



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Aplicación de tecnologías IoT y Blockchain para garantizar la trazabilidad y la transparencia en la aplicación de fitosanitarios en campos de vid.

Application of IoT and Blockchain technologies to guarantee traceability and transparency in the application of phytosanitary products in vineyards.

Autor

Jorge Yuste Sanz

Directores

Emilio Larrodé Pellicer

Carlos Millán Ibor

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2020

## Resumen

La utilización de productos fitosanitarios en la agricultura y en concreto en el viñedo tiene una importancia clave en cuanto a productividad y calidad de las cosechas, pero también tiene ciertos riesgos que es preciso controlar. Este trabajo se centra en contribuir a la consecución de la transparencia en la utilización de estos agentes químicos.

En la realización de este trabajo se ha estudiado minuciosamente todo el proceso de utilización de productos fitosanitarios atendiendo a la trazabilidad de su uso. Los distintos agentes involucrados, la maquinaria agrícola, las reglas de aplicación del agente químico, los diversos registros existentes o las formas de inspeccionar son los principales elementos que se han estudiado para entender el proceso.

En el camino, se han encontrado numerosas fallas en el actual sistema de trazabilidad que impiden mantener el control y transparencia del uso de fitosanitarios a nivel nacional. Y en base a ello, se ha propuesto y desarrollado un sistema global y digital de trazabilidad, que incorpora todos los registros y el cuaderno de explotación en una única plataforma.

Teniendo esta plataforma como base para solucionar los problemas de trazabilidad básicos se han introducido nuevas implementaciones con nuevos objetivos: control de dosis de fitosanitarios aplicada, consecución del uso sostenible de productos fitosanitarios, búsqueda del control del cumplimiento de la normativa, incorruptibilidad de los datos que conforman los registros y consecución de la trazabilidad a bajo nivel en los propios campos de vid.

Al finalizar el trabajo, todos estos objetivos se han desarrollado con la utilización de programación, empleo de tecnologías IoT e implementación del Blockchain, de forma que se ha conseguido una plataforma de registros y cuadernos de explotación digitales donde la información se puede introducir y consultar de forma totalmente transparente, consiguiendo así una total trazabilidad en el uso de productos fitosanitarios.

## Abstract

The use of plant protection products in agriculture and specifically in the vineyard is the key in terms of crop productivity and quality, but it also has certain risks that must be controlled. This work focuses on contributing to the achievement of transparency in the use of these chemical agents.

The entire process of using plant protection products has been carefully studied in this work, taking into account the traceability of their use. The different agents involved, the agricultural machinery, the application rules of the chemical agent, as well as the various existing registers or the ways to inspect, are the main elements that have been studied in order to understand the process.

Along the way, numerous flaws have been found in the current traceability system that hamper the control and transparency in the use of plant protection products at the national level. On this basis, a global and digital traceability system has been proposed and developed here, which incorporates all the records and the farm register on a single platform.

Taking this platform as a base to solve basic traceability problems, new implementations have been introduced with new objectives, such as: applied dosing control of phytosanitaries, achieving the sustainable use of phytosanitaries, seeking control of regulatory compliance, incorruptibility of the data that make up the records, and the achievement of low-level traceability in the vineyards.

Finally, all these objectives have been reached with the use of programming, as well as the use of IoT technologies and the implementation of the Blockchain. In this way, a platform of registries and the digital farm register have been achieved, where the information can be entered and consulted in a transparent way, thus achieving full traceability in the use of plant protection products.

# ÍNDICE

Resumen.....	2
Abstract .....	3
Glosario de términos.....	6
Índice de ilustraciones.....	7
Índice de tablas .....	11
Nomenclatura de variables .....	12
1. Introducción .....	13
1.1.    Objetivo y justificación del trabajo .....	15
1.2.    Alcance .....	15
2. Descripción del sistema de uso de productos fitosanitarios.....	16
2.1. Marco normativo.....	17
2.2. Gestión Integrada de Plagas (GIP).....	18
2.3. Asesoría en GIP.....	19
2.4. Formación.....	21
2.5. Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO) .....	23
2.6. Registro de Transacciones con Productos Fitosanitarios.....	23
2.7. Registro de Productos Fitosanitarios .....	24
2.8. Etiquetado de productos fitosanitarios .....	25
2.9. Almacenamiento por parte de los usuarios .....	27
2.10. Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA) .....	27
2.11. Maquinaria .....	28
2.12. Inspección Técnica de Equipos de Aplicaciones de Productos Fitosanitarios (ITEAF) ...	41
2.13. Aplicación de productos fitosanitarios.....	42
2.14. Calibración de equipos de tratamiento.....	43
2.15. Eliminación de envases vacíos. Sistema de Gestión de Residuos y Envases Usados (SIGFITO).....	50
2.16. Cuaderno de Explotación .....	51
2.17. Vigilancia de la utilización de productos fitosanitarios.....	57
3. Síntesis de la problemática y posible solución.....	63
4. Evolución a un sistema de trazabilidad digitalizado .....	67
4.1 Objetivos .....	67
4.2 Funcionamiento .....	68
4.3 Registros.....	70
4.4 Cuaderno de Explotación .....	77

5. Implementaciones sobre el cuaderno de explotación digital .....	81
5.1 Automatización de las inspecciones. ....	82
5.2 Control de la dosis sobre la explotación. ....	87
5.3. Incentivos para la reducción de dosis. ....	90
6. Implementación de las tecnologías Internet of Things (IoT) a la trazabilidad en los tratamientos fitosanitarios. ....	93
6.1. Implementación para el control de la trayectoria recorrida.....	95
6.2. Implementación para el control del volumen de aplicación.....	98
6.3. Implementación para el control de la meteorología .....	101
6.4. Recepción de datos y actualización de hoja de control .....	103
6.5. Incentivos .....	105
7. Implementación de la tecnología Blockchain. ....	107
7.1. Propuesta teórica y funcionamiento.....	108
7.2. Propuesta práctica. ....	110
8. Conclusiones.....	111
9. Líneas de futuro.....	112
10. Bibliografía .....	113
Anexo I. Estimación de superficie y número de explotaciones de cultivo exentos de asesoramiento.....	116
Anexo II. Registros y hojas que conforman la propuesta del sistema de trazabilidad digital...	120

## Glosario de términos

RD:	Real Decreto
GIP:	Gestión Integral de Plagas
MAGRAMA:	Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
PAN:	Plan de Acción Nacional
INE:	Instituto Nacional de Estadística
ROPO:	Registro Oficial de Productores y Operadores
LMR:	Límites máximos de residuos.
ROMA:	Registro Oficial de Maquinaria Agrícola
ITEAF:	Inspección Técnica de Equipos de Aplicación de Productos Fitosanitarios
TRV:	Tree Row Volumen
RETO:	Registro Electrónico de Transacciones y Operaciones
SIGFITO:	Sistema Integrado de Gestión de Residuos y Envases Usados
SIGPAC:	Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas
PNCOCA:	Plan Nacional de Control Oficial de la Cadena Alimentaria (PNCOCA)
PAC:	Política Agraria Común
AESAN:	Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición.
lot:	Internet of Things

# Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama general de la trazabilidad de los productos fitosanitarios. Fuente: elaboración propia. ....	16
Ilustración 2. Cuadro de estrategia de GIP frente a la Araña Amarilla Común. Fuente: [11] .....	19
Ilustración 3. Listado de explotaciones exentas de asesoramiento en GIP. Fuente: [13] .....	20
Ilustración 4. Carné de uso profesional de producto fitosanitarios, Nivel Básico .....	22
Ilustración 5. Extracto de la ficha técnica del registro de productos fitosanitarios del producto Safrán. Fuente: [19].....	24
Ilustración 6. Registro Oficial de Productos Fitosanitarios. Versión descargable. Fuente: [20] .	25
Ilustración 7. Fragmento de la etiqueta de un producto fitosanitario. ....	26
Ilustración 8. Armario de almacenamiento de productos fitosanitarios. ....	27
Ilustración 9. Recorte de los aspectos que recoge el ROMA. Fuente: [23].....	27
Ilustración 10. Un tamaño de gota pequeño abarca mayor superficie que un tamaño de gota mayor. ....	29
Ilustración 11. Pulverizador de barras. ....	30
Ilustración 12. Atomizador. ....	30
Ilustración 13. Nebulizador. ....	31
Ilustración 14. Compras de Equipos de Tratamiento en España en 2019. Fuente: [26].....	31
Ilustración 15. Circuito hidráulico del atomizador y pulverizador. Fuente: UPV .....	32
Ilustración 16. Filtro de malla, en entrada al depósito. ....	33
Ilustración 17. Tipología de la toma de fuerza de un tractor. Fuente: [27] .....	34
Ilustración 18. Bomba de pistones .....	34
Ilustración 19. Bomba de membrana.....	35
Ilustración 20. Esquema de regulador de resorte o de caudal constante (CC).....	36
Ilustración 21. Esquema de regulador de sección calibrada .....	36
Ilustración 22. Esquema de regulador variable.....	37
Ilustración 23. Pulverizador con sector de forma de barras horizontales .....	37
Ilustración 24. Tipología principal de boquillas, atendiendo a la forma de gotas generadas.....	38
Ilustración 25. Tabla de boquillas normalizadas. Fuente: [28] .....	39
Ilustración 26. 'Switch' selector de boquillas .....	39
Ilustración 27. Ventilador de un atomizador. ....	40
Ilustración 28. Pérdidas de caldo por deriva y por goteo .....	44
Ilustración 29. Esquema de los parámetros geométricos del TRV.....	44
Ilustración 30. Ejemplo de albarán de entrega de envases vacíos. ....	51
Ilustración 31. Hoja de "Datos generales" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37] .....	52
Ilustración 32. Hoja de "Personas que intervienen" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37] .....	52
Ilustración 33. Hoja de "Equipos de aplicación" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37] ....	52
Ilustración 34. Hoja de "Datos identificativos de la parcela" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37] .....	53
Ilustración 35. Hoja de "Datos identificativos medioambientales" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37].....	53
Ilustración 36. Hoja de "Registro de actuaciones fitosanitarias" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37].....	53
Ilustración 37. Hoja de "registro de actuaciones fitosanitarias, con asesoramiento" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37] .....	54

Ilustración 38. Hoja de " Otros registros de tratamiento fitosanitarios " del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37] .....	54
Ilustración 39. Hoja de "Registro de Análisis de residuos" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37] .....	55
Ilustración 40. Hoja de "Registro de cosecha comercializada" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37].....	56
Ilustración 41. Muestra mínima a inspeccionar por comunidades autónomas. Fuente: [39] ....	58
Ilustración 42. Explotaciones inspeccionadas por el PNCOCA en 2019. Elaboración propia, obtenido de: [40].....	58
Ilustración 43. Recorte de los resultados del informe del PNCOCA 2018. Fuente: [40] .....	59
Ilustración 44. Recorte de los resultados del informe del PNCOCA 2018. Fuente: [40] .....	59
Ilustración 45. Recorte de los resultados del informe del PNCOCA 2018. Fuente: [40] .....	60
Ilustración 46. Beneficiarios de la PAC en 2019 en España, que fueron inspeccionados. Fuente: [44] .....	61
Ilustración 47. Fotografía tomada durante la visita a FIMA 2020 Zaragoza .....	66
Ilustración 48. Sistema de trazabilidad de fitosanitarios digitalizado.....	68
Ilustración 49. Propuesta de la interfaz del sitio web .....	69
Ilustración 50. Código QR que da acceso al prototipo elaborado.....	69
Ilustración 51. Modelo actual de Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA).....	70
Ilustración 52. Diagrama ROMA. Elaboración propia .....	70
Ilustración 53. Modelo actual de Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO) .....	71
Ilustración 54. Diagrama ROPO. Elaboración propia.....	71
Ilustración 55. Extracto de la ficha técnica del registro de productos fitosanitarios del producto Safrán. Fuente: [13].....	72
Ilustración 56. Modelo actual de Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO) .....	72
Ilustración 57. Propuesta de Registro de Productos Fitosanitarios .....	73
Ilustración 58. Diagrama Registro de Productos Fitosanitarios. Elaboración Propia.....	73
Ilustración 59. Propuesta de Registro de Transacciones con Productos Fitosanitarios.....	74
Ilustración 60. Diagrama Registro de Transacciones. Elaboración propia .....	74
Ilustración 61. Ejemplo de actual albarán de entrega de envases vacíos, visto en el apartado 2. ....	75
Ilustración 62. Propuesta de Registro de Devolución de Envases Vacíos de SIGFITO .....	75
Ilustración 63. Diagrama del registro de envases vacíos. Elaboración Propia .....	75
Ilustración 64. Interpretación del actual Registro General de la Producción Agrícola (REGIPA).....	76
Ilustración 65. Diagrama REGIPA. Elaboración Propia .....	76
Ilustración 66. Listado de explotaciones .....	77
Ilustración 67. Menú del cuaderno de explotación. ....	77
Ilustración 68. Hoja 1: Datos identificativos de las parcelas.....	78
Ilustración 69. Hoja 2: Equipos de aplicación de productos fitosanitarios propios de la explotación.....	78
Ilustración 70. Hoja 3: Personas que intervienen en el tratamiento con productos fitosanitarios. ....	79
Ilustración 71. Hoja 4: compras realizadas de productos fitosanitarios .....	79
Ilustración 72. Hoja 5: Registro de tratamientos fitosanitarios .....	80
Ilustración 73. Hoja 6: Devoluciones efectuadas de envases vacíos en puntos de recogida SIGFITO.....	80
Ilustración 74. Propuesta de hoja de Control. En la imagen, inspección no aprobada. ....	82
Ilustración 75. El programa busca que exista una persona con el rol de asesor. ....	83

Ilustración 76. En la ilustración se observa que el asesor no ha realizado la validación final. ....	83
Ilustración 77. Resultado ITEAF en los equipos utilizados. ....	84
Ilustración 78. Vigencia del carnet. ....	84
Ilustración 79. Registro de productos fitosanitarios. ....	85
Ilustración 80. Registro de tratamientos fitosanitarios. ....	85
Ilustración 81. Cantidad de litros utilizados. ....	86
Ilustración 82. Hoja 6 que indica las devoluciones de envases vacíos efectuadas .....	86
Ilustración 83. Engaño para aplicar sobredosis que se puede realizar al sistema de trazabilidad. .....	87
Ilustración 84. Nueva hoja de devoluciones de productos no usados.....	88
Ilustración 85. Nueva función para controlar la devolución de productos no utilizados. ....	89
Ilustración 86. Esquema de la solución al engaño de la dosis.....	89
Ilustración 87. Engaño de la infradosificación.....	90
Ilustración 88. Hoja de Certificación de uso de productos fitosanitarios .....	91
Ilustración 89. Actual sello de producción ecológica .....	92
Ilustración 90. Ejemplo de engaño para realizar sobredosis sobre una parcela.....	95
Ilustración 91. Ruta patrón.....	96
Ilustración 92. Programa de visión artificial para el chequeo de trayectoria de tratamiento ....	97
Ilustración 93. La trayectoria realizada es tratada por un programa de visión artificial. En rojo, trayectoria irregular. ....	97
Ilustración 94. Hoja resumen en el cuaderno de explotación .....	98
Ilustración 95. Ubicación del caudalímetro representado con la letra Q .....	99
Ilustración 96. Concepto del programa de visión artificial para calcular la anchura de trabajo .....	100
Ilustración 97. Resumen en cuaderno de explotación del volumen de aplicación.....	100
Ilustración 98. Estación meteorológica autónoma [49] .....	102
Ilustración 99. Hoja resumen del control de las variables meteorológicas .....	102
Ilustración 100. Interfaz de la nueva hoja de Registro de tratamientos digitalizados.....	103
Ilustración 101. Hoja de control actualizada con respecto implementaciones IOT.....	104
Ilustración 102. Actual sello de producción integrada en Aragón .....	106
Ilustración 103. La tecnología Blockchain fue creada en el desarrollo de Bitcoin .....	107
Ilustración 104. Imagen artística representando la descentralización .....	109
Ilustración 105. Recorte de las explotaciones exentas de asesoramiento. Fuente: [5].....	118
Ilustración 106. Acceso al prototipo elaborado en Google Spreadsheets .....	120
Ilustración 107. Interfaz principal .....	120
Ilustración 108. Listado de cuadernos de explotación.....	120
Ilustración 109. Menú del cuaderno de explotación .....	121
Ilustración 110. Hoja 1 del cuaderno de explotación.....	121
Ilustración 111. Hoja 2 del cuaderno de explotación.....	122
Ilustración 112. Hoja 3 del cuaderno de explotación.....	122
Ilustración 113. Hoja 4 del cuaderno de explotación.....	123
Ilustración 114. Hoja 5 del cuaderno de explotación.....	124
Ilustración 115. Hoja 6 del cuaderno de explotación.....	125
Ilustración 116. Hoja 7 del cuaderno de explotación.....	125
Ilustración 117. Hoja 8 del cuaderno de explotación.....	126
Ilustración 118. Hoja 9 del cuaderno de explotación.....	126
Ilustración 119. Hoja 10 del cuaderno de explotación.....	127
Ilustración 120. Registro de productos fitosanitarios .....	128

Ilustración 121. REGEPA.....	129
Ilustración 122. ROMA .....	130
Ilustración 123. ROPO .....	131
Ilustración 124. Registro de transacciones con productos fitosanitarios .....	132
Ilustración 125. Registro de devolución de envases vacíos de SIGFITO.....	133

## Índice de tablas

Tabla 1. Nomenclatura de variables.....	12
Tabla 2. En Viñedos, superficie y número de explotaciones exentas o no de asesoramiento, en ratios. Fuente: elaboración propia, en Anexo I.....	20
Tabla 3. Niveles de formación mínimos para distintos agentes en el uso de fitosanitarios. Fuente: elaboración propia. ....	22
Tabla 4. Tabla de valores del parámetro i. Fuente: [33] .....	45
Tabla 5. Muestras de cultivos cosechados analizados, en búsqueda de residuos de fitosanitarios: Obtenido de: [47] .....	62
Tabla 6. Explotaciones inspeccionadas en un año. Elaboración propia .....	64
Tabla 7. Presupuesto de las implementaciones IoT propuestas.....	105
Tabla 8. Certificaciones en función de la tecnología aplicada .....	106
Tabla 9. Superficie de cultivo exenta y no exenta de asesoramiento. Datos obtenidos de: [5].....	116
Tabla 10. Superficie de cultivo de uva de mesa y uva de transformación. Elaboración propia a partir de las fuentes mencionadas al final del apartado.....	117
Tabla 11. Superficie y N.º de explotaciones según el tipo de producción, en viñedos. Elaboración propia a partir de las fuentes mencionadas al final del apartado. ....	117
Tabla 12. Viñedos con más de 5 ha. Elaboración propia a partir de las fuentes mencionadas al final del apartado.....	118
Tabla 13. En viñedos, Superficie y número de explotaciones exentas o no de asesoramiento, en ratios. Elaboración propia a partir de las fuentes mencionadas al final del apartado. ....	119

## Nomenclatura de variables

Variable	Descripción	Unidades
TRV	Volumen de vegetación	$\left[\frac{m^3}{ha}\right]$
H	Altura de vid	[m]
E	Anchura de vid	[m]
L	Distancia entre hileras	[m]
D	Volumen de aplicación	$\left[\frac{l}{ha}\right]$
V	Volumen de caldo que hay que aplicar por volumen de follaje	$\left[\frac{l}{m^3}\right]$
i	Índice de ajuste de la masa foliar [0,7-1]	[-]
Q	Caudal de suministro	$\left[\frac{l}{min}\right]$
v	Velocidad de avance	$\left[\frac{km}{h}\right]$
q	Caudal de una boquilla	$\left[\frac{l}{min}\right]$
n	Número de boquillas	[boquillas]
F	Flujo de aire generado por el ventilador	$\left[\frac{m^3}{h}\right]$
K	Factor adimensional para el cálculo del flujo de aire [2,5-3,5]	[-]
VA	Volumen de agua en depósito	[l]
S	Superficie a tratar	[ha]
VP	Volumen de producto en depósito	[l]
C	Concentración de producto fitosanitario en caldo	[%]
d	Dosis de producto fitosanitario	$\left[\frac{l}{ha}\right]$

Tabla 1. Nomenclatura de variables

# 1. Introducción

Las enfermedades y plagas en cultivos han sido un problema constante desde el momento en el que el ser humano empezó a trabajar la tierra. Muestra de ello son las escrituras que se tienen de la antigua Grecia, donde se indica el empleo del azufre como preventivo contra los agentes perjudiciales (Homero, s. VIII a.C.) [1]. La aparición de malas hierbas, insectos, hongos, bacterias o ácaros suponen un problema productivo que es imprescindible paliar.

Los productos fitosanitarios se definen como aquellas sustancias o mezclas de sustancias destinadas a la protección (destruyendo todo tipo de microorganismos malignos) y mejora (combatiendo formas de vida vegetal invasoras o luchando contra enfermedades de los cultivos ocasionadas por deficiencia de nutrientes) de las producciones agrícolas.

El uso de estos productos en la agricultura es un estándar hoy en día hasta tal punto que muchos agricultores no conocen otros medios de protección de los cultivos. Como muestra de la importancia: un sector de la industria química se ha especializado en la fabricación e investigación de nuevas disoluciones eficaces; los fabricantes de maquinaria agrícola han perfeccionado y diseñado nuevos equipos orientándolos a la realización de tratamientos fitosanitarios; los estados han desarrollado extensas y específicas legislaciones en torno al uso de los fitosanitarios; e incluso existen órganos estatales que organizan servicios de aviso con el objeto de que los tratamientos se efectúen en el momento óptimo, ya que las aplicaciones fitosanitarias constituyen una parte importante en los gastos de la explotación y en muchos casos su correcto empleo influye en el éxito de la cosecha.

Sin lugar a duda, el empleo de productos fitosanitarios arrastra multitud de **ventajas**:

- **Aumentos en rendimiento y calidad; descenso en deterioro y precios.**

Según la asociación empresarial que representa al sector fabricante de productos fitosanitarios en España (AEPLA), “hasta el 40% de la producción mundial de cultivos se pierde cada año por plagas, malas hierbas y enfermedades. Sin fitosanitarios estas pérdidas se duplicarían” [2].

La utilización de productos fitosanitarios supone un importante plus del rendimiento bruto de la cosecha, lo cual permite la reducción de los precios. Además, mejoran la calidad y el deterioro de las cosechas se ve reducido, de forma que se mejora la comercialización de las cosechas al posibilitarse almacenaje y transporte a largas distancias.

- **Ayudan a combatir enfermedades humanas**

Enfermedades humanas como la malaria o tifus son transmitidas a través de los insectos. Para luchar contra la Malaria, la OMS impulsó una campaña para exterminar mosquitos mediante aplicaciones masivas en los campos del producto fitosanitario DDT (Dicloro difenil tricloroetano). El plan resultó un éxito llegando a casi erradicar la enfermedad. Años después, en el Convenio de Estocolmo, se decidió la interrupción de esta estrategia la cual firmaron varios países, entre ellos India. Sin embargo, cinco años después, este país tuvo que rectificar debido a que la enfermedad se había propagado nuevamente infectando a millones de personas. [3]

- Su uso implica reducciones de las emisiones de CO2 y del uso de agua

Trabajar inteligentemente conlleva trabajar menos. El empleo de productos fitosanitarios reduce el volumen de agua por cosecha necesario en comparación con las cosechas que no los emplean. Y su utilización disminuye la necesidad de laboreos como la labranza, contribuyendo así a reducir las emisiones de CO2.

Sin lugar a duda, la agricultura no se puede entender sin el uso de productos fitosanitarios. Sin embargo, puesto que se trata de sustancias tóxicas, su empleo puede traer graves **desventajas:**

- Efectos negativos sobre las plagas, abejas y resistencia de las plantas

El empleo de fitosanitarios para combatir una plaga puede provocar efectos secundarios como la aparición de nuevas plagas al eliminar a los depredadores naturales que las tenían controladas. Pero el efecto secundario más importante es el surgimiento de resistencias. Ciertas plagas pueden adaptarse al agente activo tras mutaciones que conllevan la supervivencia y posterior reproducción.

También, los fitosanitarios son un riesgo para las abejas, las cuales son uno de los insectos que se encargan de polinizar multitud de cultivos. El 70% de los cultivos que alimentan al ser humano dependen de la polinización de insectos como las abejas. [4]

Por otra parte, los fitosanitarios pueden provocar cambios en el poder de resistencia de las mismas plantas. La interacción de las moléculas de las plantas con las de los pesticidas puede derivar en descomposiciones del vegetal minimizando sus defensas, lo cual puede derivar en infecciones como el pulgón.

- Contaminación de las aguas y del suelo

Puede pensarse que la contaminación por fitosanitarios es una contaminación local. Sin embargo, los tratamientos mediante pulverización en forma de pequeñas gotitas pueden provocar la expansión de la contaminación a otros lugares por el efecto del viento. Además, la lluvia puede arrastrar el contaminante y acabar depositándolo en otros lugares.

El medio acuoso es uno de los más afectados, tanto las aguas superficiales como las aguas subterráneas. Según datos del Informe del PAN 2018, el 43 % de las masas de agua superficiales y el 28 % de las masas subterráneas analizadas tenían presencia de productos fitosanitarios. [5]

La población de microorganismos en los suelos puede disminuir frente al exceso de fitosanitarios acumulados. Esto puede repercutir en la fertilidad de este, con lo que el cultivo tendrá menos nutrientes y derivará en mayores costes de fertilización. [1]

- Contaminación en alimentos.

Los residuos de los productos fitosanitarios pueden entrar en la cadena alimenticia y por tanto estar presentes en los alimentos. Un exceso de la utilización de estos puede provocar intoxicaciones en los consumidores y provocar incluso la muerte. La OMS estima que anualmente se producen 186.000 muertes por este motivo. [6]

Sin embargo, también es objeto de debate la peligrosidad de que estos entren en la cadena alimentaria incluso si son utilizados correctamente (respetando dosis y plazos de seguridad). Los efectos que puede derivar a largo plazo su acumulación en el

organismo no son del todo claros y a día de hoy existen multitud de estudios que presentan conclusiones opuestas y confusas. [1]

El uso sostenible de los productos fitosanitarios es el principal objetivo que tiene la agricultura actual. La búsqueda de un perfecto equilibrio entre producción y bajo riesgo.

En España, uno de los sectores más importantes de la agricultura es el cultivo de la uva. Cuenta con la mayor extensión cultivada de viñas del mundo (más de un 15 % del total mundial) y es la tercera en cuanto a producción por detrás de Italia y Francia. [7]

Ante la indudable importancia de los fitosanitarios en el rendimiento de la producción, resulta de una gran importancia el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan el aprovechamiento óptimo de estos productos, de forma que impulsen al sector vitivinícola nacional a aumentar sus producciones, pero siempre bajo el respeto al medio ambiente y a la salud del consumidor.

[1]–[7]

## 1.1. Objetivo y justificación del trabajo

El objetivo principal de este trabajo es contribuir a la consecución de la transparencia en la utilización de productos fitosanitarios. El uso de estos en la agricultura y en el viñedo tiene una gran importancia en cuanto a productividad y calidad de las cosechas, pero también tiene ciertos riesgos que es necesario controlar.

El cuaderno de explotación es un elemento en torno del cual giran todos los agentes que intervienen en el proceso de uso de fitosanitarios. El uso de la informática, IoT y Blockchain pueden contribuir a mejorar notablemente el cuaderno de explotación, donde la información se pueda introducir y consultar de forma transparente en tiempo real, y consiguiendo así mejoras en la trazabilidad.

## 1.2. Alcance

En la realización de este trabajo se ha estudiado minuciosamente todo el proceso de utilización de productos fitosanitarios atendiendo a la trazabilidad de su uso. Los distintos agentes involucrados, la maquinaria agrícola, las reglas de aplicación del agente químico, los diversos registros existentes o las formas de inspeccionar son los principales elementos que se han estudiado para entender el proceso.

En el camino, se han encontrado numerosas fallas en el actual sistema de trazabilidad que impedían mantener el control y transparencia del uso de fitosanitarios a nivel nacional. Y en base a ello, se ha propuesto y desarrollado un sistema global y digital de trazabilidad, que incorpora todos los registros y el cuaderno de explotación en una única plataforma.

Teniendo esta plataforma como base para solucionar los problemas de trazabilidad básicos se han introducido nuevas implementaciones con nuevos objetivos: control de dosis de fitosanitarios aplicada, consecución del uso sostenible de productos fitosanitarios, búsqueda del control del cumplimiento de la normativa, incorruptibilidad de los datos que conforman los registros y consecución de la trazabilidad a bajo nivel en los propios campos de vid. Estos objetivos se han desarrollado con la utilización programación, lot y Blockchain.

## 2. Descripción del sistema de uso de productos fitosanitarios.

Desde el punto de vista de la trazabilidad, se procede a estudiar y analizar el sistema de uso de productos fitosanitarios en España. Se trata de un complejo sistema en el que están implicados numerosos agentes que deben cumplir una amplia legislación. Y para ello, a lo largo de los últimos años se ha ido adicionando al sistema una serie de registros. De esta manera, se pretende que todos los movimientos del proceso de aplicación de un tratamiento fitosanitario queden grabados y por tanto asegurada la trazabilidad.

A continuación, se expone el resumen de todos los elementos y agentes implicados.

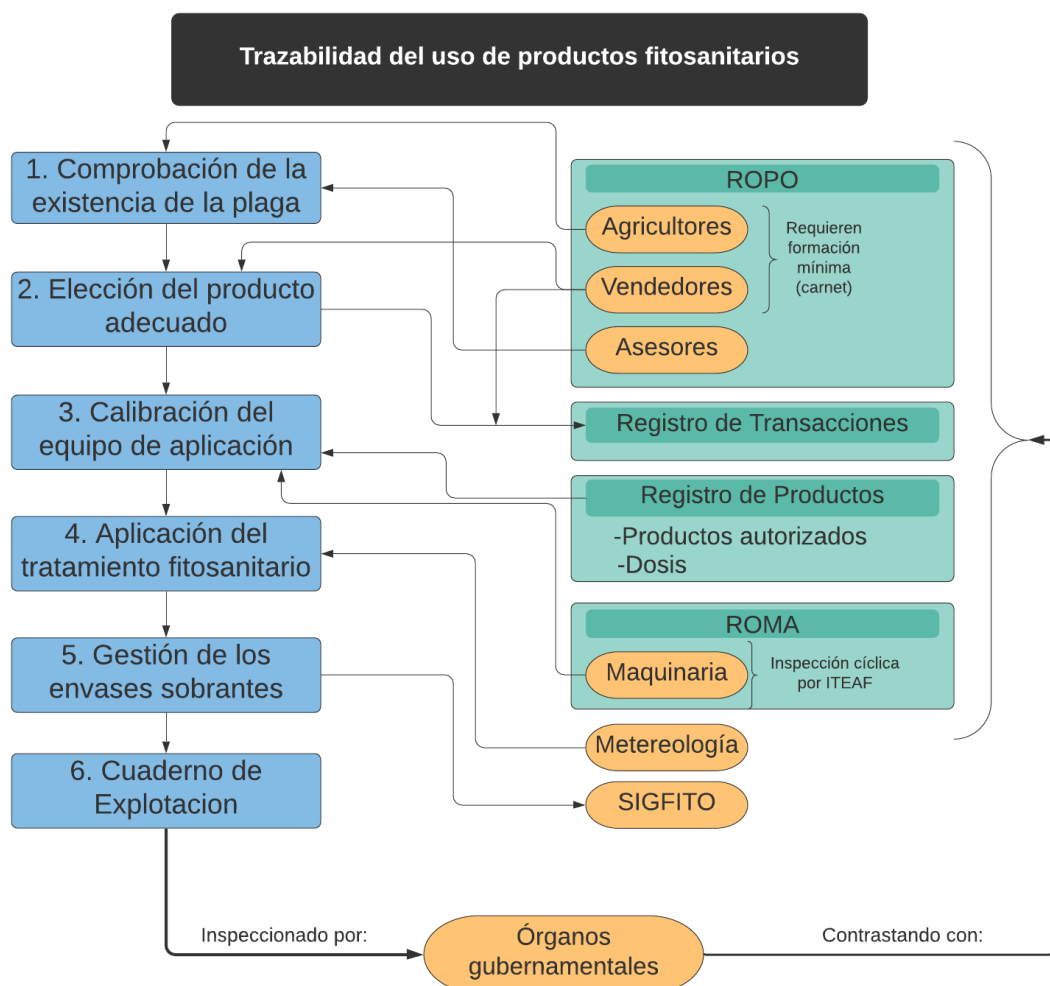


Ilustración 1. Diagrama general de la trazabilidad de los productos fitosanitarios. Fuente: elaboración propia.

## 2.1. Marco normativo

En España el uso de productos fitosanitarios está regulado bajo una extensa legislación que comprende diversos ámbitos como comercialización, maquinaria, transporte, modo de uso, seguridad laboral e inspecciones.

El objetivo principal de este marco normativo es reducir el impacto de los productos fitosanitarios en la salud humana y en el medio ambiente, reduciendo los riesgos y su uso, garantizando al mismo tiempo la protección necesaria de las cosechas.

La estrategia a seguir viene marcada por la Unión Europea cuando entre 2008 y 2009 se aprueba la nueva legislación comunitaria que todos estados miembros deben cumplir:

- Reglamento (CE) nº 1107/2009: relativo a la comercialización de productos fitosanitarios.
- Reglamento (CE) nº 1185/2009: relativo a las estadísticas de plaguicidas, que establece un marco común para la elaboración sistemática de estadísticas comunitarias relativas a la comercialización y utilización de productos fitosanitarios. Las estadísticas, junto con otros datos pertinentes, servirán, en particular, para cumplir los objetivos de la Directiva sobre uso sostenible de los plaguicidas.
- Directiva 2009/128 CE: pretende la consecución del uso sostenible de productos fitosanitarios reduciendo sus riesgos y efectos para la salud humana y el medioambiente, y la promoción de la Gestión Integrada de Plagas y los métodos y técnicas alternativas, como los medios de control no químicos.
- Directiva 2009/127 CE: sobre la fabricación de la maquinaria de aplicación de productos fitosanitarios.

De esta manera, gran parte del marco normativo nacional ha sido actualizado de acuerdo con lo dictado comunitariamente, quedando una legislación muy completa:

- Real Decreto 1311/2012: por el que se establece el marco de actuación nacional para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios (a partir de Directiva 2009/127 CE).
- Real Decreto 1702/2011: de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios (a partir de Directiva 2009/127 CE).
- Real Decreto 494/2012: sobre la fabricación de maquinaria de aplicación de productos fitosanitarios (a partir de Directiva 2009/127 CE).
- Ley 43/2002 de Sanidad Vegetal: relativa a la comercialización, la utilización y el uso racional y sostenible de los productos fitosanitarios.

Además, cabe mencionar que cumpliendo con lo dispuesto en el RD 1311/2012 se aprobó en diciembre de 2012 el primer Plan de Acción Nacional (PAN) para conseguir un uso sostenible de productos fitosanitarios, de acuerdo con el mandato comunitario. De esta manera, el MAGRAMA publica un informe anual con los resultados anuales de este ambicioso reto.

[8]–[10]

## 2.2. Gestión Integrada de Plagas (GIP)

La Gestión Integral de Plagas es una parte más de las disposiciones que desarrolla el RD 1311/2012 por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios y es de obligatoria aplicación para todas las explotaciones agrícolas desde el 1 de enero de 2014.

La GIP es una estrategia de control de plagas cuyo principal objetivo es el mínimo uso indispensable de productos fitosanitarios, priorizando cuando sea posible los métodos no químicos, con el objetivo de reducir riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

La estrategia tiene tres áreas de competencia (Prevención, Seguimiento-Observación e Intervención):

- Prevención: con el objetivo de hacer el máximo esfuerzo posible para evitar que aparezca la formación de plagas y así evitar cualquier tipo de tratamiento posterior. Mediante recursos como:
  - Rotación de cultivos
  - Elección de variedades resistentes
  - Higiene (ramas sueltas)
  - Fertilización
  
- Seguimiento-Observación: con los objetivos de determinar correctamente los organismos patógenos y de definir el momento óptimo de actuación contra estos.
  - Seguimiento de campo
  - Consejo Técnico (asesorías, guías)
  - Cuaderno de campo: se debe conocer el historial de campo en lo referente a los cultivos y tratamientos efectuados anteriormente, así como el nivel de control obtenido con los métodos empleados.
  - Prohibición de utilización de calendarios de tratamientos predefinidos
  
- Intervención: con el objetivo de definir la aplicación de medidas directas para reducir el daño económico.
  - Se debe anteponer siempre que sea posible los métodos biológicos y físicos a los métodos químicos. Asimismo, en caso de que no sea posible, se priorizará integrar métodos químicos con métodos alternativos.
  - Los productos fitosanitarios aplicados deberán ser tan específicos para el objetivo como sea posible.
  - Se debe limitar la utilización de productos fitosanitarios a los niveles que sean necesarios mediante la optimización de la dosis, reducción de la frecuencia de aplicación o mediante aplicaciones fraccionarias.
  - Cuando el riesgo de resistencia a una materia activa fitosanitaria sea conocido y cuando el nivel de organismos nocivos requiera repetir la aplicación del tratamiento, deberá aplicarse estrategias disponibles contra la resistencia, con el fin de mantener la eficacia de los productos. Por ejemplo, la utilización de materias activas con distintos mecanismos de resistencia, incremento de la dosis, utilización de distintos productos y alternancia en la aplicación.

Con objeto de servir de orientación, el MAGRAMA publica en su web Guías de Gestión Integrada para diferentes tipos de cultivos. Estas guías son muy útiles puesto que reúne un listado con las principales plagas del cultivo donde se incorpora información que sirve de utilidad para Prevenir,

realizar Seguimiento-Observación e Intervención. Sin embargo, cabe mencionar que son solamente guías en su más estricto significado de la palabra. Estas guías no indican qué producto activo se debe usar, aunque sí que puede indicar qué características debe tener el producto, así como la manera de usarlo.

Plagas principales	Seguimiento y estimación del riesgo para el cultivo	Medidas de prevención y/o culturales	Umbral/Momento de intervención	Medidas alternativas al control químico (*)	Medios químicos
<b>Araña amarilla común</b> ( <i>Tetranychus urticae</i> Koch.)	Observación del porcentaje de cepas con síntomas y complementariamente la presencia de formas de la plaga (adulto, larva, huevo) en hojas Esta observación se realizará desde inicio de floración hasta el invierno	Se recomienda elegir los plaguicidas contra otras plagas menos perjudiciales para los enemigos naturales del ácaro Es recomendable eliminar las malas hierbas al iniciarse la hinchazón de las yemas, justo antes del inicio de la brotación Los niveles altos de fertilización nitrogenada acarrearán el aumento de las poblaciones El deshojado y destallado (despiojado), favorece la ventilación del cultivo y la acción de los tratamientos	Se deberá realizar tratamiento cuando se sobrepasen los siguientes umbrales: - Inicio de floración: 5 % de cepas con síntomas - Coincidiendo con la 2ª generación de polilla: 25 % de cepas con síntomas - Inicio de invierno: 40 % de cepas con síntomas	<b>Medios biológicos</b> En general, el control biológico natural es importante y suficiente. Actuando como depredadores destacan coccinélidos ( <i>Stethorus punctillum</i> ), crisópidos ( <i>Chrysoperla carnea</i> ) y sobre todo, fitoseídos de los géneros <i>Typhlodromus</i> , <i>Euseius</i> o <i>Amblyseius</i>	En el caso de que el ataque se presente en uno o varios rodales, se pueden tratar solo estos, rodeados por una zona de protección. Si la presencia de la plaga está generalizada, tratar toda la parcela En cualquier caso, se realizará un máximo de 2 aplicaciones por campaña, mojando muy bien el envés de las hojas

Ilustración 2. Cuadro de estrategia de GIP frente a la Araña Amarilla Común. Fuente: [11]

[11], [12]

### 2.3. Asesoría en GIP

Tal y como se ha visto en el apartado anterior “Gestión Integrada de Plagas” todas las explotaciones están obligadas a cumplir la GIP. Y la manera eficaz y segura de cumplir con este requisito es con asesoría técnica.

Por defecto, cumplirían con la GIP:

- Explotaciones certificadas en Producción Ecológica. Es decir, explotaciones certificadas y auditadas cuyo principal objetivo es producir sin la utilización de productos fitosanitarios.
- Explotaciones certificadas en Producción Integrada. Es decir, explotaciones certificadas y auditadas que basan su producción en la utilización eficaz de los recursos, medios y tecnología disponibles.
- Otras explotaciones certificadas por el MAGRAMA y ATRIAS (Agrupaciones de asesoramiento en lucha integrada).

En consecuencia, las explotaciones agrarias que no estén acogidas a alguno de estos sistemas de producción mencionados deben contar con un asesoramiento técnico que permita garantizar que se cumplen los principios generales de la GIP. Es decir, todas las explotaciones de agricultura convencional.

Sin embargo, aquellas explotaciones de agricultura convencional que por sus características conllevan una baja utilización de productos fitosanitarios, no necesitan obligatoriamente un asesoramiento en GIP. El MAGRAMA elabora un listado con los criterios donde se puede observar qué tipo de cultivos y superficies están exentas de asesoramiento. A continuación, se muestra un recorte de dicho listado. Se observa que en el caso del viñedo de uva de transformación queda exento de asesoramiento para explotaciones menores de 5 [ha].

PRODUCCIONES Y TIPOS DE EXPLOTACIONES DE BAJA UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EXENTAS DE ASESORAMIENTO EN GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS			
LISTADO PRELIMINAR			
CULTIVO O CUBIERTA	SECANO	REGADIO	INVERNADERO / CULTIVO PROTEGIDO
<b>CEREALES GRANO (CE)</b>			
TRIGO DURO	EXENTO	EXENTO	
TRIGO BLANDO Y SEMIDURO	EXENTO	EXENTO	
CEBADA DE 2 CARRERAS	EXENTO	EXENTO	
CEBADA DE 6 CARRERAS	EXENTO	EXENTO	
AVENA	EXENTO	EXENTO	
CENTENO	EXENTO	EXENTO	
TRITICALE	EXENTO	EXENTO	
MEZCLA DE CEREALES DE INVIERNO	EXENTO	EXENTO	
ARROZ		NO EXENTO A PARTIR DE 2 HA	
MAIZ	EXENTO	EXENTO	
SORGO	EXENTO	EXENTO	
<b>VIÑEDO (VI)</b>			
UVA DE MESA	NO EXENTO A PARTIR DE 2 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 2 HA	
UVA DE TRANSFORMACION	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	
<b>OLIVAR (OL)</b>			
ACEITUNA DE MESA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	
ACEITUNA DE DOBLE APTITUD	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	
ACEITUNA DE ALMAZARA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	
<b>VIVEROS (VV)</b>			
VIVEROS	NO EXENTO A PARTIR DE 1 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 1 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 1 HA
<b>PRADOS Y PASTIZALES</b>			
PRADOS NATURALES (en regadío)		EXENTO	
PRADOS NATURALES (en secano)	EXENTO		
PASTIZAL ALTA MONTAÑA	EXENTO		
PASTIZALES	EXENTO		
PASTIZAL MATORRAL	EXENTO		

Ilustración 3. Listado de explotaciones exentas de asesoramiento en GIP. Fuente: [13]

De esta manera, y según lo estimado en el “Anexo I. Estimación de superficie y explotaciones de cultivo exentos de asesoramiento”, el 24,46 [%] de la superficie de viñedos nacionales está exenta de asesoramiento. Estos es el 90,17 [%] de las explotaciones vitivinícolas.

VIÑEDOS	Superficie [%]	N.º Explotaciones [%]
Producción Integrada	1,9	0,23
Producción Ecológica	12,05	1,67
Producción Convencional con necesidad de asesoramiento	61,59	7,93
Producción Convencional exenta de asesoramiento	24,46	90,17

Tabla 2. En Viñedos, superficie y número de explotaciones exentas o no de asesoramiento, en ratios. Fuente: elaboración propia, en Anexo I.

Es importante remarcar que aquellas explotaciones exentas de asesoramiento deben seguir cumpliendo con la Gestión Integral de Plagas. Para ello, y tal y como se ve en el apartado “Formación”, todos los agricultores que vayan a usar fitosanitarios deben contar con una formación mínima de 25 horas.

El asesoramiento en GIP es realizado por un técnico que tenga la condición de asesor. Y para ello, este debe acreditar ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente estar en posesión de titulación habilitante. El RD 1311/2012 establece qué titulaciones son habilitantes en este caso.

El asesoramiento en GIP queda justificado mediante los siguientes documentos, donde además queda constancia de todas las labores realizadas por el asesor:

- Contrato de asesoramiento: deja constancia de la relación contractual de un asesoramiento específico en materia de GIP entre el asesor y agricultor. Solo necesario cumplimentar al inicio del asesoramiento.
- Descripción de la explotación asesorada: Dicho documento consta de un apartado de descripción general de la explotación, de un apartado específico de la evaluación del estado fitosanitario de la explotación y de una evaluación del riesgo medioambiental de la utilización de productos químicos. Solo necesario cumplimentar al inicio del asesoramiento.
- Registro de actuaciones fitosanitarias del Cuaderno de Explotación: en el que se refleja cualquier tratamiento fitosanitario realizado en la explotación. Es la hoja principal del cuaderno de explotación y esta es rellenada por el agricultor responsable de la explotación en el momento en el que realice el tratamiento indicado por el asesor. Asimismo, esta hoja la debe verificar y validar el asesor al menos dos veces al año. Una de ellas durante el ciclo de cultivo y otra al final de este.

[13]–[16]

## 2.4. Formación

Desde el 26 de noviembre de 2015 todos los usuarios de productos fitosanitarios deben tener un carné que les acredite con cierta formación para poder manipular productos fitosanitarios, tal y como lo establece el RD 1311/2012.

El riesgo y responsabilidad que conlleva la manipulación y el uso de productos fitosanitarios hace necesaria la obligatoriedad de tener una cierta formación en conocimientos teóricos y prácticos por parte de quienes manipulan y usan dichos productos. Es decir, los agricultores, vendedores y fabricantes necesitan acreditar tener cierta formación.

Existen distintos niveles de formación dependiendo del grado de responsabilidad del usuario. Los dos principales son: nivel básico (carné de manipulador), que consiste en una formación de 25 horas; y nivel cualificado (carné de nivel cualificado), que data de un curso de 60 horas. Los contenidos de estos cursos vienen reflejados en el RD 13/11 2020.



Ilustración 4. Carné de uso profesional de producto fitosanitarios, Nivel Básico

A continuación, se muestran unas tablas donde figuran los niveles de formación mínimos necesarios para distintos casos:

Agricultores				
Tratamientos en su propia explotación	Sin aplicadores a su cargo	Personal auxiliar de tratamientos agrícolas	Realiza tratamientos en otras explotaciones	Con personal aplicador a su cargo
Nivel Básico	Nivel Básico	Nivel Básico	Nivel Cualificado	Nivel Cualificado

Vendedores de productos fitosanitarios		
Responsable de tienda	Profesional No Titulado	Profesional Titulado*
Nivel Cualificado	Nivel Cualificado	Ya reconocido (titulación habilitante)

\*En las tiendas donde se vendan productos fitosanitarios será obligatorio contar con un Titulado Universitario (con formación habilitante).

Distribuidores / Fabricantes de productos fitosanitarios	
Personal operativo y auxiliar	Personal que interviene directamente en la transacción de productos fitosanitarios.
Nivel Básico	Nivel Cualificado

Asesoría en tratamientos fitosanitarios
Profesional Titulado
Ya reconocido (titulación habilitante)

Tabla 3. Niveles de formación mínimos para distintos agentes en el uso de fitosanitarios. Fuente: elaboración propia.

[15]–[17]

## 2.5. Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO)

El ROPO o Registro Oficial de Productores y Operadores de medios de defensa fitosanitaria es un registro censal cuyo objetivo es tener identificados a todos los agentes que intervienen en el proceso de utilización de productos fitosanitarios.

Deberán estar registrados obligatoriamente en el ROPO:

- Suministradores: tanto los que fabrican/distribuyen como los que comercializan productos fitosanitarios. Tanto empresas como usuarios.
- Aplicadores: tanto los agricultores que únicamente realizan tratamientos en su propia explotación como aquellos que realizan servicios de tratamiento a otras explotaciones. Tanto empresas como usuarios.
- Asesores: aquellos que lleven a cabo labores de asesoramiento en GIP, ya sea autónomo y/o trabajador por cuenta ajena.
- Todo aquel que tenga una mínima formación en el uso de productos fitosanitarios y por tanto como mínimo tenga el carné de manipulador.

Por último, cabe destacar que el ROPO es un registro público, donde puede consultarse cualquier inscripción. Según el Informe PAN 2018, actualmente hay censados 1.034.132 usuarios, de los cuales 838.572 son agricultores.

[5], [16], [18]

## 2.6. Registro de Transacciones con Productos Fitosanitarios

Según el RD 1311/2012 todos los distribuidores de productos fitosanitarios de uso profesional deben registrar todas las operaciones de entrega a un tercero que realicen. Para ello se anotarán los siguientes datos y deberán guardarse durante 5 años:

- Fecha de transacción
- Identificación del producto (nombre comercial, número de inscripción en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios y lote de fabricación)
- Cantidad de producto objeto de la transacción
- Identificación del suministrador y del comprador (ambos deben estar en el ROPO, tal y como se menciona en el apartado “ROPO”).

Este registro es de carácter obligatorio, pero no público. Los registros pueden llevarse a cabo por medios electrónicos o tradicionales. En caso de realizar de forma electrónica, el MAGRAMA ha impulsado la creación de una aplicación llamada RETO (Registro Electrónico de Transacciones y Operaciones) a la cual puede adherirse cualquier vendedor. En España, según el Informe PAN 2018, se han acogido al uso de RETO 2800 puntos de venta (50,3 %) de un total de 5771.

El objetivo principal de este registro es que en combinación con el ROPO se cree una trazabilidad total del mercado de productos fitosanitarios. Sin embargo, el formato papel sigue siendo un lastre en la lucha contra la transparencia.

[5], [15], [16]

## 2.7. Registro de Productos Fitosanitarios

El Reglamento (CE) N.º 1107/2009 relativo a la comercialización de productos fitosanitarios establece que en todo el territorio de la Unión Europea no pueden autorizarse sustancias activas de productos fitosanitarios a menos que se haya probado científicamente antes que:

- No producen efectos perjudiciales en los consumidores, los agricultores, ni terceros.
- No provocan efectos inaceptables en el medio ambiente.
- Son suficientemente eficaces.

De esta manera, se consigue garantizar un nivel elevado de protección.

En consecuencia, España cuenta con un Registro de Productos Fitosanitarios donde están recogidos todos los productos fitosanitarios autorizados por la Unión Europea. Es de carácter público y se actualiza periódicamente por el MAGRAMA.

Además, según el RD 1311/2012, solamente pueden comercializarse en el territorio nacional aquellos productos inscritos en el Registro de Productos Fitosanitarios. Todos productos que no estén en el registro se consideran ilegales. Según el Informe PAN 2018, en el 10,16 [%] de los establecimientos inspeccionados se detectó venta de productos ilegales.

Al autorizar el producto e incluirse por tanto en el registro, a cada producto se le asocia un número de registro que lo identifica. Además, se crea una ficha técnica que contiene los cultivos para los que está autorizado el uso, los límites máximos de residuos (LMR), dosis y plazos de seguridad.

USO	AGENTE	Dosis	Nº Aplic.	Intervalos	Vol. Caldo	FORMA Y ÉPOCA DE APLICACIÓN (Condic. Específico)
Vid	ARAÑA AMARILLA	0,75 l/ha	2	7 días	400-1000 l/ha	Incluye uva de mesa y de vinificación. Aplicar tanto en aplicaciones tempranas como tardías del BBCH 13 al 85. Para el control de <i>Eotetranychus carpini</i> .

### Plazos de Seguridad (Protección del consumidor):

Uso	P.S. (días)
Cítricos, Limonero	10
Canónigo, Escarola, Lechuga	14
Maíz, Manzano, Peral, Vid	28
Calabacín, Fresal, Melón, Pepino, Pimiento, Sandía	3
Berenjena, Tomate	7
Ornamentales herbáceas	NP

*Ilustración 5. Extracto de la ficha técnica del registro de productos fitosanitarios del producto Safrán. Fuente: [19]*

Sin embargo, el documento descargable que proporciona el MAGRAMA está poco parametrizado. Solo contiene los valores de N.º de registro, sustancia activa, titular y nombre comercial. Es decir, no contiene los valores de dosis o plazos de seguridad, lo cual implica una búsqueda manual en la web oficial del registro. Dicho de otras palabras el registro no está lo suficientemente parametrizado, pese a que cada producto cuenta con su propia ficha de seguridad.

Nº Registro	Nombre Comercial	Titular	Formulado
11179	MICROTHIOL SPECIAL DISPERS	UPL IBERIA, S.A.	AZUFRE 80% [WG] P/P
11231	COBRE NORDOX 50	COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.	OXIDO CUPROSO 50% (EXPR. EN CU) [WP] P/P
11312	DECCOSOL-MF	DECCO IBERICA POST COSECHA S.A.U.	2-FENILFENOL 13% (EXPR. EN OPP) [SL] P/V
11317	BASAGRAN L	BASF ESPAÑOLA S.L.U.	BENTAZONA 48% (SAL SÓDICA) [SL] P/V
11412	SP40K	NUFARM ESPAÑA, S.A.	MCPA 40% (SAL POTÁSICA) [SL] P/V
11420	MICROTOX	FIELD PROTECTION, S.L.	AZUFRE 80% [WP] P/P
11485	EVER TRANSPARENTE	TOTAL ESPAÑA, S.A.U.	ACEITE DE PARAFINA (CAS [64742-46-7]) 79% [EC] P/V
11530	NUFO-Z	INDOFIL INDUSTRIES (NETHERLANDS) B.V.	MANCOZEB 80% [WP] P/P
11533	BANVEL-D	SYNGENTA ESPAÑA, S.A.	DICAMBA 48% (SAL DIMETILAMINA) [SL] P/V
11565	QUILAN	GOWAN CROP PROTECTION LTD.	BENFLURALINA 18% [EC] P/V
11571	VENZAR	FMC Agricultural Solutions, S.A.U.	LENACILO 80% [WP] P/P
11572	VYDATE 10 G	DU PONT IBERICA, S.L.	OXAMILO 10% [GR] P/P
11582	BELTASUR-500	PROBELTE S.A.U.	OXICLORURO DE COBRE 50% (EXPR. EN CU) [WP] P/P
11725	ANRI-L N	CERAFRUIT, S.L.	DETERGENTE BIODEGRADABLE 7% [SL] P/V

Ilustración 6. Registro Oficial de Productos Fitosanitarios. Versión descargable. Fuente: [20]

[5], [16], [19]–[21]

## 2.8. Etiquetado de productos fitosanitarios

La etiqueta de un producto fitosanitario resulta de gran importancia ya que es el mejor resumen de todas las características del producto. Esta contiene todas las condiciones de uso con las que las autoridades han permitido su comercialización, de forma que se pueda conseguir una buena eficacia y el mínimo impacto sobre la salud y el medio.

La etiqueta contiene resumida la información de la ficha técnica que el MAGRAMA ha elaborado en el momento en el que se autoriza el producto. (véase apartado “Registro de Productos Fitosanitarios”). Esta contiene información que se puede agrupar en tres bloques:

- Información Principal: se encuentra toda la información legal del producto:
  - Nombre comercial
  - Tipo de función: insecticida, fungicida, herbicida, etc.
  - Sustancia activa y composición
  - Número de registro en el Registro de Productos Fitosanitarios
  - Fabricante
  - Lote y fecha de fabricación
  - Fecha de caducidad
  - Contenido neto
  
- Información Fitoterapéutica:
  - Ámbito de utilización: cultivos, parques y jardines, forestal, etc.
  - Usos autorizados: tipo de cultivos (vid, naranjo, etc.), plaga (mildiu, araña amarilla, etc.)

- Dosis recomendada [l/ha]
- Concentración recomendada [%]
- Dosis y/o concentración máximas permitida. [l/ha] [%]
- Volumen de aplicación (de caldo) legal. [l/ha]. Viene dado en forma de intervalo, es decir, con un límite máximo y un límite mínimo.
- TRV [l/m<sup>3</sup>] / LWA [l/m<sup>2</sup>]. Opcionalmente, aunque cada vez es más frecuente.
- Plazo de seguridad: Número de días mínimos que deben transcurrir tras la aplicación del tratamiento y la recolección del cultivo.
- Condicionamientos: ‘aplicar máximo dos tratamientos por campaña’, ‘aplicar en prefloración’, ‘tratar solo en cultivos al aire libre’, etc.

ÁREA FITOTERAPÉUTICA			
<b>CARACTERÍSTICAS</b> EACO es un herbicida con acción desecante que actúa por contacto contra un amplio espectro de malas hierbas dicotiledóneas.			
<b>USOS Y DOSIS AUTORIZADAS</b>			
Cultivo	Plaga/Efecto	Dosis	Plazo de seguridad
Algodón	Herbicida contra dicotiledóneas	2.0 l/ha	NP
	Desecante	1.6-2.0 l/ha	NP
Cultivos hortícolas	Herbicida contra dicotiledóneas	2.0 l/ha	NP
Cultivos industriales	Herbicida contra dicotiledóneas	2.0 l/ha	NP
Ornamentales herbáceas	Herbicida contra dicotiledóneas	2.0 l/ha	NP
Viveros	Herbicida contra dicotiledóneas	2 l/ha	NP
Arroz	Desecante	1.2-1.6 l/ha	30 días
Cereales	Desecante	1.6-2.0 l/ha	30 días
Maíz	Desecante	1.6-2.0 l/ha	30 días
Lino	Desecante	1.6-2.0 l/ha	NP
<b>CONDICIONAMIENTOS FITOTERAPÉUTICOS</b>			
<b>Generales:</b> Controla malas hierbas en post-emergencia. Aplicar en pulverización sólo mediante tractor, en una única aplicación por campaña, con un volumen de caldo de 300-800 l/ha. El producto no es compatible con otros productos fitosanitarios de reacción alcalina. Es aconsejable utilizar el caldo de pulverización inmediatamente después de su preparación; emplear solo agua limpia ya que se desactiva en agua muy turbia.			

Ilustración 7. Fragmento de la etiqueta de un producto fitosanitario.

- Información sobre riesgos:
  - a. Símbolos y pictogramas
  - b. Consejos de prudencia
  - c. Primeros auxilios frente a accidentes medioambientales y laborales.
  - d. Gestión de envases. Información acerca de la obligatoriedad de entregar el envase vacío a los puntos de recepción del SIGFITO.

Es importante remarcar que es obligatoria la lectura de la etiqueta, así como seguir las instrucciones contenidas en la misma. Como se verá más adelante en el apartado “Calibración”, los datos más importantes que hay que obtener de las etiquetas son: Plazo de Seguridad, volumen de aplicación, dosis y fecha de caducidad.

[15], [22]

## 2.9. Almacenamiento por parte de los usuarios

El almacenaje de los productos fitosanitarios es otro de los aspectos que recoge el RD 1311/2012 y que aplica a envases sin abrir y envases abiertos.

Los productos deben estar almacenados bajo pared y techo de obra. Asimismo, podrán estar guardados en un armario o almacenados en la propia habitación, pero siempre bajo una cerradura con llave.

En cuanto al almacenaje de envases usados, la norma dice que debe conservarse en el mismo envase y con la etiqueta íntegra y perfectamente legible.

Por último, se establece que en el lugar de almacenamiento debe haber una bolsa de plástico para aislar los envases dañados, productos caducados, envases vacíos, los restos de producto o caldo y los restos de cualquier vertido accidental. La cual deberá ser entregada al gestor de residuos correspondiente tal y como se verá en el apartado “Eliminación de envases vacíos”.



*Ilustración 8. Armario de almacenamiento de productos fitosanitarios.*

[15], [16]

## 2.10. Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA)

El Registro Oficial de Maquinaria Agrícola se crea con la finalidad de recopilar el parque de maquinaria agrícola a nivel estatal. Es gestionado por el MAGRAMA y está regulado por el RD 346/2012 sobre caracterización y registro de la maquinaria agrícola.

El ROMA es un registro público pero reservado: puede accederse a él a través de la página oficial de MAGRAMA, pero la aplicación devuelve información únicamente referida a números de NIF.

Nº Inscripción	Marca	Modelo	Tipo	Estado	Resultado	Fec. Inspección
----------------	-------	--------	------	--------	-----------	-----------------

*Ilustración 9. Recorte de los aspectos que recoge el ROMA. Fuente: [23]*

Los datos registrados son los que se observan en la figura donde destaca el de Resultado y Fecha de Inspección, ya que es lo que autoriza su uso. Como se verá más adelante en el apartado de “Inspección Técnica de Equipos de Aplicación (ITEAF)”, un equipo debe ser obligatoriamente inspeccionado cada 3 años por el órgano autorizado para ello.

Actualmente, *“los grupos de máquinas que habrán de inscribirse de forma obligatoria en el ROMA son:*

- *Tractores agrícolas y forestales de cualquier tipo y categoría.*
- *Motocultores.*
- *Tractocarros.*
- *Máquinas automotrices de cualquier tipo, potencia y peso.*
- *Máquinas arrastradas de más de 750 kg de masa máxima con carga admisible del vehículo en circulación (MMA).*
- *Remolques agrícolas.*
- *Cisternas para el transporte y distribución de líquidos.*
- *Equipos de tratamientos fitosanitarios arrastrados o suspendidos, de cualquier capacidad o peso.*
- *Equipos de distribución de fertilizantes arrastrados o suspendidos, de cualquier capacidad o peso.*
- *Las máquinas no incluidas en algunos de los apartados anteriores, para cuya adquisición se haya concedido un crédito o una subvención oficial. Aquellas máquinas no contempladas anteriormente y que determinen las comunidades autónomas. “ [24]*

Nótese que las cifras recogidas en el registro no se corresponden con la totalidad de las existentes ya que en casos como la maquinaria arrastrada se filtra por masa máxima. Sin embargo, en el caso de equipos de tratamientos fitosanitarios no hay excepción y se registran todos.

Según el RD 1311/2012, en el cuaderno de explotación debe figurar un apartado con aquellas máquinas empleadas en los tratamientos fitosanitarios. Para lo cual, debe figurar el número de inscripción en el ROMA.

[23], [24]

## 2.11. Maquinaria

Los tratamientos fitosanitarios no solo tienen que ser eficaces, sino eficientes. Esto último se consigue gracias a un conjunto de factores como la materia activa empleada, elección del momento óptimo de la aplicación, utilización de la mínima cantidad de ‘caldo’ posible o el estado de desarrollo del cultivo.

Un parámetro importante a la hora de valorar la eficiencia de un tratamiento fitosanitario es la superficie vegetal cubierta una vez aplicado el producto. Y para controlar esto, es preciso encontrar una buena relación entre la maquinaria empleada, boquilla empleada y tamaño de gota generado.

Una gota pequeña cubre más superficie con el mismo ‘caldo’ garantizando, en principio, un mejor tratamiento. Sin embargo, las gotas pequeñas son muy sensibles a la evaporación y en

determinadas condiciones puede darse el caso que la gota se evapore antes de llegar a su destino. Además, la gota pequeña posee una energía cinética muy baja, por lo que penetran mal en la masa foliar, pudiendo quedar las zonas más internas de la planta sin tratar.

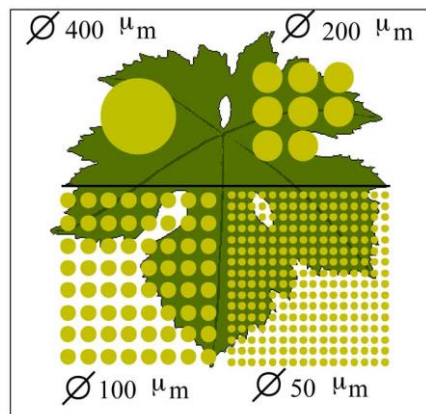


Ilustración 10. Un tamaño de gota pequeño abarca mayor superficie que un tamaño de gota mayor.

A continuación, veremos que es posible generar distintos tamaños de gotas en función de las boquillas escogidas y presión de tratamiento, pero será la máquina empleada (en función de si es pulverizador, atomizador o nebulizador) la que nos permitirá tener una mayor o menor flexibilidad a la hora de escoger ese tamaño de gota deseado.

Finalmente, también es importante conocer los diferentes elementos por los que está formado el equipo de aplicación, para poder aprovechar al máximo sus posibilidades y conseguir tratamientos fitosanitarios de calidad. En consonancia con esto, la Directiva 2009/127 del Parlamento Europeo establece las directrices esenciales que deben cumplir las máquinas de aplicación de fitosanitarios previa introducción en el mercado.

[22], [25]

### 2.11.1. Tipología

Existen cuatro principales equipos de aplicación, que se distinguen principalmente por la técnica utilizada para romper el líquido en gotas:

- Pulverizadores hidráulicos (pulverizadores): Las gotas se producen al atravesar un líquido a presión un estrechamiento o boquilla en contacto con el aire (presión atmosférica). Las gotas llegan a su objetivo por inercia. Es indudablemente un buen sistema, sin embargo, debido a la baja energía cinética de las gotas generadas es un equipo que está ciertamente limitado a generar tamaños de gotas relativamente grandes. Las boquillas seleccionadas y la presión de trabajo sí que permiten generar gotas muy pequeñas, pero si la vegetación a aplicar está suficientemente alejada podría evaporarse. A estos equipos se les suele llamar comúnmente pulverizadores. Es el más utilizado en la actualidad por su simplicidad y su versatilidad. Es capaz de dar respuesta a diferentes tipos de cultivos pudiendo llevar barras horizontales para cultivos bajos, o barras verticales, utilizadas en viñedo y arbolado



*Ilustración 11. Pulverizador de barras.*

- Pulverizadores hidroneumáticos (atomizadores): Es una variante de la pulverización hidráulica. Se trata de ayudar a la gota a llegar a su objetivo con la energía del aire, asociándole un ventilador para producir una gran corriente de aire. Con este método se tiene mayor flexibilidad para tratar con gotas más pequeñas, lo que ocasiona una mejor infiltración y menor sensibilidad al viento. A estos equipos se les denomina atomizadores.

Puesto que el tamaño de gota es menor la eficacia es mayor que en pulverizadores. Sin embargo, goza de menor versatilidad ya que las boquillas deben colocarse en torno a la circunferencia del ventilador. De esta forma son especialmente utilizados en árboles frutales.



*Ilustración 12. Atomizador.*

- Pulverizadores neumáticos (nebulizadores): Se trata de una evolución del atomizador. A diferencia del atomizador, donde las boquillas se ubicaban en torno a una circunferencia fija de un gran ventilador, en este caso, el caudal de aire se distribuye en ramas hacia las boquillas. De esta manera cada boquilla tiene asociado un chorro de aire específico. De esta forma se tiene todavía mayor libertad para generar gotas más pequeñas que en el atomizador. Es la técnica más novedosa y en el mercado se le conoce como nebulizador.



Ilustración 13. Nebulizador.

- Pulverizador centrífugo: La fuerza centrífuga generada por un elemento giratorio que recibe el líquido por el eje de giro y que lo expulsa, con diferente fuerza, en función del régimen de giro y el diámetro del elemento. El tamaño de gota es muy variable en función del régimen de giro del elemento rotor.

En España los pulverizados y atomizadores siguen siendo los más empleados tal y como puede verse en el siguiente recorte de equipos vendidos en el año 2019 en España.

Periodo 01-ENE-2019 al 31-DIC-2019 MAQUINARIA NUEVA

	EQUIPOS DE TRATAMIENTO				TOTAL	E
	PULVERIZADORES HIDRAULICOS	PULVERIZADORES HIDRONEUMATICOS (ATOMIZADORES)	ESPOLVOREADORES	OTROS EQUIPOS		
Andalucía	1130	1.228	36	23	2.417	
Aragón	168	190	7	5	370	
Principado de Asturias	26	6	0	0	32	
Illes Balears	21	23	4	5	53	
Canarias	30	15	6	1	52	
Cantabria	9	0	0	0	9	
Castilla y León	417	79	30	24	550	
Castilla - La Mancha	432	652	114	12	1.210	
Cataluña	250	253	49	14	566	
Comunitat Valenciana	122	255	18	4	399	
Extremadura	226	252	24	3	505	
Galicia	106	82	6	2	196	
Comunidad de Madrid	31	6	0	0	37	
Region de Murcia	128	183	26	15	352	
Comunidad Foral de Navarra	64	52	1	3	120	
Pais Vasco	22	69	11	1	103	
La Rioja	43	135	15	7	200	
<b>TOTAL</b>	<b>3.225</b>	<b>3.480</b>	<b>347</b>	<b>119</b>	<b>7.171</b>	

Ilustración 14. Compras de Equipos de Tratamiento en España en 2019. Fuente: [26]

[22], [25], [26]

## 2.11.2. Elementos

Todos los elementos que tienen los pulverizados y atomizadores son comunes a excepción del del circuito de producción de aire que con el que no cuenta el pulverizador. A continuación, se procede a descripción los elementos del pulverizador y atomizador, siguiendo la numeración descrita en la siguiente ilustración:

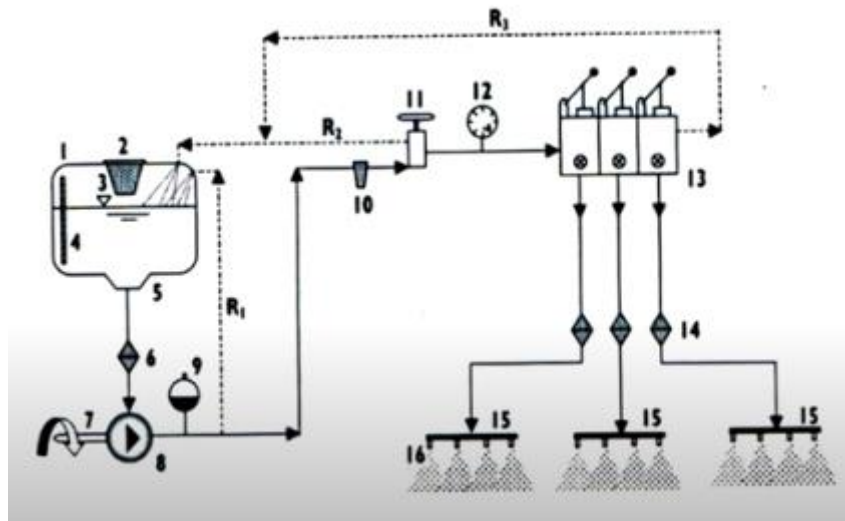


Ilustración 15. Circuito hidráulico del atomizador y pulverizador. Fuente: UPV

1. Depósito: es el elemento más voluminoso del equipo pues en él está contenido el 'caldo' del tratamiento. Por su cometido debe ser resistente al ataque químico y también al impacto. Junto a este pueden aparecer una serie de depósitos auxiliares:
  - a. Depósito de agua limpia: es un depósito auxiliar para agua limpia, con una capacidad mínima de 15 litros, para que pueda lavarse la persona que está realizando el tratamiento.
  - b. Depósito de lavado de envases: lo traen algunos pulverizadores para poder enjuagar los envases vacíos. El enjuague es una obligación antes de devolver los envases vacíos a SIGFITO (Véase apartado "Sistema Integrado de Gestión de Envases").
  - c. Depósito de incorporación de producto fitosanitario: Exclusivo de algunos aparatos, se trata de un depósito donde se echa el producto fitosanitario para que desde este se vaya incorporando a la mezcla.
  - d. Depósito de espuma: este sistema permite marcar las pasadas y así evitar varias pasadas por el mismo sitio.
  - e. Depósito de limpieza del circuito: depósito auxiliar con una capacidad de un 10 % del depósito principal, que se rellena de agua limpia y se utiliza para enjuagar la maquinaria después del tratamiento.

2. Filtro de entrada al depósito: Filtro de malla que sirve para eliminar aquellas posibles partículas sólidas que pueda contener tanto el agua como el producto fitosanitario.



*Ilustración 16. Filtro de malla, en entrada al depósito.*

3. Indicador de nivel: para controlar la cantidad de caldo que queda en la cuba. Puede ser de banda traslúcida o de boya.
4. Agitador: es un elemento esencial para mantener el caldo homogéneo y por tanto la uniformidad en la aplicación. Puede ser mecánico a través de hélices o paletas; o hidráulico utilizando parte del caudal proporcionado por la bomba para homogeneizar el caldo.
5. Entrada a conducto impulsor: contiene una válvula que permite separar el depósito del resto del circuito.
6. Filtro de aspiración de la bomba: colocado entre la bomba y el depósito. Se encarga de retener las partículas sólidas que pueda presentar el caldo, evitando así obstrucciones en el circuito. Cuenta con un sistema que permite su apertura y extracción para realizar labores de limpieza.
7. Toma de fuerza del tractor: la energía requerida para el accionamiento de la bomba proviene de la toma de fuerza del tractor. Existen generalmente tres composiciones:
  - a. Independiente: la toma de fuerza está conectada directamente con el motor. Es independiente de la velocidad instantánea del tractor, es decir, independiente de la transmisión de marchas. El régimen nominal son 540 [rpm]. Es el estándar en tractores.
  - b. Semindependiente: Similar al modelo independiente, pero con una caja de cambio que permite que el eje pueda girar también a 1000 [rpm].
  - c. Proporcional a la transmisión de avance: No está conectada directamente con el motor, sino que va unida a la cadena de transmisión del avance del tractor. Generalmente es opcional, por lo que no es tan habitual. El régimen de revoluciones será por tanto variable en todo momento conforme a la transmisión de avance.

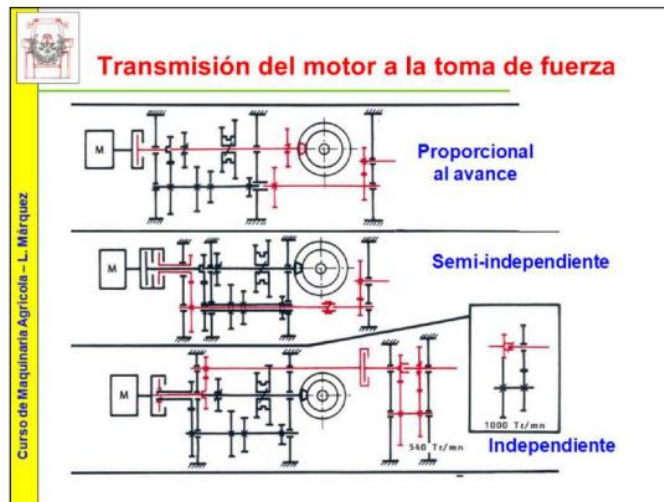


Ilustración 17. Tipología de la toma de fuerza de un tractor. Fuente: [27]

8. **Bomba:** Es el elemento encargado de transformar la energía mecánica que suministra la toma de fuerza del tractor, un motor auxiliar o rueda motriz, en energía hidráulica para proporcionar presión al líquido. Es decir, es la encargada de succionar el líquido del depósito e impulsarlo hacia las boquillas. Suelen emplearse dos tipos de bombas:
- Bomba de pistones:** El caudal que proporcionan es proporcional al régimen de giro, el cual está normalizado a 540 [rpm]. Suministran un caudal máximo de hasta 140 [l/min] y son capaces de proporcionar hasta una presión de 60 [bar].

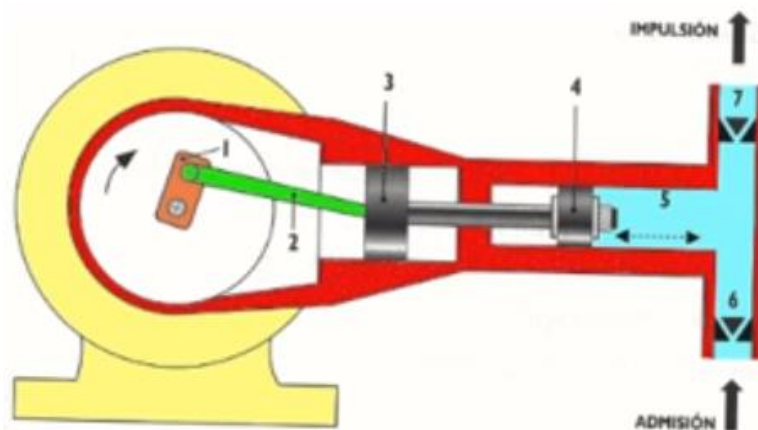
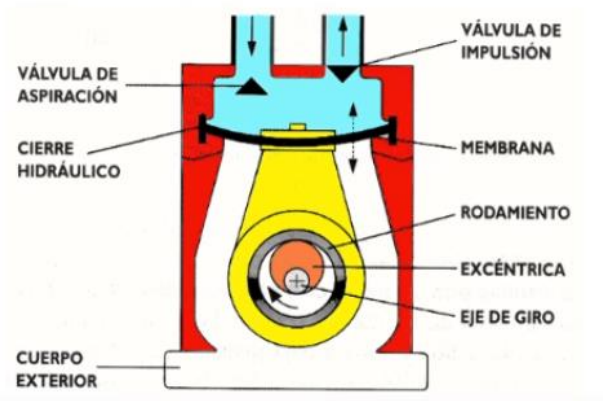


Ilustración 18. Bomba de pistones

- b. Bomba de membrana: Son las más simples y económicas. La presión máxima proporcionada puede llegar hasta 15 [bar] y el caudal suministrado varía entre 40 y 600 [l/min]. Nuevamente se considera el caudal proporcionar al régimen de giro, el cual está normalizado a 540 [rpm].



*Ilustración 19. Bomba de membrana*

9. Calderín: También denominado amortiguador o acumulador, está ubicado a la salida de la bomba y se emplea para atenuar el comportamiento pulsatorio del caudal proporcionado por las bombas de pistones y membrana.
10. Filtro de impulsión general: situado entre el calderín y el regulador de presión. Similar a los mencionados anteriormente.
11. Regulador de presión: tiene la misión de establecer la presión en las boquillas y, en consecuencia, el caudal y diámetro de gota suministrado por estas. Pueden estar accionados de forma manual o electromagnética (control electrónico). En todo caso deberán ser accesibles al operador. Hay tres tipos de sistemas de regulación:
- a. Regulador de resorte – Caudal Constante (CC): Consiste en un resorte que controla una válvula. Al comprimir el resorte, la válvula se cerrará e impedirá que el líquido sea devuelto al depósito. De esta manera se consigue variar el caudal manipulando el resorte.
- Este tipo de reguladores van asociados a la toma de fuerza independiente de tal manera que la bomba siempre está generando un caudal constante y por tanto, junto a este sistema, un caudal de boquillas constante. Para que este sistema de regulación sea eficaz es preciso mantener una velocidad constante durante el tratamiento.
- Los problemas de regulación de este método estriban en las dificultades que ofrece cualquier terreno de cultivo cuando se pretende circular a velocidad constante. Por ejemplo, en un tratamiento de 500 [l/ha] y circulando a 5 [km/h], si la velocidad real de trabajo es 4,5 [km/h], se estarán aplicando 50 [l/ha] más de lo previsto. Este sistema es el más empleado.

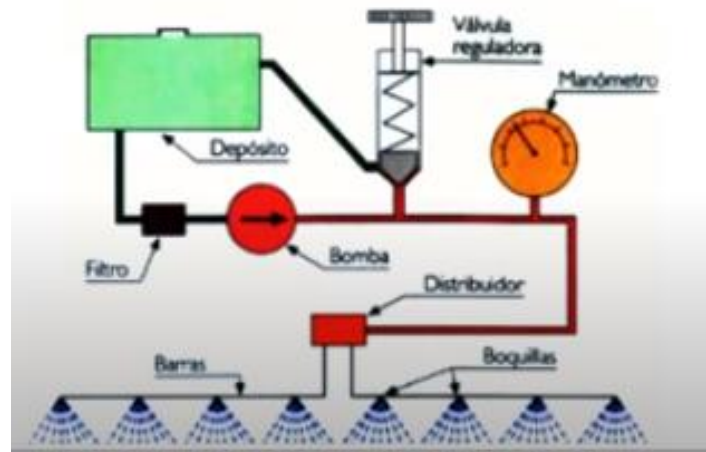


Ilustración 20. Esquema de regulador de resorte o de caudal constante (CC)

- b. Regulador de sección calibrada – Caudal proporcional al régimen de revoluciones del motor (CPM): En el conducto de retorno al depósito se coloca un regulador de sección constante y calibrada. De esta manera, el caudal que va a las boquillas es proporcional al caudal de retorno al depósito, incluso aunque el régimen de la bomba varíe. Este tipo de regulador va asociado con la toma de fuerza proporcional a la transmisión de avance ya que está pensado para mantener la dosis constante pese a los cambios de régimen de giro de la bomba. Sin embargo, cuenta con el inconveniente de la dificultad de calibrar la sección a un determinado régimen de vueltas.

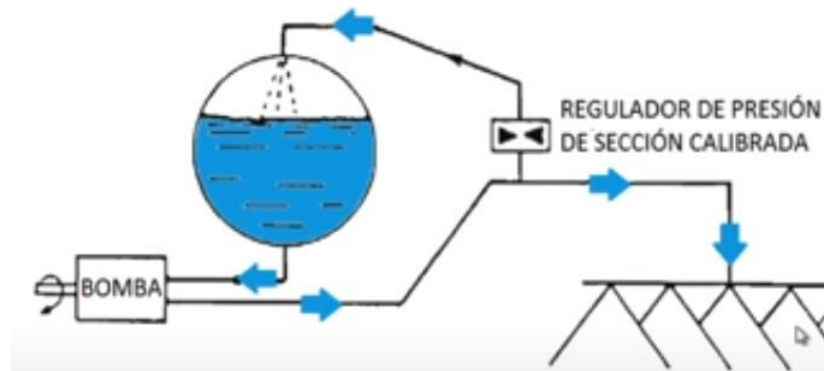


Ilustración 21. Esquema de regulador de sección calibrada

- c. Regulador de sección variable – Caudal proporcional al avance electrónico (CPAE): En el conducto de retorno al depósito se coloca un regulador de sección variable regulado y controlado por un microprocesador. Dicho microprocesador recibe información de la velocidad de avance del tractor mediante un dispositivo radar o un captador de imanes. En función de la velocidad de avance regulará el caudal de retorno de forma que a su vez condicionará en el caudal de boquillas. Es la forma de regulación más fiable puesto que volumen de aplicación se mantiene constante pese a las variaciones de velocidad que pueda haber. Sin

embargo, puesto que el caudal varía el tamaño de gota también lo hará (el tamaño de gota es inversamente proporcional a la presión).

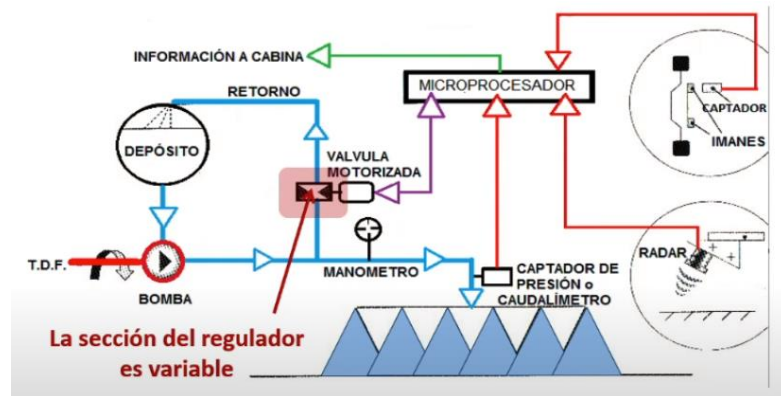


Ilustración 22. Esquema de regulador variable.

12. Manómetro: Tiene la misión de indicar la presión a la que trabaja el equipo aguas arriba de las boquillas. Es decir, indica la presión de trabajo. Han de estar siempre en buen funcionamiento y deben ser visibles desde el puesto de conducción para que el operador pueda ver en todo momento la presión de trabajo. Cuanto mayor es la presión de trabajo menor es el diámetro de gotas generadas.
13. Distribuidor: Es el conjunto de válvulas que permiten abrir y cerrar el paso del líquido hacia los distintos sectores que realizan la pulverización. Cuando se cierra el paso a un grupo de boquillas, simultáneamente se debe abrir una salida directa de producto al depósito que haga que en los sectores abiertos no exista variación de presión, es decir, se necesita compensar la presión.
14. Filtros de impulsión en las conducciones: similares a los mencionados anteriormente. Conforme avanza el circuito hidráulico el paso de la malla del filtro es más pequeño.
15. Sectores del equipo. Pueden tener varias formas: barras para cereales, barras para vid o barras para frutales.



Ilustración 23. Pulverizador con sector de forma de barras horizontales

16. **Boquillas:** La boquilla es el elemento encargado de romper la vena líquida que circula por las conducciones de la maquinaria, transformándola en finas gotas. El tamaño de gota es un factor muy importante ya que condiciona la eficacia del tratamiento. Las principales características de las gotas en función de su tamaño son:
- a. **Gotas grandes (a partir de 201  $\mu\text{m}$ ):** Tienen las ventajas de tener menos deriva y menos evaporación. Sin embargo, incrementan el goteo desde las hojas al suelo, tienen menor cobertura y penetración.
  - b. **Gotas pequeñas (hasta 200  $\mu\text{m}$ ):** Cuentan con mayor cobertura y penetración, sin embargo, tienen menor energía cinética, por lo tanto, mayor facilidad de deriva y evaporación

Por lo tanto, también entran en juego factores como la maquinaria elegida o la anchura de trabajo (distancia entre hileras).

Para conseguir un tamaño de gota adecuado a cada tratamiento se dispone de distintos tipos de boquillas. Atendiendo a la forma de gotas generadas:



Ilustración 24. Tipología principal de boquillas, atendiendo a la forma de gotas generadas.

- a. **Boquillas de hendidura (chorro plano o abanico):** Este tipo de boquilla posee un orificio de salida alargado en forma de hendidura, con un ángulo entre 65° y 150°. Las gotas originadas son de tamaño medio. Estas boquillas son las que han experimentado un mayor desarrollo técnico para conseguir los mejores resultados en uniformidad de distribución, penetración en los cultivos y minimizar pérdidas por deriva.
- b. **Boquillas de turbulencia (chorro cónico):** Incorporan un difusor que produce una turbulencia y origina un chorro de forma cónica. Por la finura de las gotas que generan, estas boquillas se recomiendan cuando se pretende una gran penetración del producto o en cubiertas vegetales muy densas, principalmente en tratamientos con fungicidas e insecticidas
- c. **Boquillas deflectoras (de espejo o de choque):** A diferencia de las dos anteriores, frente al orificio de salida existe una superficie inclinada (espejo) que provoca la pulverización del líquido en una gran anchura, consiguiéndose ángulos de

hasta 160°. Es muy importante dejar de utilizarlas cuando se desgastan, porque entonces la pulverización no es buena y el reparto comienza a ser irregular.

Las boquillas disponibles en el mercado están normalizadas según las normas internacionales ISO/DIS 10625. La presión y el color indican un tamaño determinado del orificio de la boquilla y por lo tanto del caudal [l/min].

Teóricamente, el caudal depende de la presión. Por tanto, cabría pensar que con cualquier boquilla podría conseguirse el caudal deseado. Sin embargo, las boquillas no tienen tanto juego como para funcionar en condiciones óptimas (sin goteo, tamaño de gota constante, etc.) con presiones variables. Es por eso, que la boquilla seleccionada determinará la presión de trabajo a la cual se debe trabajar para garantizar un chorro óptimo.

PRESIÓN (bar)	TABLA DE CAUDALES (litros/minuto)								
	01-NARANJA	015-VERDE	02-AMARILLO	025-LILA	03-AZUL	04-ROJO	05-MARRÓN	06-GRIS	08-BLANCO
1,5	0,28	0,42	0,57	0,71	0,85	1,13	1,41	1,50	2,26
2,0	0,33	0,49	0,65	0,82	0,98	1,31	1,63	1,96	2,61
2,5	0,37	0,55	0,73	0,91	1,10	1,46	1,83	2,19	2,92
3,0	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20
4,0	0,46	0,69	0,92	1,15	1,39	1,85	2,31	2,77	3,70

— ← CAUDAL (Litros/minuto) → —+

Ilustración 25. Tabla de boquillas normalizadas. Fuente: [28]

Finalmente, cabe decir que los equipos suelen contar con un portaboquillas que permite seleccionar la boquilla deseada.



Ilustración 26. 'Switch' selector de boquillas

17. Elementos del circuito de producción de aire (solo en atomizadores):

- a. Hélice: consta de entre 8 y 16 álabes. Los diámetros más frecuentes son de 700, 820 o 920 milímetros. Normalmente, se puede regular el ángulo de inclinación de los álabes, lo cual, junto al multiplicador, permite la posibilidad de variar el caudal de aire.
- b. Cubierta: tiene dos aberturas, una circular de aspiración de aire y otra de salida, que a su vez puede estar dividida hasta en tres salidas independientes, con la hélice alojada en su interior. A la cubierta también se le denomina carcasa.
- c. Deflector: es la zona contra la que choca la corriente de aire del ventilador. Se encarga de canalizar la salida de aire uniformemente y dirigirlo hacia el lugar donde se desea realizar el tratamiento. En algunos casos, las salidas de aire se realizan por toberas independientes con diámetros variables según el volumen de aire que se quiera enviar.
- d. Rejilla protectora: tanto en la aspiración como en la impulsión del aire deben existir rejillas de protección para evitar accidentes y/o la entrada de objetos.
- e. Multiplicador: es una caja de cambios con tres posiciones: I, II y punto muerto, para aumentar las revoluciones que le llegan desde la toma de fuerza del tractor.



*Ilustración 27. Ventilador de un atomizador.*

Las máquinas más comunes son los pulverizadores hidráulicos y atomizadores. Además, de forma generalizada la toma de fuerza suele ser la independiente a 540 [rpm] y la forma de regulación el regulador de resorte – Caudal Constante (CC).

[22], [25], [27]–[29]

## 2.12. Inspección Técnica de Equipos de Aplicaciones de Productos Fitosanitarios (ITEAF)

Una correcta aplicación de productos fitosanitarios requiere una distribución homogénea del producto. Por tanto, se necesitan equipos que funcionen correctamente.

Para lograr que los riesgos derivados de la aplicación de productos fitosanitarios y del estado de los equipos utilizados sean los mínimos, es necesario establecer controles oficiales para verificar el mantenimiento correcto de los equipos.

Tal y como se comenta en el apartado “Marco Normativo”, el RD 1702/2011 afronta este aspecto de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios. Y con ello, se crea la figura de estaciones de Inspección Técnica de Equipos de Aplicaciones de Productos Fitosanitarios (ITEAF). Es decir, el equivalente a la figura de ITV en vehículos.

Esta nueva figura es la encargada de realizar inspecciones a las máquinas de aplicación de productos fitosanitarios bajo una premisa: la inspección es obligatoria para todos los equipos de aplicación de productos fitosanitarios (a excepción de pulverizadores de mochila).

Además, a partir de 2020 estas inspecciones son obligatorias realizar al menos una vez cada 3 años y deben realizarse en una estación ITEAF autorizada por la Comunidad Autónoma.

Los elementos objeto de inspección son:

1. Elementos de transmisión de la potencia: la toma de fuerza debe estar protegida por una carcasa, así como cualquier otra parte que sea móvil o giratorio, de forma que se asegure la protección del operador.
2. Bomba: inexistencia de fugas y correcto funcionamiento.
3. Agitación: correcto funcionamiento
4. Depósito de líquido para pulverización: obligatoria presencia de depósito de agua limpia. Correcto estado de tamices y buen estado de sistema de vaciado y aclarado.
5. Filtrado: para evitar turbulencias y heterogeneidad en el reparto de la pulverización los filtros deben encontrarse en buenas condiciones.
6. Sistemas de medida y de regulación y control: todos los dispositivos de medida, de conexión y desconexión, de ajuste de la presión o del caudal estarán calibrados adecuadamente. Se permite una tolerancia máxima del 15 %.
7. Boquillas: Ausencia de goteo 5 segundos desde la detención de la bomba. Uniformidad en el chorro y tamaño de gota. La variación de caudal en boquillas no debe exceder un 15% del caudal nominal indicado por el fabricante.
8. Distribución: la mezcla de plaguicida debe repartirse uniformemente sobre la superficie del cultivo. Se admite un 10 % de diferencia de caudal entre el lado derecho y la izquierdo.

Tras la inspección, la estación ITEAF emite un informe y actualiza el ROMA indicando si la inspección es favorable o desfavorable.

En 2019 se inspeccionaron en España 176754 equipos de tratamientos fitosanitarios. De los cuales, 174121 (98,63%) resultaron favorables.

[15], [22], [30], [31]

## 2.13. Aplicación de productos fitosanitarios

El uso de fitosanitarios en los cultivos para protegerlos de las plagas y enfermedades que los atacan puede ser comparable con el empleo de medicamentos en las personas, por lo que se deben tener las mismas precauciones y cuidados a la hora de utilizarlos.

Una de esas precauciones y atendiendo a la eficacia del tratamiento, es la de realizar una aplicación en condiciones meteorológicas adecuadas. Estos son los factores de influencia más importantes:

1. Viento: es el factor que más influye sobre la deriva. De forma generalizada, se tiende a pensar que la mejor aplicación se realiza sin viento. Sin embargo, esto no es cierto, puesto que con la presencia de un mínimo viento la gota recibe más energía cinética y se produce una mejor penetración en el cultivo. Por tanto, se recomienda aplicar a partir de una velocidad de viento de 1 [m/s]. Por otra parte, a medida que va aumentando el viento sería recomendable aumentar el tamaño de gota para que no haya deriva. Por ley, no se puede realizar tratamientos fitosanitarios con velocidades de viento superiores a 3 [m/s].
2. Humedad relativa y Temperatura: estos factores tienen una gran determinación en la evaporación de las gotas. No solo afectan a la ineficiencia del tratamiento sino también a la salud de las personas, puesto que pueden crearse vapores tóxicos. No se recomienda tratar con temperaturas superiores a 25 °C ni humedades relativas superiores a 55 %.
3. Lluvia: si bien algunos productos, por su rapidez de absorción, no se ven perjudicados por la lluvia, de forma general, no se debe tratar cuando se estén produciendo precipitaciones y se prevea que vayan a suceder a continuación.
4. Sequía: un vegetal sometido en estado de sequía crea una capa de ceras para evitar la deshidratación, lo cual implica que sea más difícil la penetración del plaguicida. Las plantas deben estar en un estado vegetativo adecuado a la hora de recibir un tratamiento fitosanitario.

Por otro lado, atendiendo a la cantidad de producto fitosanitario aplicado y a la calidad del caldo:

- Antes de ejecutar cualquier tratamiento fitosanitario es necesario leer detenidamente la etiqueta de este.
- Verificar que el producto a aplicar no está caducado.
- Realizar cálculos para utilizar únicamente los mínimos de agua y de materia activa necesarios.
- Realizar una calibración del equipo con el que se vaya a tratar. Véase el apartado "Calibración de equipos de tratamiento".
- Añadir la materia activa justo antes del momento de realizar el tratamiento, para que esta no se degrade.
- Enjuagar el envase del producto tres veces y echar dicho enjuague sobre el depósito de la maquinaria a emplear.

- Verificar que la máquina a emplear está en correctas condiciones mecánicas, así como con la inspección obligatoria al día. Asimismo, el aplicador deberá tener el carné en curso y llevarlo consigo.
- Utilizar EPI's de seguridad.

Finalmente, tras aplicar el tratamiento, hay que tener una serie de cosas en cuenta:

- Se debe respetar el plazo de seguridad. Este viene fijado en la etiqueta del producto y se define el periodo que debe transcurrir desde la aplicación del producto hasta que se puede recoger la cosecha.
- Se debe limpiar los equipos. Tanto enjuagando el circuito hidráulico con agua limpia como limpiando los restos de cal en las boquillas. Se deberá enjuagar en la propia parcela fumigando con agua diluida.
- Si sobra caldo o bien se debe diluir y fumigar sobre la propia parcela o bien se lleva el sobrante a un gestor de residuos autorizado.
- Los envases gastados deben guardarse en una bolsa impermeable para posteriormente enviar a un gestor de residuos autorizado. Si no se han gastado los envases, se deben conservar cerrados y en perfectas condiciones en el lugar apropiado para ello.
- Finalmente, se debe anotar en el Cuaderno de Explotación el tratamiento aplicado.

[15], [16], [22], [32]

## 2.14. Calibración de equipos de tratamiento

Para cumplir con las exigencias vistas en el apartado “Aplicación de productos fitosanitarios”, es importante calibrar el equipo correctamente. A continuación, se procede a explicar la forma de calibrar un atomizador y pulverizador básico, con toma de fuerza independiente a 540 [rpm], con regulación de caudal constante (CC).

Para realizar la calibración se necesitan los siguientes datos de la etiqueta del producto:

- Rango legal permitido de volumen de aplicación [l/ha]
- Dosis de materia activa recomendada [l/ha] o concentración recomendada [%]
- Dosis o concentración máximas permitidas

### 1.- Determinación del volumen de aplicación

El volumen de aplicación, D [l/ha], o caldo es el volumen por unidad de superficie necesario para realizar un tratamiento. Está formado por un gran volumen de agua en cuyo contenido está disuelto el producto fitosanitario.

Este parámetro no es un valor prefijado para cada cultivo o producto, ya que el volumen de vegetación cambia de forma sensible de una plantación a otra, así como la impregnación del producto sobre la misma.

Además, un exceso de volumen de aplicación implica pérdidas por goteos desde las hojas. Por el contrario, un volumen demasiado bajo podría ocasionar una baja eficacia del tratamiento, así como ocasionar pérdidas por deriva (arrastre del caldo pulverizado por el aire y transportado

fuera de la zona a tratar). Por lo tanto, es importante realizar una buena estimación de este valor.

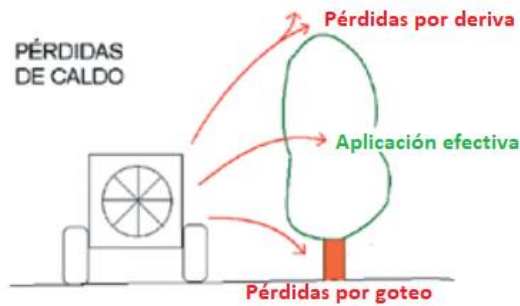


Ilustración 28. Pérdidas de caldo por deriva y por goteo

Por normativa, en la etiqueta de cada producto fitosanitario aparece un intervalo de volumen de aplicación legal, de forma que siempre que apliquemos un volumen dentro de ese intervalo estaremos cumpliendo la ley.

Sin embargo, habitualmente el intervalo suele ser demasiado amplio y muchas veces conviene realizar cálculos para encontrar un volumen de aplicación óptimo además de legal.

Para ello, el método más conocido es el TRV (Tree Row Vegetation). Este método sugiere que la penetración del producto y su distribución dependen de parámetros relacionados con la superficie foliar. Por tanto, permite ajustar el volumen de aplicación en función del volumen foliar del cultivo.

Con la ecuación 1, se calcula el parámetro TRV [m<sup>3</sup>/ha], volumen de vegetación, en función de la geometría de la vid:

$$TRV \left[ \frac{m^3}{ha} \right] = \frac{H [m] * E [m] * 10000 \left[ \frac{m^2}{ha} \right]}{L [m]} \quad (ec. 1)$$

Donde:

TRV, volumen de vegetación

H, altura de vid

E, anchura de vid

L, distancia entre hileras

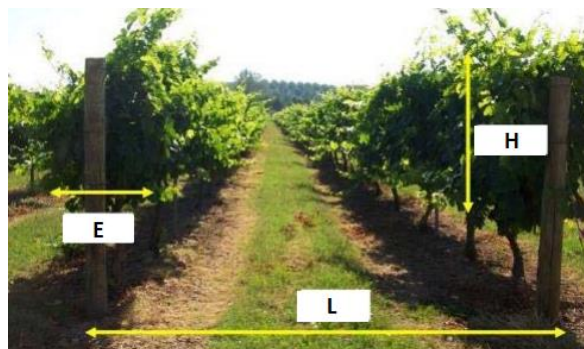


Ilustración 29. Esquema de los parámetros geométricos del TRV

A continuación, se empleará la ecuación 2 para determinar el volumen de aplicación. Para ello, previamente debemos calcular los valores  $i$  y  $V$ .

El valor  $V$  [L/m<sup>3</sup>] es el volumen de caldo que hay que aplicar por volumen de follaje. Este valor depende de las propiedades físicas del producto y/o del tipo de tratamiento para el cual sirve el producto (tratamiento sistémico, por contacto, etc.) y lo debe dar el fabricante.

El valor  $i$  [-] es el índice de ajuste de la masa foliar de forma que a mayor densidad de follaje mayor será su valor. Oscila entre 0,7 y 1.

$$D \left[ \frac{l}{ha} \right] = TRV \left[ \frac{m^3}{ha} \right] * V \left[ \frac{l}{m^3} \right] * i [-] \quad (ec. 2)$$

Donde:

$D$ , volumen de aplicación

$TRV$ , volumen de vegetación

$V$ , volumen de caldo que hay que aplicar por volumen de follaje

$i$ , índice de ajuste de la masa foliar

<b>i</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL</b>
0,70	Extremadamente abierto, la luz penetra a través de todo el árbol, o árboles jóvenes.
0,75	Muy abierto, buena penetración de luz, dardos vigorosos dentro de la copa.
0,80	Bien podado, adecuada luz en la planta, dardos vigorosos en toda la copa. Muchos espacios libre en el follaje que permite la entrada de luz.
0,85	Moderadamente bien podado, población razonable de dardos en la copa. Follaje no permite la entrada de luz en los dos tercios inferiores del árbol.
0,90	Podado mínimamente. Dardos dentro de la copa débiles por falta de luz. Muy pocos espacios para que penetre la luz.
0,95	Poco o nada podado. Dardos muertos o muy débiles en la copa. Muy poca luz visible a través del árbol.
1	No podado. Sin penetración de luz en la copa. Árboles de más de 6,1 m. de altura.

Tabla 4. Tabla de valores del parámetro  $i$ . Fuente: [33]

El método TRV sigue siendo algo todavía muy novedoso. Es por ello que los fabricantes de productos fitosanitarios todavía no tienen obligación de proporcionar el valor  $V$  en las etiquetas. De hecho, raramente aparecen en las fichas de registro del MAGRAMA. Además, y, por otro lado, el valor  $V$  suele tomar valores muy parejos entre un producto y otro. Por dicho motivo, algunas bibliografías recomiendan utilizar la siguiente ecuación (ec.3), con los valores  $V$  e  $i$  prefijados implícitamente:

$$D \left[ \frac{l}{ha} \right] = TRV \left[ \frac{m^3}{ha} \right] * 0,03 + 200 \quad (ec. 3)$$

Finalmente, el MAGRAMA financió en la UPC en el año 2013 la creación de una herramienta en línea (web y móvil) para la determinación del volumen óptimo de aplicación en tratamiento

fitosanitarios de viñedo.

Esta herramienta ya es una realidad, se llama DOSAVIÑA [34] y es otra de las alternativas que recomienda utilizar el MAGRAMA.

<https://dosavina.upc.edu/>

El funcionamiento es sencillo. Para calcular el volumen de aplicación la herramienta únicamente pide datos geométricos y el índice  $i$ , de ajuste de masa foliar.

## 2. Selección de la velocidad de avance del tractor

La velocidad de avance del tractor,  $v$  [km/h] influye directamente sobre el volumen de aplicación [l/ha]. Es decir, un aumento de velocidad implica una disminución del volumen de aplicación [l/ha].

Además, el tratamiento se realiza con un caudal constante,  $Q$  [l/min]. Por ello, es imprescindible mantener una velocidad de avance constante.

Es por ello, que el paso 2 consiste en la selección de una velocidad de avance que se deberá mantener fija durante todo el tratamiento. En tractores esto resulta relativamente sencillo ya que disponen de una palanca de aceleración que mantiene la velocidad constante.

Entonces, para la elección de una velocidad se debe elegir una que el tractor pueda mantener sin dificultad a lo largo del terreno ya sea debido a pendiente u otras irregularidades del terreno.

Se fijará una velocidad baja, entre 2 y 5 [km/h]. Asimismo, se recomienda anotar tanto el régimen de vueltas del motor y la marcha, para que el agricultor tenga más precisión a la hora de consignarse en la velocidad fijada.

Finalmente, en aquellos tractores que no dispongan de panel medidor de velocidad se deberá calcular la velocidad midiendo el tiempo que se tarda en recorrer una distancia conocida.

## 3. Cálculo del caudal de suministro

El caudal de suministro,  $Q$  [l/min], es el caudal que proporcionará el equipo de tratamiento. Este se relaciona con el volumen de aplicación  $D$  [l/ha], velocidad de avance  $v$  [km/h] y anchura de trabajo o distancia entre hileras  $L$  [m] a través de la siguiente ecuación (ec. 4):

$$D \left[ \frac{l}{ha} \right] = \frac{Q \left[ \frac{l}{min} \right] * 600 [-]}{v \left[ \frac{km}{h} \right] * L [m]} \quad (ec. 4)$$

Donde

$D$ , volumen de aplicación

$Q$ , caudal de suministro

600, factor de conversión de unidades

v, velocidad de avance

L, distancia entre hileras o anchura de trabajo

En el punto 1 obtuvimos D y L. Y en el punto 2 obtuvimos v. Por lo tanto, el caudal de suministro quedaría fijado. Despejando Q en la ecuación 4 obtenemos:

$$Q \left[ \frac{l}{min} \right] = \frac{D \left[ \frac{l}{ha} \right] * v \left[ \frac{km}{h} \right] * L [m]}{600 [-]} \quad (ec. 5)$$

#### 4. Selección de boquillas y fijación de la presión de trabajo

Una vez calculado el caudal de suministro Q, el siguiente paso es elegir las boquillas.

En primer debe calcularse el caudal unitario, q [l/min] en cada boquilla. Para ello, se utiliza la ecuación 6 donde obtenemos q [l/min], a partir del número total de boquillas con las que cuenta el equipo:

$$q \left[ \frac{l}{min} \right] = \frac{Q \left[ \frac{l}{min} \right]}{n} \quad (ec. 6)$$

Donde

q, caudal de una boquilla

Q, caudal de suministro

n, número de boquillas

Por otro lado, tal y como se vio en el apartado “Maquinaria”, el caudal se relaciona con la presión a través de la siguiente ecuación:

$$q = k * \sqrt{P} \quad (ec. 7)$$

Donde

q, caudal de una boquilla

k, constante dependiente de la boquilla

P, presión de trabajo del equipo

De esta manera, se podría pensar que para una misma boquilla y variando la presión de trabajo, podría conseguirse cualquier caudal deseado. Sin embargo, esto no es así puesto que las boquillas están diseñadas para soportar un caudal determinado y el hecho de obligarlas a soportar otro caudal distinto del que están diseñadas implicaría ineficiencias como goteos o tamaños de gota irregulares. Por lo tanto, debemos seleccionar las boquillas en función del caudal, q, ya fijado.

Para ello, tal y como se menciona en el apartado “Maquinaria”, las boquillas están normalizadas y existen unos catálogos que proporcionan los fabricantes de forma que nos permite seleccionar una boquilla en función del caudal deseado y presión de trabajo.

PRESIÓN (bar)	TABLA DE CAUDALES (litros/minuto)								
	01-NARANJA	015-VERDE	02-AMARILLO	025-LILA	03-AZUL	04-ROJO	05-MARRÓN	06-GRIS	06-BLANCO
1,5	0,28	0,42	0,57	0,71	0,85	1,13	1,41	1,50	2,26
2,0	0,33	0,49	0,65	0,82	0,98	1,31	1,63	1,96	2,61
2,5	0,37	0,55	0,73	0,91	1,10	1,46	1,83	2,19	2,92
3,0	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20
4,0	0,46	0,69	0,92	1,15	1,39	1,85	2,31	2,77	3,70

Ilustración 24. Tabla de boquillas normalizadas. Fuente: [22]

Así pues, se escogería aquella boquilla que esté diseñada para trabajar con el caudal lo más parecido a  $q$  [l/min]. Y en el caso de que haya varias, se escogerá en función de la presión sabiendo que a mayor presión se obtienen gotas con un diámetro más pequeño.

Una vez seleccionada la boquilla, obtendremos la presión  $P$  [bar] a la cual debe trabajar dicha boquilla. Y, por lo tanto, se procederá a regular el equipo hasta que el manómetro marque la presión deseada.

Finalmente, cabe mencionar que Dosaviña [34] también dispone de un apartado en el cual nos ayuda a la hora de realizar estos cálculos y por tanto de elegir las boquillas adecuadas.

### 5. Cálculo del flujo de aire necesario. (Opcional)

Los equipos hidroneumáticos o atomizadores cuentan con un circuito de aire el cual es impulsado por un ventilador. El caudal generado por este,  $F$  [m<sup>3</sup>/hora] se puede regular a través del régimen de velocidad de la toma de fuerza o del ángulo de inclinación de los álabes. Además, el caudal de aire necesario,  $F$  [m<sup>3</sup>/hora] depende de la velocidad de avance  $v$  [km/h], anchura,  $L$  [m] y altura de la vegetación,  $H$  [m].

$$F \left[ \frac{m^3}{h} \right] = \frac{v \left[ \frac{km}{h} \right] * L [m] * H [m] * 1000}{K [-]} \quad (ec. 8)$$

Donde

$F$ , flujo de aire generado por el ventilador

$v$ , velocidad de avance

$L$ , distancia entre hileras o anchura de trabajo

$H$ , altura de vegetación

$D$ , volumen de aplicación

$K$ , factor adimensional que varía de 2,5 para cultivos poco densos a 3,5 para los muy densos.

Conocidos los valores  $v$ ,  $L$ ,  $H$  y fijando  $K$ , obtenemos el flujo de aire necesario.

A continuación, y puesto que la velocidad de la toma de fuerza ya está fijada, se procede a regular el ángulo de inclinación de los álabes para encontrar el caudal buscado. Para ello nos ayudaremos de un anemómetro que calcule el caudal de aire.

Finalmente, cabe decir que no siempre se dispone de anemómetro medidor y por tanto la regulación de este queda a disposición de la experiencia del aplicador.

6. *Cálculo de la cantidad de producto fitosanitario y de agua que se ha de incorporar en el depósito.*

Cantidad de agua.

Conocido el volumen de aplicación, D [l/ha] y conocida la superficie a aplicar, S [ha], obtenemos el volumen de agua, VA [L], a añadir al depósito:

$$VA [l] = D \left[ \frac{l}{ha} \right] * S[ha] \quad (ec. 9)$$

Donde

VA, volumen de agua en depósito

D, volumen de aplicación

S, superficie a tratar

Cantidad de producto fitosanitario

Los fabricantes pueden dar los valores de dosis de dos maneras: o bien en concentración, C [%] o bien en dosis d, [l/ha].

a) Para el primer caso, se utilizará la ecuación 10:

$$VP [l] = \frac{C [\%]}{100} * VA [l] \quad (ec. 10)$$

Donde

VP, volumen de producto en depósito

VA, volumen de agua en depósito

C, concentración de producto fitosanitario en caldo

b) Para el segundo caso, se utilizará la ecuación 11:

$$VP [l] = d \left[ \frac{l}{ha} \right] * S[ha] \quad (ec. 11)$$

Donde

VP, volumen de producto en depósito

d, dosis de producto fitosanitario

S, superficie a tratar

Finalmente, cabe mencionar que Dosaviña [34] también dispone de un apartado en el cual nos ayuda a la hora de realizar estos cálculos y por tanto de elegir los volúmenes necesarios.

[22], [28], [33]–[36]

## 2.15. Eliminación de envases vacíos. Sistema de Gestión de Residuos y Envases Usados (SIGFITO)

La mala gestión en la eliminación de los residuos de productos fitosanitarios puede producir problemas para la salud de las personas y de la propia naturaleza. Los envases vacíos suponen un grave problema medioambiental ya que, en general, contienen restos de sustancias químicas contaminantes. Por este motivo, los envases vacíos de productos fitosanitarios están considerados legalmente como residuos peligrosos y por lo tanto está prohibido quemarlos o abandonarlos en vertederos descontrolados.

La gestión de los envases vacíos de productos fitosanitarios está regulada por varias leyes europeas y nacionales, y entre otras cosas, dicta que los fabricantes de fitosanitarios deben financiar un sistema de gestión de residuos y envases que garantice la seguridad medioambiental que los residuos de sus productos puedan ocasionar.

Por tanto, surge SIGFITO (Sistema Integrado de Gestión de Residuos y Envases Usados). Se trata de una empresa sin ánimo de lucro cuyo objetivo es recepcionar los envases de productos fitosanitarios y darles un tratamiento medioambiental adecuado. El objetivo primordial de la empresa es únicamente tratar de recoger el mayor número posible de envases.

SIGFITO funciona a través de una red de establecimientos denominados “Puntos de recogida”, que pueden ser desde establecimientos de venta de fitosanitarios hasta cooperativas o grandes explotaciones.

Para el agricultor el proceso es sencillo. Previamente debe conservar todos los envases vacíos enjuagados y almacenados en una bolsa impermeable. Para deshacerse de ellos, debe depositarlos en el punto de recogida SIGFITO. Una vez allí debe solicitar un albarán donde únicamente se debe rellenar sus datos y el número de envases vacíos entregados. De esta forma quedará patente que ha reciclado los envases. Reciclar los envases gastados es obligatorio y se debe justificar en el cuaderno de campo.

**SIGFITO**  
AGROSERVAES, S.L.

Albarán de entrega nº **0728434**

Este albarán justifica la entrega del residuo por parte del consumidor a la entidad colaboradora de SIGFITO.

**DATOS DEL CONSUMIDOR**

Nombre/razón social \_\_\_\_\_

Teléfono \_\_\_\_\_ Código postal \_\_\_\_\_

Correo electrónico \_\_\_\_\_

**DATOS DEL RESIDUO ENTREGADO**

Envases vacíos y secos marcados con el símbolo de SIGFITO.

Nota: La entrega de cualquier otro residuo es una infracción muy grave. Ley 10/98 art 34.2

Cantidad entregada para su gestión:    
(indicar si se trata de kg o unidades)

Fecha de entrega 9 de 09 de 2013.

Firma del consumidor que entregó el residuo: \_\_\_\_\_

Firma y sello de entidad colaboradora: \_\_\_\_\_

**SIGFITO** es el Sistema Integrado de Gestión de residuos de envases y envases usados de productos fitosanitarios, autorizado por la comunidad autónoma.

Todos los datos de carácter personal que sean recogidos a través de este formulario a SIGFITO serán tratados con estricta confidencialidad de acuerdo con la Ley Orgánica 15/1999 del 13 de Diciembre de Protección de Datos. Para ejercer el derecho de acceso, rectificación o cancelación, diríjase a SIGFITO AgroServas, S.L., C/ Arturo Soria, 336, 4º Dcha 28003 o a través de www.sigfito.es

ejemplar para el consumidor

Ilustración 30. Ejemplo de albarán de entrega de envases vacíos.

En la actualidad existen 4705 puntos de recogida. En 2019 de 7.346.000 [kg] de envases que se pusieron en el mercado, fueron devueltos 4.431.000 [kg] en puntos SIGFITO. Sin embargo, sólo 154.090 agricultores utilizaron estos puntos (esto supone un 18,37% de todos los agricultores). Aunque según se explica en el PAN 2018 “hay muchos agricultores que gestionan sus envases, pero no solicitan el albarán”.

[5], [15], [22]

## 2.16. Cuaderno de Explotación

Según lo dispuesto en el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se fija el marco de actuación por el uso sostenible de los productos fitosanitarios, se establece que los titulares de explotaciones agrarias tienen que registrar sus aplicaciones de fitosanitarios en un cuaderno de campo o cuaderno de explotación agrícola a partir del 1 de enero de 2013. Es obligatorio para todas las explotaciones (estén o no exentas de asesoramiento) y puede cumplimentarse tanto en formato papel como en formato electrónico.

El cuaderno de explotación o registro de actuaciones fitosanitarias es un documento en el que se reflejan todos los tratamientos que se llevan a cabo en la explotación frente a la lucha contra plagas, enfermedades y malas hierbas.

A continuación, se exponen todos los documentos de los que consta el cuaderno de explotación:

- Datos generales de la explotación: Consta de los datos generales de la explotación, así como los del titular o representante.

1.1 DATOS GENERALES DE LA EXPLOTACIÓN				
NOMBRE Y APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL:				NIF:
N° Registro de Explotaciones Nacional:			N° Registro de Explotaciones Autonómico:	
Dirección:		Localidad:	C. Postal:	Provincia:
Teléfono fijo:		Teléfono móvil:	e-mail:	
TITULAR O REPRESENTANTE DE LA EXPLOTACIÓN				
Nombre y apellidos:				NIF:
Dirección:		Localidad:	C. Postal:	Provincia:
Tipo de representación:		Teléfono:	e-mail:	

Ilustración 31. Hoja de "Datos generales" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37]

- Personas o empresas que intervienen en el tratamiento con productos fitosanitarios: En esta hoja deben aparecer todas las personas que intervengan en la aplicación de productos fitosanitarios (tanto personal propio como empresas terceras dado el caso). Se debe rellenar con el número de inscripción en el ROPO y número de carné de aplicador. Si la explotación dispone de un asesor en GIP debe aparecer en esta hoja.

1.2 PERSONAS O EMPRESAS QUE INTERVIENEN EN EL TRATAMIENTO CON PRODUCTOS FITOSANITARIOS <sup>(1)</sup>								
N° de orden	Nombre y apellidos/ Empresas de servicios	NIF	N° Inscripción ROPO	Tipo de carné <sup>(2)</sup>				Asesor <sup>(2)</sup>
				Básico	Cualif.	Fumig.	Piloto	

Ilustración 32. Hoja de "Personas que intervienen" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37]

- Equipos de aplicación de productos fitosanitarios propios de la explotación: Esta hoja se debe rellenar con los equipos de aplicación que pertenezcan a la explotación y se usen en la realización de tratamientos fitosanitarios. En caso de aplicaciones contratadas a empresas externas, no se rellenará este apartado.

1.3 EQUIPOS DE APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS PROPIOS DE LA EXPLOTACIÓN				
N° de orden	Descripción del equipo <sup>(3)</sup>	N° inscrip. ROMA <sup>(4)</sup>	Fecha de adquisición	Fecha de la última inspección

Ilustración 33. Hoja de "Equipos de aplicación" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37]

- Datos identificativos y agronómicos de las parcelas: En esta hoja deben figurar los datos pertenecientes a todas las parcelas que forman parte de la explotación con sus respectivas referencias SIGPAC





3.4 REGISTRO DE TRATAMIENTOS DE LOS LOCALES DE ALMACENAMIENTO						
APLICA TRATAMIENTO: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <sup>(1)</sup>						
Fecha	Local tratado (tipo y dirección)	Problemática Fitosanitaria	Volumen tratado (m <sup>2</sup> )	Producto		
				Nombre comercial	N° Registro	Cantidad utilizada (kg o l)

3.5 REGISTRO DE TRATAMIENTOS DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE						
APLICA TRATAMIENTO: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <sup>(1)</sup>						
Fecha	Vehículo tratado (tipo, modelo y matrícula)	Problemática Fitosanitaria	Volumen tratado (m <sup>2</sup> )	Producto		
				Nombre comercial	N° Registro	Cantidad utilizada (kg o l)

Ilustración 38. Hoja de "Otros registros de tratamiento fitosanitarios" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37]

- Registro de análisis de productos fitosanitarios en caso de haberse realizado: Hoja que únicamente debe cumplimentarse en caso de realizarse análisis de residuos de productos fitosanitarios para controlar la presencia de estos en cultivos. Este análisis puede realizarse de forma voluntaria, por indicación del asesor, como sistema de calidad de la producción, etc.

**4. REGISTRO DE ANÁLISIS DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN CASO DE HABERSE REALIZADO**

Fecha	Material analizado <sup>(1)</sup>	Cultivo o cosecha muestreado/s <sup>(2)</sup>	N° Boletín de análisis	Laboratorio (Nombre y dirección)	Sustancias activas detectadas

Ilustración 39. Hoja de "Registro de Análisis de residuos" del Cuaderno de Explotación. Fuente: [37]

- Registro de cosecha comercializada: Se deben anotar los datos correspondientes a las partidas de cosecha comercializada, indicado cantidades, procedencia y destinatarios.



## 2.17. Vigilancia de la utilización de productos fitosanitarios

Entre otras de las cosas que abarca, la Ley de Sanidad Vegetal regula el régimen de inspecciones, infracciones y sanciones en el ámbito del uso de productos fitosanitarios, donde establece que las Comunidades Autónomas u órganos competentes nacionales deben realizar diversas inspecciones para asegurar el cumplimiento de las normas.

Existen tres programas de vigilancia que afectan al RD 1311/2012 por el cual se establece el uso sostenible de productos fitosanitarios:

- Programa Nacional de Control Oficial de Higiene de la Producción Primaria Agrícola y del Uso de Productos Fitosanitarios: cuya inspección sobre las explotaciones agrarias controla la correcta aplicación de la GIP y en concreto la inspección del cuaderno de explotación.
- Condicionabilidad de la PAC: la cual afecta también a la correcta implementación de la Gestión Integrada de Plagas.
- Programa de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas en alimentos: cuya inspección comprueba que los alimentos cumplen con los LMR.

### 2.17.1. Programa Nacional de Control Oficial de Higiene de la Producción Primaria Agrícola y del Uso de Productos Fitosanitarios.

El Plan Nacional de Control Oficial de la Cadena Alimentaria (PNCOCA) es un documento obligatorio para todos los miembros de la Unión Europea, en el que se describen los controles oficiales llevados a cabo por las distintas autoridades competentes a nivel estatal, autonómico y local, con la finalidad de garantizar el cumplimiento de la ley a lo largo de toda la cadena alimenticia, desde la producción primaria hasta los puntos de venta al consumidor final. Además, anualmente todos los estados miembros deben realizar un informe con los resultados obtenidos tras la efectucción de dicho plan.

Dentro de este marco, entra en juego la inspección del uso de productos fitosanitarios. Las comunidades autónomas y los órganos competentes deben utilizar los siguientes criterios para seleccionar la muestra que va a recibir inspecciones:

- “ Resultados de controles previos. Se podrán tener en cuenta a la hora de valorar este criterio la existencia de incumplimientos o irregularidades detectados en inspecciones previas, y la frecuencia, reincidencia y gravedad de estos, en su caso.
- No haber sido objeto de inspección oficial durante los últimos 4 años.
- Tamaño de la explotación.
- Toxicidad de los productos fitosanitarios aplicados en la explotación en años previos.
- Cantidad de productos fitosanitarios aplicados o superficie tratada en la explotación en años previos.
- Realización de autocontroles fiables en la explotación y resultado de los mismos, en su caso.
- Cultivos presentes en la explotación. Se podrán tener en cuenta alertas RASFF asociadas a los cultivos; resultados de otras actividades de control o vigilancia oficiales relacionadas con los residuos de productos fitosanitarios; riesgos contrastados de

presencia de patógenos, metales pesados u otras sustancias indeseables asociados a los cultivos; forma de consumo más común de los cultivos (sometidos o no a transformación antes de su consumo), etc.

- Ubicación de la explotación. Se podrá tener en cuenta la proximidad de la explotación a núcleos urbanos; carreteras; zonas industriales o mineras; u otros puntos de riesgo de emisión de contaminantes o de cualquier otro tipo que puedan considerarse.
- Otros criterios, determinados por las Comunidades Autónomas, en función de sus particularidades. “ [39]

Además, la muestra mínima a inspeccionar en cada Comunidad Autónoma debe ser la siguiente:

CCAA	INSPECCIONES
Andalucía	1530
Aragón	315
Asturias	27
Baleares	31
Canarias	105
Cantabria	11
Castilla y León	614
Castilla-La Mancha	688
Cataluña	300
C.Valenciana	392
Extremadura	237
Galicia	223
Madrid	35
Murcia	252
Navarra	105
País Vasco	56
Rioja	79

Ilustración 41. Muestra mínima a inspeccionar por comunidades autónomas. Fuente: [39]

En cuanto a los resultados obtenidos en el año 2018 y tal y como se reflejan en el Informe Anual 2018 del PNCOCA, se realizaron 3973 inspecciones en explotaciones agrícolas.

Explotaciones agrícolas en España	Explotaciones agrícolas inspeccionadas por el Programa Nacional de Control Oficial de Higiene de la Producción Primaria Agrícola y del Uso de Productos Fitosanitarios	[%]
838572	3973	0,47

Ilustración 42. Explotaciones inspeccionadas por el PNCOCA en 2019. Elaboración propia, obtenido de: [40]

A continuación, se muestra el desglose de las inconformidades encontradas, con recortes del informe de 2018 del PNCOCA [40]:

Ítem controlado	Nº no conformidades en ese ítem
<b>CUESTIONES GENERALES</b>	
Inscripción en REGEPA	50
Existencia de cuaderno de explotación	209
Cumplimentación adecuada del cuaderno de explotación	534
Conservación de los registros al menos 3 años	167
Conservación de facturas y demás documentos justificativos de todos los registros realizados	200
Registros de comercialización de productos vegetales (si procede)	274
Registros de trazabilidad de semillas destinadas a la producción de brotes (si procede)	4
Registro de fertilizantes y enmiendas aplicadas	99
Identificación de fuentes de contaminación de la ubicación de la explotación y adopción de medidas	33

Ilustración 43. Recorte de los resultados del informe del PNCOCA 2018. Fuente: [40]

Hasta 534 (el 13,44%) de los cuadernos inspeccionados estaban mal cumplimentados. Asimismo, en torno al 5 % del total no tenían cuaderno de explotación y tampoco conservación de facturas o demás documentos justificativos.

<b>USO PRODUCTOS FITOSANITARIOS</b>	
<b>GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS</b>	
Ítem controlado	Nº no conformidades en ese ítem
Cumplimiento Gestión integrada de plagas (explotaciones exentas de asesoramiento)	37
Existencia de documentación de asesoramiento (explotaciones no exentas de asesoramiento)	383
<b>PRODUCTO</b>	
Producto no autorizado para el cultivo tratado (en registro)	213
Producto no autorizado para el cultivo tratado (en análisis)	28
Producto prohibido, sin permiso de importación paralela, caducado o sobrepasado el periodo de gracia tras su revocación (en registro)	64
Producto prohibido, sin permiso de importación paralela, caducado o sobrepasado el periodo de gracia tras su revocación (en análisis)	0
<b>APLICACIÓN</b>	
Posesión del carnet en vigor de las personas que intervienen en la aplicación	63
Cumplimentación adecuada del registro de aplicaciones de productos fitosanitarios	153
Inscripción en ROPO de las personas que realizan la aplicación	64
Nivel de cualificación adecuado para las tareas desempeñadas	50
Inspección física del cumplimiento de las instrucciones de etiquetado, recomendaciones del fabricante y cualquier otra medida de mitigación del riesgo relacionado con el uso sostenible de PFS	65
Respeto de los plazos de seguridad	27
Gestión adecuada de los residuos de aplicación	86
Se dispone de los Equipos de Protección Individual (EPI) adecuados para los productos fitosanitarios utilizados	6
<b>EQUIPO</b>	
Inscripción en ROMA	82
Documentación en regla en cuanto a inspecciones	107
Maquinaria presente en la explotación coincide con la registrada en el cuaderno	2

Ilustración 44. Recorte de los resultados del informe del PNCOCA 2018. Fuente: [40]

Se observa como 213 de los inspeccionados (5,36 %) utilizaron productos ilegales. Además, destaca de nuevo la incorrecta cumplimentación del registro de aplicación de productos fitosanitarios. Finalmente, se observa carencias administrativas como no inscripción en el ROPO, o ROMA o carnet fuera de vigor.

ANÁLISIS DE LMR	
Cumplimiento de los LMR en caso de venta directa	0
Conservación de boletines de análisis, en caso de venta directa	35
Existencia protocolos de prevención o medidas correctoras, en caso de venta directa	10
ANÁLISIS DE CALDOS DE APLICACIÓN	
Producto no autorizado para el cultivo tratado	3
Producto prohibido	2
REGISTRO APLICACIONES	
Información y actualización adecuadas	177
Respeto de la dosis máxima	82
Cumplimiento de las instrucciones de etiquetado, recomendaciones del fabricante y cualquier otra medida de mitigación del riesgo relacionado con el uso sostenible de PFS	111
ALMACENAMIENTO	
Solo se almacenan productos autorizados	61
Se mantienen correctamente almacenados	186
GESTIÓN DE ENVASES	
Gestión adecuada a través de gestor autorizado	151
PRESENCIA DE OTROS CONTAMINANTES	
Cumplimiento de los límites de otros contaminantes en caso de venta directa	0
Conservación de boletines de análisis de otros contaminantes, en caso de venta directa	0
Existencia de protocolos de prevención o medidas correctoras, en caso de venta directa	0

Ilustración 45. Recorte de los resultados del informe del PNCOCA 2018. Fuente: [40]

En los recortes puede verse que hasta el 2,07 % (82) no respetaron la dosis máxima así como un incumplimiento de las instrucciones de la etiqueta. Además, en torno al 4 % de las explotaciones no respetaron la adecuada gestión de envases ni un correcto almacenamiento.

[39]–[42]

### 2.17.2. Condicionalidad de la Política Agraria Común (PAC)

La Política Agraria Común es uno de los elementos más importantes de la Unión Europea. La PAC se encarga de gestionar las subvenciones que se otorgan a los agricultores y ganadores de la Unión Europea.

Según un informe de la Comisión Europea [43], en el año 2015, recibieron ayudas directas de la PAC cerca de 7 millones de explotaciones que representaban 156 millones de hectáreas de tierra, aproximadamente el 90% de la superficie cultivada en la Unión Europea.

Estas ayudas, van orientadas a financiar el aseguramiento de la calidad y trazabilidad de la cadena alimentaria europea en condiciones de respeto al medio ambiente y salud de las personas. Es decir, es una manera de compensar a los agricultores por practicar formas de producción que nos permitan conseguir esos objetivos.

La condicionalidad es una inspección realizada por la PAC y son una serie de obligaciones que hay cumplir para que el agricultor pueda mantener la ayuda de la PAC, ya que el incumplimiento

implicaría una reducción de los importes. Estas obligaciones tienen relación con el medio ambiente, las buenas condiciones agrarias de la tierra, salud pública y sanidad vegetal.

En España en el año 2018, 577566 explotaciones se beneficiaron de las ayudas de la PAC, de las cuales 8315 (1,44%) fueron inspeccionadas.

(*) Comunidad Autónoma	Beneficiarios	Beneficiarios controlados (TG-solo I&R fuera 1%)	%
Andalucía	199.572	2.030	1,02
Aragón	37.038	534	1,44
Asturias, P. de	9.322	94	1,01
Baleares (Illes)	4.309	55	1,28
Canarias	11.520	165	1,43
Cantabria	4.463	52	1,17
Castilla La Mancha	79.774	911	1,14
Castilla y León	62.371	1.336	2,14
Cataluña (**)	36.944	(666) 687	(1,80) 1,86
C. Valenciana	30.139	409	1,36
Extremadura	43.265	496	1,15
Galicia	24.063	896	3,72
Madrid (C. de)	3.690	47	1,27
Murcia (R. de)	8.550	96	1,12
Navarra (C. F. de)	11.425	180	1,58
País Vasco	6.236	267	4,28
Rioja (La)	4.885	60	1,23
<b>TOTAL</b>	<b>577.566</b>	<b>8.315</b>	<b>1,44</b>

Ilustración 46. Beneficiarios de la PAC en 2019 en España, que fueron inspeccionados. Fuente: [44]

Los requisitos a la hora de establecer la muestra a inspeccionar son similares a los vistos en el anterior apartado (de las 8315 inspecciones, 1856 (22,32 %) fueron seleccionadas de manera aleatoria). Además, cabe destacar que la PAC cruza datos con el PNCOCA para coordinarse a la hora de realizar las inspecciones y que por ejemplo una misma explotación no sea inspeccionada tanto por la PAC como por el PNCOCA.

[43]–[46]

### 2.17.3. Programa de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas en alimentos

Una de las herramientas empleadas para conseguir la seguridad de los consumidores es la existencia de un Límite Máximo de Residuos permitidos (LMR). Un LMR es la cantidad máxima de residuos que se permite legalmente que esté presente en el alimento (tanto en el interior como en la superficie) resultado de la aplicación de un producto fitosanitario.

Desde hace más de 50 años en la UE se han fijado 500.000 LMR's, los cuales deben cumplir todos los miembros de la UE. Y para ello, existe un plan específico: El Programa de Vigilancia y Control de Residuos de Plaguicidas en alimentos, el cual deben realizar todos los miembros.

En Europa, se analizan unas 80.000 muestras anualmente, de las cuales el 95% se sitúan debajo del umbral de los LMR.

	Total	Sin residuos o por debajo del LMR	%	Con un residuo mayor al LMR	%
Muestras Analizadas	2773	2723	98,2	50	1,8

*Tabla 5. Muestras de cultivos cosechados analizados, en búsqueda de residuos de fitosanitarios: Obtenido de: [47]*

En España lo realizan las Comunidades autónomas en colaboración con AESAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición). En el informe del año 2017, se analizaron 2773 muestras, de las cuales solo 50 superaban los LMR (el 1,8 %).

[21], [47], [48]

### 3. Síntesis de la problemática y posible solución

Actualmente se dispone de 6 registros en el proceso con los que se pretende tener la trazabilidad del uso de productos fitosanitarios:

- Registro de Maquinaria Agrícola (ROMA): se encuentra perfectamente digitalizado, recogiendo información de todas las máquinas aplicadoras que intervienen en el proceso. La variable 'Estado de las máquinas' es actualizada por las estaciones de Inspección Técnica de Equipos de Aplicación de Productos Fitosanitarios (ITEAF) que dan fe del estado favorable o no de los equipos.
- Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO): está digitalizado y recoge el rol de cada uno de los agentes intervinientes. Además, muestra si se tiene el carné de uso profesional en vigor o si se está suficientemente cualificado para tal rol.
- Registro de Productos Fitosanitarios: está semi-digitalizado. Recoge todos los productos fitosanitarios en curso, pero no tiene las variables 'Dosis', 'volumen de aplicación' en función del tipo de cultivo o plaga. Para encontrar estos datos hay que acceder a la ficha técnica de cada producto fitosanitario y extraer la información manualmente de unas tablas.
- Registro de Transacciones de Productos Fitosanitarios: se sigue realizando manualmente. Solamente es digital para quien lo desee de forma voluntaria.
- Cuaderno de Explotación: Al igual que las transacciones, este documento tampoco está digitalizado. Está formado por el Registrado de Tratamientos Fitosanitarios y otras hojas. Todos los datos que se introducen en el cuaderno de explotación deben tener congruencia con lo escrito en el resto de los registros.
- Albaranes SIGFITO: sí constituyen un registro digital, pero solo almacena el nombre de usuario y cantidad de envases recepcionados.

#### **Problemática**

El hecho de que los 6 registros no estén digitalizados impide tener el control sobre el uso que los agentes hacen de los productos fitosanitarios y por tanto del cumplimiento de la ley. Se tienen los siguientes problemas:

- En el control del cumplimiento de la ley: Las inspecciones miran el Cuaderno de Explotación, el cual tiene el objetivo de grabar todo el proceso de aplicación de productos fitosanitarios. Sin embargo, actualmente no se está teniendo un control sobre el cumplimiento de la ley. Existen carencias en la única manera de comprobar si se cumple la normativa.

- Ineficiencia en la realización de inspecciones. A partir de los datos del apartado “Vigilancia de la utilización de productos fitosanitarios”, se ve como solamente se realiza la inspección anual al 1,47 % de las explotaciones. Esto es debido a la ineficiencia que supone comprobar un cuaderno en formato papel cuyos datos además deben buscarse manualmente en unas tablas (como por ejemplo los relacionados con el registro de productos fitosanitarios).

Explotaciones agrícolas en España	Explotaciones inspeccionadas PNCOCA (2018)	Explotaciones inspeccionadas PAC (2019)	Ratio total inspecciones sobre el total de explotaciones [%]
838572	3973	8315	1,47

Tabla 6. Explotaciones inspeccionadas en un año. Elaboración propia

- Escasez de criterios objetivos a la hora de realizar inspecciones. Debido a que los cuadernos de explotación no son digitales, se carece de suficiente información que permita decidir a quién inspeccionar. Es por eso que se utilizan criterios basados en visitas anteriores donde se detectaron faltas, denuncias anónimas, terrenos de cultivos con una gran superficie o aleatoriedad (el 22,3 % en la 2019 en las inspecciones de la PAC).
- En la aplicación de la Gestión Integrada de Plagas (GIP): tal y como se deduce en el ‘Anexo I’, el 90,17 % de las explotaciones están exentas de contar con un asesor profesional que les ayude en la GIP. De esta manera, la responsabilidad del correcto uso de los productos fitosanitarios queda bajo agricultores que en la mayoría de los casos sólo ha recibido la formación básica de 25 horas y el reflejo en un cuaderno de explotación de los que sólo el 1,47 % son mirados.
- Escasa devolución de los envases vacíos: Según el PAN 2018, sólo el 18,2 % de los agricultores devolvió envases vacíos en puntos de recogida SIGFITO. Los envases vacíos son considerados residuos peligrosos y la ley dice que además de devolverse debe conservarse un albarán junto al cuaderno de explotación.
  - Venta de productos ilegales o fuera de curso legal: en la inspección del PNCOCA 2018, se vio como un 10,16 % de los establecimientos inspeccionados vendió productos fuera de curso legal. Esto podría evitarse con la digitalización del registro de transacciones.
  - Sobredosis en la aplicación de productos fitosanitarios: la única forma de actual de comprobar que se ha aplicado sobredosis sobre un campo es que así lo refleje el agricultor en el cuaderno de explotación. El hecho de pensar que puede acarrear multas podría condicionar a manipular los datos. En la inspección del PNCOCA en 2018 un 2,07% de los inspeccionados aplicó sobredosis.
  - No se tiene constancia de las condiciones en las que se ha realizado un tratamiento fitosanitario (meteorológicas, técnicas, etc.): Aplicar un

tratamiento en unas condiciones meteorológicas adversas pueden echar al traste un tratamiento y con ello se propicia una nueva fumigación. Tampoco se conocen. Tampoco se conoce información técnica crucial como la velocidad de avance de la maquinaria o el caudal, ambas dependientes del volumen de aplicación (Véase apartado 'Calibración de equipos') o si el producto aplicado estaba o no caducado.

## Soluciones

Por tanto, se concluye que es necesario digitalizar todos los registros. De esta forma no sólo se podrá poner solución a estos problemas, sino que también abrirá la puerta a nuevas posibilidades:

- Creación de una nueva hoja en el Cuaderno de Explotación dedicada al control de stock de productos fitosanitarios: mediante el cruce de datos con el Registro de Transacciones y los Albaranes de SIGFITO (este último necesitará recopilar más datos de los que actualmente recoge) podría obtenerse el stock que el agricultor tiene en todo momento. De esta manera puede verificarse si la dosis reflejada sobre el cuaderno de explotación es congruente con los datos, así como si el producto estaba caducado o no. Ventajas:
  - Control de dosis
  - Control de recepción de envases vacíos (residuos peligrosos) en SIGFITO
- Inspección del 100% de los cuadernos de explotación: con un solo click podrían inspeccionarse todos los cuadernos de explotación (838572 cuadernos). Eso supondría una gran fuente de información que permitiría:
  - Creación de nuevos criterios de inspección: mucho más específicos que permitirían seleccionar minuciosamente inspecciones a pie de campo.
  - Estudios estadísticos del uso de la eficacia de los productos: abriría un nuevo horizonte en el BIG DATA en la búsqueda de correlaciones de por ejemplo la eficacia de determinadas dosis de producto en función de la zona geográfica.
- Aplicación IoT: los registros digitalizados es el marco base que se necesita para implantar las tecnologías IoT. Se podrían crear nuevas hojas en el cuaderno de explotación que junto a la correcta sensorización del campo permitirían:
  - Control sensorial de un tratamiento fitosanitario: mediante sensores a pie de campo que manden información instantánea al cuaderno de explotación.

Por otro lado, la aplicación de tecnologías IOT para asegurar la trazabilidad en los tratamientos fitosanitarios es inservible cuando no existe un fuerte registro digital aguas arriba, ya que sería muy fácil manipulable.

- Aplicación Blockchain: en este marco digital la tecnología Blockchain podría permitir una gran transparencia y una reducción del personal administrativo con la introducción de SmartContracts que realicen de forma automática las inspecciones.

En definitiva, el objetivo principal es recoger la máxima información posible. Sólo así se conseguirá tener el control de lo que sucede en los campos, y en consecuencia, poder tomar decisiones.



*Ilustración 47. Fotografía tomada durante la visita a FIMA 2020 Zaragoza*

## 4. Evolución a un sistema de trazabilidad digitalizado

En el apartado “Síntesis de la problemática y posible solución” se ha visto cómo el uso de productos fitosanitarios en España manifiesta cierto nivel de incumplimiento de las normas. Por ejemplo, veíamos como sólo el 18% de los agricultores devuelven los envases vacíos (considerados residuos peligrosos) en SIGFITO. Sin embargo, y puesto que solo se realiza inspección en torno al 1,47% de las explotaciones, se desconoce el alcance real del incumplimiento. O dicho de otra manera, no se sabe el grado de uso sostenible de productos fitosanitarios que se alcanza en España. Además, y, por otra parte, el hecho de conocer lo que sucede en los campos traería consigo nuevas posibilidades de soluciones o mejoras en el sistema.

Por lo tanto, tal y como se concluye en el apartado “Síntesis de la problemática y posible solución”, se propone la implantación de la evolución del actual sistema de registros a un entorno digital.

Dicha propuesta consiste en:

- Evolución de registros en formato papel a formato digital.
- Mejora de los actuales registros con nuevos parámetros o variables.
- Inclusión de todos los registros y cuaderno de explotación en una única plataforma digital.

Siempre bajo el imperativo hacia todos los agentes implicados de tener que usar este nuevo sistema.

### 4.1 Objetivos

Los objetivos que se pretenden conseguir con el sistema digital son:

- Trazabilidad total por encima de la aplicación del producto fitosanitario en el campo.
- Facilitar la inspección o control de los cuadernos de campo de todas las explotaciones. *Los inspectores tendrán acceso rápido a todos los cuadernos de explotación.*
- Carácter público y unificación en una única plataforma. *De forma que cualquier usuario pueda ver el cuaderno de explotación de su bodega favorita, así como todos los registros.*
- Flexibilidad del cuaderno de explotación: *que permita a los agricultores que así lo deseen la adición de nuevas hojas en el cuaderno de explotación que faciliten la integración de implementaciones de tecnología IoT. Por ejemplo, la creación de una hoja llamada “Temperatura en la explotación” donde el agricultor quiere mostrar públicamente los datos de temperatura que recoge una estación meteorológica ubicada en su parcela.*
- Semi-automatización en la cumplimentación del cuaderno de explotación. *De forma que aquellos datos correspondientes a información sobre las parcelas o maquinaria de las que se es titular se cumplimento automáticamente.*

- Que sirva de base de datos. Para realizar estadísticas e informes públicos para poder realizar un buen seguimiento del uso sostenible de productos fitosanitarios.

En definitiva, se trata de una modernización del actual sistema que debe conducir a asegurar un mayor cumplimiento de las normas y por tanto conseguir el gran objetivo: el uso sostenible de productos fitosanitarios.

## 4.2 Funcionamiento

La propuesta del nuevo sistema de trazabilidad digitalizado está formada por 6 registros y los cuadernos de explotación, los cuales interactúan entre sí. Este sistema estará albergado en internet, en un dominio público de forma que cualquier persona podrá acceder a él y explorar todo el contenido de la trazabilidad.

Los registros son los mismos que ya existen en el actual sistema, pero algunos han sido mejorados (Registro de Productos Fitosanitarios) y otros han sido digitalizados. Los registros serán cumplimentados por los mismos agentes que ya cumplimentaban los actuales (concesionarios, ITEAF, educadores, vendedores, SIGFITO, agricultores, MAGRAMA o inspectores).

En cuanto al cuaderno de explotación, va a estar formado por las mismas hojas que el sistema actual. Sin embargo, ahora el agricultor únicamente deberá rellenar la hoja de tratamientos fitosanitarios y la hoja de personas que intervienen en los tratamientos. El resto de las hojas se cumplimentarán automáticamente recibiendo datos de los 6 registros.

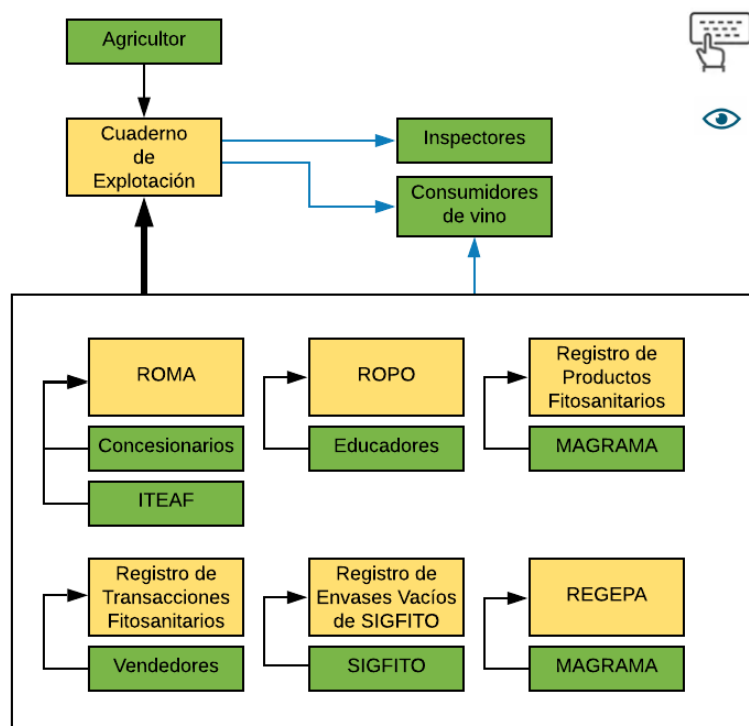


Ilustración 48. Sistema de trazabilidad de fitosanitarios digitalizado

La cumplimentación de los distintos registros o cuaderno de explotación se realizará a través de la página web y/o aplicación donde estarán alojados todos estos. Para ello, los distintos agentes involucrados accederán mediante un usuario y contraseña, y podrán editar solamente aquello para lo que estén autorizados.



*Ilustración 49. Propuesta de la interfaz del sitio web*

La inspección se realizará directamente visualizando los cuadernos de explotación en la propia web, a través de un menú donde podrá escribirse el dni de la persona a inspeccionar y así poder acceder a su cuaderno de explotación.

Finalmente, y puesto que la página web es de carácter público, cualquier consumidor de vino que esté interesado podrá visualizar los distintos registros o cuadernos de explotación, ya sea entrando a la página web genérica o a través de la lectura del código QR que las bodegas podrán poner en sus botellas para enseñar sus cuadernos de explotación fácilmente.



*Ilustración 50. Código QR que da acceso al prototipo elaborado*

## 4.3 Registros

Como se dice anteriormente, el sistema de registros es similar al ya existente, pero se han aplicado algunas mejoras.

Se trata de 6 registros los cuáles no podrán ser modificados por los agricultores, sino que solamente podrán modificar aquellos agentes que estén autorizados para ello.

### 4.3.1 Registro de Maquinaria Agrícola (ROMA)

Este registro actualmente ya se encuentra digitalizado por lo tanto no va a sufrir cambios conceptuales. Se propone que siga siendo exactamente igual con la excepción de que se añade la columna “Fecha de caducidad ITEAF”

**Funcionamiento:** Recoge toda la maquinaria que interviene en procesos de aplicación de fitosanitarios a nivel nacional. Cuando una máquina es dada de alta, el concesionario actualiza la variable “Estado” y le asigna el DNI del comprador. La variable “Resultado ITEAF” la actualiza la estación ITEAF cada 3 años, que es el tiempo que se debe tardar en realizar una inspección. En caso de ser desfavorable la máquina no podrá usarse legalmente.

Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA)							
DNI Titular	Nº Inscripción	Fecha Inscripción	Marca	Modelo	Tipo de maquinaria	Resultado ITEAF	Fecha caducidad ITEAF
07787122N	443003902388	23/1/2018	JOHN DEERE	955	Máquinas automotrices	Favorable	26/11/2022
11277214S	441002001864	2/2/2012	MASSEY FERGUSON	390-2	Tractores	Desfavorable	16/9/2020
80896727T	444004442918	01/09/2013	VMC	CPP-3-1	Remolques	Favorable	04/08/2022
95391623C	445005413801	08/05/2019	NEW HOLLAND	D-1000	Máquinas arrastradas	Favorable	18/12/2020
B44012508	445005413018	26/11/2019	ATASA	1200 L	Máquinas suspendidas	Favorable	24/7/2021
B44012508	445005413619	26/11/2019	HARDI	LX-1000	Máquinas suspendidas	Favorable	2/11/2022
30572811S	441002002185	22/09/2013	EBRO	6079	Tractores	Favorable	12/08/2021
95363687Y	441002002741	21/04/2019	FORD	8210 S DT	Tractores	Favorable	08/04/2023
66689721W	445005412640	30/08/2015	NEW HOLLAND	BB-940 AS	Máquinas arrastradas	Favorable	12/12/2021
28044982R	445005412657	21/08/2011	FITOSA	ZANCUDA-3000	Máquinas arrastradas	Desfavorable	22/05/2020
28044982R	445005412673	09/07/2013	NEW HOLLAND	D-1010	Máquinas arrastradas	Favorable	18/04/2023
28044982R	445005412801	18/09/1998	JOHN DEERE	570	Máquinas arrastradas	Favorable	21/2/2022
87118756T	445005412869	14/3/2009	JOHN DEERE	580	Máquinas arrastradas	Favorable	13/8/2021
62467201Y	445005412903	1/5/2007	VILA	RAGV-4.7	Máquinas arrastradas	Favorable	2/9/2020
64326292F	441002002660	2/11/2008	DEUTZ-FAHR	200 T	Tractores	Favorable	15/8/2020
75140091B	441002002741	3/3/2013	FORD	8210 S DT	Tractores	Favorable	6/9/2022
01747179F	441002002898	14/12/2011	NEW HOLLAND	T7.270 AC	Tractores	Favorable	21/3/2023

Ilustración 51. Modelo actual de Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA)

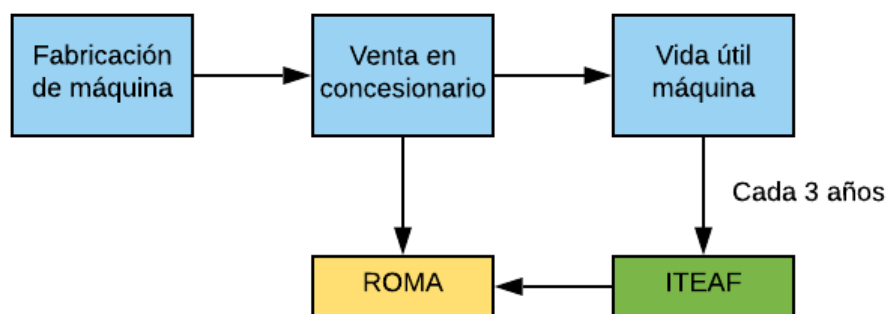


Ilustración 52. Diagrama ROMA. Elaboración propia

### 4.3.2 Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO)

Este es el otro registro que actualmente también se encuentra totalmente digitalizado y se propone que siga siendo exactamente igual.

**Funcionamiento:** Recoge el rol de cada uno de los agentes intervinientes: suministrador, aplicador o asesor. En la variable “Nivel de capacitación” se muestra la formación que tiene cada persona (actualizada por las entidades autorizadas para dar formaciones) y en la variable “Estado” muestra la validez o no del carné en posesión.

Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO)						
DNI	Código Identificación	Nombre y apellidos / Denominación Social	Categoría	Nivel de capacitación	Caducidad del carnet	Estado
38285876F	024410885SU/1	AITOR ROSILLO SALGADO	Aplicador	Básico	19/5/2021	Vigente
28044982R	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	Aplicador	Cualificado	1/2/2025	Vigente
05387430W	024411892SU/1	DAVID PARRA TENA	Aplicador	Básico	13/1/2026	Vigente
95391623C	024423435SU/2	ROBERTO AGUILA AGUSTI	Aplicador	Cualificado	20/1/2019	Caducado
B44012508	024439445SS	FITOSANITARIOS TERUEL	Suministrador	Cualificado	8/6/2023	Vigente
81736677J	024439446ST	FELIX BECERRA BERNAT	Asesor	Asesor	13/2/2024	Vigente
30572811S	024405112SU/1	PABLO FERRERO RIBERA	Aplicador	Básico	11/3/2019	Caducado
95363687Y	024439571SU/1	OSCAR BARRETO ALAMO	Aplicador	Básico	15/10/2024	Vigente
76504056F	024439606SU/1	CRISTOBAL ORDOÑEZ AYUSO	Aplicador	Básico	6/2/2025	Vigente
70841366D	024406859SU/1	AITOR VILLALTA ALBERT	Aplicador	Básico	16/2/2025	Vigente
51568152J	024423489SU/2	PABLO PARRILLA RIOJA	Aplicador	Cualificado	31/5/2023	Vigente
35382464T	024439616SU/1	DAVID QUIROS MAÑEZ	Aplicador	Básico	31/10/2020	Vigente
57895736K	024439617SU/1	FELIPE VILLALOBOS GOMILA	Aplicador	Básico	24/1/2022	Vigente
59587064K	024439661SU/2	JAVIER ZAMBRANO MESTRES	Aplicador	Cualificado	17/6/2024	Vigente
95368469G	024439686SU/2	LUIS SUAREZ ALCON	Aplicador	Cualificado	9/12/2024	Viaente

Ilustración 53. Modelo actual de Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO)

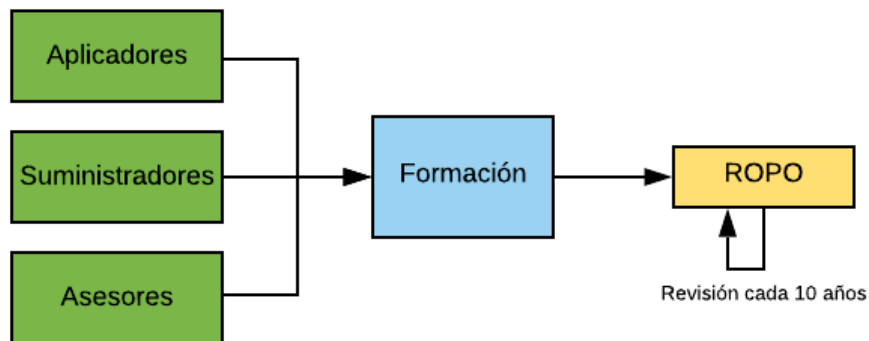


Ilustración 54. Diagrama ROPO. Elaboración propia

### 4.3.3 Registro de Productos Fitosanitarios

Actual: Tal y como se vio en el apartado “2.7 Registro de Productos Fitosanitarios” el actual registro sí está digitalizado. Recoge todos los productos fitosanitarios en curso, pero no tiene las variables ‘Dosis, ‘volumen de aplicación’ o ‘Plazo de seguridad’ en función del tipo de cultivo o plaga. Para encontrar estos datos hay que acceder a la ficha técnica de cada producto fitosanitario y extraer la información manualmente de unas tablas.

USO	AGENTE	Dosis	Nº Aplic.	Intervalos	Vol. Caldo	FORMA Y ÉPOCA DE APLICACIÓN (Condic. Especifico)
Vid	ARAÑA AMARILLA	0,75 l/ha	2	7 días	400-1000 l/ha	Incluye uva de mesa y de vinificación. Aplicar tanto en aplicaciones tempranas como tardías del BBCH 13 al 85. Para el control de Eotetranychus carpini.

#### Plazos de Seguridad (Protección del consumidor):

Uso	P.S. (días)
Cítricos, Limonero	10
Canónigo, Escarola, Lechuga	14
Maíz, Manzano, Peral, Vid	28
Calabacín, Fresal, Melón, Pepino, Pimiento, Sandía	3
Berenjena, Tomate	7
Ornamentales herbáceas	NP

Ilustración 55. Extracto de la ficha técnica del registro de productos fitosanitarios del producto Safrán. Fuente: [13]

Nº Registro	Nombre Comercial	Titular	Formulado
11179	MICROTHIOL SPECIAL DISPERS	UPL IBERIA, S.A.	AZUFRE 80% [WG] P/P
11231	COBRE NORDOX 50	COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.	OXIDO CUPROSO 50% (EXPR. EN CU) [WP] P/P
11312	DECCOSOL-MF	DECCO IBERICA POST COSECHA S.A.U.	2-FENILFENOL 13% (EXPR. EN OPP) [SL] P/V
11317	BASAGRAN L	BASF ESPAÑOLA S.L.U.	BENTAZONA 48% (SAL SÓDICA) [SL] P/V
11412	SP40K	NUFARM ESPAÑA, S.A.	MCPA 40% (SAL POTÁSICA) [SL] P/V
11420	MICROTOX	FIELD PROTECTION, S.L.	AZUFRE 80% [WP] P/P
11485	EVER TRANSPARENTE	TOTAL ESPAÑA, S.A.U.	ACEITE DE PARAFINA (CAS [64742-46-7]) 79% [EC] P/V
11530	NUFO-Z	INDOFIL INDUSTRIES (NETHERLANDS) B.V.	MANCOZEB 80% [WP] P/P
11533	BANVEL-D	SYNGENTA ESPAÑA, S.A.	DICAMBA 48% (SAL DIMETILAMINA) [SL] P/V
11565	QUILAN	GOWAN CROP PROTECTION LTD.	BENFLURALINA 18% [EC] P/V
11571	VENZAR	FMC Agricultural Solutions, S.A.U.	LENACILO 80% [WP] P/P
11572	VYDATE 10 G	DU PONT IBERICA, S.L.	OXAMILO 10% [GR] P/P
11582	BELTASUR-500	PROBELTE S.A.U.	OXICLORURO DE COBRE 50% (EXPR. EN CU) [WP] P/P
11725	ANRI-L N	CERAFRUIT, S.L.	DETERGENTE BIODEGRADABLE 7% [SL] P/V

Ilustración 56. Modelo actual de Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO)

**Propuesta:** se propone la inclusión de los principales parámetros de las fichas técnicas de los productos en el Registro de Productos Fitosanitarios. Recoge todos los productos autorizados por la Unión Europea, así como la dosis y uso autorizado. En función del tipo de cultivo para el que se aplique, el modo de empleo puede variar, así como la plaga a tratar.

Registro de Productos Fitosanitarios										
Nº de Registro	Nombre Comercial	Formulado	Cultivo	Plaga o Enfermedad	Dosis Máxima [l/ha]	Vol. Aplicación Min. [l/ha]	Vol. Aplicación Máx. [l/ha]	Nº de aplicaciones máx.	Intervalos [días]	Plazo de Seguridad
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Vid	Araña Amarilla	0,75	400	1000	2	7	28
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Tomate	Acaros	1	600	1500	2	20	7
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Peral	Erinosis	1,2	500	1500	2	38	28
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Canónigo	Acaros	1	500	1500	3	14	14
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Citricos	Araña Roja	1,5	500	2000	1	-	10
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Maíz	Araña Roja	1,5	500	800	1	-	28
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Melón	Acaros	1,2	600	1500	2	20	3
24294	MIL GOLD MZ P% + METALAXIL-		Vid	Mildiu	2,5	450	1000	4	10	0
24294	MIL GOLD MZ P% + METALAXIL-		Tomate	Alternaria	2,5	650	1000	3	10	14
24294	MIL GOLD MZ P% + METALAXIL-		Brécol	Mildiu	2	300	1000	3	10	30
24294	MIL GOLD MZ P% + METALAXIL-		Cebolla	Mildiu	2,5	400	1000	3	10	28
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Vid	Oidio	7,2	400	1200	4	7	0
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Tabado	Araña Roja	6	500	1000	3	15	0
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Remolacha	Oidio	9	1000	1500	4	15	0
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Patata	Acaros	6	500	1000	3	15	0

Ilustración 57. Propuesta de Registro de Productos Fitosanitarios

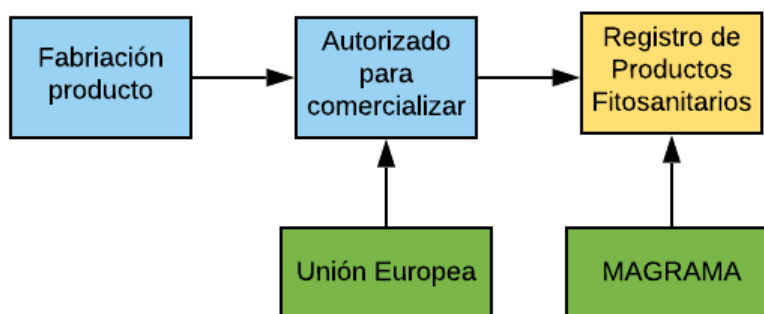


Ilustración 58. Diagrama Registro de Productos Fitosanitarios. Elaboración Propia

#### 4.3.4 Registro de Transacciones con Productos Fitosanitarios

Actual: tal y como se vio en el apartado ‘2.6. Registro de Transacciones con Productos Fitosanitarios’ este registro se sigue realizando manualmente. Solamente es digital para quien lo desee de forma voluntaria.

Propuesta: se propone la digitalización del mismo registro, de forma que los vendedores (que son los responsables) tengan que rellenarlo obligatoriamente. Se accederá al registro en la página web destinada para ello y el vendedor accederá con su usuario y clave personales. Este, bajo el rol de vendedor, podrá rellenar las filas completando los datos requeridos.

Registro de Transacciones con Productos Fitosanitarios							
Fecha de transacción	Suministrador		Comprador		Producto Fitosanitario		
	Código Identificación ROPO	Denominación	Código Identificación ROPO	Nombre y Apellidos	Nº Registro	Cantidad [kg] o [L]	Lote
2/02/2019	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24343	8	54784
2/12/2013	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24294	35	38480
2/12/2013	024532584SS	TU AGRICULTURA	02469362SU/2	JUAN ARTIGAS RESA	18315	20	21219
2/12/2013	024525695SS	HNOS BLASCO	024465784SU/2	ARTURO LÓPEZ HUERTA	11807	5	72298
12/11/2017	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024405112SU/1	PABLO FERRERO RIBERA	21583	8	80643
16/10/2018	024525695SS	HNOS BLASCO	024410885SU/1	AITOR ROSILLO SALGADO	18926	6	62386
25/10/2017	024539123SS	AGROSANCHEZ	024411892SU/1	DAVID PARRA TENA	19488	8	19257
1/10/2014	024532584SS	TU AGRICULTURA	024423435SU/2	ROBERTO AGUILA AGUST	16638	12	13588
2/10/2013	024532584SS	TU AGRICULTURA	044246635SU/2	LUIS BERNAT HUERTA	19068	4	77618
13/02/2015	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024439571SU/1	OSCAR BARRETO ALAMO	20288	18	12845
4/01/2016	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024439606SU/1	RISTOBAL ORDOÑEZ AYUS	20723	3	79770
28/02/2017	024539123SS	AGROSANCHEZ	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	18315	50	74791
31/12/2019	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024439616SU/1	DAVID QUIROS MAÑEZ	16601	14	45972
26/04/2014	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024439617SU/1	IDE VILLALBA ROS COM	23519	16	78137

Ilustración 59. Propuesta de Registro de Transacciones con Productos Fitosanitarios

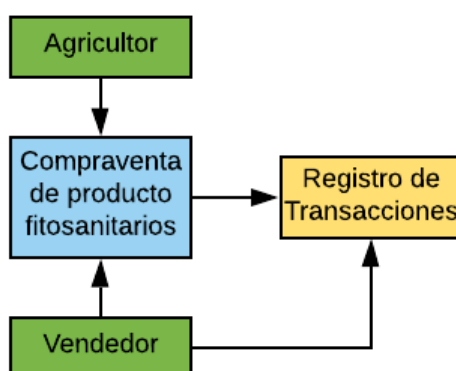


Ilustración 60. Diagrama Registro de Transacciones. Elaboración propia

### 4.3.5 Registro de Devolución de Envases Vacíos de SIGFITO

**Actual:** cuando el consumidor devuelve los envases vacíos en un punto de recogida SIGFITO, sólo se registran los datos del consumidor y la cantidad de sustancia que albergaba dicho envase vacío. Es decir, no se registra el producto específico que se entrega.

Albarán de entrega 0728434

Este albarán justifica la entrega del residuo por parte del consumidor a la entidad colaboradora de SIGFITO.

**DATOS DEL CONSUMIDOR**

Nombre/razón social \_\_\_\_\_

Teléfono \_\_\_\_\_ Código postal \_\_\_\_\_

Correo electrónico \_\_\_\_\_

**DATOS DEL RESIDUO ENTREGADO**

Envases vacíos y secos marcados con el símbolo de SIGFITO.

Nota: La entrega de cualquier otro residuo es una infracción muy grave. (ver 10/100 art 34.2)

Cantidad entregada para su gestión: \_\_\_\_\_ (indicar si se trata de kg o litros)

Fecha de entrega: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

Firma y sello de entidad que entregó el residuo: \_\_\_\_\_

SIGFITO es el sistema integrado de gestión de residuos de envases y otros residuos de productos fitosanitarios, autorizado por la comunidad autónoma.

Ilustración 61. Ejemplo de actual albarán de entrega de envases vacíos, visto en el apartado 2.

**Propuesta:** se propone la creación de un registro digital donde el responsable de cada punto de recogida SIGFITO será quién lo rellene (en la mayoría de los casos los establecimientos de venta son también puntos de recogida SIGFITO). El consumidor llevará los envases vacíos y este deberá anotar todos los parámetros necesarios para registrar una correcta trazabilidad.

Registro de Devolución de Envases Vacíos de SIGFITO							
Fecha de devolución	Punto de Recogida receptor		Consumidor		Producto Fitosanitario		
	Código Identificación ROPO	Denominación	Código Identificación ROPO	Nombre y Apellidos	Nº Registro	Cantidad [kg] o [L]	Lote
2/08/2015	024439963SS	SIGFITO Actur	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24343	1	54784
16/11/2015	024439963SS	SIGFITO Actur	024411892SU/1	DAVID PARRA TENA	19488	1	19257
2/14/2017	024432483SS	Parque Goya ENVASES	024439571SU/1	OSCAR BARRETO ALAMO	20288	1	12845
31/10/2019	024432483SS	Parque Goya ENVASES	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24343	3	54784
31/11/2019	024439445SS	FITOSANITARIOS TERUEL	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24294	20	38480
31/05/2015	024439445SS	FITOSANITARIOS TERUEL	024406859SU/1	AITOR VILLALTA ALBERT	13594	7	26485
31/05/2014	024539123SS	AGROSANCHEZ	024465841SU/1	JUAN PALAU VILLALTA	11807	4	72298
11/05/2018	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024405112SU/1	PABLO FERRERO RIBERA	21583	7	80643
14/04/2019	024525695SS	HNOS BLASCO	024410885SU/1	AITOR ROSILLO SALGADO	18926	5	62386
23/04/2018	024539123SS	AGROSANCHEZ	024411892SU/1	DAVID PARRA TENA	19488	7	19257
30/03/2015	024532584SS	TU AGRICULTURA	024423435SU/2	ROBERTO AGUILA AGUST	16638	11	13588
31/03/2014	024532584SS	TU AGRICULTURA	044246635SU/2	LUIS BERNAT HUERTA	19068	3	77618
12/08/2015	024439445SS	FITOSANITARIOS TERUEL	024439571SU/1	OSCAR BARRETO ALAMO	20288	17	12845

Ilustración 62. Propuesta de Registro de Devolución de Envases Vacíos de SIGFITO



Ilustración 63. Diagrama del registro de envases vacíos. Elaboración Propia

### 4.3.6 Registro General de la Producción Agrícola (REGEPA)

Este registro se encuentra actualmente perfectamente digitalizado a nivel estatal. No se propone variación alguna y se integrará en la propuesta.

**Funcionamiento:** Constituye una base de datos nacional que recoge todas las explotaciones agrícolas a nivel nacional. Es elaborado por el MAGRAMA. Todas las parcelas agrícolas se identifican con el Código REGEPA que a su vez se le hace corresponder con el DNI del titular de la explotación. A continuación se localiza, se caracteriza en función del cultivo y se le asigna un código de localización geográfica SIGPAC.

Registro General de la Producción Agrícola (REGEPA)								
Código REGEPA	DNI de Titular	Localidad	Polígono	Parcela	Cultivo	Sistema de cultivo	Superficie [ha]	Código SIGPAC
1718688228	38285876F	Aguatón	1	12	Trigo	Convencional	4,2	54344935
1739617751	28044982R	Cariñena	2	17	Vid	Convencional	2,12	54708659
1758496249	28044982R	Cariñena	2	24	Vid	Convencional	1,3	54974552
1730695733	95391623C	Alcañiz	5	14	Cebada	Ecológica	0,75	54277630
1767327811	B44012508	Albarracín	1	7	Vid	Convencional	1,12	54472328
1702636485	81736677J	Miedes	3	2	Vid	Convencional	0,65	54056826
1752211519	30572811S	Borja	3	14	Tomate	Integrada	4,76	54576213
1766871587	95363687Y	Escucha	2	4	Nispero	Convencional	1,45	54626088
1709807202	76504056F	Fortanete	1	2	Vid	Convencional	1,05	54753030
1735428050	70841366D	Fonfría	2	10	Sandía	Convencional	1,35	54135058
1797888885	51568152J	Camfranc	1	10	Vid	Convencional	1,27	54265730
1710356754	35382464T	Alcorisa	3	9	Olivo	Convencional	1,22	54484789
1729136066	57895736K	Alagón	1	11	Borraja	Convencional	0,45	54838155
1771680377	59587064K	Peracense	4	24	Trigo	Convencional	2,24	54715957
1741234680	95368469C	Ditarrus	1	3	Vid	Convencional	0,87	54546555

Ilustración 64. Interpretación del actual Registro General de la Producción Agrícola (REGEPA)

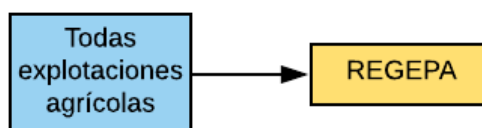


Ilustración 65. Diagrama REGEPA. Elaboración Propia

## 4.4 Cuaderno de Explotación

El cuaderno de explotación digital va permitir la inspección de todas las explotaciones. Para acceder a estos, en la interfaz de la web deberá pulsarse “Cuadernos de explotación”, tras lo cual aparecerá una pantalla con el listado de todas las explotaciones:

CUADERNOS DE EXPLOTACIÓN	
DNI / CIF	Nombre y apellidos / Denominación Social
B67012512	BODEGA IGNACIO MARIN
38285876F	AITOR ROSILLO SALGADO
28044982R	JORDI MARINA DORTA
05387430W	DAVID PARRA TENA
95391623C	ROBERTO AGUILA AGUSTI
B44012508	Bodega La Rioja - ENATE
81736677J	FELIX BECERRA BERNAT
30572811S	PABLO FERRERO RIBERA
95363687Y	OSCAR BARRETO ALAMO
76504056F	CRISTOBAL ORDOÑEZ AYUSO
70841366D	FITOSAN EFICAZ SA
51568152J	PABLO PARRILLA RIOJA
35382464T	DAVID QUIROS MAÑEZ
57895736K	FELIPE VILLALOBOS GOMILA
59587064K	JAVIER ZAMBRANO MESTRES
95368469G	LUIS SUAREZ ALCON
83817028Z	AITOR VILLALTA ALBERT
B44012508	Bodega La Rioja - ENATE
81736677J	FELIX BECERRA BERNAT

28044982R	- 2019 -
<b>Acceder al Cuaderno de Explotación</b>	

Ilustración 66. Listado de explotaciones

En esta pantalla, se seleccionará la explotación a visualizar a través del desplegable. De esta forma, se accederá al cuaderno de explotación de quien se quiera y podrá verse las 6 páginas del mismo:

CUADERNO DE EXPLOTACIÓN	
	Nombre: JORDI MARINA DORTA
	DNI: 28044982R

<b>Hoja: 1</b>	Datos identificativos de las parcelas
<b>Hoja: 2</b>	Equipos de aplicación de productos fitosanitarios propios de la explotación
<b>Hoja: 3</b>	Personas que intervienen en el tratamiento con productos fitosanitarios
<b>Hoja: 4</b>	Compras realizadas de productos fitosanitarios
<b>Hoja: 5</b>	Registro de tratamientos fitosanitarios
<b>Hoja: 6</b>	Devoluciones efectuadas de envases vacíos en puntos de recogida SIGFITO

Ilustración 67. Menú del cuaderno de explotación.

En cuanto a la cumplimentación del mismo, ahora el agricultor únicamente deberá rellenar la hoja de tratamientos fitosanitarios y la hoja de personas que intervienen en los tratamientos. El resto de las hojas se cumplimentarán automáticamente recibiendo datos de los 6 registros.

#### 4.4.1 Hoja 1. Datos identificativos de la parcela

Hoja similar a la vista en el apartado “2.16 Cuaderno de Explotación”. Se rellenará automáticamente, de forma que la aplicación extraerá los datos del registro REGEPA, filtrando a partir del nombre del titular del cuaderno de explotación. Los datos recogidos son similares a los que se recogen en la hoja equivalente del actual cuaderno de explotación.

Cumplimentación automática								
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN						Nombre: JORDI MARINA DORTA		
Hoja: 1						DNI: 28044982R		
Datos identificativos de las parcelas								
Código REGEPA	DNI de Titular	Localidad	Polígono	Parcela	Cultivo	Sistema de cultivo	Superficie [ha]	Código SIGPAC
1739617751	28044982R	Cariñena	2	17	Vid	Convencional	2,12	54708659
1758496249	28044982R	Cariñena	2	24	Vid	Convencional	1,3	54974552

Ilustración 68. Hoja 1: Datos identificativos de las parcelas.

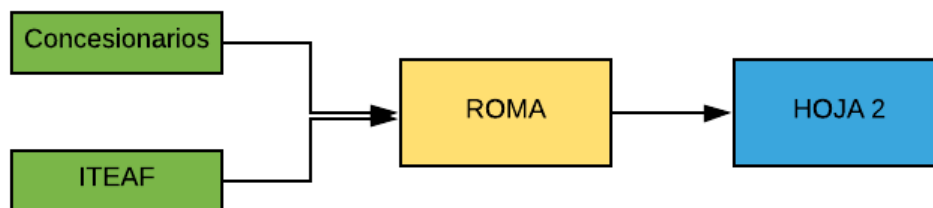


#### 4.4.2 Hoja 2. Equipos de aplicación de productos fitosanitarios propios de la explotación

Hoja con las mismas características que su homóloga según se vio en el apartado “2.16 Cuaderno de Explotación”. Se cumplimentará automáticamente a partir del registro de maquinaria agrícola (ROMA).

Cumplimentación automática								
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN						Nombre: JORDI MARINA DORTA		
Hoja: 2						DNI: 28044982R		
Equipos de aplicación de productos fitosanitarios propios de la explotación								
DNI Titular	Nº Inscripción	Fecha Inscripción	Marca	Modelo	Tipo de maquinaria	Estado	Resultado ITEAF	Fecha caducidad ITEAF
28044982R	445005412657	21/8/2011	FITOSA	ZANCUDA-3000	Máquinas arrastradas	Alta	Desfavorable	22/5/2020
28044982R	445005412673	9/7/2013	NEW HOLLAND	D-1010	Máquinas arrastradas	Alta	Favorable	18/4/2023
28044982R	445005412801	18/09/1998	JOHN DEERE	570	Máquinas arrastradas	Baja	-	-

Ilustración 69. Hoja 2: Equipos de aplicación de productos fitosanitarios propios de la explotación.

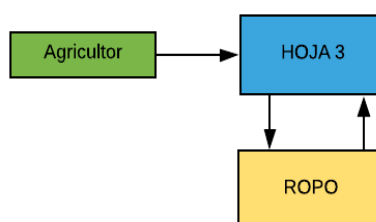


#### 4.4.3 Hoja 3. Personas que intervienen en el tratamiento con productos fitosanitarios

Contiene la misma información de la hoja homóloga vista en el apartado “2.16 Cuaderno de Explotación”. El propietario de la explotación deberá cumplimentar esta hoja con los datos del asesor (en caso de que proceda) y con todo aquel personal que vaya a intervenir en el tratamiento con productos fitosanitarios. Únicamente debe introducirse el DNI y el rol que tenga en la explotación (Aplicador o Asesor). El resto se rellenará automáticamente a partir de los datos del ROPO.

Cumplimentación semi-automática						
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN					Nombre: JORDI MARINA DORTA	
Hoja: 3					DNI: 28044982R	
Personas que intervienen en el tratamiento con productos fitosanitarios						
DNI	Código Identificación	Nombre y apellidos / Denominación Social	Categoría	Nivel de capacitación	Caducidad del carnet	Estado
28044982R	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	Aplicador	Cualificado	1/2/2025	Vigente
81736677J	024439446ST	FELIX BECERRA BERNAT	Asesor	Asesor	13/2/2024	Vigente
30572811S	024405112SU/1	PABLO FERRERO RIBERA	Aplicador	Básico	11/3/2019	Caducado

Ilustración 70. Hoja 3: Personas que intervienen en el tratamiento con productos fitosanitarios.

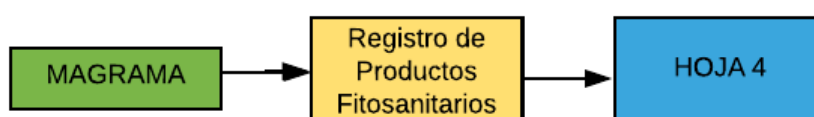


#### 4.4.4 Hoja 4. Personas que intervienen en el tratamiento con productos fitosanitarios

Contiene la misma información de la hoja homóloga vista en el apartado “2.16 Cuaderno de Explotación”. Hoja de cumplimentación automática a partir del Registro de Transacciones con Productos Fitosanitarios. La aplicación filtrará por el nombre del titular del cuaderno.

Cumplimentación automática							
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN						Nombre: JORDI MARINA DORTA	
Hoja: 4						DNI: 28044982R	
Compras realizadas de productos fitosanitarios							
Fecha de transacción	Suministrador		Comprador		Producto Fitosanitario		
	Código Identificación ROPO	Denominación	Código Identificación ROPO	Nombre y Apellidos	Nº Registro	Cantidad [kg] o [L]	Lote
2/02/2019	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24343	8	54784
2/02/2019	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24294	35	38480
28/02/2017	024539123SS	AGROSANCHEZ	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	18315	50	74791

Ilustración 71. Hoja 4: compras realizadas de productos fitosanitarios

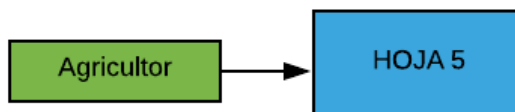


#### 4.4.5 Hoja 5. Registro de tratamientos fitosanitarios

Se trata de la hoja más importante del cuaderno puesto que recoge los tratamientos fitosanitarios realizados. La cumplimentación es totalmente manual (a excepción de las columnas con variables “Cultivo” y “Superficie”) facilitada por desplegables que recogen variables de las otras hojas del cuaderno. Por ejemplo, el desplegable de maquinaria contiene todas las máquinas recogidas en la hoja número 2.

Cumplimentación manual															
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN										Nombre: JORDI MARINA DORTA					
										DNI: 28044982R					
Hoja: 5										Asesor: FELIX BECERRA BERNAT			Validación intermedia	05/06/2019	OK
										Validación final					
Registro de tratamientos fitosanitarios															
Datos Parcela				Tratamiento						Producto Fitosanitario					
Nº	Código REGEPA	Cultivo	Superficie [ha]	Fecha	Aplicador	Máquina	Plaga	Fase	Eficacia	Nº Registro	Dosis [l/ha]	Cantidad [l]	Vol. Aplicación [l/ha]		
1	1739617751	Vid	3	12/01/2019	024405112SU/1	445005412673	Mildiu	1	Mala	24294	2	6	600		
2	1739617751	Vid	3	22/01/2019	024430494SU/2	445005412657	Mildiu	2	Regular	24294	2,5	7,5	600		
3	1739617751	Vid	3	3/05/2019	024405112SU/1	445005412657	Mildiu	3	Buena	24294	2	6	600		
4	1739617751	Vid	3	15/05/2019	024405112SU/1	445005412657	Mildiu	4	Muy buena	24294	2,5	7,5	650		
5															
6															
7															
8															
9															
10															

Ilustración 72. Hoja 5: Registro de tratamientos fitosanitarios

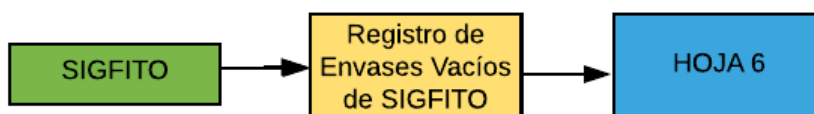


#### 4.4.6 Hoja 6. Devoluciones efectuadas de envases vacíos en puntos de recogida SIGFITO

Hoja de cumplimentación automática a partir de los datos del Registro de Devolución de Envases Vacíos de SIGFITO.

Cumplimentación automática							
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN						Nombre: JORDI MARINA DORTA	
Hoja: 6						DNI: 28044982R	
						Devoluciones efectuadas de envases vacíos en puntos de recogida SIGFITO	
Fecha de devolución	Punto de Recogida receptor		Consumidor		Producto Fitosanitario		
	Código Identificación ROPO	Denominación	Código Identificación ROPO	Nombre y Apellidos	Nº Registro	Cantidad [kg] o [L]	Lote
31/10/2019	024432483SS	Parque Goya ENVASES	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24343	1	54784
30/11/2019	024439445SS	FITOSANITARIOS TERUEL	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24294	5	38480
13/12/2019	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	18315	13	74791

Ilustración 73. Hoja 6: Devoluciones efectuadas de envases vacíos en puntos de recogida SIGFITO.



## 5. Implementaciones sobre el cuaderno de explotación digital

Recapitulando lo visto hasta ahora, en un primer momento se vio cómo el sistema actual de uso de productos fitosanitarios tenía fallas en la trazabilidad. De esta forma, ni siquiera se podía saber si los agricultores devolvían la totalidad de envases utilizados a los puntos SIGFITO ni tampoco se podía aplicar otras mejoras que conducen a la consecución del uso sostenible de productos fitosanitarios que se verán a partir de ahora.

Por lo tanto, se propuso la digitalización de todo el sistema de trazabilidad así como una serie de mejoras en los registros, de forma que se pudiera blindar toda la trazabilidad por encima de la aplicación del producto fitosanitario sobre el campo.

De esta manera, llegado a este momento:

Pros:

- Trazabilidad en todo aquello que rodea al cuaderno de explotación. *Registro de transacciones de productos fitosanitarios, registro de devolución de envases vacíos, etc.*
- Interactuación entre registros y cuaderno de explotación. *Que implica una automatización de la cumplimentación de este.*
- Unificación de todo el sistema de trazabilidad en una única plataforma online de acceso público. *Facilitando la transparencia y el acceso de inspectores a todo el trazo con un click, posibilitando la inspección a macroescala de los registros y cuaderno de explotación, y la creación de nuevos criterios para inspeccionar a pie de campo.*
- Flexibilidad del sistema digital. *El entorno digital permite crear programas con distintos objetivos (como se verá en los siguientes puntos) como por ejemplo limitar la venta de productos fitosanitarios en función de la superficie y dosis.*

Contras:

- No existe una forma de controlar que los tratamientos se realizan según las normas:
  - Dosis: *la dosis de sustancia activa escrita en el cuaderno de explotación puede ser falsa. Hasta el momento no existe una manera de comprobarlo.*
  - Volumen de aplicación: *al igual que con la dosis tampoco hay una forma de saber si el volumen de caldo aplicado es legal pese a que en el cuaderno aparezca una cifra legal. El volumen de aplicado depende de la velocidad de avance, del caudal aplicado y de la distancia real recorrida.*
  - Meteorología: *unas condiciones meteorológicas adversas durante la aplicación pueden ocasionar que el tratamiento sea ineficaz y que se deba repetir. De esta manera una mala decisión ocasiona la doble aplicación con los inconvenientes que ello tiene para el medio ambiente y la salud.*

- Inspecciones manuales: Pese a que ya se puede realizar una inspección a cualquier cuaderno de campo, estas siguen siendo relativamente manuales ya que no se han implementado 'scripts' que permitan automatizar el proceso con un solo click.
- Corrupción de los registros y cuadernos de explotación: El actual sistema no garantiza que los registros y cuadernos de explotación alojados en la web sean incorruptibles.

En los siguientes apartados se va intentar poner solución a las tareas pendientes con un objetivo final: conseguir el uso sostenible de productos fitosanitarios.

## 5.1 Automatización de las inspecciones.

La digitalización de las cosas, y en este caso de la trazabilidad, permite hacer uso de los datos extraídos para automatizar procesos. Por ende, se propone automatizar el proceso de las inspecciones al cuaderno de explotación con la creación de una nueva hoja: "Hoja de Control".

Esta nueva hoja del cuaderno de explotación consiste en una serie de funciones programadas que comprueban de forma automática si se está cumpliendo la normativa en el uso de productos fitosanitarios. El objetivo será facilitar la labor a inspectores y, como no, servirá para que cualquier persona interesada pueda visualizar de forma rápida la cumplimentación de la normativa por parte de una explotación.

Cumplimentación automática							
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN				Nombre: JORDI MARINA DORTA			
				DNI: 28044982R			
Hoja: 7		Hoja de control					
<b>Asesoramiento</b>	<b>NOK</b>	¿Necesidad de contar con asesoramiento?	Sí	¿La explotación ha contratado a un asesor?	Sí	¿El asesor ha aprobado el registro de tratamientos fitosanitarios?	No
<b>Equipos de aplicación</b>	<b>NOK</b>	¿Los equipos utilizados tienen la ITEAF en regla?	No				
<b>Aplicadores</b>	<b>OK</b>	¿Las personas partícipes del proceso tienen el carnet de aplicador en regla?	Sí				
<b>Tratamientos fitosanitarios</b>	<b>OK</b>	¿Los productos utilizados son legales?	Sí	¿Los productos utilizados sirven para tratar la plaga declarada?	Sí	¿Los productos se han aplicado en un número de intervalos legal?	Sí
		¿Se ha respetado el plazo entre intervalos de aplicación?	Sí	¿Se ha aplicado una dosis legal de sustancia activa?	Sí	¿Se ha declarado un volumen de aplicación legal?	Sí
<b>Envases vacíos</b>	<b>OK</b>	¿Los envases gastados se han devuelto a un punto de recogida SIGFITO?	Sí				



Ilustración 74. Propuesta de hoja de Control. En la imagen, inspección no aprobada.

El funcionamiento es sencillo. Consiste en inspeccionar 5 pilares de la Gestión Integrada de Plagas: Asesoramiento, Equipos de aplicación, Aplicadores, Tratamientos fitosanitarios y Envases vacíos. Para que el resultado de la inspección global sea favorable, los 5 apartados

deben resultar favorables (“OK”). En caso contrario, el resultado de la inspección global será desfavorable marcado como “NOK” (No Okey).

A su vez, el resultado de cada apartado de los 5 va a depender de subapartados. Es decir, va a necesitar tener todos sus subapartados en “Sí” para que el apartado consiga el “OK”.

Veamos a continuación lo que va a controlarse en los 5 pilares básicos:

- Asesoramiento: tal y como se vio en el apartado “2. Descripción del sistema de uso de productos fitosanitarios” el asesoramiento en GIP es obligatorio para explotaciones que cumplen una serie de requisitos. La finalidad de esto es contar con un experto en la explotación que asegure el uso sostenible de productos fitosanitarios.
  - Necesidad de asesoramiento: las explotaciones que cuenten con más de 5 hectáreas de viñedo estarán obligadas a contar con un asesor. De esta manera, el programa realiza la suma de las hectáreas de viñedo y pone la celda en “Sí” en caso de que la superficie sea mayor que 5 hectáreas.
  - Asesor contratado: el programa busca que en la hoja de personas que intervienen en el proceso (Hoja 3) exista alguien con el rol de “Asesor”.

Cumplimentación semi-automática						
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN				Nombre: JORDI MARINA DORTA		
Hoja: 3				DNI: 28044982R		
Personas que intervienen en el tratamiento con productos fitosanitarios						
DNI	Código Identificación	Nombre y apellidos / Denominación Social	Categoría	Nivel de capacitación	Caducidad del carnet	Estado
28044982R	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	Aplicador	Cualificado	1/2/2025	Vigente
81736677J	024439446ST	FELIX BECERRA BERNAT	Asesor	Asesor	13/2/2024	Vigente
30572811S	024405112SU/1	PABLO FERRERO RIBERA	Aplicador	Básico	11/3/2019	Vigente

Ilustración 75. El programa busca que exista una persona con el rol de asesor.

- Aprobación del registro de tratamientos fitosanitarios: el asesor debe firmar dos veces el cuaderno de campo. Una a mitad de campaña y otra al final, dando así el consentimiento a lo escrito en el registro de tratamientos fitosanitarios. El programa buscará en la hoja 5 las dos firmas.

Nombre: JORDI MARINA DORTA		
DNI: 28044982R		
Asesor: FELIX BECERRA BERNAT		
Validación intermedia	05/06/2019	OK
Validación final		

Ilustración 76. En la ilustración se observa que el asesor no ha realizado la validación final.

- Equipos de aplicación: tal y como se vio en el apartado “2. Descripción del sistema de uso de productos fitosanitarios” todos los equipos deben realizar la inspección obligatoria cada 3 años. Y en caso de no realizarse o que el equipo no la pase con éxito, la máquina quedará deshabilitada (estado desfavorable) de forma que se considerará

ilegal su uso.

- Vigencia ITEAF: el programa mirará que los equipos utilizados tengan la inspección en vigor, es decir, estado favorable.

Cumplimentación automática							
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN					Nombre: JORDI MARINA DORTA		
Hoja: 2					DNI: 28044982R		
Equipos de aplicación de productos fitosanitarios propios de la explotación							
DNI Titular	Nº Inscripción	Fecha Inscripción	Marca	Modelo	Tipo de maquinaria	Resultado ITEAF	Fecha caducidad ITEAF
28044982R	445005412657	21/8/2011	FITOSA	ZANCUDA-3000	Máquinas arrastradas	Desfavorable	22/5/2020
28044982R	445005412673	9/7/2013	NEW HOLLAND	D-1010	Máquinas arrastradas	Favorable	18/4/2023

Ilustración 77. Resultado ITEAF en los equipos utilizados.

- Aplicadores: en el apartado “2. Descripción del sistema de uso de productos fitosanitarios” se vio que todas aquellas personas partícipes del proceso de uso de fitosanitarios debían tener una cierta formación. Y con dicha formación, va implícito la tenencia de un carnet, el cual deberá estar en vigor (ya que caduca) para que la persona pueda ser partícipe del proceso.
  - Carnet en vigor: el programa comprobará que en la hoja 3 todas las personas tienen el carnet en regla. En caso positivo escribirá “SÍ” sobre la hoja de control.

Cumplimentación semi-automática						
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN					Nombre: JORDI MARINA DORTA	
Hoja: 3					DNI: 28044982R	
Personas que intervienen en el tratamiento con productos fitosanitarios						
DNI	Código Identificación	Nombre y apellidos / Denominación Social	Categoría	Nivel de capacitación	Caducidad del carnet	Estado
28044982R	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	Aplicador	Cualificado	1/2/2025	Vigente
81736677J	024439446ST	FELIX BECERRA BERNAT	Asesor	Asesor	13/2/2024	Vigente
30572811S	024405112SU/1	PABLO FERRERO RIBERA	Aplicador	Básico	11/3/2019	Vigente

Ilustración 78. Vigencia del carnet.

- Tratamientos fitosanitarios: en el apartado “2. Descripción del sistema de uso de productos fitosanitarios” se ha visto la importancia (y obligación) de cumplir con las instrucciones que marcan las etiquetas de los productos fitosanitarios, ya que de otro modo se estaría contaminando el medio ambiente y creando riesgos frente a la salud de las personas.
  - Legalidad de los productos utilizados: El primer punto a controlar es si los productos que se han aplicado son legales. Para ello el programa comprueba

que dichos productos (uno a uno) están presentes en el registro de productos fitosanitarios.

Registro de Productos Fitosanitarios										
Nº de Registro	Nombre Comercial	Formulado	Cultivo	Plaga o Enfermedad	Dosis Máxima [l/ha]	Vol. Aplicación Min. [l/ha]	Vol. Aplicación Máx. [l/ha]	Nº de aplicaciones máx.	Intervalos [días]	Plazo de Seguridad
24343	SAFRAN	ECTINA 1.8% [E]	Vid	Araña Amarilla	0.75	400	1000	2	7	28
24343	SAFRAN	ECTINA 1.8% [E]	Tomate	Acaros	1	600	1500	2	20	7
24343	SAFRAN	ECTINA 1.8% [E]	Peral	Erisosis	1.2	500	1500	2	38	28
24343	SAFRAN	ECTINA 1.8% [E]	Canónigo	Acaros	1	500	1500	3	14	14
24343	SAFRAN	ECTINA 1.8% [E]	Citricos	Araña Roja	1.5	500	2000	1	-	10
24343	SAFRAN	ECTINA 1.8% [E]	Maíz	Araña Roja	1.5	500	800	1	-	28
24343	SAFRAN	ECTINA 1.8% [E]	Melón	Acaros	1.2	600	1500	2	20	3
24294	HIL GOLD MZ P% + METALAXIL-		Vid	Mildiu	2.5	450	1000	4	10	0
24294	HIL GOLD MZ P% + METALAXIL-		Tomate	Alternaria	2.5	650	1000	3	10	14
24294	HIL GOLD MZ P% + METALAXIL-		Brécol	Mildiu	2	300	1000	3	10	30
24294	HIL GOLD MZ P% + METALAXIL-		Cebolla	Mildiu	2.5	400	1000	3	10	28
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Vid	Oidio	7.2	400	1200	4	7	0
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Tabado	Araña Roja	6	500	1000	3	15	0
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Remolacha	Oidio	9	1000	1500	4	15	0
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Patata	Acaros	6	500	1000	3	15	0
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Manzano	Eriofidos	9	1000	1500	3	15	0

Ilustración 79. Registro de productos fitosanitarios.

Complementación manual												
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN					Nombre: JORDI MARINA DORTA							
					DNI: 28044982R							
					Asesor: FELIX BECERRA BERNAT							
					Validación intermedia: 05/06/2019				OK			
					Validación final:							
Hoja: 5		Registro de tratamientos fitosanitarios										
Datos Parcela			Tratamiento				Producto Fitosanitario					
Código REGEPA	Cultivo	Superficie [ha]	Fecha	Aplicador	Máquina	Plaga	Fase	Eficacia	Nº Registro	Dosis [l/ha]	Cantidad [l]	Vol. Aplicación [l/ha]
1739617751	Vid	3	12/01/2019	024405112SU1	445005412673	Mildiu	1	Mala	24294	2	6	600
1739617751	Vid	3	22/01/2019	024430494SU2	445005412657	Mildiu	2	Regular	24294	2.5	7.5	600
1739617751	Vid	3	3/05/2019	024405112SU1	445005412657	Mildiu	3	Buena	24294	2	6	600
1739617751	Vid	3	15/05/2019	024405112SU1	445005412657	Mildiu	4	Muy buena	24294	2.5	7.5	650

Ilustración 80. Registro de tratamientos fitosanitarios.

- **Plaga a tratar:** como puede verse en el registro de productos fitosanitarios, sucede que algunos productos sirven para tratar plagas distintas dependiendo del cultivo que se vaya a tratar. Por tanto, puede suceder que una escasa formación implique un uso incorrecto del producto fitosanitario atendiendo a la plaga a tratar. Por tanto, el programa controla que realmente el producto utilizado sirve para tratar la placa que el agricultor ha tratado.
- **Intervalos:** en la mayoría de las ocasiones los tratamientos se realizan en intervalos o fases. La aplicación comprueba que no se ha excedido el número máximo de intervalos permitidos.
- **Plazo entre intervalos:** igualmente, el registro de productos fitosanitarios indica el plazo (en días) que tiene que haber entre intervalos. Por lo tanto, el programa realiza el cálculo de los días que han pasado entre dos tratamientos y comprueba si cumple con la ley.
- **Dosis:** el registro de productos fitosanitarios indica la dosis máxima permitida de sustancia activa por tratamiento. El programa comprobará que la dosis aplicada no se haya excedido.
- **Volumen de aplicación:** es el caldo (sustancia activa y agua) aplicado sobre el campo. Al igual que la dosis, también tiene unos límites legales (inferior y superior) que hay que respetar.

- Gestión de envases vacíos en SIGFITO: como se vio en el apartado 2 de este proyecto, todo envase vacío se considera residuo peligroso. Por lo tanto existe la norma de que todos envases vacíos se deben devolver a través de un punto de recogida SIGFITO para su gestión.
  - o Devolución de envases gastados: el programa mira la cantidad de volumen que se ha gastado aplicando en los tratamientos. Para que el resultado de la inspección sea positivo la Hoja 6 deberá reflejar la misma cantidad de volumen devuelto en los establecimientos SIGFITO.

Validación intermedia		09/09/2019					
Validación final							
Registro de tratamientos fitosanitarios							
Tratamiento					Producto Fitosanitario		
Aplicador	Máquina	Plaga	Fase	Eficacia	Nº Registro	Dosis [l/ha]	Cantidad [l]
9 024405112SU/1	445005412673	Mildiu	1	Mala	24294	2	6
9 024430494SU/2	445005412657	Mildiu	2	Regular	24294	2.5	7.5
9 024405112SU/1	445005412657	Mildiu	3	Buena	24294	2	6
9 024405112SU/1	445005412657	Mildiu	4	Muy buena	24294	2.5	7.5

Ilustración 81. Cantidad de litros utilizados.

Cumplimentación automática							
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN					Nombre: JORDI MARINA DORTA		
					DNI: 28044982R		
Hoja: 6		Devoluciones efectuadas de envases vacíos en puntos de recogida SIGFITO					
Fecha de devolución	Punto de Recogida receptor		Consumidor		Producto Fitosanitario		
	Código Identificación ROPO	Denominación	Código Identificación ROPO	Nombre y Apellidos	Nº Registro	Cantidad [kg] o [L]	Lote
31/10/2019	024432483SS	Parque Goya ENVASES	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24343	0	54784
30/11/2019	024439445SS	FITOSANITARIOS TERUEL	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24294	27	38480
13/12/2019	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	18315	0	74791

Ilustración 82. Hoja 6 que indica las devoluciones de envases vacíos efectuadas

La ventaja de este tipo de sistema de inspección es que es totalmente flexible a cualquier tipo de actualización en la normativa de uso de productos fitosanitarios, permitiéndose la variación o adicción de los programas.

Finalmente, cabe decir que este tipo de hoja de control no solo puede ser utilizada en inspecciones, sino que también pueden utilizarse para auditorías privadas donde la explotación esté acogida a normas más estrictas que las estatales. La flexibilidad de la plataforma permite la creación de nuevas hojas según los objetivos que se pretendan conseguir.

## 5.2 Control de la dosis sobre la explotación.

La segunda implementación que se propone sobre el sistema digitalizado tiene como objetivo principal controlar la dosis de sustancia activa aplicada. Pero además, el desarrollo de esta mejora traerá consigo secuelas que derivarán en beneficios en la consecución del uso sostenible de productos fitosanitarios.

### 5.2.1 Problema

En el apartado anterior “5.1 Implementación para la automatización de las inspecciones” se vio cómo se había creado un sistema para controlar que la dosis de sustancia activa aplicada estaba dentro de los límites legales. Sin embargo, cabe la posibilidad de que el agricultor mienta a la hora de rellenar la hoja de tratamientos del cuaderno de explotación. Así pues, a continuación se expone el ejemplo que permitiría engañar a la Hoja de control en cuanto a la dosis de sustancia activa aplicada:

Hoja 4		Hoja 5		Hoja 6	
Compras de productos fitosanitarios		Registro de tratamientos fitosanitarios		Devoluciones de envases vacíos	
Compra:	3 L de Safran	Aplicado:	2 L de Safran	Devuelto:	2 L de Safran
		Aplicado realmente:	3 L de Safran		

Hoja 7		
Hoja de Control		
Dosis aplicada	2 L Safran < dosis máxima Safran	OK
Envases vacíos devueltos:	2 L de Safran = aplicado	OK

*Ilustración 83. Engaño para aplicar sobredosis que se puede realizar al sistema de trazabilidad.*

El engaño se ha ilustrado en la imagen que aparece arriba, donde se muestra un ejemplo simplificado de cuaderno de explotación rellenado.

En primer lugar se realiza la compra de 3 litros de Safran (producto fitosanitario empleado para tratar la Araña Amarilla). A continuación el aplicador engaña al sistema poniendo que ha aplicado 2 litros cuando en realidad ha aplicado 3 litros. Para no ser descubierto, el agricultor devuelve solamente 2 litros de envases vacíos. Finalmente, la hoja de control no deja rastro de la mentira ya que en el cuaderno de explotación pone que se ha empleado 2 litros de Safran, de forma que se cumple la dosis legal, y además, los 2 litros han sido devueltos en un punto SIGFITO.

Esta casuística tiene solución en el contexto de un sistema de trazabilidad digitalizado, donde todas las transacciones quedan registradas. Veamos:

## 5.2.2 Devolución de productos fitosanitarios no usados

El engaño visto anteriormente sucede porque no se tiene una manera de controlar cuánta dosis realmente se aplica. O cuánto volumen sin aplicar se almacena. La solución podría ser tecnológica (poka-yokes en las máquinas, sensores, fotografías, etc) pero existe una solución más barata y sencilla.

Actualmente el almacenamiento de productos fitosanitarios en los campos supone un problema. Según se vio en las inspecciones del PNCOCA (apartado “2. Descripción del sistema de uso de productos fitosanitarios”), el 4,68 % de los campos inspeccionados almacenaba los productos de manera incorrecta. Esto, unido a que los envases de productos fitosanitarios se consideran residuos peligrosos, hace que en un 4,68 % de las explotaciones haya un real riesgo medioambiental.

Por lo tanto, se propone la prohibición de almacenar productos fitosanitarios (a excepción de las épocas de tratamientos) de forma que en caso de sobrar productos estos deban ser devueltos en el punto de suministro.

Para ello, se va a crear una nueva hoja en el cuaderno de explotación, titulada “Devoluciones realizadas de productos fitosanitarios no usados”. La cual será de cumplimentación automática ya que en ella aparecerán los datos que el establecimiento suministrador escriba sobre el registro de transacciones con productos fitosanitarios.

Cumplimentación automática								
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN					Nombre:	JORDI MARINA DORTA		
					DNI:	28044982R		
Hoja:	8		Devoluciones realizadas de productos fitosanitarios no usados					
Fecha de transacción	Suministrador		Comprador		Producto Fitosanitario			
	Código Identificación ROPO	Denominación	Código Identificación ROPO	Nombre y Apellidos	Nº Registro	Cantidad [kg] o [L]	Lote	
2/02/2019	024439445SS	PSANITARIOS TER	024430494SU/2	RDI MARINA DOR	24294	1	38480	

Ilustración 84. Nueva hoja de devoluciones de productos no usados.

Y por tanto, se añadirá una nueva función a la hoja 7, “Hoja de Control”. Dicha función contará cuánto volumen de producto se ha aplicado y comprobará con respecto a las compras realizadas si queda producto sin usar. En caso de que quede producto sin usar, chequeará que se haya devuelto mirando en la nueva hoja de devoluciones de productos no usados.

Complementación automática							
CUADERNO DE EXPLOTACIÓN				Nombre: JORDI MARINA DORTA			
				DNI: 28044982R			
Hoja: 7		Hoja de control					
<b>Asesoramiento</b>	NOK	¿Necesidad de contar con asesoramiento?	Sí	¿La explotación ha contratado a un asesor?	Sí	¿El asesor ha aprobado el registro de tratamientos fitosanitarios?	No
<b>Equipos de aplicación</b>	NOK	¿Los equipos utilizados tienen la ITEAF en regla?	No				
<b>Aplicadores</b>	OK	¿Las personas partícipes del proceso tienen el carnet de aplicador en regla?	Sí				
<b>Tratamientos fitosanitarios</b>	OK	¿Los productos utilizados son legales?	Sí	¿Los productos utilizados sirven para tratar la plaga declarada?	Sí	¿Los productos se han aplicado en un número de intervalos legal?	Sí
		¿Se ha respetado el plazo entre intervalos de aplicación?	Sí	¿Se ha aplicado una dosis legal de sustancia activa?	Sí	¿Se ha declarado un volumen de aplicación legal?	Sí
<b>Envases vacíos</b>	OK	¿Los envases gastados se han devuelto a un punto de recogida SIGFITO?	Sí				
<b>Productos no usados</b>	OK	¿El volumen de productos sobrantes se han devuelto?	Sí				

<b>Resultado inspección</b>	<b>NOK</b>
-----------------------------	------------

Ilustración 85. Nueva función para controlar la devolución de productos no utilizados.

El objetivo es tener una total trazabilidad de las sustancias activas y por tanto conocer cual es la dosis real aplicada sobre los campos.

Hoja 4		Hoja 5		Hoja 6		Hoja 8	
Compras de productos fitosanitarios		Registro de tratamientos fitosanitarios		Devoluciones de envases vacíos		Devolución de productos no usados	
Compra:	3 L de Safran	Aplicado:	2 L de Safran	Devuelto:	2 L de Safran	Devuelto:	-
		Aplicado realmente:	3 L de Safran				

Hoja 7		
Hoja de Control		
Dosis aplicada	2 L Safran < dosis máxima Safran	OK
Envases vacíos devueltos:	2 L de Safran = aplicado	OK
Productos no usados devueltos:	Esperado: 1L de Safran. Recibido: -	NOK

Ilustración 86. Esquema de la solución al engaño de la dosis

### 5.3. Incentivos para la reducción de dosis.

Atendiendo a la problemática expuesta en el punto 5.2.1. que hacía referencia al engaño para aplicar una sobredosis, se propuso la obligatoriedad de devolver los envases no usados. En parte se solucionaba el problema de sobredosis. Sin embargo, queda pendiente otro problema.

Puede darse el caso de explotaciones que por razones geográficas apenas sufren plagas. O casos donde el agricultor tiene unos altos niveles de conocimiento que le permiten aplicar técnicas alternativas para prevenir la aparición de plagas. Ante estos casos, podría darse el caso que se ilustra a continuación:

Hoja 4		Hoja 5		Hoja 6		Hoja 7	
Compras de productos fitosanitarios		Registro de tratamientos fitosanitarios		Devoluciones de envases vacíos		Devolución de productos no usados	
Compra:	3 L de Safran	Aplicado:	2 L de Safran en parcela 1	Devuelto:	2 L de Safran	Devuelto:	1 L de Safran
		Aplicado realmente:	2 L de Safran				

Hoja 7		
Hoja de Control		
Dosis aplicada	2 L Safran < dosis máxima Safran	OK
Envases vacíos devueltos:	2 L de Safran = aplicado	OK
Productos no usados devueltos	Esperado: 1 L = Devuelto: 1 L	OK

Ilustración 87. Engaño de la infradosificación

En el ejemplo del engaño de la infradosificación, la explotación no presenta plagas, pero el agricultor está dispuesto a comprar productos fitosanitarios para revenderlos a explotaciones que quieren aplicar sobredosis o simplemente para guardarlos por si en un futuro quisiera aplicar sobredosis.

De esta forma, en el cuaderno de explotación se registra que se ha aplicado una dosis que realmente no se ha aplicado, el líquido lo guarda en otros envases y los envases vacíos los devuelve al establecimiento competente. Finalmente, la hoja de control del cuaderno de explotación no se ha dado cuenta del engaño.

Ante este problema, se propone la creación de un sistema de incentivos para reducir el consumo de productos fitosanitarios.

Para ello, se creará una nueva hoja en la cual se registrará el ratio de utilización de productos fitosanitarios y se premiará a quien menos los utilice.

Los objetivos que se pretenden conseguir con este sistema son:

- Evitar conductas ilegales como reventa de productos fitosanitarios o almacenamiento
- Reducción del consumo de productos fitosanitarios
- Incentivar la formación para conseguir la prevención de aparición de plagas. El primer pilar básico de la Gestión Integral de Plagas es la realización de acciones para prevenir la aparición de una plaga. Realmente este es uno de los puntos débiles del actual uso de productos fitosanitarios ya que para realizar esta serie de técnicas se necesita una gran formación por parte de los agricultores. Además, conviene recordar que el 90 % de las explotaciones están exentas de asesoramiento o dicho de otra forma, el 90 % de las explotaciones no cuenta con un asesor profesional. Por ello, si se premia la reducción del consumo de productos fitosanitarios se estimula la iniciativa a la formación, que finalmente deriva en la prevención de aparición de plagas y por tanto en un menor consumo de productos químicos.

La hoja propuesta respecto a ello se denomina “Certificación de uso de productos fitosanitarios”.

Cumplimentación automática	
<b>CUADERNO DE EXPLOTACIÓN</b>	
Nombre: JORDI MARINA DORTA	
DNI: 28044982R	
Hoja: 9	<b>Certificación de uso de productos fitosanitarios</b>

Plaga	Ratio utilización fitosanitarios	Ponderación		
<b>Araña Amarilla</b>	0,00%	0,3	0,00%	
<b>Mildiu</b>	90,00%	0,4	36,00%	
<b>Araña Amarilla</b>	0,00%	0,3	0,00%	
<b>Uso de productos fitosanitarios</b>	<b>Producción Sostenible</b>	<b>36,00%</b>		
Certificaciones	Producción Ecológica	Producción Semiecológica	Producción Sostenible	Producción Respetuosa
Rangos de utilización	0 %	0-25 %	25-50 %	50-75 %

Ilustración 88. Hoja de Certificación de uso de productos fitosanitarios

Se trata de una hoja de cumplimentación automática y consiste en 3 tablas.

- Primera tabla: Ratio de utilización de productos fitosanitarios en base a las principales plagas: Existen más de 50 plagas en el mundo del viñedo. Sin embargo, entre tantas, hay unas plagas con aparición mucho más frecuente. Ante estas principales plagas, se calcula la utilización de productos fitosanitarios empleados para tratarlas tomando como referencia la dosificación máxima permitida. Finalmente, el resultado se multiplica por el ratio de importancia de la plaga.
- Tercera tabla: sobre certificaciones: En la tercera tabla se propone el sistema de incentivos. Actualmente existe la producción ecológica, que se caracteriza por el nulo empleo de productos químicos; y la producción convencional. El certificado de producción ecológica actúa en muchos casos como estrategia de marketing, ya que permite destacar frente a los competidores convencionales. De este modo, se propone la creación de distintos grados de certificaciones en función del uso de productos fitosanitarios. Así, las bodegas podrán ofrecer una nueva etiqueta en sus botellas que permita competir frente a aquellos que aboguen por no reducir el consumo de químicos.
- Segunda tabla: resultado de la certificación: Se realiza el cálculo total del uso de productos fitosanitarios (obteniendo los datos de la tabla 1) y según la tabla 3 se obtiene el resultado de la certificación.



*Ilustración 89. Actual sello de producción ecológica*

## 6. Implementación de las tecnologías Internet of Things (IoT) a la trazabilidad en los tratamientos fitosanitarios.

El concepto Internet of Things hace referencia a la digitalización de las cosas. A la extracción de datos de los procesos o cosas de un sistema de control. A la obtención de datos medibles con múltiples propósitos como mejorar la toma de decisiones, controlar un proceso, crear patrones, etc.

El comienzo de este proyecto empezó con la focalización de aplicar tecnología IoT para controlar la dosis de sustancia activa aplicada en los campos de vid. La dosis de sustancia activa es el parámetro principal que interesa controlar en el uso de productos fitosanitarios. Sin embargo, conforme se avanzaba en la investigación se llegó a la conclusión de que había opciones más factibles de controlar la dosis que aplicando la tecnología basada en los sensores (IoT). Los inconvenientes que se encontraron para aplicar IoT directamente al control de la dosis fueron:

- Dificultad de adaptación al parque móvil: Se necesitaba diseñar un dispositivo que se adaptara al extenso parque móvil de máquinas de tratamientos fitosanitarios.
- Precio: el dispositivo tendría que no ser demasiado caro, ya que el objetivo es conseguir el uso sostenible de productos fitosanitarios a nivel general.
- Problemas de trazabilidad aguas arriba de la aplicación del tratamiento y por tanto una gran facilidad de engañar al dispositivo: De nada servía encontrar un dispositivo barato y adaptable a todas las máquinas cuando había problemas de trazabilidad más arriba. Es decir, como se ha visto hasta aquí, en el sistema actual no se sabe cuántos productos fitosanitarios tiene una explotación. O por ejemplo, de nada sirve que la máquina aplicadora de una explotación tenga una gran tecnología con sensores cuando la explotación puede pedir prestada una máquina que no cuente con tecnología y así poder engañar a su propio sistema.

Ante esta situación, se vio claro que para poder controlar la dosis de sustancia activa aplicada se debía ir por otro lado. De esta manera, se estudió el sistema global de trazabilidad y proceso, se encontraron los fallos y se propuso una solución que no solo serviría para controlar la dosis, sino que solucionaría otros problemas como se ha visto.

Llegados a este punto del proyecto se tiene:

- Trazabilidad aguas arriba de los tratamientos a pie de campo. *Se tiene un conjunto de registros perfectamente comunicados con los cuadernos de explotaciones.*
- Plataforma virtual pública, de fácil acceso y flexible. *Se trata de una plataforma que puede evolucionar, y además, donde cualquiera puede ver todos los registros y cuadernos de explotación que los distintos agentes actualizan de forma online.*
- Capacidad de inspeccionar el total de los cuadernos de explotación de forma automatizada: *La plataforma diseñada es digital y por tanto cuenta con la posibilidad de*

*tener un sistema de inspección automatizado.*

- Control de dosis sobre la explotación: *Con la implantación de una nueva hoja en el cuaderno de campo y la obligación de devolver los productos no utilizados, se ha conseguido tener un control de la dosis empleada en las explotaciones, de forma que se respete el ratio dosis-explotación.*
- Promoción a la reducción del consumo de productos fitosanitarios: *Con un nuevo sistema de incentivos, se premia la reducción del consumo de productos fitosanitarios. Y para conseguirlo, uno de los elementos más importantes es la autoformación en estrategias de prevención de aparición de plagas.*

Por contra, quedan una serie de parámetros que el uso de registros no permite controlar:

- Control de dosis por parcela: pese a que se ha podido controlar la dosis aplicada sobre una explotación, existe la posibilidad de que en explotaciones grandes que cuentan con varias parcelas se realicen sobredosis sobre determinadas parcelas, aun cumpliendo el ratio dosis-explotación.
- No existe una forma de controlar que los tratamientos en sí se realizan según las normas:
  - Volumen de aplicación: *No hay una forma de saber si el volumen de caldo aplicado es legal pese a que en el cuaderno aparezca una cifra legal.*
  - Meteorología: *unas condiciones meteorológicas adversas durante la aplicación pueden ocasionar que el tratamiento sea ineficaz y que se deba repetir. De esta manera una mala decisión ocasiona la doble aplicación con los inconvenientes que ello tiene para el medio ambiente y la salud.*
  - Trayectoria seguida durante el tratamiento: *Un tratamiento eficaz contra la plaga debe realizarse cubriendo toda la superficie de la parcela, sin saltarse hileras.*
  - Cumplimiento de las fechas entre intervalos de aplicación: *como se indica en el registro de productos fitosanitarios, en numerosas ocasiones los tratamientos deben realizarse en distintas fases. Y para ello, entre fase y fase, debe transcurrir plazo temporal que debe cumplirse.*

Como se decía en una líneas más arriba, la tecnología IoT en muchas ocasiones cuenta con dificultades a la hora de su aplicación. Sin embargo, es indudable que si las condiciones del sistema de control son las adecuadas, la utilidad puede ser incuestionable.

Se tiene un sistema digital que ya no tiene fallas aguas arriba del tratamiento. Y llegado a este punto, ya solo se puede mejorar con la utilización de tecnología. En este apartado se va a proponer la implementación de sensores que va a permitir la obtención de datos que de otra forma sería imposible de obtener. En concreto, se va a dar solución a aquellos parámetros que hasta ahora no se ha podido controlar, siempre con el objetivo de conseguir el uso sostenible de productos fitosanitarios.

## 6.1. Implementación para el control de la trayectoria recorrida

### 6.1.1. Problema

En el apartado “5.2 Control de dosis” se consiguió crear una solución que permitiese controlar la sobredosis de sustancia activa aplicada sobre las explotaciones. De esta manera existiría una firme prueba de que sobre una explotación no se ha aplicado más sustancia de la permitida legalmente.

Sin embargo, una explotación puede tener varias parcelas. Y pese a que el ratio dosis-explotación puede ser legal, puede darse el caso de que sobre el cuaderno de explotación se mienta y en realidad se esté aplicando sobredosis sobre una parcela.

Hoja 4		Hoja 5		Hoja 6		Hoja 7	
Compras de productos fitosanitarios		Registro de tratamientos fitosanitarios		Devoluciones de envases vacíos		Devolución de productos no usados	
Compra:	4 L de Safran	Aplicado:	2 L de Safran en parcela 1	Devuelto:	4 L de Safran	Devuelto:	0 L de Safran
		Aplicado:	2 L de Safran en parcela 2				
		Aplicado realmente:	4 L de Safran en parcela 1				

Hoja 7		
Hoja de Control		
Dosis aplicada	2 L Safran < dosis máxima Safran	OK
Envases vacíos devueltos:	4 L de Safran = aplicado	OK
Productos no usados devueltos	Esperado: 0 L = Devuelto: 0 L	OK

Ilustración 90. Ejemplo de engaño para realizar sobredosis sobre una parcela

Como puede verse en la ilustración, actualmente es relativamente sencillo engañar al cuaderno de explotación. Si bien se está cumpliendo legalmente la dosificación con respecto a la explotación, se está excediendo la dosificación sobre la parcela 1.

Además, pueden darse otros problemas de sobredosis como situaciones en las que el aplicador comete un error y aplica el tratamiento sobre una hilera que ya había sido tratada

Lo conseguido en el punto 5.2 es un paso importante, ya que se consigue controlar la dosis a nivel explotación. Es decir, un control a nivel macroscópico. Sin embargo, la tecnología nos puede ayudar a acercarnos a controlar a nivel menos macroscópico, más local.

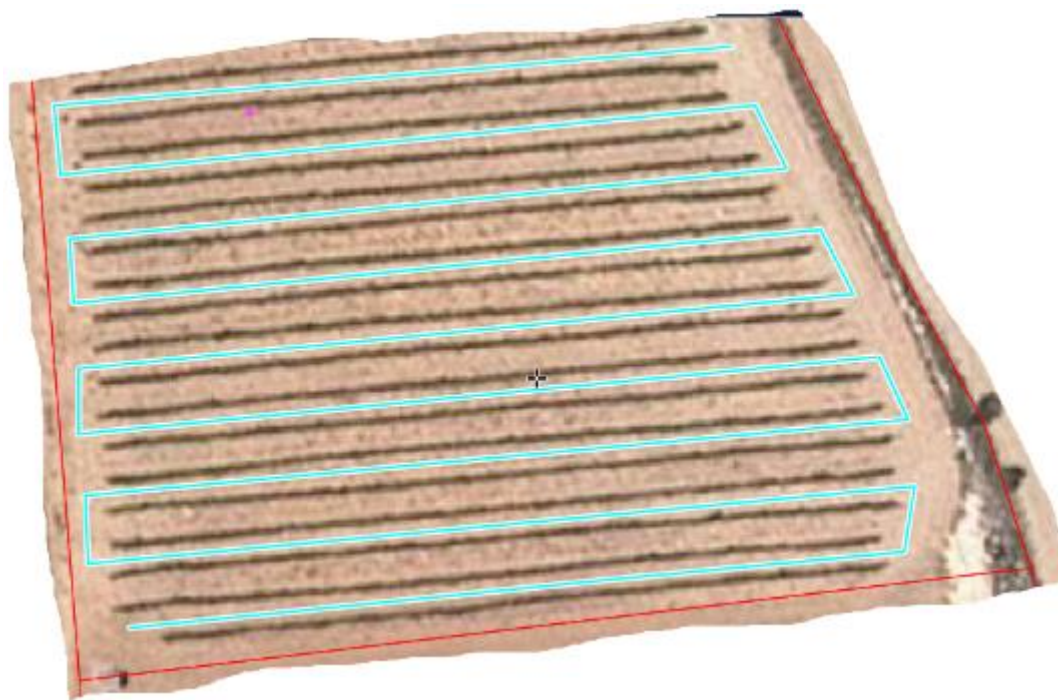
### 6.1.2. Solución

Se propone equipar los equipos de aplicación con un dispositivo GPS. Los objetivos que se pretenden conseguir son:

- Chequeo de trayectoria del tratamiento fitosanitario: con la intención de evitar sobredosis locales o zonas sin tratar.
- Prueba de trabajo: frente a lo visto en la problemática del punto 6.1.1, que el mapeo de la ruta del tratamiento sirva como prueba de realización del tratamiento fitosanitario. De esta manera, la realización del engaño implica un costo ocasionado por tener que realizar un tratamiento en vacío.

Para conseguir estos objetivos, se utilizará el tratamiento de imágenes mediante visión artificial. Para ello se utilizará el visor SIGPAC (véase código SGIPAC de la hoja 1 del cuaderno de explotación) de donde se extraerán las imágenes satélite de las parcelas.

En primer lugar a cada parcela irá asociada una ruta teórica o ruta patrón. Es decir, la ruta que el aplicador debe realizar en el campo.



*Ilustración 91. Ruta patrón.*

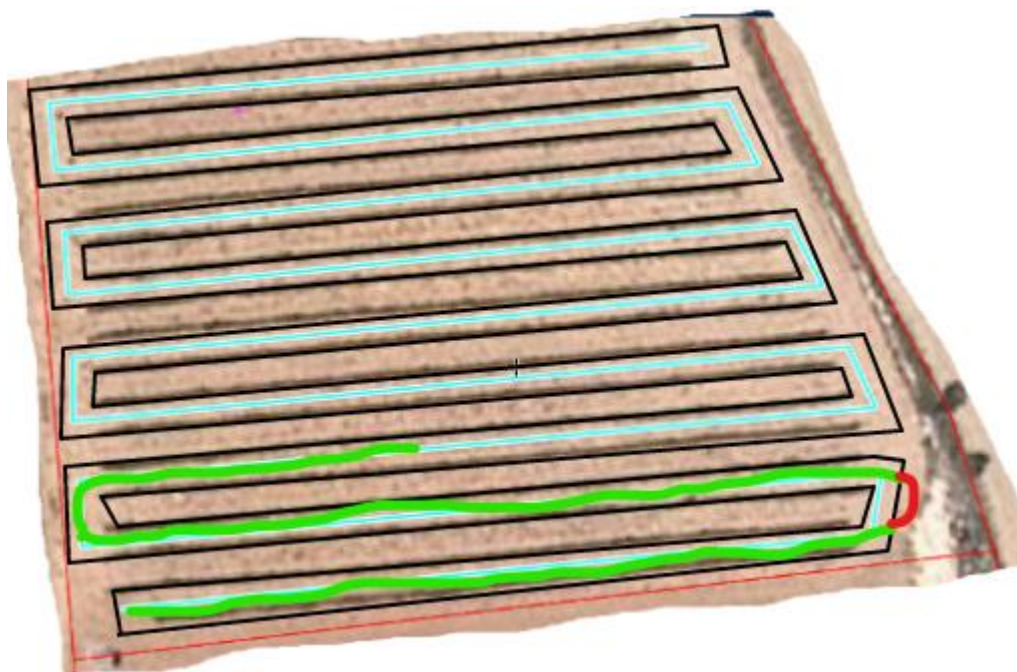
A esta ruta patrón se le asociará un programa de visión artificial, quedando así:



*Ilustración 92. Programa de visión artificial para el chequeo de trayectoria de tratamiento*

A partir de la ruta referencia dibujada, se traza una superficie de control (en negro).

Cuando el agricultor comience a realizar el tratamiento, la imagen se irá completando con un trazo de punto, formando una trayectoria. Esta nueva imagen se tratará sobre el programa de visión artificial y este verificará que la trayectoria está dentro del área dibujada.



*Ilustración 93. La trayectoria realizada es tratada por un programa de visión artificial. En rojo, trayectoria irregular.*

El agricultor, en su deseo de que el tratamiento se dé como validado, deberá copiar la ruta patrón. Y conforme la plataforma vaya recibiendo datos de las coordenadas GPS, la visión artificial irá chequeando si el tratamiento se está realizando conforme a la ruta patrón.

Finalmente, el programa dará un ratio de cómo de correcta ha sido la trayectoria realizada con respecto a la ruta patrón.

El resumen podrá verse en la plataforma, en una nueva hoja del cuaderno de explotación. Asimismo, se creará una nueva cuestión en la hoja de control en referencia a este nuevo parámetro: la trayectoria.

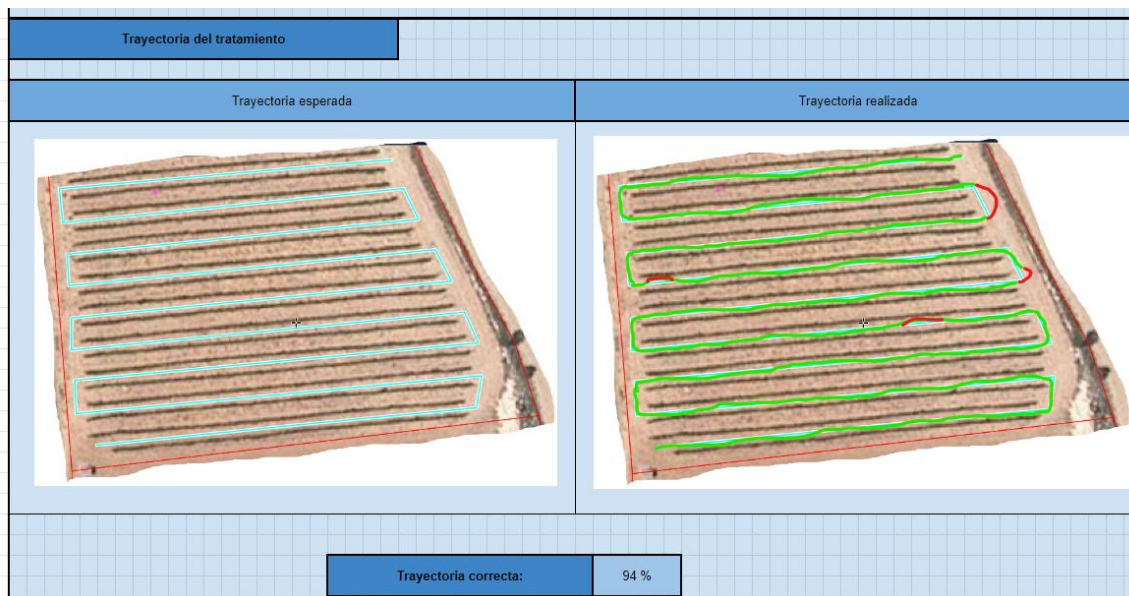


Ilustración 94. Hoja resumen en el cuaderno de explotación

## 6.2. Implementación para el control del volumen de aplicación

### 6.2.1. Problema

En el apartado “2. Descripción del sistema de uso de productos fitosanitarios” se estudió el volumen de aplicación. Se vio que en función del producto aplicado existen un rango legal de aplicación ya que una mala calibración tiene efectos negativos.

Un exceso de volumen de aplicación implica pérdidas por goteos desde las hojas. Por el contrario, un volumen demasiado bajo podría ocasionar una baja eficacia del tratamiento, así como ocasionar pérdidas por deriva (arrastre del caldo pulverizado por el aire y transportado fuera de la zona a tratar). Por lo tanto, es importante aplicar un volumen de aplicación dentro del rango legal.

En la hoja de control propuesta, se mira si esta dosis es legal. Sin embargo, la dosis que escribe el agricultor en la hoja de registros de tratamientos fitosanitarios puede no ser cierta por varias razones.



Y por último, se calculará la anchura de trabajo mediante visión artificial. Para ello, se empleará la ubicación proporcionada por el GPS y se aplicará un programa de visión artificial tal que así:

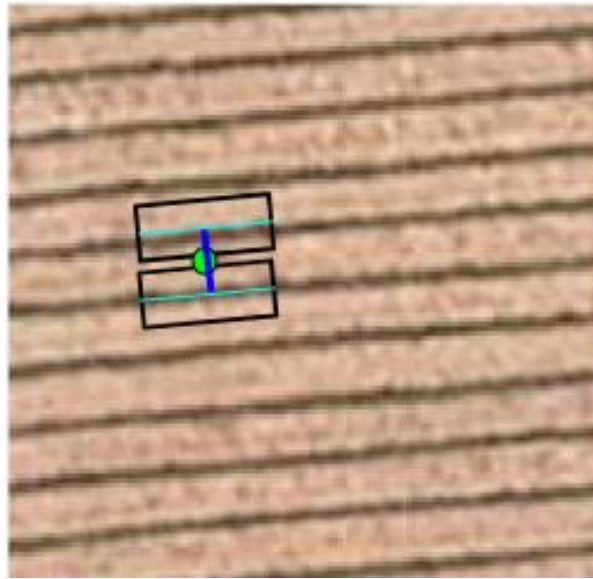


Ilustración 96. Concepto del programa de visión artificial para calcular la anchura de trabajo

El programa comienza con la ubicación instantánea como referencia. A partir de ahí, dibuja dos rectángulos que buscarán dos líneas. Finalmente se calcula la distancia entre esas dos líneas cortando a través de la ubicación.

Finalmente, con las tres variables calculadas se obtendrá el volumen de aplicación instantáneo.

El resumen podrá verse en la plataforma, en la hoja del cuaderno de explotación destinada a la información que proporcionan los sensores. Asimismo, la hoja de control chequeará que el volumen aplicado es el indicado.

Volumen de aplicación	
Q [l/min]	9.1 15:24
V [km/h]	3.2 15:25
L [m]	2.8 15:26
	2.4 15:27
	2.8 15:28
	2.4 15:29
	2.8 15:30
	2.7 15:31
	2.4 15:32
	2.8 15:33
	2.8 15:34
	2.8 15:35
	2.7 15:36
	2.7 15:37
	2.5 15:38
	2.8 15:39
	2.8 15:40
	2.6 15:41
	2.8 15:42
	2.4 15:43
	2.8 15:44
	2.4 15:45
	2.8 15:46
	2.8 15:47
	2.4 15:48
	2.7 15:49
	2.6 15:50
	2.8 15:51
	2.8 15:52
	2.7 15:53
	2.6 15:54
	2.7 15:55
	2.4 15:56
	2.8 15:57
	2.4 15:58
	2.5 15:59
	2.4 16:00
	2.4 16:01
	2.7 16:02
	2.6 16:03
	2.6 16:04
	2.9 16:05
	2.7 16:06
	2.7 16:07
	2.9 16:08
	2.6 16:09
D [l/ha]	682.5
	622.1
	695.3
	554.6
	740.0
	727.7
	649.4
	611.1
	630.8
	750.0
	567.2
	610.9
	682.0
	606.1
	712.0
	629.0
	650.0
	788.2
	650.3
	719.7
	608.3
	741.9
	602.7
	714.3
	666.7
	588.2
	606.9
	712.3
	683.5
	601.3
	588.4
	638.9
	750.0
	615.2
	736.6
	683.5
	586.1
	733.9
	634.6
	633.0
	551.7
	627.6
	618.1
	666.7
	575.4
	782.9
<b>Volumen de aplicación medio [l/ha]: 659,8</b>	

Ilustración 97. Resumen en cuaderno de explotación del volumen de aplicación

## 6.3. Implementación para el control de la meteorología

### 6.3.1. Problema

En el apartado “2.13. Aplicación de productos fitosanitarios” se vio como los factores meteorológicos cobran una especial importancia a la hora de realizar un tratamiento fitosanitario.

Tanto en el sistema actual como en la propuesta realizada en este proyecto no existe una manera de tener en cuenta si las condiciones meteorológicas a la hora de realizar el tratamiento han sido las óptimas.

Como se dice en el apartado 2.13, es responsabilidad del aplicador realizar el tratamiento cuando las condiciones sean las apropiadas. En caso de tratarse en condiciones adversas se expone a las siguientes consecuencias:

- Tratamiento ineficaz: realizar un tratamiento con una baja humedad relativa contribuye a una rápida evaporación de las gotas, y por tanto una mala eficacia.
- Contaminación del medio ambiente: la realización de un tratamiento con fuertes vientos ocasiona la denominada deriva. Es decir, arrastre de las gotas a zonas que no se iban a tratar como puede ser cultivos o ríos colindantes.
- Repetición del tratamiento: la ineficacia de tratar en condiciones adversas implica repetir el tratamiento químico. Lo cual al final supone un obstáculo frente a la lucha para conseguir el uso sostenible de productos fitosanitarios.

### 6.3.2. Solución

Se propone equipar la máquina de aplicación con una estación meteorológica. El objetivo es:

- Conocer las condiciones meteorológicas en las que se realiza el tratamiento fitosanitario y chequear si cumplen con las normas vistas en el punto “2.13. Aplicación de productos fitosanitarios”

Para ello, la estación meteorológica va a contar con 4 sensores digitales.

- Sensor de temperatura. *La temperatura debe ser menor a 25°C*
- Anemómetro. *El viento debe estar entre 1 [m/s] y 3 [m/s]*
- Sensor de humedad relativa. *Debe ser menor a 55%*
- Pluviómetro. *No se debe tratar con lluvia*



## 6.4. Recepción de datos y actualización de hoja de control

El envío de datos a la plataforma no se realizará de forma permanente, sino que únicamente se mandarán cuando se estén realizando los tratamientos.

Para ello, se habilita una nueva hoja en el cuaderno de explotación llamada “Registro de tratamientos digitalizados”. En esta hoja, se podrá seleccionar el número de tratamiento (en referencia a la numeración escogida en la hoja de registros de tratamiento fitosanitarios) donde se podrá visualizar los datos relativos a los sensores utilizados.

Para comenzar una nueva grabación de datos, se habilitan dos botones, a los cuales solo tienen acceso permitidos aquellas personas pertenecientes a la explotación. Es decir, aquellas personas que figuran en la hoja 3 relativa a personas partícipes de los tratamientos fitosanitarios.

Los botones son de inicio de tratamiento: momento en el cual va a iniciarse la aplicación del tratamiento y en el cual se comenzará a grabar datos. Además, se registra la hora de inicio; y botón de finalización de tratamiento: se registra la hora final y se deja de enviar datos a la plataforma.

Cumplimentación automática		
<b>CUADERNO DE EXPLOTACIÓN</b>		
Nombre: JORDI MARINA DORTA		
DNI: 28044982R		
Hoja: 10	Registro de tratamientos digitalizados	
Tratamiento n°: 1		
<b>Iniciar Tratamiento</b> <b>Finalizar Tratamiento</b>		
Dia: 12/01/2019	Hora inicio: 15:23	Hora fin: 16:23

Ilustración 100. Interfaz de la nueva hoja de Registro de tratamientos digitalizados.

Una vez ya están los datos en la plataforma, se procede a trabajar con ellos según lo visto en los puntos 6.1, 6.2 y 6.3. Pero además, estos datos obtenidos serán de gran importancia para ser tratados en la hoja de control.

En la hoja de control explicada hasta este momento, veíamos como se controlaban parámetros relativos a la forma de realizar el tratamiento fitosanitario. Es decir, la hoja de control controlaba si se había aplicado un volumen de aplicación correcto, o si se había cumplido el plazo temporal de espera entre fase y fase de un mismo tratamiento.

Hasta ahora estas cuestiones podían ser fácilmente manipulables ya que en el cuaderno de explotación había que poner las fechas y las dosis de forma manual. Pero ahora, gracias a las implementaciones IoT, estas mentiras se acaban o al menos se incrementa notablemente la dificultad del engaño.

La hoja de control por tanto sufre una actualización tal y como podemos visualizar en la siguiente imagen:

<b>Tratamientos fitosanitarios</b>	<b>OK</b>	¿Se ha respetado el plazo entre intervalos de aplicación?	Sí	¿Los productos utilizados sirven para tratar la plaga declarada?	Sí	¿Se ha aplicado una dosis legal de sustancia activa?	Sí
		Control IOT		Control IOT		Control IOT	
		¿Se ha realizado la trayectoria correctamente?	Sí	¿Las condiciones meteorológicas eran las óptimas?	Sí		
		Control IOT		Control IOT			
		¿Los envases gastados se					

Ilustración 101. Hoja de control actualizada con respecto implementaciones IOT

Se han añadido dos nuevas cuestiones en referencia a la trayectoria realizada y a las condiciones meteorológicas.

- Control de trayectoria: la función chequea para cada tratamiento que la trayectoria realizada tiene un valor de coincidencia con respecto a la trayectoria patrón de al menos un 75 %. De ese modo dará como válida la trayectoria realizada de los tratamientos.
- Control de condiciones meteorológicas: la función verifica que todos los tratamientos han sido realizados en condiciones óptimas. Esto quiere decir que la temperatura ha sido menor que 25°C, que el viento se situaba entre 1-3 [m/s], que la humedad relativa era menor al 55% y que había ausencia de lluvia.

Respecto a las cuestiones que ya existían previamente, se ha añadido el subtítulo “Control IOT” a aquellas que ahora pueden verificarse tecnológicamente.

- Plazo entre intervalos de aplicación y número de intervalos: anteriormente la comprobación se realizaba a partir de los datos proporcionados por el agricultor. Sin embargo, ahora se comprueba con los datos que proporcionan los sensores.
- Volumen de aplicación: los sensores de velocidad, GPS y caudalímetro permiten registrar el volumen de aplicación. Por lo tanto, se tiene un dato real sobre el que comprobar la legalidad del volumen de caldo aplicado.

## 6.5. Incentivos

El empleo de la tecnología IoT resulta extraordinariamente útil para acrecentar la transparencia en algunos aspectos. Sin embargo, tiene el inconveniente de que se requiere realizar una inversión económica.

En la propuesta de implementaciones IoT descrita en este apartado, el precio de todos los componentes y la instalación asciende a 1696,86 €, tal y como podemos ver en la siguiente tabla:

Elemento	Precio [€]
Estación meteorológica autónoma [49]	396,69
Dispositivo GPS [50]	212,78
Sensor caudalímetro [51]	12,39
Materiales de instalación: cables, soportes, ...	75
Instalación y puesta en marcha	1000
<b>Total</b>	<b>1696,86</b>

*Tabla 7. Presupuesto de las implementaciones IoT propuestas*

Resultaría contradictorio el hecho de pensar que los agricultores quieran implementar esta tecnología en sus campos por dos motivos:

- Supone un gasto extra
- La inversión podría suponer una pérdida de imagen e incluso pérdidas económicas por la exposición que supone poner sistemas de este tipo en el campo

Es por ello, que para que los agricultores apliquen estas innovaciones debe existir un sistema de incentivos.

Por lo tanto, y al igual que los incentivos a la reducción de dosis, se propone un sistema de incentivos escalonado. Para la reducción de dosis los escalones giraban en torno del concepto de "Producción Ecológica". Y en este caso, los escalones lo harán en torno del concepto de "Producción integrada".

Tal y como se vio en el apartado "2. Descripción del sistema de uso de productos fitosanitarios", la producción integrada la componen aquellas explotaciones certificadas y auditadas que basan su producción en la utilización eficaz de los recursos, medios y tecnología disponibles.

Por lo tanto, a aquellas explotaciones que utilicen las 3 implementaciones, se les otorgará la distinción de producción integrada. Esto podrá ser una ventaja de marketing a la hora de captar clientes puesto que las botellas pueden ser selladas con tal distinción.



*Ilustración 102. Actual sello de producción integrada en Aragón*

En cuanto al resto de los sellos escalonados, serán Producción Semi-Integrada: en el caso de implementar el control de trayectoria y el control de volumen de aplicación; y Producción-Moderna: en el caso de implementar únicamente el control de trayectoria.

Véase que la implementación más restrictiva es el control de trayectoria. Para conseguir un sello debe implementarse este control como mínimo.

Certificaciones	Producción integrada	Producción semi-integrada	Producción moderna
Tecnologías aplicadas	-Control de trayectoria -Control de volumen de aplicación -Control meteorológico	-Control de trayectoria -Control de volumen de aplicación	-Control de trayectoria

*Tabla 8. Certificaciones en función de la tecnología aplicada*

## 7. Implementación de la tecnología Blockchain.

A lo largo de todo el trabajo se han ido implementando mejoras orientadas a conseguir el uso sostenible de productos fitosanitarios. La base de este trabajo, donde se apoyan todas estas mejoras, es una plataforma de registros digitales. Es decir, una macro base de datos digital.

Todos los datos que forman parte del cuaderno de explotación o están relacionados con el mismo acaban en esa macro base de datos. Desde la dosis aplicada o la cantidad de sustancia activa comprada hasta la vigencia del carnet de aplicador de los usuarios.

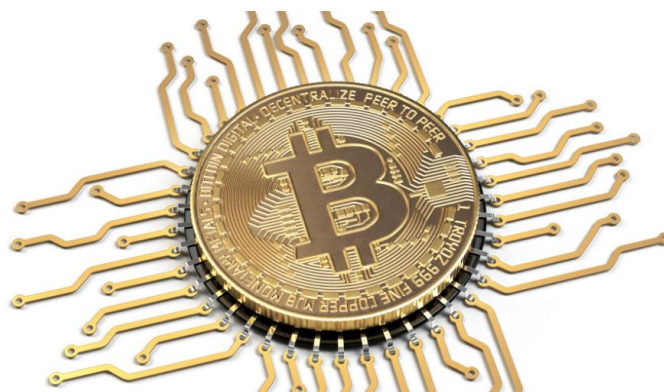
Una de las premisas de esta plataforma o base de datos digital desarrollada en el apartado “4. Evolución a un sistema de trazabilidad digitalizado” es que sea de carácter público. Es decir, que cualquier persona pueda acceder a una web donde se alojará toda la información de forma pública.

Sin embargo, el hecho de que sea público y pueda verlo todo el mundo no quiere decir que no puedan suceder eventos irregulares.

Por ilustrar un ejemplo, veamos el siguiente caso ficticio que podría darse. Supongamos una explotación que anualmente vende sus productos bajo la certificación de producción ecológica. De repente, en el actual año, sufre una gran plaga de forma que el agricultor se ve obligado a tratar con productos químicos para evitar una bajada de producción de un 40%. Sin embargo, el dueño de la explotación quiere seguir vendiendo sus productos bajo la certificación de producción ecológica. Ante esta situación, el dueño de la explotación, que conoce a un administrador de la plataforma, llega a un trato para borrar todo rastro de compras de productos fitosanitarios realizadas. De esta forma, la hoja de control diseñada no se ha dado cuenta de nada. Y en la web, durante un tiempo habrá estado presente que el agricultor compró productos fitosanitarios, sin embargo, es posible que debido a que no se trata de una web demasiado atractiva para el consumidor es muy probable que nadie haya visto nada.

Es decir, como se ve en el ejemplo, la corrupción de los datos es perfectamente posible pese a ser de carácter público. Y lo que es peor, podemos no darnos cuenta.

Por lo tanto, es necesaria una nueva figura que solucione este problema. Y para ello, la tecnología Blockchain es una perfecta solución.



*Ilustración 103. La tecnología Blockchain fue creada en el desarrollo de Bitcoin*

## 7.1. Propuesta teórica y funcionamiento

Se propone la creación de una red Blockchain para albergar toda la plataforma (o base de datos) desarrollada en este trabajo. Se pretende que de cara a los usuarios partícipes de este registro digital nada cambie, salvo que con la implementación en una red Blockchain se va a conseguir una inmutabilidad de los datos. A continuación se describen los principales puntos:

- Blockchain o cadena de bloques: va a servir de base de datos de toda la información. Cada valor nuevo que se escriba en cualquiera de los registros o cuadernos de explotación será registrado en la cadena de bloques de forma ordenada.
- ‘Centralización’ del protocolo de la Blockchain y de los SmartContracts: la Blockchain por definición es descentralizada en cuanto a código se refiere. Esto es que si el 51% de los usuarios de la red votan por cambiar los protocolos estos serán modificados según se haya votado, y el código por tanto cambiará. Por lo tanto y puesto que se está tratando con leyes restrictivas, existiría el riesgo de que los usuarios se pusieran de acuerdo para ‘suavizar’ las hojas de control.  
Para evitar que esto suceda, se propone que por ley quede reflejado que el único código válido es el inicial. Y que por tanto, en caso de que se produzca una bifurcación, (‘Hard Fork’) aquellos que usen el nuevo código sepan que estarán incumpliendo la ley.  
De esta forma se centraliza bajo el mandato de la administración pública española todo el protocolo y en especial los SmartContracts.

*Cabe destacar que una de las premisas de la Blockchain es ‘democratizar’ aquello que abarca. Esto puede resultar útil para aquellas situaciones donde una administración central ejerce poderes abusivos sobre los usuarios. Un ejemplo de ello son dictaduras donde una administración central podría sustraer bienes a los usuarios. Sin embargo, en el contexto donde entra esta propuesta no cabe duda de la buena voluntad de las leyes de productos fitosanitarios, respaldadas por 47 millones de españoles y acordadas en consenso con 27 países miembros de la Unión Europea.*

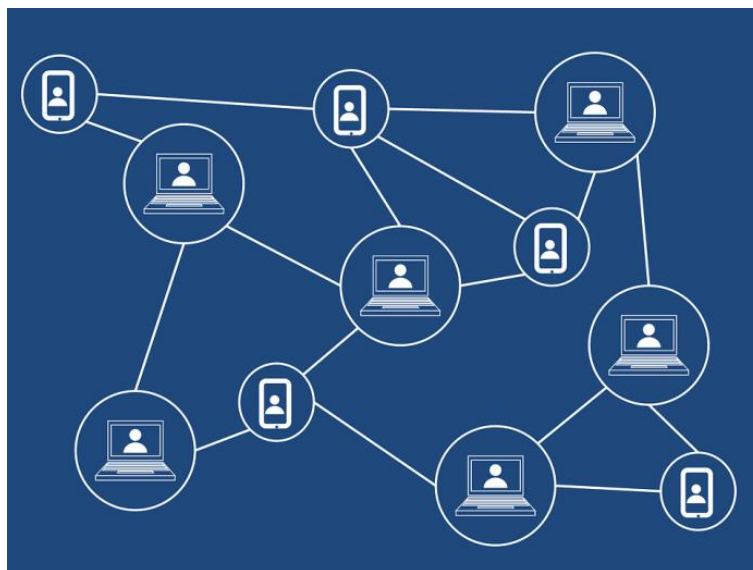
- SmartContracts: son pequeños programas o scripts que se almacenan en la blockchain, y como se trata de contratos, permiten cumplir totalmente las reglas descritas en ellos. Van a tener la función de sustituir a las actuales funciones de la hoja de control. Las actuales funciones de la hoja de control son funciones objetivas, que basan su solución en datos numéricos u objetivos. Estas van a ser transcritas al lenguaje de programación de la red blockchain y se cumplimentarán también de forma automática sin necesidad de intermediarios. Las actualizaciones vendrán a medida que la ley evolucione.
- Administración pública: Se encargará de realizar las modificaciones / implementaciones en el código según avance la normativa referente al uso de productos fitosanitarios.
- Usuarios de la red: los usuarios de la red son cualquier agente involucrado en el proceso de uso de productos fitosanitarios. Es decir, los agricultores, asesores, vendedores de productos fitosanitarios, etc. Cabe destacar que los agricultores podrán añadir nuevas hojas de explotación, pero no podrán eliminarlas.

- Nodos. Descentralización de la base de datos (Blockchain): cualquier persona u organización que lo desee puede establecerse como un nodo. Los nodos son aquellas computadoras donde se está ejecutando el código de la red Blockchain. Es decir, se encargan de almacenar los datos ordenadamente, de verificar la validez de los datos y de ejecutar los SmartContracts. También, como no, se encargan de minar los bloques y de formar la cadena. Cada uno de los nodos tendrá una copia exacta de la base de datos de la Blockchain, lo cual en combinación con la criptografía de los hash y de cadena de bloques proporcionará una inmutabilidad de la información.

*El motivo principal del uso de la Blockchain en este proyecto es precisamente la inmutabilidad de los datos. Pese a que la normativa goza de un gran consenso y/o democratización, muchas veces la aplicación de esta normativa puede verse corrompida por agentes no esperados. Por tanto, el hecho de que cada nodo guarde una copia impedirá manipulaciones en los registros.*

- Sin incentivos de minado: es habitual en las redes Blockchain la existencias de incentivos hacia aquellos que sustentan el sistema: los nodos. Sin embargo en este caso el número de operaciones de registro no es tan elevado como para necesitar un gran poder de computación. Pero por otro lado, sí que van a ser necesarios nodos para conseguir la inmutabilidad del sistema. La presencia o no de un número elevado de nodos variará en la medida que varíe la confianza en el sistema. Se regulará automáticamente.

*En situaciones en las que se produzcan sonados casos de corrupción de los datos o hackeos del sistema serán cuando los nodos se incrementarán notablemente. Probablemente agricultores que se vean en posición de desventaja competitiva fruto de esas corrupciones serán quienes actúen en calidad de nodos. La desconfianza traerá nuevos nodos. La confianza disminuirá los nodos pero a costa de saber que el sistema funciona. Autorregulable.*



*Ilustración 104. Imagen artística representando la descentralización*

## 7.2. Propuesta práctica

La anterior propuesta está descrita dentro de un marco teórico-conceptual de lo que es Blockchain. Sin embargo, en la práctica, cuando se quiere utilizar la tecnología Blockchain es más plausible la utilización de soluciones más consolidadas como son las soluciones Blockchain desarrolladas bajo el paraguas de Hyperledger, más concretamente Hyperledger Fabric.

También, otra opción habría sido plantear una solución en una plataforma puramente pública, como puede ser Bitcoin o Ethereum. Sin embargo, esta solución hoy en día presenta numerosos problemas como son los costes de las transacciones, que son muy volátiles por la propia volatilidad de las criptomonedas de Bitcoin o Ethereum, y también la falta de confianza de los usuarios y administraciones en estas plataformas.

Siguiendo con Hyperledger Fabric, a continuación se describen las principales características de la Blockchain que nos proporciona su uso:

- Permisible: Los nodos que pertenecen a la red no necesariamente tienen acceso a toda la Blockchain, sino que cada nodo puede ser configurado para acceder a unas partes determinadas.
- Blockchain privada: La idea de tener una Blockchain privada es justamente que prevalezca una confianza entre los nodos porque ellos se conocen, por lo que esta red no es anónima. Por lo tanto, al no ser anónima, puede prescindirse de la prueba de trabajo (Prof of Work) la cual requiere mucho procesamiento.
- Canales: posibilidad de tener redes privadas dentro de la red principal. Es decir, dentro de la red principal puede haber canales de comunicación para que no todos los nodos tengan que comunicarse entre sí.
- Sin minería: ya no es necesario debido al carácter privado. Cada nodo tiene una función y la ejecuta, sin ninguna recompensa.
- World State: Sirve como 'Dashboard'. La red tiene una base de datos adicional llamada World State que guarda el estado actual de la Blockchain y que se utiliza para realizar consultas mucho más rápido que recorrer cada uno de los bloques. La Blockchain es la entrada y el World-State es la salida.
- Estandarización: Fabric, de código abierto, tiene detrás a numerosas empresas involucradas que hacen que el proyecto tenga solidez y una forma de estandarización.

Dentro de una Blockchain con estas características tiene cabida el desarrollo real del sistema de trazabilidad digital de productos fitosanitarios.

Habría que crear una plataforma privada basada en Hyperledger Fabric en una red física existente como Alastria. Asimismo, debería tener cierta conexión con una red pública como Ethereum o Bitcoin para guardar sólo algunas transacciones o un conjunto de ellas bajo un único hash, consiguiendo así un mayor nivel de seguridad y trazabilidad en la información contenida. Un diseño barato, con la posibilidad real de implementación y que generaría una gran confianza en todos los agentes involucrados.

## 8. Conclusiones

1.- El actual sistema de trazabilidad del uso de productos fitosanitarios presenta fallas debido a que algunos de los registros no son digitales. De esta manera, resulta difícil conocer la cantidad de sustancias activas que poseen las explotaciones y en consecuencia resulta difícil la detección de actividades fraudulentas como la sobredosis en los tratamientos fitosanitarios.

2.- Estos problemas en la trazabilidad tienen una importante secuela: impiden conocer el grado de cumplimiento de la legislación vigente. Los organismos competentes estatales se ven obligados a realizar las inspecciones de formas muy manuales y a pie de campo, de manera que sólo llegan a cubrir anualmente el 1,47 % de las explotaciones vitivinícolas. Además, los resultados de estas inspecciones dan constancia de un bajo nivel de cumplimiento de las normas ocasionado en parte por una baja formación de los agricultores y el hecho de que el 90,17 % de las explotaciones están exentas de contar con un asesor experto.

3.- Ante esta situación, la aplicación de tecnologías IoT resulta inservible para registrar tratamientos fitosanitarios, ya que se necesita blindar la trazabilidad aguas arriba del tratamiento porque en caso contrario es relativamente sencillo falsear este tipo de tecnologías.

4.- El único modo de solucionar los problemas de trazabilidad e implantar mejoras relacionadas con el uso sostenible de productos fitosanitarios es con la creación de un sistema totalmente digitalizado donde los cuadernos de explotación sean digitales e interactúen con los registros, también digitales.

5.- Este sistema permite el control del cumplimiento de la ley ya que todos los movimientos quedan registrados. Además, puede abarcarse una inspección al 100% de las explotaciones por la posibilidad que la programación otorga a la automatización de las inspecciones.

6.- Con el nuevo sistema propuesto es posible controlar la legalidad de la dosificación de sustancias activas en los tratamientos. Para controlar la dosificación a nivel de una explotación se realiza un control en la compraventa y devolución de los productos empleados. Y para controlar la dosificación en las parcelas de la explotación se emplea la tecnología IoT, aunque esta sufre una posibilidad de engaños sobre el sistema.

7.- El control de uso de productos fitosanitarios permite crear un sistema de incentivos a la reducción del consumo de estos. El premio consiste en certificaciones que abren camino a ser más competentes en el mercado, lo que también fomenta la formación para la reducción de estos. La formación en la prevención de aparición de plagas es el factor más importante en la Gestión Integral de Plagas.

8.- El empleo de la tecnología IoT en los tratamientos fitosanitarios es especialmente útil para obtener información objetiva permitiendo así no solo controlar el cumplimiento de las normas sino profesionalizar o perfeccionar las técnicas.

9.- La aplicación de la tecnología Blockchain permite la inmutabilidad e incorruptibilidad de los datos de los registros. Indudablemente es el camino a seguir en todo tipo de registros y organismos públicos frente a la lucha contra la corrupción en licitaciones públicas o malversación de datos.

10.- Los resultados obtenidos en este trabajo no son únicamente válidos para el viñedo, sino que también son aplicables a cualquier otro cultivo.

## 9. Líneas de futuro

El presente trabajo conforma una propuesta general de la mejora de la trazabilidad del uso de fitosanitarios. Sin embargo, puede constituir un punto de partida para el desarrollo de nuevos proyectos. Se propone:

- Ejecución de la plataforma digital de trazabilidad de productos fitosanitarios.

El resultado de este trabajo es meramente conceptual pese a haberse realizado un prototipo programado en Google Spreadsheets. La evolución natural es hacer realidad la plataforma con la creación de una aplicación, una web y una red Blockchain.

- Desarrollo de soluciones IoT e implementación de actuadores.

Al comenzar la investigación en el presente trabajo, la mirada se dirigía hacia soluciones IoT que mejoraran los problemas de trazabilidad. Sin embargo, conforme se avanzaba se vio que se necesitaba solucionar problemas más básicos que afectaban a una trazabilidad a más alto nivel.

Tras la ejecución del trabajo, las puertas a la implementación de nuevas soluciones IoT están totalmente abiertas puesto que ya se tiene unos sólidos cimientos sobre los que trabajar los cuales dificultan notablemente el trapeo o engaño de las tecnologías IoT.

Pueden idearse nuevas soluciones que no solo recojan datos, como es el caso de este trabajo. Sino que pueden desarrollarse soluciones que incorporen actuadores para por ejemplo regular el caudal de aplicación en función de la velocidad de la maquinaria.

## 10. Bibliografía

- [1] M. J. Hita, "El uso de productos fitosanitarios y sus efectos." 2012.
- [2] AEPLA, "Póster "¿Con o sin productos fitosanitarios?" [http://www.aepla.es/tmp/images/publicaciones/P0024\\_Con o Sin Fitosanitarios \(2016\).jpg](http://www.aepla.es/tmp/images/publicaciones/P0024_Con_o_Sin_Fitosanitarios_(2016).jpg).
- [3] H. Van Den Berg, G. Manuweera, and F. Konradsen, "Global trends in the production and use of DDT for control of malaria and other vector-borne diseases," *Malar. J.*, vol. 16, no. 1, Oct. 2017, doi: 10.1186/s12936-017-2050-2.
- [4] La Vanguardia, "Los plaguicidas provocan 200.000 muertes al año." <https://www.lavanguardia.com/natural/20170309/42701670609/plaguicidas-herbicidas-insecticidas-muertes-intoxicacion-onu.html>.
- [5] MAGRAMA, "Informe de Resultados de Aplicación del PAN 2018."
- [6] OMS, "Plaguicidas altamente peligrosos," WHO, 2016.
- [7] MAGRAMA, "Superficies y producciones agrícolas: Uva de Transformación." <https://web.archive.org/web/20081201094730/http://www.mapa.es/ministerio/pags/h echoscifras/espanol/pdf/09.pdf>.
- [8] Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), "¿Qué legislación aplica a los productos fitosanitarios?" <https://www.insst.es/-/que-legislacion-aplica-a-los-productos-fitosanitario-1>.
- [9] G. de les I. Balears, "Sanidad vegetal, Introducción." <https://www.caib.es/sites/sanitatvegetal/es/introduccion-61930/>.
- [10] "Normativa de productos fitosanitarios." <https://www.tecnicoagricola.es/normativa-fitosanitaria-2013/>.
- [11] M. De Agricultura, A. Y. Medio, A. Gobierno, and D. E. España, *UVA DE TRANSFORMACIÓN*.
- [12] C. DE Sanidad Y Certificación Vegetal Emilio Betrán Escartín, A. M<sup>a</sup> Aguado Martínez, and S. J. Fuertes Lázaro, "DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL Y SOSTENIBILIDAD DIRECCIÓN GENERAL DE ALIMENTACIÓN Y FOMENTO AGROALIMENTARIO."
- [13] MAGRAMA, "Listado de Cultivos Exentos de Asesoramiento."
- [14] MAGRAMA, "DOCUMENTACIÓN DE ASESORAMIENTO PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS."
- [15] COAG. Castilla y León, "FITOSANITARIOS. NORMATIVA, MANEJO Y APLICACION."
- [16] Ministerio de la Presidencia, "Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre. Uso Sostenible de los Productos Fitosanitarios."
- [17] MAGRAMA, "DOCUMENTO PARA LA ARMONIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE FORMACIÓN DE LOS USUARIOS PROFESIONALES DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS."
- [18] MAGRAMA, "Registro oficial de productores y operadores de medios de defensa fitosanitaria (ROPO)." <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/ropo/>.

- [19] MAGRAMA, "Ficha de registro de SAFRAN, N.º 24343."
- [20] MAGRAMA, "Registro de Productos Fitosanitarios." <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>.
- [21] AESAN, "Residuos de Plaguicidas en los Alimentos."
- [22] M. . Fernández, M., López, M.I., Serrano, N., Ortiz, F, Alfonso, J.M., López, J., Martín R.A. e Yruela, "Aplicación de Productos Fitosanitarios. Nivel Cualificado. Ed.2020 - Junta de Andalucía." <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/registro-servifapa/25abcd73-2211-4d34-9cae-64b6ebe01764>.
- [23] MAGRAMA, "Registro de maquinaria agrícola (ROMA)." <https://servicio.mapama.gob.es/regmaq/buscar.wai>.
- [24] "INSCRIPCIÓN, BAJA O DUPLICADO EN EL REGISTRO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA - Trámites Gobierno de España." <http://tramites.administracion.gob.es/comunidad/tramites/recurso/inscripcion-baja-o-duplicado-en-el-registro-de/ece00272-405a-4400-8c69-a71fd9d04081>.
- [25] "Pulverizadores y atomizadores: las máquinas para tratamientos fitosanitarios." <https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/159264-Pulverizadores-y-atomizadores-las-maquinas-para-tratamientos-fitosanitarios.html>.
- [26] M. De Agricultura and P. Y. Alimentacion, "INSCRIPCION DE MAQUINARIA AGRICOLA AÑO 2019."
- [27] P. L. Márquez, "Máquinas motrices y estacionarias de tracción."
- [28] "Calibración de pulverizadores hidráulicos." <https://www.agroramon.com/Calibracion.html>.
- [29] P. L. Márquez, "Las Tomas de Fuerza y su evolución."
- [30] M. De Agricultura and P. Y. Alimentación, "INFORME DE EQUIPOS INSPECCIONADOS EN EL AÑO 2019."
- [31] "Inspecciones obligatorias en los equipos de aplicación de productos fitosanitarios." <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/maquinaria-agricola/inspecciones-equipos-aplicacion-productos-fitosanitarios/>.
- [32] "Momento adecuado u optimo para aplicar un fitosanitario." <https://www.tecnicoagricola.es/momento-adecuado-u-optimo-para-aplicar-un-fitosanitario/>.
- [33] J. D. L. Adorna, "Técnica de atomización según volumen vegetativo (T.R.V.)."
- [34] UPC, "Aplicación Dosaviña." <https://dosavina.upc.edu/>.
- [35] G. de C. Alba Fillat, Centre de Mecanització Agrària, "Regulación de las máquinas de aplicación de fitosanitarios para cultivos frutales."
- [36] Micex, "Curso de fitosanitarios profesional." <https://www.micex.es/leccion/12-metodos-de-aplicacion-de-productos-fitosanitarios/>.
- [37] MAGRAMA, "Modelo de Cuaderno de Explotación." .

- [38] COAG. Castilla y León, "REGISTROS Y CUADERNOS OBLIGATORIOS EN LA EXPLOTACION AGRICOLA Y GANADERA."
- [39] DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD E HIGIENE VEG, "PROGRAMA NACIONAL DE CONTROL OFICIAL DE LA HIGIENE DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA AGRÍCOLA Y DEL USO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS."
- [40] AECOSAN, "Informe anual 2018. Plan Nacional de Control Oficial de la Cadena Alimentaria," p. 102, 2018, doi: 270-15-059-8.
- [41] "Plan Nacional de Control Oficial de la Cadena Alimentaria." <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/plan-nacional-de-control-de-la-cadena-alimentaria/>.
- [42] AESAN, "Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición." [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/seccion/informe\\_anual\\_pncoca.htm](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/seccion/informe_anual_pncoca.htm).
- [43] C. Europea, "La PAC en detalle: pagos directos a los agricultores en el período 2015-2020," 2017.
- [44] "Informe de condicionalidad 2019," vol. 2019, no. Controles 2018, 2019.
- [45] MAGRAMA, "Circular de Coordinación."
- [46] FEAGA, "¿Qué es la condicionalidad?"
- [47] AECOSAN, "Informe 2017 sobre residuos de plaguicidas."
- [48] "Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición." [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subseccion/programa\\_control\\_residuos.htm](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subseccion/programa_control_residuos.htm).
- [49] "Estación meteorológica profesional autónoma MISOL WS-WHH6007-1, WCDMA/GSM,." [https://www.amazon.es/MISOL-Professional-wunderground-meteorologica-profesional/dp/B07DNT5M1W/ref=as\\_li\\_ss\\_tl?\\_\\_mk\\_es\\_ES=ÅMÅŽÕÑ&keywords=estacion+meteorologica+GSM&qid=1556895303&s=gateway&sr=8-1&linkCode=sl1&tag=2019mem-21&linkId=e23044f405e20e25a9e4ca91](https://www.amazon.es/MISOL-Professional-wunderground-meteorologica-profesional/dp/B07DNT5M1W/ref=as_li_ss_tl?__mk_es_ES=ÅMÅŽÕÑ&keywords=estacion+meteorologica+GSM&qid=1556895303&s=gateway&sr=8-1&linkCode=sl1&tag=2019mem-21&linkId=e23044f405e20e25a9e4ca91).
- [50] "GPS Precision. Fab: Humminbird Ref: B009KSD0GO." <https://www.amazon.com/-/es/Humminbird-Receptor-precisión-sensor-rúbrica/dp/B009KSD0GO>.
- [51] "Caudalímetro de alta precisión 1-30 L/min." <https://www.amazon.es/Sensor-flujo-agua-Caudalímetro-precisión/dp/B07L92W8J3>.
- [52] MAGRAMA, "Agricultura ecológica. Estadísticas 2018."
- [53] MAGRAMA, "Encuesta producción integrada a las comunidades autónomas."
- [54] MAGRAMA, "Encuesta de Viñedo 2015."
- [55] MAGRAMA, "Superficies y producciones de cultivo: Viñedo de Uva de Mesa."
- [56] INE, "España en cifras 2018." [https://www.ine.es/prodyser/espa\\_cifras/2018/39/#zoom=z](https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2018/39/#zoom=z).

## Anexo I. Estimación de superficie y número de explotaciones de cultivo exentos de asesoramiento

### Todo tipo de cultivo / masa forestal

Tal y como se menciona en el apartado “Marco Normativo”, existe un PAN cuyo objetivo es conseguir el uso sostenible de fitosanitarios en el territorio nacional. Entre las iniciativas de este plan, existe la de redactar un informe anual con los resultados obtenidos.

En este contexto, se publican entre otras cosas la superficie de cultivo o forestal al amparo del asesoramiento.

	Superficie [ha]	[%]
Tierra forestal [8]	11.546.276	-
Tierra de cultivo [5]	17.643.678	-
Tierra total forestal o de cultivo	29.189.954	-
Tierra de cultivo o forestal al amparo de asesoramiento [9]	13.369.294	<b>45,80</b>
Tierra de cultivo o forestal sin obligatoriedad de asesoramiento	15.820.660	<b>54,2</b>

Tabla 9. Superficie de cultivo exenta y no exenta de asesoramiento. Datos obtenidos de: [5]

Por tanto, a nivel nacional y en lo que engloba a todo tipo de cultivos / masa forestal vemos como hay un 54,2 % de superficie exenta de asesoramiento.

## Cultivo de uva

El anterior dato sin embargo no es extrapolable al viñedo. Esto es debido a que existen grandes diferencias entre los diferentes tipos de cultivos. Por ejemplo, según el INE la superficie media empleada por explotación en 2016 fue de 25,1 [ha]. En cambio, según las cifras que proporciona el MAGRAMA en la Encuesta de Viñedo la superficie media empleada por explotación de viñedo es 1,82 [ha]. Por este motivo y puesto que no se conoce (o no se ha logrado encontrar) el dato de superficie y/o explotaciones vitícolas exentas de asesoramiento se procede a realizar una estimación:

1)

En primer lugar, se debe distinguir entre cultivo de Uva de Mesa y cultivo de Uva de Transformación.

	Superficie [ha]
Cultivo de Uva de Mesa	14.509
Cultivo de Uva de Transformación	941.154

Tabla 10. Superficie de cultivo de uva de mesa y uva de transformación. Elaboración propia a partir de las fuentes mencionadas al final del apartado.

Puesto que el sector de la Uva de Transformación es mucho más relevante y puesto que los datos con los que vamos a trabajar (Encuesta de Viñedo 2015) son datos únicamente de Uva de Transformación, simplificamos únicamente al sector vitivinícola, excluyendo la uva de mesa.

2)

Como se menciona en el apartado “Asesoramiento en GIP”, aquellas explotaciones adheridas a las certificaciones de Producción Integrada o Producción Ecológica se considerará que cumplen con la GIP.

	Superficie [ha]	[%]	N.º Explotaciones	[%]
Producción Integrada	17.885	1,9	1216	0,23
Producción Ecológica	113.418	12,05	8642	1,67
Producción Convencional	809.851	86,05	507.757	98,1
Producción total vitivinícola	941.154	100	517.615	100

Tabla 11. Superficie y N.º de explotaciones según el tipo de producción, en viñedos. Elaboración propia a partir de las fuentes mencionadas al final del apartado.

3)

Tal y como veíamos en el apartado “Asesoramiento en GIP”, están exentas de asesoramiento aquellas explotaciones que por sus características se consideran de baja utilización de fitosanitarios.

En la siguiente tabla podemos ver que los viñedos de uva de transformación quedan exentos de la obligatoriedad de asesoramiento por debajo de 5 [ha].

PRODUCCIONES Y TIPOS DE EXPLOTACIONES DE BAJA UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EXENTAS DE ASESORAMIENTO EN GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS			
LISTADO PRELIMINAR			
CULTIVO O CUBIERTA	SECANO	REGADIO	INVERNADERO / CULTIVO PROTEGIDO
<b>CEREALES GRANO (CE)</b>			
TRIGO DURO	EXENTO	EXENTO	
TRIGO BLANDO Y SEMIDURO	EXENTO	EXENTO	
CEBADA DE 2 CARRERAS	EXENTO	EXENTO	
CEBADA DE 6 CARRERAS	EXENTO	EXENTO	
AVENA	EXENTO	EXENTO	
CENTENO	EXENTO	EXENTO	
TRITICALE	EXENTO	EXENTO	
MEZCLA DE CEREALES DE INVIERNO	EXENTO	EXENTO	
ARROZ		NO EXENTO A PARTIR DE 2 HA	
MAIZ	EXENTO	EXENTO	
SORGO	EXENTO	EXENTO	
<b>VIÑEDO (VI)</b>			
UVA DE MESA	NO EXENTO A PARTIR DE 2 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 2 HA	
UVA DE TRANSFORMACION	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	
<b>OLIVAR (OL)</b>			
ACEITUNA DE MESA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	
ACEITUNA DE DOBLE APTITUD	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	
ACEITUNA DE ALMAZARA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 5 HA	
<b>VIVEROS (VV)</b>			
VIVEROS	NO EXENTO A PARTIR DE 1 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 1 HA	NO EXENTO A PARTIR DE 1 HA
<b>PRADOS Y PASTIZALES</b>			
PRADOS NATURALES (en regadio)		EXENTO	
PRADOS NATURALES (en secoano)	EXENTO		
PASTIZAL ALTA MONTAÑA	EXENTO		
PASTIZALES	EXENTO		
PASTIZAL MATORRAL	EXENTO		

Ilustración 105. Recorte de las explotaciones exentas de asesoramiento. Fuente: [5]

Y, por tanto, se accede a recolectar estos datos de fuentes ministeriales. Para simplificar, consideramos que estos datos se refieren únicamente a producción convencional:

	Superficie [%]	N.º de explotaciones [%]
Cultivos convencionales vitivinícolas con más de 5 [ha]	71,57	8,08
Cultivos convencionales vitivinícolas con menos de 5 [ha]	28,43	91,92

Tabla 12. Viñedos con más de 5 ha. Elaboración propia a partir de las fuentes mencionadas al final del apartado..

4)

Finalmente, se procede a elaborar un cuadro final.

Para obtener los porcentajes de necesidad de asesoramiento se procede de la siguiente manera.

- Superficie:  
 $0,8605 * 0,7157 = 0,6159$
- N.º Explotaciones:  
 $0,981 * 0,0808 = 0,0793$

Para obtener los porcentajes exentos de asesoramiento se puede proceder de la misma manera o por la diferencia del resto de valores.

VIÑEDOS	Superficie [%]	N.º Explotaciones [%]
Producción Integrada	1,9	0,23
Producción Ecológica	12,05	1,67
Producción Convencional con necesidad de asesoramiento	61,59	7,93
Producción Convencional exenta de asesoramiento	24,46	90,17

*Tabla 13. En viñedos, Superficie y número de explotaciones exentas o no de asesoramiento, en ratios. Elaboración propia a partir de las fuentes mencionadas al final del apartado.*

Por tanto y concluyendo, vemos como el 24,46 % de la superficie de viñedo está exento de asesoramiento. Asimismo, el 90,17 % de las explotaciones de viñedo están exentas de asesoramiento.

[7], [52]–[56]

## Anexo II. Registros y hojas que conforman la propuesta del sistema de trazabilidad digital.



Ilustración 106. Acceso al prototipo elaborado en Google Spreadsheets

- Interfaz principal:

Ilustración 107. Interfaz principal

- Listado de cuadernos de explotación:

CUADERNOS DE EXPLOTACIÓN	
DNI / CIF	Nombre y apellidos / Denominación Social
B67012512	BODEGA IGNACIO MARÍN
38285876F	AITOR ROSILLO SALGADO
28044982R	JORDI MARINA DORTA
05387430W	DAVID PARRA TENA
95391623C	ROBERTO AGUILA AGUSTI
B44012508	Bodega La Rioja - ENATE
81736677J	FELIX BECERRA BERNAT
30572811S	PABLO FERRERO RIBERA
95363687Y	OSCAR BARRETO ALAMO
76504056F	CRISTOBAL ORDÓÑEZ AYUSO
70841366D	FITOSAN EFICAZ SA
51568152J	PABLO PARRILLA RIOJA
35382464T	DAVID QUIROS MAÑEZ
57895736K	FELIPE VILLALOBOS GOMILA
59587064K	JAVIER ZAMBRANO MESTRES
95368469G	LUIS SUAREZ ALCON
83817028Z	AITOR VILLALTA ALBERT
B44012508	Bodega La Rioja - ENATE
81736677J	FELIX BECERRA BERNAT
30572811S	PABLO FERRERO RIBERA

28044982R	- 2019 -
<b>Acceder al Cuaderno de Explotación</b>	

Ilustración 108. Listado de cuadernos de explotación







- Hoja 5: Registro de tratamientos fitosanitarios

Cumplimentación manual													
<b>CUADERNO DE EXPLOTACIÓN</b>													
Nombre: JORDI MARINA DORTA													
DNI: 28044982R													
Asesor: FELIX BECERRA BERNAT													
Validación intermedia 05/06/2019 OK													
Validación final													
<b>Registro de tratamientos fitosanitarios</b>													
Hoja: 5													
Datos Parcela				Tratamiento									
Nº	Código REGEPA	Cultivo	Superficie [ha]	Fecha	Aplicador	Máquina	Plaga	Fase	Eficacia	Nº Registro	Dosis [l/ha]	Cantidad [l]	Vol. Aplicación [l/ha]
1	1739617751	Vid	3	12/01/2019	024405112SU/1	445005412673	Mildiu	1	Mala	24294	2	6	600
2	1739617751	Vid	3	22/01/2019	024430494SU/2	445005412657	Mildiu	2	Regular	24294	2,5	7,5	600
3	1739617751	Vid	3	3/05/2019	024405112SU/1	445005412657	Mildiu	3	Buena	24294	2	6	600
4	1739617751	Vid	3	19/05/2019	024405112SU/1	445005412657	Mildiu	4	Muy buena	24294	2,5	7,5	650
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

Ilustración 114. Hoja 5 del cuaderno de explotación.







- Registro de Productos Fitosanitarios

Registro de Productos Fitosanitarios										
Nº de Registro	Nombre Comercial	Formulado	Cultivo	Plaga o Enfermedad	Dosis Máxima [l/ha]	Vol. Aplicación Min. [l/ha]	Vol. Aplicación Máx. [l/ha]	Nº de aplicaciones máx.	Intervalos [días]	Plazo de Seguridad
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Vrid	Araña Amarilla	0,75	400	1000	2	7	28
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Tomate	Acaros	1	600	1500	2	20	7
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Peral	Eriosis	1,2	500	1500	2	38	28
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Canónigo	Acaros	1	500	1500	3	14	14
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Cítricos	Araña Roja	1,5	500	2000	1	-	10
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Maíz	Araña Roja	1,5	500	800	1	-	28
24343	SAFRAN	ECTINA 1,8% [E]	Melón	Acaros	1,2	600	1500	2	20	3
24294	MIL GOLD MZ F6 + METALAXIL-		Vrid	Mildiu	2,5	450	1000	4	10	0
24294	MIL GOLD MZ F6 + METALAXIL-		Tomate	Alternaria	2,5	650	1000	3	10	14
24294	MIL GOLD MZ F6 + METALAXIL-		Brécol	Mildiu	2	300	1000	3	10	30
24294	MIL GOLD MZ F6 + METALAXIL-		Cebolla	Mildiu	2,5	400	1000	3	10	28
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Vrid	Oidio	7,2	400	1200	4	7	0
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Tabado	Araña Roja	6	500	1000	3	15	0
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Remolacha	Oidio	9	1000	1500	4	15	0
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Patata	Acaros	6	500	1000	3	15	0
18315	SULFAPRON-LJFRE 72% [SC]		Manzano	Eriofidos	9	1000	1500	3	15	0

Ilustración 120. Registro de productos fitosanitarios

- Registro General de la Producción Agrícola (REGPA)

Registro General de la Producción Agrícola (REGPA)									
Código REGPA	DNI de Titular	Localidad	Polygono	Parcela	Cultivo	Sistema de cultivo	Superficie [ha]	Código SIGPAC	
1718688228	38285876F	Aguatón	1	12	Trigo	Convencional	4,2	54344935	
1739617751	28044982R	Cariñena	2	17	Vid	Convencional	2,12	54708659	
1758496249	28044982R	Cariñena	2	24	Vid	Convencional	1,3	54974552	
1730695733	95391623C	Alcañiz	5	14	Cebada	Ecológica	0,75	54277630	
1767327811	B44012508	Albarracín	1	7	Vid	Convencional	1,12	54472328	
1702636485	81736677J	Miedes	3	2	Vid	Convencional	0,65	54056826	
1752211519	30572811S	Borja	3	14	Tomate	Integrada	4,76	54576213	
1766871587	95363687Y	Escucha	2	4	Níspero	Convencional	1,45	54626088	
1709807202	76504056F	Fortanete	1	2	Vid	Convencional	1,05	54753030	
1735428050	70841366D	Fonfría	2	10	Sandía	Convencional	1,35	54135058	
1797888885	51568152J	Camfranc	1	10	Vid	Convencional	1,27	54265730	
1710356754	35382464T	Alcorisa	3	9	Olivo	Convencional	1,22	54484789	
1729136066	57895736K	Alagón	1	11	Borraja	Convencional	0,45	54838155	
1771680377	59587064K	Peracense	4	24	Trigo	Convencional	2,24	54715957	
1741234680	95368469G	Pitarque	1	3	Vid	Convencional	0,87	54545655	
1727472341	83817028Z	Pozuel	3	19	Vid	Convencional	1,45	54670482	
1718018494	54401160	Nogueras	2	1	Vid	Convencional	1,21	54401160	
1733653005	54846895	Muniesa	1	1	Vid	Convencional	1,37	54846895	

Ilustración 121. REGPA

- Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA)

Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA)							
DNI Titular	N° Inscripción	Fecha Inscripción	Marca	Modelo	Tipo de maquinaria	Resultado ITEAF	Fecha caducidad ITEAF
07787122N	443003902388	23/1/2018	JOHN DEERE	955	Máquinas automotrices	Favorable	26/11/2022
11277214S	441002001864	2/2/2012	MASSEY FERGUSON	390-2	Tractores	Desfavorable	16/9/2020
80896727T	444004442918	01/09/2013	VMC	CPP-3-1	Remolques	Favorable	04/08/2022
95391623C	445005413801	08/05/2019	NEW HOLLAND	D-1000	Máquinas arrastradas	Favorable	18/12/2020
B44012508	445005413018	26/11/2019	ATASA	1200 L	Máquinas suspendidas	Favorable	24/7/2021
B44012508	445005413619	26/11/2019	HARDI	LX-1000	Máquinas suspendidas	Favorable	2/11/2022
30572811S	441002002185	22/09/2013	EBRO	6079	Tractores	Favorable	12/08/2021
95363687Y	441002002741	21/04/2019	FORD	8210 S DT	Tractores	Favorable	08/04/2023
66689721W	445005412640	30/08/2015	NEW HOLLAND	BB-940 AS	Máquinas arrastradas	Favorable	12/12/2021
28044982R	445005412657	21/08/2011	FITOSA	ZANCUA-3000	Máquinas arrastradas	Desfavorable	22/05/2020
28044982R	445005412673	09/07/2013	NEW HOLLAND	D-1010	Máquinas arrastradas	Favorable	18/04/2023
28044982R	445005412801	18/09/1998	JOHN DEERE	570	Máquinas arrastradas	Favorable	21/2/2022
87118756T	445005412869	14/3/2009	JOHN DEERE	580	Máquinas arrastradas	Favorable	13/8/2021
62467201Y	445005412903	1/5/2007	VILA	RAGV-4.7	Máquinas arrastradas	Favorable	2/9/2020
64326292F	441002002660	2/11/2008	DEUTZ-FAHR	200 T	Tractores	Favorable	15/8/2020
75140091B	441002002741	3/3/2013	FORD	8210 S DT	Tractores	Favorable	6/9/2022
01747179F	441002002898	14/12/2011	NEW HOLLAND	T7.270 AC	Tractores	Favorable	21/3/2023
65155575W	441002003226		JOHN DEERE	6800	Tractores	Favorable	7/09/2020
60441268M	441002003371		NEW HOLLAND	T7030	Tractores	Favorable	4/12/2020
76480730A	441002003386		NEW HOLLAND	TD 5.115	Tractores	Favorable	17/10/2022
37249484H	441002003531		NEW HOLLAND	T7.210	Tractores	Favorable	8/12/2020
47785929W	443003902331		SANTANA-CLAYSON	M-89	Máquinas automotrices	Favorable	25/05/2023

Ilustración 122. ROMA

- Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO)

Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO)						
DNI	Código Identificación	Nombre y apellidos / Denominación Social	Categoría	Nivel de capacitación	Caducidad del carnet	Estado
38285876F	024410885SU/1	AITOR ROSILLO SALGADO	Aplicador	Básico	19/05/2021	Vigente
28044982R	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	Aplicador	Cualificado	1/02/2025	Vigente
05387430W	024411892SU/1	DAVID PARRA TENA	Aplicador	Básico	13/01/2026	Vigente
95391623C	024423435SU/2	ROBERTO AGUILA AGUSTI	Aplicador	Cualificado	20/01/2019	Caducado
B44012508	024439445SS	FITOSANITARIOS TERUEL	Suministrador	Cualificado	8/06/2023	Vigente
81736677J	024439446ST	FELIX BECERRA BERNAT	Asesor	Asesor	13/02/2024	Vigente
30572811S	024405112SU/1	PABLO FERRERO RIBERA	Aplicador	Básico	11/03/2019	Caducado
95363687Y	024439571SU/1	OSCAR BARRETO ALAMO	Aplicador	Básico	15/10/2024	Vigente
76504056F	024439606SU/1	CRISTOBAL ORDOÑEZ AYUSO	Aplicador	Básico	6/02/2025	Vigente
70841366D	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	Suministrador	Cualificado	16/02/2025	Vigente
51568152J	024423489SU/2	PABLO PARRILLA RIOJA	Aplicador	Cualificado	31/05/2023	Vigente
35382464T	024439616SU/1	DAVID QUIROS MAÑEZ	Aplicador	Básico	31/10/2020	Vigente
57895736K	024439617SU/1	FELIPE VILLALOBOS GOMILA	Aplicador	Básico	24/01/2022	Vigente
59587064K	024439661SU/2	JAVIER ZAMBRANO MESTRES	Aplicador	Cualificado	17/06/2024	Vigente
95368469G	024439686SU/2	LUIS SUAREZ ALCON	Aplicador	Cualificado	9/12/2024	Vigente
83817028Z	024406859SU/1	AITOR VILLALTA ALBERT	Aplicador	Básico	24/10/2024	Vigente

Ilustración 123. ROPO

- Registro de Transacciones con Productos Fitosanitarios

Registro de Transacciones con Productos Fitosanitarios									
Fecha de transacción	Suministrador			Comprador			Producto Fitosanitario		
	Código Identificación ROPO	Denominación	Código Identificación ROPO	Nombre y Apellidos	Nº Registro	Cantidad [kg] o [L]	Lote		
2/02/2019	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24343	8	54784		
2/12/2013	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24294	35	38480		
2/12/2013	024532584SS	TU AGRICULTURA	02469362SU/2	JUAN ARTIGAS RESA	18315	20	21219		
2/12/2013	024525695SS	HNOS BLASCO	024465784SU/2	ARTURO LÓPEZ HUERTA	11807	5	72298		
12/11/2017	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024405112SU/1	PABLO FERRERO RIBERA	21583	8	80643		
16/10/2018	024525695SS	HNOS BLASCO	024410885SU/1	AITOR ROSILLO SALGADO	18926	6	62386		
25/10/2017	024539123SS	AGROSANCHEZ	024411892SU/1	DAVID PARRA TENA	19488	8	19257		
1/10/2014	024532584SS	TU AGRICULTURA	024423435SU/2	ROBERTO AGUILA AGUST	16638	12	13588		
2/10/2013	024532584SS	TU AGRICULTURA	044246635SU/2	LUIS BERNAT HUERTA	19068	4	77618		
13/02/2015	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024439571SU/1	OSCAR BARRETO ALAMO	20288	18	12845		
4/01/2016	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024439606SU/1	RISTOBAL ORDOÑEZ AYUS	20723	3	79770		
28/02/2017	024539123SS	AGROSANCHEZ	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	18315	50	74791		
31/12/2019	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024439616SU/1	DAVID QUIROS MAÑEZ	16601	14	45972		
29/04/2014	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024439617SU/1	LIPE VILLALOBOS GOM	23519	16	78137		
11/12/2016	024532584SS	TU AGRICULTURA	024439661SU/2	IER ZAMBRANO MESTIF	22580	5	52740		
5/04/2018	024525695SS	HNOS BLASCO	024439686SU/2	LUIS SUAREZ ALCON	17534	6	26910		

Ilustración 124. Registro de transacciones con productos fitosanitarios

- Registro de devolución de envases vacíos de SIGFITO

Registro de Devolución de Envases Vacíos de SIGFITO									
Fecha de devolución	Punto de Recogida receptor			Consumidor			Producto Fitosanitario		
	Código Identificación ROPO	Denominación	Código Identificación ROPO	Nombre y Apellidos	Nº Registro	Cantidad [kg] o [L]	Lote		
2/08/2015	024439963SS	SIGFITO Actur	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24343	1	54784		
16/11/2015	024439963SS	SIGFITO Actur	024411892SU/1	DAVID PARRA TENA	19488	1	19257		
2/14/2017	024432483SS	Parque Goya ENVASES	024439571SU/1	OSCAR BARRETO ALAMO	20288	1	12845		
31/10/2019	024432483SS	Parque Goya ENVASES	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	24343	5	54784		
31/11/2019	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	18315	13	38480		
31/05/2015	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024406859SU/1	AITOR VILLALTA ALBERT	13594	7	26485		
31/05/2014	024539123SS	AGROSANCHEZ	024465841SU/1	JUAN PALAU VILLALTA	11807	4	72298		
11/05/2018	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024405112SU/1	PABLO FERRERO RIBERA	21583	7	80643		
14/04/2019	024525695SS	HNOS BLASCO	024410885SU/1	AITOR ROSILLO SALGADO	18926	5	62386		
23/04/2018	024539123SS	AGROSANCHEZ	024411892SU/1	DAVID PARRA TENA	19488	7	19257		
30/03/2015	024532584SS	TU AGRICULTURA	024423435SU/2	ROBERTO AGUILA AGUST	16638	11	13588		
31/03/2014	024532584SS	TU AGRICULTURA	044246635SU/2	LUIS BERNAT HUERTA	19068	3	77618		
12/08/2015	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024439571SU/1	OSCAR BARRETO ALAMO	20288	17	12845		
13/12/2019	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024430494SU/2	JORDI MARINA DORTA	18315	5	74791		
27/08/2017	024539123SS	AGROSANCHEZ	024423489SU/2	PABLO PARRILLA RIOJA	21754	22	74791		
28/06/2020	024439445SS	FITOSANARIOS TERUEL	024439616SU/1	DAVID QUIROS MAÑEZ	16601	13	45972		
26/10/2014	024539446SS	FITOSAN EFICAZ SA	024439617SU/1	LIPE VILLALOBOS GOMI	23519	15	78137		
9/06/2017	024532584SS	TU AGRICULTURA	024439661SU/2	MIER ZAMBRANO MESTRE	22580	4	52740		
2/10/2018	024525695SS	HNOS BLASCO	024439666SU/2	LUIS SUAREZ ALCON	17534	5	26910		

Ilustración 125. Registro de devolución de envases vacíos de SIGFITO

