuanto al uso de colores y patrones, se definen conceptualmente sus posibles aplicaciones pero se podría ampliar el proyecto incluyendo la búsqueda de más aplicaciones o elaborando una trampa basada en los experimentos realizados. Por otra parte, también se podría continuar la investigación sobre la luz y el color en los insectos, por ejemplo enfocándolo a la luz polarizada como posible repelente visual.

En definitiva, ha sido un proyecto muy instructivo a nivel personal por haber abordado de forma individual todo su proceso, desde la búsqueda de un problema hasta el desarrollo de alternativas viables. El hecho de haber realizado el proyecto de manera independiente y con una necesidad de cumplir un plazo, ha requerido una estricta planificación y su cumplimiento. Definitivamente, se ha obtenido la suficiente experiencia como para poder desarrollar otros proyectos similares a nivel profesional.

8. BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). (2015). RESUMEN DE LOS DATOS SOBRE PRODUCCIÓN INTEGRADA AÑO 2014.
http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/estadisticas/resultados2014_tcm7-381648.pdf
(4 de marzo de 2016).
- [2] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). (2015). Cultivos 2014.
<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/> (4 de marzo de 2016).
- [3] AGRICULTURA MUNDIAL HACIA LOS AÑOS 2015/2030.
<http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s08.htm> (7 de marzo de 2016).
- [4] La innovación en la agricultura familiar.
<http://www.fao.org/publications/sofa/2014/es/> (7 de marzo de 2016).
- [5] Agricultura industrial.
https://es.wikipedia.org/wiki/Agricultura_industrial (7 de marzo de 2016).
- [6] Agricultura industrial.
<http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/Agricultura-industrial/>
(7 de marzo de 2016).
- [7] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2010). El cambio climático, las plagas y las enfermedades transfronterizas.
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0142s/i0142s06.pdf> (8 de marzo de 2016).
- [8] Temas de salud (OMS).
<http://www.who.int/topics/es/> (8 de marzo de 2016).
- [9] Plaga (Wikipedia).
<https://es.wikipedia.org/wiki/Plaga> (10 de marzo de 2016).
- [10] Plagas y enfermedades de las plantas.
<http://www.fao.org/emergencies/emergencias/plagas-y-enfermedades-de-las-plantas/es/>
(10 de marzo de 2016).
- [11] La “vuelta al cole” de las plagas.
<http://www.anecpla.com/blog-anecpla-322#.VusqaeLhDIU> (11 de marzo de 2016).
- [12] Plagas.
<http://www.greenpeace.org/mexico/es/Actua/Ecotips/Plagas/> (11 de marzo de 2016).
- [13] Biblioteca de NATIONAL GEOGRAPHIC.
<http://nationalgeographic.es/animales/insectos/langosta> (13 de marzo de 2016).
- [14] PLAGAS Y ENFERMEDADES EMERGENTES Y REEMERGENTES QUE AMENAZAN AL HOMBRE.
<http://www.anecpla.com/contenido-anecpla-16> (11 de marzo de 2016).
- [15] Evolución de las plagas urbanas en España.
<http://www.anecpla.com/contenido-anecpla-4291> (15 de marzo de 2016).
- [16] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). (2014). Las pérdidas y el desperdicio alimentario generado por la producción agrícola en España.
http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/estrategia-mas-alimento-menos-desperdicio/Resumen_ejecutivo_producci%C3%B3n_agr%C3%ADcola_FINAL_tcm7-339836.pdf
(4 de marzo de 2016).

- [17] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). (2015). Anuario de estadística 2014. http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2014/AE_2014_Completo.pdf (4 de marzo de 2016).
- [18] Uso sostenible de productos fitosanitarios.
<http://www.magrama.gob.es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/uso-sostenible-de-productos-fitosanitarios/default.aspx> (4 de marzo de 2016).
- [19] Sistema para la prevención de emergencias de las plagas y enfermedades transfronterizas (EMPRES).
<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/empres.html> (7 de marzo de 2016).
- [20] Gestión de plagas y enfermedades.
<http://www.fao.org/potato-2008/es/latapa/plagas.html> (7 de marzo de 2016).
- [21] Manejo integrado de plagas (MIP).
<http://www.fao.org/noticias/1998/ipm-s.htm> (7 de marzo de 2016).
- [22] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2011). PÉRDIDAS Y DESPERDICIO DE ALIMENTO EN EL MUNDO. <http://www.fao.org/docrep/016/i2697s/i2697s.pdf> (21 de marzo de 2016).
- [23] Los efectos económicos de las plagas y enfermedades transfronterizas de los animales y las plantas.
<http://www.fao.org/docrep/003/x9800s/x9800s16.htm#TopOfPage> (21 de marzo de 2016).
- [24] Greenpeace. (2009). Transgénicos: impacto medioambiental y consecuencias para la salud.
http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/transgenicos/salud_medioambiente_notas.pdf (21 de marzo de 2016).
- [25] Greenpeace. (2015). Los plaguicidas y nuestra salud, una preocupación creciente.
http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/2015/Report/agricultura/Plaguicidas_Y%20_Nuestra_Salud_ResumenCastellano.pdf (21 de marzo de 2016).
- [26] Greenpeace. (2013). El declive de las abejas.
http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/Agricultura-ecologica/el_declive_de_las_abejas.pdf (21 de marzo de 2016).
- [27] Los insectos, imparables en un mundo globalizado.
<http://www.anecpla.com/blog-anecpla-147#.VusvfLhDIU> (22 de marzo de 2016).
- [28] Los insecticidas domésticos, peligrosos durante el embarazo.
<http://www.anecpla.com/blog-anecpla-116#.VusU6uLhDIU> (22 de marzo de 2016).
- [29] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). (2008). MEDIDAS DE CONTROL Y ERRADICACIÓN. http://www.magrama.gob.es/es/parques-nacionales- oapn/publicaciones/edit_libro_04_07_tcm7-46331.pdf (28 de marzo de 2016).
- [30] MORENTE SÁNCHEZ, Francisco Juan (ES). VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO BIOMIMÉTICO REPRODUCTOR DE LA FIGURA DE UN AVE. Patente ES2457690 A1, abril 28, 2014. OEPM.
<http://consultas2.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=P201201069> (28 de marzo de 2016).
- [31] CASTILLON BELLO, JORGE (ES). GENERADOR DE VIBRACIONES, ESPECIALMENTE PARA AHUYENTAR ROEDORES. Patente ES8201810 A1, enero 16, 1982. Oficina Española de Patentes y Marcas.
<http://consultas2.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=P0500415> (28 de marzo de 2016).
- [32] RAMON ROJANO, JOSE (ES). DISPOSITIVO PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN INSTALACIONES GANADERAS Y SIMILARES. Patente ES2343053 A1, julio 21, 2010. Oficina Española de Patentes y Marcas.
<http://consultas2.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=P200900150> (28 de marzo de 2016).
- [33] HEATH, ROBERT R.; EPSKY, NANCY D. NUEVO SISTEMA PARA ATRAPAR MOSCAS DE LA FRUTA. Patente ES2185701 T3, mayo 1, 2003. Oficina Española de Patentes y Marcas.
<http://consultas2.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=PCT/US1995/004873> (28 de marzo de 2016).

- [34] BEL PANISELLO, Santiago (ES). MÉTODO Y DISPOSITIVO PARA LA ERRADICACIÓN SELECTIVA DE PLAGAS DE MOLUSCOS E INVERTEBRADOS CON SISTEMA CIRCULATORIO BASADO EN LA HEMOCIANINA. Patente ES2385944 A1, agosto 03, 2012. Oficina Española de Patentes y Marcas.
<http://consultas2.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=P201001524> (28 de marzo de 2016).
- [35] BREA SÁNCHEZ, Víctor Manuel (ES). SISTEMA Y MÉTODO PARA LA DETECCIÓN DE MOLUSCOS GASTERÓPODOS TERRESTRES. Patente ES2477116 A1, julio 15, 2014. OEPM.
<http://consultas2.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=P201430020> (28 de marzo de 2016).
- [36] GOMEZ FERNANDEZ, JOSE MARIA (ES). DISPOSITIVO PARA LA ELIMINACION DE PLAGAS DE ORUGAS PROCESIONARIAS DEL PINO. Patente ES1054321 U, julio 1, 2003. OEPM.
<http://consultas2.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=U200300765> (28 de marzo de 2016).
- [37] Ornilux. Bird protection glass.
<http://www.ornilux.com/> (9 de mayo de 2016)
- [38] Despejan el enigma de las rayas de las cebras: sirven para espantar a las moscas.
<http://www.elmundo.es/elmundo/2012/02/10/natura/1328869224.html> (9 de mayo de 2016)
- [39] El aroma de la cerveza embriaga a las moscas.
<http://www.muyinteresante.es/ciencia/articulo/el-aroma-de-la-cerveza-embriaga-a-las-moscas-701412931087> (28 de mayo de 2016).
- [40] Gracias, moscas, por la cerveza.
http://elpais.com/elpais/2014/10/10/ciencia/1412952158_666855.html (28 de mayo de 2016).
- [41] Kevin J. Verstrepen. (23 de octubre de 2014). The Fungal Aroma Gene ATF1 Promotes Dispersal of Yeast Cells through Insect Vectors. *Cell reports*, 9, 425-432. (28 de mayo 2016)
- [42] Natalie Hempel de Ibarra, Keri V Langridge y Misha Vorobyev. (20 de octubre de 2015). More than colour attraction: behavioural functions of flower patterns. ELSEVIER, 12, 64-70. (1 de junio de 2016)
- [43] Heather M. Whitney, Alison Reed, Sean A. Rands, Lars Chittka, Beverley J. Glover. (21 de marzo de 2016). Flower Iridescence Increases Object Detection in the Insect Visual System without Compromising Object Identity. *Current Biology*, 26, 802-808. (1 de junio de 2016)
- [44] Ádám Egri, Miklós Blahó, György Kriska, Róbert Farkas, Mónika Gyurkovszky, Susanne Åkesson and Gábor Horváth. (28 de noviembre de 2011). Polarotactic tabanids find striped patterns with brightness and/or polarization modulation least attractive: an advantage of zebra stripes. *The Journal of Experimental Biology*, 215, 736-745. (20 de mayo de 2016)

FASE 0

Las profesiones más peligrosas del mundo.

<http://listas.20minutos.es/lista/las-profesiones-mas-peligrosas-del-mundo-397869/> (15 febrero 2016).

Pronto habrá más plástico que peces en el océano.

http://www.playgroundmag.net/noticias/actualidad/plastico-peces-oceanos_0_1685831401.html?utm_source=facebook.com&utm_medium=post&utm_campaign=plastic_o_mar (15 de febrero de 2016).

Incendios forestales.

<http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Bosques/Incendios-forestales-en-Espana/> (15 de febrero de 2016).

Un estudio revela que los ciclistas respiran tres veces más contaminación que los peatones.

http://www.heraldo.es/noticias/aragon/zaragoza_provincia/zaragoza/2015/08/29/estudio_revela_que_los_ciclistas_respiran_tres_veces_mas_contaminacion_que_los_peatones_479653_301.html (16 de febrero de 2016).

Lavar su forro polar puede alterar la fertilidad de una ballena.

http://elpais.com/elpais/2015/12/30/ciencia/1451472277_280896.html (16 de febrero de 2016).

Alternativas ecológicas, para evitar el uso de plaguicidas.

<http://plaguicidas-y-alternativas.org/noticias/2011-10-17-alternativas-ecol%C3%B3gicas-para-evitar-el-uso-de-plaguicidas> (17 de febrero de 2016).

Implementan casas con calefacción natural para enfrentar el frío.

<http://www.terra.com.pe/buenas-noticias/noticias/acc1433/implementan-casas-con-calefaccion-natural-para-enfrentar-frío-puno.html> (17 de febrero de 2016).

50 Sensor Applications for a Smarter World.

http://www.libelium.com/top_50_iot_sensor_applications_ranking/ (24 de febrero de 2016).

Tecnología israelí para apagar incendios con rayos láser.

<http://latamisrael.com/tecnologia-israeli-para-apagar-incendios-con-rayos-laser/> (25 febrero de 2016).

Una explosión podría ser el nuevo método para apagar incendios.

<http://www.xatakaciencia.com/medio-ambiente/una-explosion-podria-ser-el-nuevo-metodo-para-apagar-incendios> (25 de febrero de 2016).

Plaguicidas, pesticidas, insecticidas y herbicidas.

<http://es.slideshare.net/rosaliaac/plaguicidas-pesticidas-insecticidas-herbicidas> (28 de febrero de 2016).

Extensión Cooperativa de Cornell y Penn State. (2000). Recomendaciones para el Manejo de Plagas en el Ganado Vacuno. <http://ento.psu.edu/extension/factsheets/pdf/spanish-pdfs/DairyCattleSp.pdf> (28 de febrero de 2016).

Los plaguicidas, en cuanto contaminantes del agua.

<http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s06.htm> (28 de febrero de 2016).

Centre for ecogenetics & Environmental Health. (2014). Riesgos a la salud por pesticidas en los alimentos. https://depts.washington.edu/ceeh/downloads/FF_Pesticides_SP.pdf (28 febrero de 2016).

FASE 1

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. <<http://www.magrama.gob.es>>

Control de plagas, enfermedades y malezas.

<http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/maquinaria-agricola/control-plagas.aspx> (2 de marzo de 2016).

Estadística anual de consumo de productos fitosanitarios y Estadística quinquenal de utilización de productos fitosanitarios en la Agricultura.

<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/estadisticas-medios-produccion/fitosanitarios.aspx> (2 de marzo de 2016).

Guías de Gestión Integrada de Plagas.

<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/guias-gestion-plagas/> (7 de marzo de 2016).

Boletín de Sanidad Vegetal – Plagas.

http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/art_datos.asp?articuloid=227&codrevista=Plagas (7 de marzo de 2016).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <<http://www.fao.org/>>

Sistema de prevención de emergencia de plagas y enfermedades transfronterizas.

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0765s/i0765s03.pdf> (2 de marzo de 2016).

El control de plagas.

<http://www.fao.org/focus/s/specpr/spro12-s.htm> (3 de marzo de 2016).

INVENTARIO Y ANÁLISIS DE LAS PÉRDIDAS POST-COSECHA.

<http://www.fao.org/docrep/004/ac301s/ac301s04.htm> (17 de marzo de 2016).

Estadísticas FAO (FAOSTAT).

<http://faostat3.fao.org/home/S> (20 de marzo de 2016).

Enfermedades transfronterizas de los animales.

<http://www.fao.org/emergencies/emergencias/enfermedades-transfronterizas-de-los-animales/es/?page=2&ipp=10> (8 de marzo de 2016).

Greenpeace. <<http://www.greenpeace.org/>>

Agricultura ecológica y resistencia natural a las plagas.

<http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/Soluciones-y-demandas/Agricultura-ecologica/> (6 de marzo de 2016).

Greenpeace. (2014). 'PLAN aBejas, Vivir sin plaguicidas. El cambio hacia la agricultura ecológica.

[http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/2015/Report/transgenicos/PLANABejas_VivirSinPlaguicidas\(1\).pdf](http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/2015/Report/transgenicos/PLANABejas_VivirSinPlaguicidas(1).pdf) (21 de marzo de 2016).

Greenpeace. (2015). Agricultura ecológica: los siete principios de un sistema alimentario adecuado.

<http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/2015/Report/agricultura/GPI-EcoFarming-DEF-HR.pdf> (21 de marzo de 2016).

Asociación Nacional de Empresas de Sanidad Ambiental (ANECPLA). <<http://anecpla.com/>>

INFOPLAGAS.

<http://www.anecpla.com/contenido-anecpla-4541> (24 de marzo de 2016).

Plagas urbanas ¿Quién conquista a quién?.

<http://www.anecpla.com/blog-anecpla-225#.Vusr2uLhDIU> (11 de marzo de 2016).

¿Qué pasaría si...?.

<http://www.anecpla.com/blog-anecpla-167#.VussOOLhDIU> (20 de marzo de 2016).

Crean un drone para cazar los nidos de la avispa asiática.

<http://www.anecpla.com/blog-anecpla-202#.Vusr-LhDIU> (24 de marzo de 2016).

Línea Verde: una aplicación móvil para erradicar las plagas.

<http://www.anecpla.com/blog-anecpla-162#.VussQuLhDIU> (24 de marzo de 2016).

Ultrasonidos para combatir las chinches, engaño y estafa.

<http://www.anecpla.com/blog-anecpla-62#.Vusv4OLhDIU> (28 de marzo de 2016).

Definición de las causas. <diversas fuentes>

Factores que desencadenan brotes de plagas de insectos en los agroecosistemas.

<http://www.fundesram.info/biblioteca.php?id=2067> (14 de marzo de 2016).

Plagas comunes: Factores que influyen en su aparición.

<http://www.antcontroldeplagas.es/plagas-comunes-factores-que-influyen-en-su-aparicion/> (13 de marzo de 2016).

¿Qué es una plaga?.

<http://contraplagagaleon.com/productos1493498.html> (10 de marzo de 2016).

Plagas y control de plagas (AgriWiki).

http://es.agriwiki.org/index.php/Plagas_y_control_de_plagas (11 de marzo de 2016).

Plagas y enfermedades.

<http://www.fronda.com/plagas-y-enfermedades> (11 de marzo de 2016).

Los últimos lugares de la Tierra donde no hay especies invasoras.

http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/09/140912_vert_fut_ciencia_ultimo_lugar_sin_especies_invasoras_np (13 de marzo de 2016).

Estudio de mercado. <diversas fuentes>

Lelibum monitoriza viñas en Suiza con sensores para predecir plagas.

<http://www.elmundo.es/economia/2015/10/28/563103fa46163f113d8b45d6.html> (27 marzo de 2016).

Überbaum.

<http://überbaum.com/> (27 de marzo de 2016).

Inesfly, la pintura “salva vidas” contra las plagas se presenta en Gandia.

<https://controldeplagasurbanas.wordpress.com/2014/07/22/inesfly-pintura-biocida/> (27 marzo 2016).

Biagro.

<http://www.biagro.es/> (24 de marzo de 2016).

Sanidad Agrícola Econex, S.L.

<http://www.biagro.es/> (24 de marzo de 2016).

Sanitrade. Un mundo de soluciones.

<http://www.sanitrade.es/> (24 de marzo de 2016).

Actipower Trap.

<http://actipowertrap.es/> (27 de marzo de 2016).

Techline Manufacturing.

<http://www.techlinemfg.com/> (27 de marzo de 2016).

Depec, gestión sostenible de plagas.

<http://www.depec.es/#3> (27 de marzo de 2016).

Anticimex.

<https://www2.anticimex.com/es-ES/> (29 de marzo de 2016).

FASE 2

Repelentes y atrayentes. <diversas fuentes>

Los mejores repelentes caseros para mosquitos.

<http://mejorconsalud.com/los-mejores-repelentes-caseros-para-mosquitos/> (9 de mayo de 2016).

Una investigación aragonesa permite patentar un bioplaguicida elaborado con ajenjo.

<http://www.heraldo.es/noticias/aragon/2016/05/10/la-colabora-patente-bioplaguicida-849081-300.html> (9 de mayo de 2016).

Repelente de insectos. https://es.wikipedia.org/wiki/Repelente_de_insectos (9 de mayo de 2016).

¿Cuál es el mejor repelente de mosquitos?

<http://boticariagarcia.com/2014/05/13/cual-es-el-mejor-repelente-de-mosquitos/> (9 de mayo de 2016).

DEET. Ficha de datos generales.

<http://npic.orst.edu/factsheets/DEETgen.es.html#wildlife> (9 de mayo de 2016).

DEET. <https://es.wikipedia.org/wiki/DEET> (9 de mayo de 2016).

¿Son un nuevo timo las pulseras antimosquitos?

<http://blogs.20minutos.es/cronicaverde/2013/07/29/son-un-nuevo-timo-las-pulseras-antimosquitos/> (9 de mayo de 2016).

Pulseras antimosquitos, ¿son eficaces?

<https://desinsectador.com/2013/07/01/pulseras-antimosquitos-son-eficaces/> (9 de mayo de 2016).

Seis cosas científicamente probadas que atraen a los mosquitos.

http://www.cienciexplora.com/divulgacion/seis-cosas-cientificamente-probadas-que-atraen-mosquitos_2015070900098.html (9 de mayo de 2016).

Cómo afecta la presión y la luz a los insectos. <diversas fuentes>

Animales meteorólogos.

<http://picazo.eltiempo.es/2014/10/23/animales-meteorologos/> (9 de mayo de 2016).

El derroche de luz altera la reproducción de los insectos.

<http://www.levante-emv.com/ciencia-salud/2008/12/19/derroche-luz-altera-reproduccion-insectos/533819.html> (9 de mayo de 2016).

La comunicación entre insectos. <diversas fuentes>

El sonido y otras formas de comunicación de los insectos.

<http://suite101.net/article/el-sonido-y-otras-formas-de-comunicacion-de-los-insectos-a60827#.VzMZC4SLTU> (10 de mayo de 2016).

¿CÓMO SE COMUNICAN LOS INSECTOS?

<https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2015/11/22/comunicacion-insectos/> (10 de mayo de 2016).

MECANISMOS DE COMUNICACIÓN DE LOS ANTRÓPODOS.

<http://www.bioscripts.net/zoowiki/temas/17B.html> (10 de mayo de 2016).

LA COMUNICACIÓN QUÍMICA EN INSECTOS SOCIALES: FEROMONAS DE ALARMA Y DE PISTA.

http://www.magrama.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia_02_21_tcm7-45884.pdf (10 de mayo de 2016).

Formicidae. <https://es.wikipedia.org/wiki/Formicidae> (10 de mayo de 2016).

Qué asusta a las plagas. <diversas fuentes>

Las moscas también se asustan.

http://elpais.com/elpais/2015/05/13/ciencia/1431531344_749105.html (10 de mayo de 2016).

¿Cómo ahuyentar sin dañar a ratas y ratones?

<http://www.defensanimal.org/publicaciones/ahuyentar-sin-danar/como-ahuyentar-a-ratas-y-ratones.html> (10 de mayo de 2016).

Sonido para asustar ratas, perros, gatos, mosquitos y reptiles.

<https://www.youtube.com/watch?v=wGdei61mMnI> (10 de mayo de 2016).

Colores y patrones visuales. <diversas fuentes>

Las cebras tienen rayas para espantar a las moscas.

<http://www.ecologiaverde.com/las-cebras-tienen-rayas-para-espantar-a-las-moscas/> (11 de mayo 2016)

Por qué los caballos se visten de cebra, y no es disfraz.

<http://www.elmundo.es/cronica/2015/08/11/55c4e3d8ca47412f6d8b4595.html> (11 de mayo de 2016).

Colores y patrones. Naturaleza y creación. <http://nyc.org.es/colores-y-patrones/> (11 de mayo de 2016)

El cristal diseñado para que los pájaros no se estrellen contra él.

<http://www.omicrono.com/2014/05/el-cristal-disenado-para-que-los-pajaros-no-se-estrellen-contra-el/>

La orientación de los insectos mediante la luz polarizada.

<http://www.investigacionciencia.es/revistas/temas/numero/2/la-orientacion-de-los-insectos-mediente-la-luz-polarizada-3131> (11 de mayo de 2016).

La luz y los insectos.

<http://theartropodos.blogspot.com.es/2010/06/la-luz-y-los-insectos.html> (11 de mayo de 2016).

La visión de los insectos desde un punto de vista óptico.

http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_18/B18-010-027.pdf (11 de mayo de 2016).

FASE 3

DEET. <diversas fuentes>

La visión de los insectos desde un punto de vista óptico.

<http://npic.orst.edu/factsheets/DEETgen.es.html> (3 de junio de 2016).

La visión de los insectos desde un punto de vista óptico.

http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_18/B18-010-027.pdf (3 de junio de 2016).