

## M11 - Desarrollo y primeros resultados de una aplicación móvil para la pre-inspección de equipos de tratamientos fitosanitarios

Martínez, J.<sup>1</sup>, Pérez-Ruiz, M.<sup>1</sup> y Agüera, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluido, Universidad de Sevilla, Ctra. Sevilla-Utrera km1 Sevilla 41013, E-mail: martinezj@us.es; manuelyperez@us.es; <sup>2</sup>Dpto. de Ingeniería Rural, Universidad de Córdoba, Campus Rabanales 14014 Córdoba, E-mail: jaguera@uco.es.

### Resumen

Por todos es conocido que el presente y futuro de las aplicaciones de productos agroquímicos pasa por una buena regulación, calibración y mantenimiento de los equipos que se utilizan. Tanto Europa como los países miembros y sus comunidades autónomas, en el caso de España, a través de sus instituciones (Universidades, Consejerías, etc.), están trabajando concienzudamente en el protocolo de inspección. Es de prever que en muchos equipos la primera inspección será desfavorable, y además supondrá un coste económico alto para el propietario, independientemente de que el equipo pase la inspección de forma favorable o no. Este hecho hace que no se conciba este control con la "percepción beneficiosa" que pueda tener la administración. Por todo ello, este equipo de trabajo ha decidido centrarse en el término "pre-inspección" y desarrollar una aplicación gratuita de autocontrol para dispositivos móviles que permita al propietario o su técnico agrícola conocer el estado de su máquina antes de acudir a una inspección "oficial" y de esta forma solventar los posibles problemas detectados. Para su desarrollo se ha usado programación orientada a objetos (POO) con Java en entorno Android. En los primeros equipos que han formado parte de este estudio se ha conseguido, por una parte poner en conocimiento y mostrar los elementos y aspectos a controlar y por otra, generar de forma gratuita y fácil un informe donde se indica los elementos y aspectos a solventar antes de ir a una inspección. Esta aplicación de pre-inspección ha sido una herramienta muy valorada por los usuarios como mantenimiento preventivo.

**Palabras clave:** maquinaria agrícola, App, Android, pulverizador hidráulico, medioambiente

### Development and preliminary results of a mobile application to perform pre-inspection of sprayer equipment.

#### Abstract

It is widely acknowledged that the present and future practice of pesticide applications requires good regulation, calibration and maintenance of the equipment used. European countries and their regional governments, in the case of Spain, through its institutions (Universities, Councils, etc.), are working conscientiously towards inspection protocol. It is expected that many sprayers will not pass the first inspection, and there will be a significant cost to the owner, whether the equipment passes the inspection or not. This fact makes this inspection protocol is not conceived with the "beneficial perception" as the administration may have. Therefore, this research group has decided to focus on the term "pre-inspection" and develop a free mobile application for self-assessment that allows the owner or agricultural technician check the status of the sprayer before inspection. This would address the possible problem identified. The application was written in an object oriented programming language (OOP) – Java – for an Android platform. For the first sprayers considered in this study there have been several achievements: firstly informing about and showing those elements and aspects of the sprayer which need to be controlled and secondly, generating simply and without cost a report describing those elements and aspects which must be resolved before going for an inspection. This approach to pre-inspection has proved to be highly very valued by users as a tool for preventive maintenance.

**Keywords:** agricultural machinery, App, Android, hydraulic sprayer, environment

## ***Introducción y Justificación***

Según la SPISE (Standardised Procedure for the Inspection of Sprayer-2012), en Europa, existen más de 1,2 millones de pulverizadores hidráulicos y 1 millón de pulverizadores hidroneumáticos. El 75% de los equipos se encuentran concentrados en Italia, Francia, Polonia y España, sólo en 4 de los 27 países que conforman la Unión Europea. En España tenemos unas 100.000 unidades de pulverizadores hidráulicos y aproximadamente el doble, 200.000 unidades de pulverizadores hidroneumáticos, según la SPISE (Wehmann, 2012). El número y el funcionamiento correcto de estos equipos provocan un alto interés por gobiernos, consumidores, agricultores y cadenas de distribución cada vez más conscientes de la necesidad de velar por aquellos aspectos involucrados en la seguridad alimentaria y en la calidad de las materias que compran.

En búsqueda de un marco legislativo común al respecto, es el Real Decreto 1702/2011 del 18 de noviembre (BOE nº 296 de 9 de diciembre), de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios el que traspone el artículo 8 y el Anexo II de la Directiva 2009/128/CE, y en el cual se establece un marco de actuación comunitario para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas. En este Real Decreto, se señala que serán las distintas Comunidades Autónomas quienes establecerán un programa de inspecciones obligatorias, para que todos los equipos de aplicación se inspeccionen en una estación de Inspección Técnica de Equipos de Aplicación de Productos Fitosanitarios (ITEAF), antes del 26 de noviembre de 2016 bajo la gestión del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Además se establece un protocolo de inspección de los distintos elementos a revisar, que se ha elaborado trabajando de forma conjunta con los distintos organismos regionales (Consejerías, Universidades, etc...) y que se puede consultar en la página web del MAGRAMA.

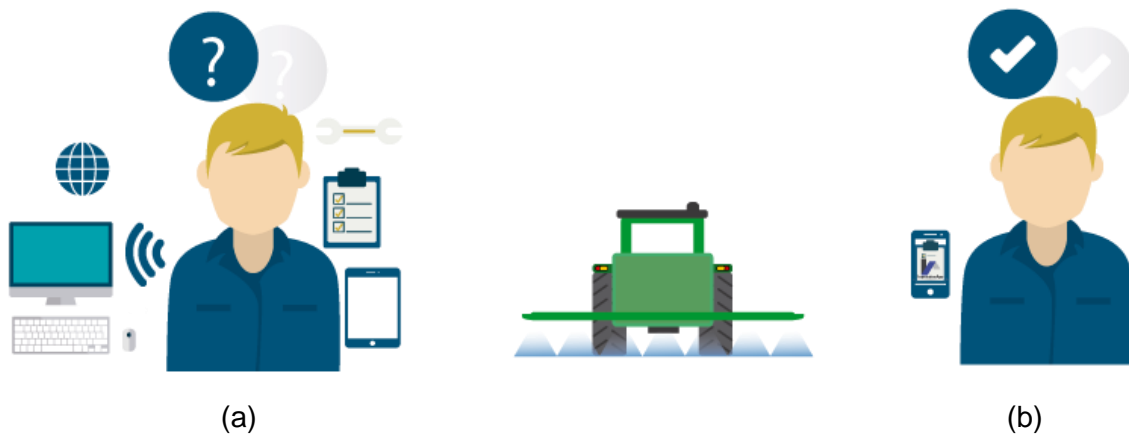
En varias Comunidades Autónomas ya se han regulado las inspecciones periódicas, concretamente Navarra, Murcia, Cataluña, Madrid, Aragón, La Rioja, País Vasco y Valencia, pero son muchas las que aún están intentando encontrar el camino de hacerlo. Cabe destacar el trabajo realizado por la Asociación de Investigación para la Mejora del Cultivo de la Remolacha Azucarera (AIMCRA) en Castilla y León, con más de 1500 unidades de barras inspeccionadas. De estas inspecciones el 43% de los equipos fueron evaluados no conforme y el 57% pasaron la inspección (AIMCRA, 2014). En algunas comunidades como Andalucía e Islas Baleares, aunque existe alguna regulación, realmente aún no se han puesto en marchas las ITEAF (Marzo de 2015).

Entre las consecuencias que se derivan de la realización de estas inspecciones a los equipos aplicadores pueden considerarse principalmente el ahorro en productos fitosanitarios, ya que con una máquina en buenas condiciones de trabajo se obtienen aplicaciones eficientes y eficaces, lo que se traduce en un ahorro de costes para el agricultor; el evitar la creación de resistencias en el cultivo a los productos debido a una mala aplicación o el aumento de la seguridad al trabajar con aplicadores que cumplan con la normativa europea.

Los resultados obtenidos en base a los trabajos realizados con objeto de conocer el estado real de los equipos de aplicación de fitosanitarios por la Universidad de Sevilla y que han tenido lugar en el entorno de los propietarios de varias explotaciones agrícolas de la zona Sur de Andalucía nos permiten partir de la hipótesis contrastada de que una

gran mayoría de los equipos que actualmente se encuentran trabajando en el campo no cumplirían con los requisitos necesarios para obtener un informe de inspección favorable. Esto puede deberse a dos causas principales, como son: i) que por la antigüedad de dichos equipos y sus características de construcción no sea posible cumplir con estos estándares propuestos o; ii) que en equipos más modernos, por desconocimiento de qué elementos van a ser inspeccionados y en qué estado deberían encontrarse por parte del propietario, el informe de la inspección sea desfavorable. Esta segunda situación, conlleva un gasto tanto de tiempo como de dinero para el agricultor que podría evitarse con un mayor conocimiento de qué requerimientos deberá cumplir su equipo de tratamiento (Caro-Bellido y Pérez-Ruiz, 2015).

Es en este punto en el que debemos atender a cómo las tendencias de consumo de información y tecnología actuales han modificado muchos aspectos de la sociedad actual y por supuesto, en el ámbito agrícola, destacando de entre ellas el uso de los dispositivos móviles con fines de lo más diverso. Las aplicaciones móviles (app) que pueden desarrollar los propios usuarios de las plataformas representan nuevas posibilidades para la movilidad de contenidos cuando se utilizan en los teléfonos inteligentes o tabletas. El uso y versatilidad de estos dispositivos desde los que se puede acceder a todo tipo de contenidos resulta hoy en día evidente y cotidiano, ya que se ha interiorizado por una amplia parte de la sociedad como una herramienta indispensable.



**Figura 1.** a) Director o inspector de ITEAF con todos los elementos a su disposición para llevar a cabo una inspección “oficial” y b) propietario o técnico agrícola con la aplicación desarrollada para llevar a cabo la “pre-inspección”.

La Universidad de Zaragoza ha desarrollado el programa PRITEAF (Jiménez *et al.*, 2013) y el Ministerio de Agricultura ha editado un Manual de Inspección de Equipos de Aplicación de Fitosanitarios en Uso para formar sobre todo a los directores y técnicos de las unidades ITEAF, sin embargo no existen herramientas sencillas, que los autores a día de hoy conozcan, para que el propio agricultor o su técnico agrícola pueda conocer el estado de su máquina antes de acudir a una inspección “oficial”. Por ello este equipo de trabajo ha buscado relacionar el ámbito de la inspección de equipos fitosanitarios con el uso de estas nuevas herramientas móviles, para el desarrollo de una aplicación móvil centrada no en la inspección como tal, sino en la posibilidad de que el agricultor o técnicos usuarios de ésta realicen de forma gratuita un chequeo previo de aquellas partes que se vayan a inspeccionar y de esta manera sepan qué se les va a revisar y en

qué estado deberá de encontrarse en una revisión “oficial”. Bajo este concepto de “pre-inspección” la aplicación desarrollada busca facilitar al agricultor la tarea de revisar los puntos del equipo que el MAGRAMA establece y generar un informe previo del estado de su máquina para su propio conocimiento (Figura 1).

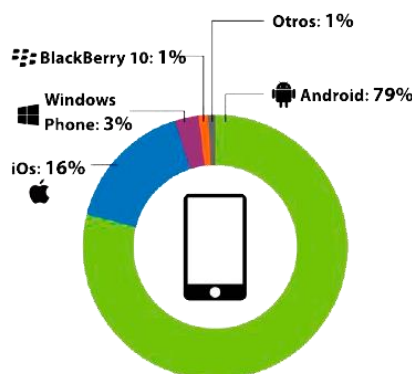
### ***Materiales y Métodos***

En este apartado se detallan por separado el proceso de desarrollo de la aplicación móvil y posteriormente la primera fase de testeo de la misma por parte de usuarios.

#### *Sistema Operativo Android*

Puesto que el objetivo perseguido con este trabajo es el desarrollo de una aplicación que funcione en dispositivos móviles como smartphones y tablets, es necesario un conocimiento previo acerca de cuáles son las plataformas que existen actualmente y qué presencia tienen en el mercado. Las plataformas más importantes en función del volumen de mercado son actualmente Android de Google, iOS de Apple, Windows Phone de Microsoft y BlackBerry 10. De acuerdo con datos recientes (IDC’s Worldwide Quartely Mobile Phone Tracker- 2015), tanto Android como iOS abarcan el 94% de todo el mercado mundial de móviles, siendo por tanto las dos principales plataformas para las que interesa desarrollar las aplicaciones y de este porcentaje, un amplio porcentaje (el 81%) de los smartphones trabaja bajo el sistema de Google (Figura 2).

Dado que se considera prioritaria que la aplicación sea útil, sencilla, difundida y utilizada, el hecho de que Android sea el sistema más utilizado unido a que se trata de un sistema de código abierto y libre en el que la programación de aplicaciones gratuitas es muy común en desarrolladores hizo que fuese el Sistema Operativo (SO) elegido para el desarrollo de esta aplicación para pre-inspección.



**Figura 2.** Cuotas de mercado de smartphones por Sistema Operativo instalado en 2014 (Fuente: visionmobile.com).

#### *Diseño*

La programación en Android implica que la aplicación se debe desarrollar utilizando el lenguaje Java, un lenguaje de programación orientado a objetos, y se decidió que debido a la fragmentación de versiones de Android que existen en los muchos dispositivos en el mercado, la aplicación debería funcionar en terminales que posean una versión del sistema operativo posterior al Android 4.0, ya que se trata según estadísticas proporcionadas por Google, de una versión que se en el momento de realizar este trabajo, se encuentra instalada en alrededor del 90% de dispositivos. Para

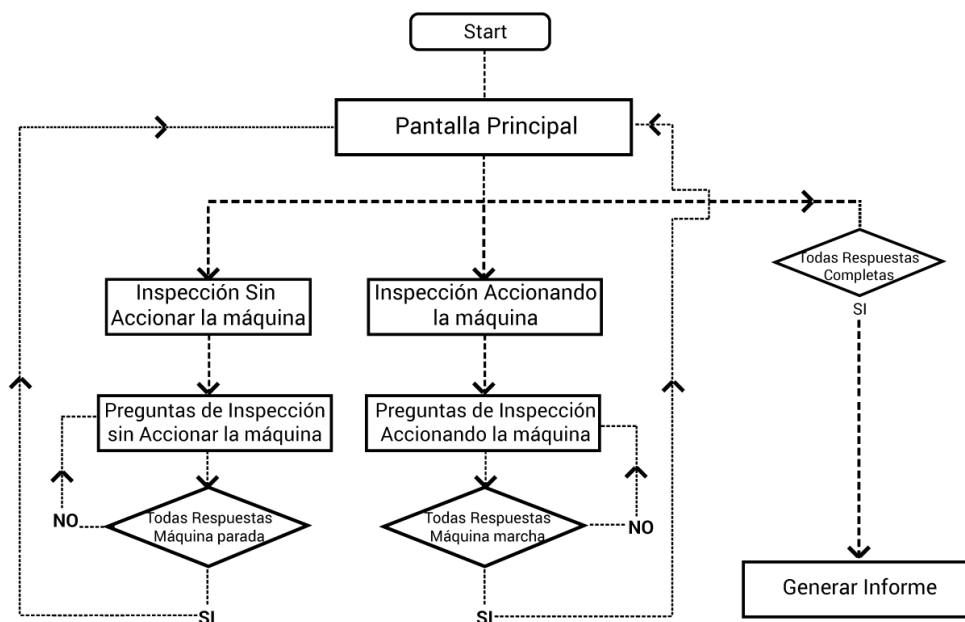
el desarrollo del código Java en Android se ha utilizado el kit de desarrollo de software Android Studio recomendado por Google para sus aplicaciones.

### Desarrollo

Respecto al funcionamiento interno y a la estructura de la aplicación, el grupo de trabajo ha intentado diseñar y desarrollar la aplicación teniendo en mente, en todo momento, a los usuarios a los que se destina, realizar una aplicación con estructura sencilla en la que de una pantalla principal o “Home”, de paso a la pre-inspección de los elementos sin accionar de la máquina y a los elementos a revisar con la máquina en marcha. Una vez dentro de cada una de estas ramas, el usuario dispone de las distintas zonas o secciones en las que se divide la inspección, y dentro cada una de ellas, de las pantallas de “preguntas” (Figura 3).

Cada pantalla de pregunta muestra la cuestión que se realiza al usuario respecto a un tema en concreto del Manual de Inspecciones del MAGRAMA y le permite elegir entre los estados que da el propio manual: sin defecto, leve o grave. Para ayudar al usuario a conocer qué considera el MAGRAMA como defecto grave, leve o sin él, se incluyen 3 figuras de colores a modo de “semáforo” en las que haciendo “click” se despliega un cuadro de diálogo explicativo.

Las preguntas acerca del estado de los diferentes elementos se han organizado en dos grupos principales: por un lado, se muestran las preguntas correspondientes al escenario en que la máquina está parada, que a su vez están agrupadas en preguntas acerca de: Limpieza de la máquina y protección del eje, Depósito, Manómetros y equipos de medida, Tuberías y filtros, y Barra.



**Figura 3.** Diagrama de la estructura de funcionamiento y manejo de la aplicación

Por otro lado se encuentran las preguntas que corresponden al escenario en el cual se debe accionar la máquina y responder a las preguntas organizadas en: Bomba, Depósito y conducciones, Barra, y Medidas.

Una vez completadas todas las preguntas y volviendo a la pantalla de Home, la aplicación permite la generación de una pantalla de Informe en la que muestra al

usuario las respuestas a las preguntas realizadas y por medio de un sistema de puntuación le informa sobre si su máquina pasaría o no la inspección al cumplir con lo descrito en el Manual del MAGRAMA.

Uno de los aspectos principales que se ha tenido en cuenta a la hora de diseñar tanto el contenido como la apariencia de la aplicación ha sido la importancia de la sencillez, la necesidad de que sea amigable al usuario, y que no necesite de la conexión a Internet que podría no estar siempre presente en condiciones de campo donde la App se pueda utilizar.

#### *Evaluación de utilización de la aplicación*

Poner a disposición de los técnicos y agricultores una herramienta que permita conocer los puntos vulnerables de la maquinaria de aplicación ante una inspección técnica oficial es algo esencial. Para una primera evaluación se ha seleccionado un grupo de 25 usuarios potenciales (entre 22 y 52 años) y se le ha pasado una encuesta para evaluar la usabilidad de la aplicación para móvil. El método utilizado ha sido el basado en pruebas con usuarios (12 técnicos agrónomos y 13 agricultores) utilizando el prototipo producto.

En estas pruebas además del correcto funcionamiento de la aplicación, se evaluaron las impresiones de los usuarios respecto al diseño de la misma, la facilidad de uso y la utilidad que estos usuarios ven en una aplicación de este tipo con la posibilidad de que el agricultor/propietario o responsable de la explotación sea consciente de qué y de qué forma se va a evaluar su equipo de aplicación de agroquímicos. Las preguntas que se hicieron a los posibles usuarios en forma de cuestionario fueron las siguientes:

- a) - ¿Como técnico del sector agrícola, crees necesario una mayor información y formación sobre las inspecciones de las máquinas de tratamiento fitosanitario?
- b)- ¿Crees realista invertir 5 minutos en una pre-inspección de una máquina de aplicación de fitosanitarios?
- c)- Consideras realista cobrar al propietario por el servicio de pre-inspección de su maquinaria de aplicación de productos fitosanitarios.
- d)- ¿Consideras realista utilizar este servicio de pre-inspección como herramienta de fidelización de clientes (en lugar de cobrar)?
- e)- En la aplicación, ¿El diseño y aparición de los elementos se ajusta a lo esperado?
- f)- ¿Están claramente expresados los elementos a inspeccionar y los criterios para darlos por válidos?
- g)- ¿Crees que un equipo que pase correctamente esta pre-inspección pasaría sin problemas la inspección oficial?
- h)- ¿Es lo suficientemente sencilla para ser utilizada por técnicos en campo?
- i)- ¿Qué puntos de inspección crees más ambiguos a la hora de decidir sobre su conformidad?
- j)- ¿Qué mejorarías?

## Resultados y Discusión

Una vez concluida la fase de desarrollo para la primera versión de la aplicación móvil, se ha conseguido crear una herramienta funcional con una interfaz de usuario sencilla, adecuada para que se pueda utilizar por los técnicos y agricultores en sus lugares de trabajo, que contiene la información del manual para la inspección de estas máquinas editado por el MAGRAMA, sin necesidad de estar conectado a Internet y reduciendo el número de dispositivos y materiales necesarios a un smartphone.

Se trata de una herramienta visualmente atractiva, con botones y textos en tamaño grande, con las preguntas agrupadas por elementos a inspeccionar y con una pantalla de Informe que le da al usuario un veredicto inmediato (**Figura 4**).

De las 48 preguntas requeridas para pre-inspeccionar el equipo, 42 de ellas, un 87,5 %, pueden ser contestadas a partir de una simple inspección visual, sólo 6, un 12,5%, necesitan de instrumentación especializada para llevar a cabo medidas y poder contestar las preguntas con plena seguridad (ej. caudales y presiones en boquillas). Considerando una probabilidad homogénea de no conformidad para todos los puntos inspeccionados, se deduce que un resultado favorable de la pre-inspección deja una incertidumbre del 12,5% de obtener la total conformidad en la inspección oficial, pero en cambio, el resultado desfavorable de la pre-inspección nos asegura el 100% de probabilidad de no conformidad. Es este último caso al que va dirigido especialmente esta herramienta ya que previene de un resultado negativo antes de llegar la máquina a la inspección oficial, lo que permite solucionar a tiempo el problema que presente. La Tabla 1 nos muestra la probabilidad de obtener un resultado (favorable/desfavorable) en la inspección oficial en función del resultado obtenido en la pre-inspección, haciendo un uso correcto de la aplicación desarrollada.

*Tabla 1. Probabilidad de obtener una inspección favorable utilizando la aplicación desarrollada.*

		Utilizando PreInspeccionApp	
		Pre-Inspección Favorable	Pre-Inspección Desfavorable
ITEAF oficial	Inspección Favorable	87.50%	0%
	Inspección Desfavorable	12.50%	100%

Como se observa, un resultado favorable obtenido en el informe generado por la aplicación proporciona al usuario un 87.5% de posibilidades de que la inspección oficial de su máquina sea favorable. Consecuentemente, resta un 12.5% de ocasiones en las que, debido a que se deben tomar medidas en campo de distintos elementos, la pre-inspección por parte del usuario que no disponga de la instrumentación para realizarlas podrá no ser favorable. Por otro lado, si el resultado de la aplicación es desfavorable, se puede afirmar al 100% que la inspección oficial será desfavorable, lo que proporciona al usuario una ventaja previa al poder conocer y reparar aquellos elementos que estén defectuosos o desgastados previamente a la inspección "oficial".



Captura de la pantalla principal y las 3 vías para interactuar.

Pantalla con los diferentes grupos de elementos a inspeccionar Sin Accionar la máquina.

Ejemplo de pantalla de pregunta. Cada icono de colores muestra al ser pulsado la información del Manual del MAGRAMA.

Captura de pantalla del Informe generado, en este caso, la inspección será favorable.

Figura 4. Capturas de las diferentes pantallas de la aplicación.

En lo que respecta a los resultados obtenidos en la encuesta realizada al grupo de usuarios potenciales, estos reflejan unanimidad en cuestiones importantes relativas a las inspecciones como la necesidad de un mayor conocimiento por parte de los agricultores y técnicos de la normativa que articula las inspecciones (RD 1702/2011) y que ocurrirá a partir de 26 de noviembre de 2016. Además existe un gran porcentaje de encuestados que opinan que la aplicación sería una buena herramienta gratuita de fidelización de clientes (Figura 5), preferiblemente de carácter gratuito por parte de los organismos y estaciones encargadas de realizar estas inspecciones.

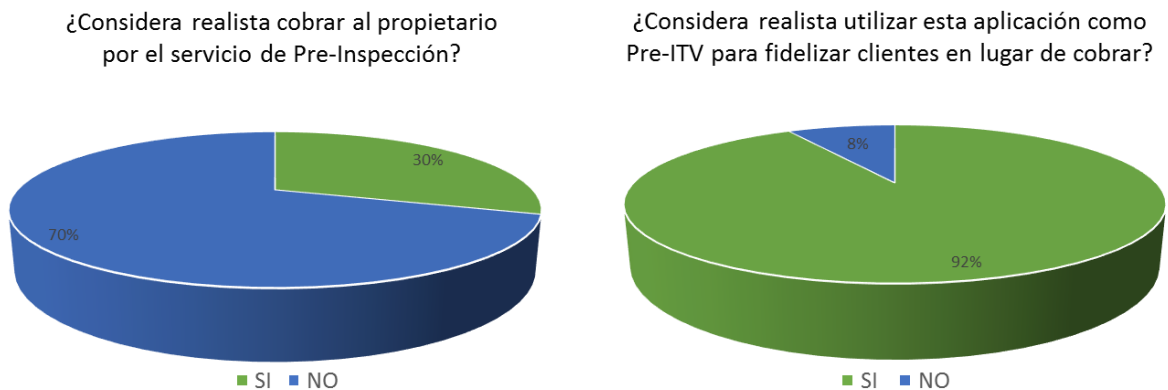
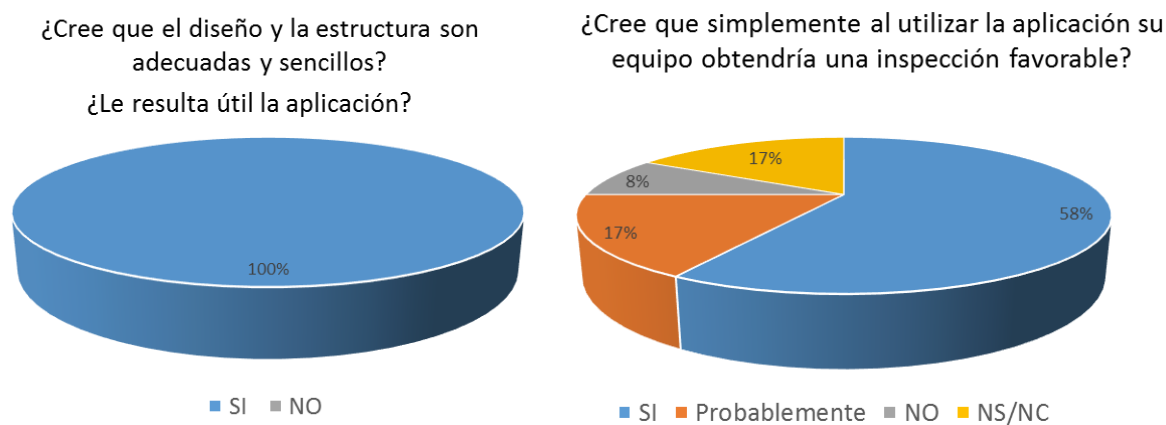


Figura 5. Resultados extraídos de la encuesta respecto al servicio de pre-inspección.

Las preguntas relativas al diseño, la utilidad y la aparición de los elementos de la aplicación (preguntas e), f) y h)) obtienen también un 100% de valoraciones positivas, señalando que el aporte de las nuevas tecnologías aplicadas a este tipo de cuestiones



serán bien valoradas por los técnicos que la utilicen (Figura 6), y destaca además que un amplio porcentaje del 58% y 17% consideran que con seguridad o de forma probable respectivamente, al utilizar la aplicación el resultado en la inspección oficial sería favorable.



**Figura 6.** Resultados extraídos de la encuesta respecto a la utilidad de Pre-inspecciónApp.

### Conclusiones

De los primeros resultados obtenidos tras el diseño, desarrollo y las primeras pruebas con usuarios potenciales de la Pre-inspecciónApp, se puede concluir que la aplicación cubre un espacio que hasta el momento no había sido abordado por las administraciones y que con un buen uso de la aplicación es de gran ayuda para conseguir que muchas de las máquinas de tratamiento que tienen que ser inspeccionada de forma obligatoria en los próximos años lo hagan de forma satisfactoria. Así mismo esta aplicación también puede ayudar a acelerar el conocimiento en materia de elementos a inspeccionar en el sector agrícola y que el 26 de noviembre de 2016 existan un mayor número de máquinas inspeccionadas.

Esta demanda de información y de medios que consideramos deben provenir de las administraciones pertinentes se hace patente en cuestiones como el desconocimiento de qué partes de la máquina van a ser inspeccionadas o cuáles serán los criterios que se van a seguir para dar como válido o no un determinado elemento.

Por ello la aplicación desarrollada recoge aquellos criterios expuestos en el manual del ministerio y los traslada a un entorno móvil, cada día más presente en nuestra sociedad, para que al técnico le sea fácil realizar por su cuenta un primer chequeo del estado de su máquina para su propio conocimiento antes de llevarla a la estación de inspección oficial.

Como se ha expuesto en los resultados, la probabilidad de obtener una inspección favorable utilizando previamente la aplicación es significativamente alta, pudiendo ser este porcentaje aún mayor si se dispone de las herramientas necesarias para realizar las mediciones en campo, que corresponden al último apartado de preguntas dentro de la aplicación.

De la encuesta realizada a diferentes personas relacionadas, se ha obtenido un *feedback* respecto a las primeras impresiones del diseño, sencillez y usabilidad, siendo

la primera acogida muy buena, valorándola positivamente y teniendo en cuenta sus opiniones para posteriores mejoras en otras versiones.

### ***Agradecimientos***

Este trabajo ha sido realizado dentro de las actuaciones y con la financiación de la Cátedra ADAMA de la Universidad de Sevilla.

### ***Bibliografía***

Caro-Bellido, D., Pérez-Ruiz, M., 2015. Trabajo Final de Máster “Inspección y mejora de equipos de aplicación de fitosanitarios: Pulverizadores hidráulicos”. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Sevilla.

IDC's Worldwide Quarterly Mobile Phone Tracker, 2015. Android and iOS squeeze the competition, swelling to 96.3% of the smartphone operating system market for both 4Q14 and CY14.

<http://www.android.com/>

Jiménez, A., García, F.J., Vidal, M., Boné, A., 2013. Desarrollo de una aplicación informática para la realización de las inspecciones de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas. Madrid, 26-29 agosto 2013.

Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios (BOE 09.12.2011).

Wehmann, H.J., 2012. Actual survey on the actions of the countries in Europe to implement the inspection system of sprayers concerning the Directive 2009/128/EC. Fourth European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers-SPISE 4. Lana (South Tyrol), March 27-29.