

SISTEMA DE GESTIÓN AVANZADO BASADO EN INFORMACIÓN ESPACIAL PARA LA OLEICULTURA

Agea Rodríguez, Eleuterio (Universidad de Jaén) *

Feito Higuera, Francisco (Universidad de Jaén) **

Segura Sánchez, Rafael (Universidad de Jaén) ***

RESUMEN

En este artículo se presenta el prototipo del sistema denominado "AGRISIG". Este prototipo es capaz de manipular la información de explotaciones oleícolas, ya sean explotaciones agrupadas en cooperativas almazaras con sus socios productores o bien constituidas como otro tipo de sociedades, y pretende resolver problemáticas que se presentan en la actualidad, haciendo especial hincapié en la trazabilidad del aceite, de manera que pueda servir de apoyo a la toma de decisión. El prototipo comunica en todo momento a las almazaras y los agricultores. Además, enlaza perfectamente con un Sistema de Información Espacial mediante su base de datos, que muestra estadísticas e información relativa a las distintas fincas de los productores y a los trabajos realizados en éstas. Para integrar todos éstos elementos, hemos desarrollado tres prototipos de aplicaciones. Éstas son:

- "SIGEA". Prototipo para las cooperativas almazaras.
- "SIGEPRO". Prototipo para el agricultor.
- "ABSIG". Sistema de Información Espacial del olivar.

Palabras clave: Olivar, píxel, aceite, trazabilidad, Sistema de Información Espacial.
JEL:L86

ABSTRACT

In this paper a prototype system named "AGRISIG" is presented. This prototype is able to manipulate the information in olive farms, and farms are grouped in cooperative mills with its partners set up as producers or other companies and solve problems that appear at present, giving special support in the layout of oil. The prototype reports to the mills and its farmers at all time. In addition, this prototype connects perfectly with a System of Spatial Information, by using its database, which shows statistics and information related to the different estates of the producers and to the works carried out in them. In order to integrate all these elements we have developed three prototype applications. These are:

- "SIGEA". Prototype for the cooperative mills.
- "SIGEPRO". Prototype for the farmer.
- "ABSIG". System of Spatial Information of the olive grove.

Key words: Olive grove, pixel, oil, layout, Spatial Information System.

* luteagea@gmail.com

** Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Campus las Lagunillas s/n, 23071 Jaén. ffeito@ujaen.es

***Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Campus las Lagunillas s/n, 23071. Jaén. rsegura@ujaen.es

Recibido: Abril de 2010. Aceptado: Junio de 2010

1. INTRODUCCIÓN

Podemos definir la trazabilidad como "la capacidad para rastrear parte o la totalidad de un producto, internamente en todas sus etapas de producción, desde la cosecha hasta el transporte, almacenamiento, procesamiento, distribución y venta de éste" (Moe, 1998).

El boletín de las Comunidades Europeas¹ (26 de Julio 2001) establece obligatoriamente la puesta en marcha de métodos de trazabilidad en la cadena alimentaria.

El Reglamento CE 178/2002 del Consejo de 28 de enero de 2002, establece los principios y requisitos generales de la legislación alimentaria, la creación de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y la fijación de procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. En su artículo 3 introduce el concepto de trazabilidad y establece ésta como obligatoria desde el día 1 de Enero de 2005.

Además de registrar los datos acerca de un producto, éstos deben cumplir unos requisitos que impone la autoridad competente. Se trata de identificar las mercancías y sus características individualmente. En la actualidad se utiliza un sistema de códigos de barras, pero están apareciendo nuevos sistemas que transmiten la información por radiofrecuencia. Se trata de técnicas que nos permiten conocer la posición de un objeto y que en 2016 tendrán un uso generalizado (Talavera, 2008). En otros productos hortícolas se han desarrollado herramientas para ayudar a controlar el proceso de trazabilidad del pepino en zonas rurales de China mediante la introducción de datos en un SIE a través de un dispositivo GPS (Ming Li *et al.*, 2010)

Hay una demanda cada vez mayor de utilizar métodos de trazabilidad. Los requisitos legales son más estrictos y hay una gran presión para desarrollar sistemas de trazabilidad normalizados (Ruiz-García *et al.*, 2010). Es necesario un medio electrónico para la inserción de datos en el sistema, para controlar la trazabilidad, que facilitaría la identificación de procedencia en un SIE² y abarataría el costo en cuanto a manejo de información e interfaz (Jaenes, 2005). Todo esto evidencia, que debemos desarrollar métodos eficaces o mejorar los ya existentes, para controlar el proceso de trazabilidad en el aceite de oliva.

Por otro lado, para conseguir esto, debemos integrar más a los agricultores en el sistema actual. Hasta el momento, la mayoría de esfuerzos, a la hora de informatizar el sector agrícola del olivar, se han centrado en las almazaras. En la actualidad la forma de actuar del agricultor es realizar anotaciones en una especie de cuaderno que podríamos llamar de campo. De hecho, desde el 1 de Enero de 2006, es obligatorio tener este cuaderno y realizar en él las anotaciones relativas a fitosanitarios y herbicidas utilizados, posibles plagas o enfermedades y los resultados de los distintos análisis realizados al cultivo (Torres, 2009).

En nuestra opinión, estas anotaciones son muy necesarias, pero además el agricultor debería reflejar toda la actividad realizada en su olivar, en un sistema informático que esté íntimamente ligado con la aplicación agrícola. Debemos tratar de integrar agricultores y almazaras en un sistema común, en el que fluya la información de unos a otros y que además se retroalimente a lo largo de las distintas campañas. Los oleicultores han de adaptarse a la nueva realidad que se presenta. Una de las opciones para conseguir esta adaptación es la integración cooperativa (Parras *et al.*, 1997). Se trata de saber, cuándo realiza cada agricultor

¹ Reglamento CE Número 178/2002 del Consejo y Parlamento Europeo de 28 de Enero de 2002 por el que se establecen los principios y requisitos generales de la Legislación Alimentaria, se crea la autoridad europea de seguridad alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.

² Sistema de Información Espacial.

las distintas tareas tales como poda, abonado, riegos, recogida, etc., qué productos utiliza para ello, con qué maquinaria, etc. Toda esta información debe ser integrada en un único sistema para poder realizar análisis y comparativas y así mejorar la productividad y calidad del aceite y poder controlar los procesos de trazabilidad. Además, en la actualidad, contamos con una herramienta de gran potencia como son los sistemas de información espacial, que nos permiten integrar de forma visual toda la información relativa a explotaciones agrícolas y a las almazaras cooperativas que integran ésta junto a sus agricultores.

La aplicación de este sistema es sencilla, ya que no precisa de una gran introducción de datos (la mayoría se insertan automáticamente) ni son necesarios unos conocimientos avanzados de informática a nivel de usuario. Aportará mayor información de la que hay en la actualidad y ayudará a todos los agricultores a mejorar la calidad de sus explotaciones y de sus aceites, a controlar el proceso de trazabilidad y a detectar posibles aceites no aptos para el consumo humano.

2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL Y AGRICULTURA

Podemos definir los Sistemas de Información Espacial (SIE) como la unión de información y herramientas informáticas (programas) para su análisis con unos objetivos concretos. En el caso de los SIE, se asume que la información incluye la posición en el espacio (Alonso, 2003).

Básicamente, el SIE permite obtener una gran cantidad de información de distinto tipo y tratarla para convertirla en conjuntos de datos compatibles, combinarlos y exponer los resultados sobre un mapa.

Algunas de las operaciones estándar del SIE son:

- Superposición de distintos tipos de mapas de una determinada zona, para formar un nuevo mapa en el que se incluyen los datos descriptivos de cada uno de los anteriores. Por ejemplo, un mapa de vegetación podría superponerse sobre un mapa de suelos. Éste, a su vez, podría colocarse sobre un mapa donde figure la duración del periodo vegetativo, a fin de conseguir un mapa de idoneidad de la tierra, para un determinado cultivo.
- Preguntas de carácter espacial e informativo a través de bases de datos (Álamo *et al.*, 2003).

En el mundo de la agricultura, los Sistemas de Información Espacial se están convirtiendo en una herramienta de gran utilidad para gestionar la información y tomar decisiones. Los SIE pueden almacenar, editar, analizar, y manipular información territorial y hacen posible que podamos entender la visión compleja de nuestros campos y tomar decisiones agrotecnológicas (Neményi *et al.*, 2003).

Si además relacionamos el SIE con un sistema de gestión, éste se hace más íntegro y completo y tiene una funcionalidad bastante mayor.

La zona elegida para mostrar el funcionamiento de nuestro sistema, ha sido el paraje de Chilluévar (ver figura 1), en la provincia de Jaén. El 97 por 100 de su territorio se dedica al cultivo del olivar y combina olivares de sierra, en la parte alta del término del pueblo (Sierra de las Villas, perteneciente al Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas) con olivares de campiña en la parte baja del término del pueblo. Esta diversidad territorial dota a esta zona de un lugar de gran interés para probar nuestro prototipo. Podemos ver los datos agrícolas de Chilluévar en el cuadro 1.

FIGURA 1: LOCALIZACIÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CHILLUÉVAR

Fuente: www.juntadeandalucia.es:9002/sima/htm/sm23030.htm

CUADRO 1: DATOS AGRÍCOLAS DEL TÉRMINO DE CHILLUÉVAR

DATOS AGRÍCOLAS DE CHILLUÉVAR	
Superficie en Hectáreas	2984
Superficie de cultivo de olivar	2880
Superficie de otros cultivos	104

Fuente: Elaboración propia

3. OBJETIVOS

Los objetivos que nos propusimos al desarrollar nuestro prototipo fueron los siguientes:

- Diseñar e implementar un prototipo que sea capaz de gestionar la información de las explotaciones agrícolas y de todas las cooperativas almazaras con los agricultores integrados en ésta.
- Diseñar e implementar un SIE que permita consultar y analizar visualmente esa información para perfeccionar el proceso de producción.
- Que los tres sistemas sean capaces de comunicarse perfectamente en todo momento.
- Intentar resolver el problema de la trazabilidad del aceite de oliva.

4. ARQUITECTURA Y FUNCIONALIDADES DE NUESTRO PROTOTIPO

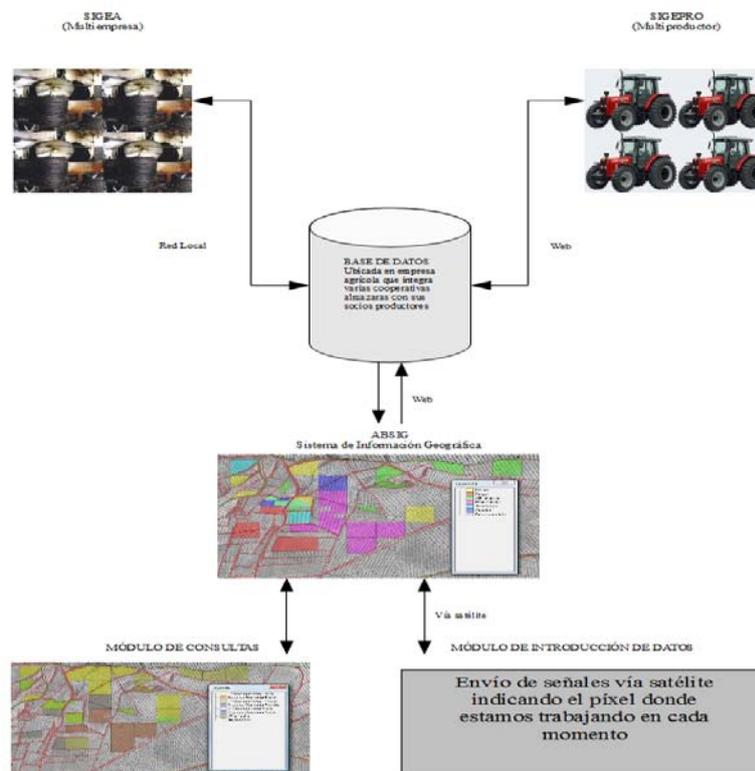
La arquitectura general de nuestro prototipo es la que se muestra en la figura 2.

A continuación, se indican las principales funcionalidades de nuestro sistema divididas en tres partes correspondientes a los tres prototipos desarrollados:

- Funcionalidades de SIGEA.
 “SIGEA” es el prototipo de gestión avanzada de las almazaras. Aunque existen aplicaciones con funcionalidades similares en el mercado, no conocemos ninguna que enlace con un Sistema de Información Espacial ni con un programa

informático para los agricultores de las cooperativas almazaras. Entre sus funcionalidades destacan las siguientes: Gestión de explotaciones agrícolas, gestión de agricultores, gestión de clientes, gestión de proveedores, control de trabajadores, gestión de maquinarias, gestión de laboratorios, gestión de depósitos de aceite, gestión de facturas y gestión agrícola, en la que se controlan las distintas entradas de aceituna, rendimientos y liquidaciones. Además el prototipo elabora un gran número de informes relativos a los apartados anteriores.

FIGURA 2: ARQUITECTURA GENERAL DEL SOFTWARE DE NUESTRO PROTOTIPO



Fuente: Elaboración propia

- Funcionalidades de SIGEPRO.

“SIGEPRO” es el sistema de gestión avanzada de los agricultores que integran las cooperativas almazaras de las explotaciones agrícolas. Entre sus funcionalidades destacan las siguientes: Gestión de agricultores, control de proveedores, control de trabajadores, gestión de maquinarias, gestión de fincas, producción agrícola, gestión de ingresos y de gastos.

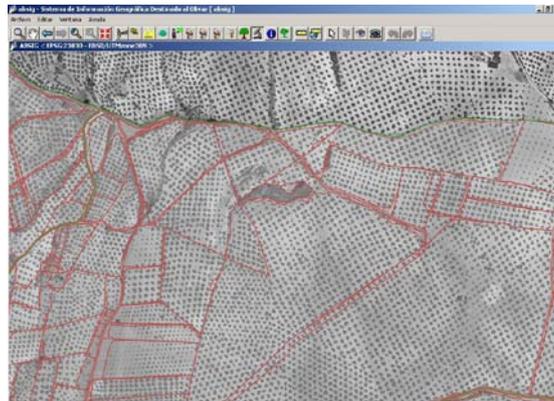
De la misma forma que en SIGEA, es posible obtener informes de cada uno de los apartados.

- Funcionalidades de ABSIG.

“ABSIG” es el sistema de información espacial que enlaza con los prototipos de gestión “SIGEA” y “SIGEPRO”. ABSIG consta de dos módulos.

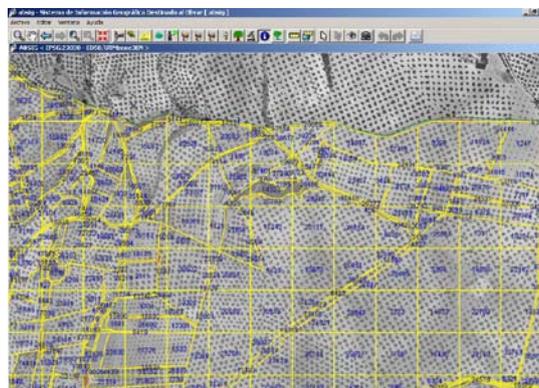
El primero de ellos se utiliza para la visualización de la información. Entre sus opciones destacan las posibilidades de consulta de la información de los distintos trabajos realizados en las fincas de los agricultores (abonado, podado, recogida, tratamientos, espectugado, arado y riego entre otras). Los datos son organizados por quincenas en la mayoría de consultas. Además permite la realización de mediciones para calcular distancias entre parcelas, olivos y áreas de distintas zonas. También, se ofrece la posibilidad de mostrar en pantalla los distintos rendimientos obtenidos en el cultivo, las variedades de éste (picual, royal, manzanilla, etc.), contar el número de olivos de un píxel³ y encontrar una zona a partir de su identificador. Finalmente debe destacarse la funcionalidad de generación de informes, pudiendo guardar la información que se presenta en pantalla, en un fichero e imprimir la vista actual de ésta con algunos parámetros de selección (ver imágenes 3, 4, 5 y 6).

FIGURA 3: ASPECTO GENERAL DE ABSIG



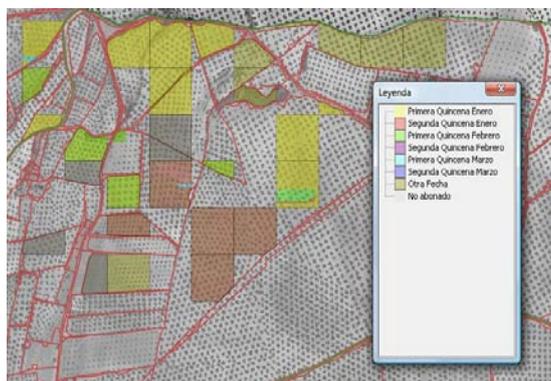
Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4: ZOOM EN EL QUE SE MUESTRAN LOS IDENTIFICADORES DE PÍXEL

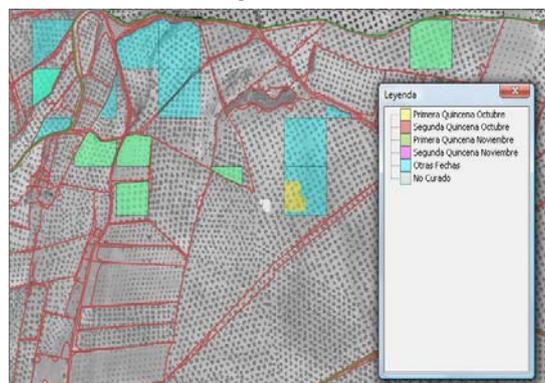


Fuente: Elaboración propia

³ El término píxel puede sustituirse por cuadrícula. Utilizamos éste, por ser más adecuado en la terminología informática.

FIGURA 5: PANTALLA EN LA QUE SE MUESTRAN LOS PÍXELES ABONADOS POR QUINCENAS

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 6: PANTALLA EN LA QUE SE MUESTRAN LOS PÍXELES TRATADOS POR QUINCENAS

Fuente: Elaboración propia

El segundo módulo de ABSIG, se utiliza para la introducción de la información en el sistema por parte del cliente. Para ello se está implementando una aplicación para dispositivos móviles que, a partir de los datos de localización obtenidos por GPS, conecta con el SIE mostrando un mapa detallado de la zona. Una vez mostrado el mapa, la aplicación permite seleccionar el tipo de tarea realizada en la zona en la que se está trabajando. Los datos introducidos pueden volcarse directamente de manera remota a la Base de Datos o bien ser almacenados para descargarse de manera local desde puntos autorizados.

5. CREACIÓN E INTEGRACIÓN DE ABSIG EN NUESTRO PROTOTIPO

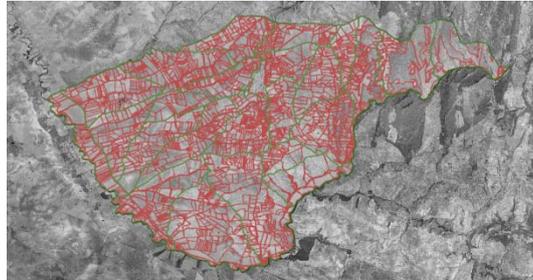
Partiendo del Sistema de Información Geográfica de la PAC⁴ que contiene la información agrícola de España, mediante filtros en la base de datos, seleccionamos el

⁴ Sistema de Información Geográfica de la PAC (Junta de Andalucía)

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/sigpac/>

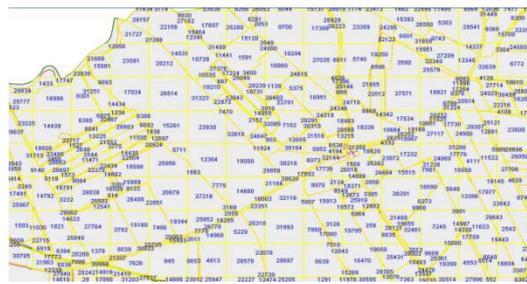
término municipal de estudio y se agrega la información de polígonos y parcelas (ver figura 7). Además, el mapa se divide en celdas de forma que cada una tiene aproximadamente unos cincuenta olivos que corresponden a un **píxel** (ver figura 8).

FIGURA 7: DIVISIÓN DE POLÍGONOS Y PARCELAS DEL TÉRMINO DE CHILLUÉVAR



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 8: DIVISIÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL EN PÍXELES CON SU IDENTIFICADOR



Fuente: Elaboración propia

La división presenta el problema de que el mismo píxel puede incluir olivos de dos o más agricultores distintos. Para resolver esto se realizan subdivisiones del píxel en función del polígono-parcela, de manera que el resultado final no se corresponde con un paralelogramo (ver figura 5). Unido a ello, cada píxel tiene un identificador único para poder referenciarlo en todo momento.

Los tres prototipos están estrechamente relacionados e incluso comparten datos de sus bases de datos. SIGEA y SIGEPRO se relacionan mediante importaciones y exportaciones de datos. SIGEA importa de SIGEPRO la información relativa a trabajos agrícolas y SIGEPRO importa de SIGEA la información relativa a entradas de aceituna y liquidaciones.

SIGEA y SIGEPRO se relacionan con Absig tal y como se muestra en la figura 9:

FIGURA 9: INTEGRACIÓN DE LOS TRES PROTOTIPOS

Fuente: Elaboración propia

6. CONCEPTO DE PÍXEL

El concepto de pixel es bien conocido en el ámbito de los SIE, y no aporta demasiado. En la actualidad, en las empresas agrícolas, se suele trabajar con las fincas a partir de la información extraída de bases de datos catastrales como el Sistema de Información Geográfica de la PAC u otras. Así, es usual utilizar como referencias de las explotaciones agrícolas los conceptos de polígono llegando en algunos casos a nivel de parcela. Sin embargo, a la hora de estudiar la evolución de la productividad y la calidad del aceite producido en una explotación agrícola, hay que tener en cuenta que en una parcela puede haber una gran cantidad de olivos, ya que los tamaños de las parcelas dependen casi exclusivamente del tamaño de las explotaciones, en el momento en que se produjo la información catastral. Dada la variabilidad del tamaño de las parcelas, resulta muy complejo considerar en el estudio factores como inclinación del terreno, edad de las plantas,... Así, por ejemplo, dentro del propio término municipal de Chilluévar, encontramos olivos en una misma parcela que pueden ser muy diversos. Tal puede ser la diferencia, que en un estudio realizado en una de las parcelas, hemos encontrado olivos que producen alrededor de 100 kgs. de aceituna y otros que producen alrededor de 40 kgs., en una misma campaña. La diferencia es abismal, sobre todo, si tenemos en cuenta, que los trabajos que se han realizado han sido los mismos, en la misma fecha y se han utilizado los mismos abonos y fertilizantes. ¿A qué se deben estas diferencias?. Está claro que se deben al terreno donde se sitúa el olivo. Dentro de una misma parcela, podemos encontrar olivos en una parte de ésta, donde el terreno está más elevado y otros que se encuentran en un terreno de menor elevación. Por lo tanto, las condiciones de crecimiento y evolución de los olivos van a ser distintas. Si queremos estudiar con exactitud estos olivos, es evidente que hay que realizar divisiones bastante más pequeñas. En nuestro prototipo se han utilizado píxeles de 85 metros x 85 metros (ver figura 10), aunque se podría realizar una división más pequeña (dividir la cuadrícula utilizada en cuatro cuadrículas menores). Esto permite, en explotaciones con una densidad de plantas normal agrupar dentro de un mismo píxel unos cincuenta olivos. Y ante un aceite no apto para el consumo humano, es menos costoso eliminar el aceite correspondiente a un píxel, en este caso 50 olivos, que el aceite correspondiente a una división mayor de terreno.

FIGURA 10: DESARROLLO DEL CONCEPTO DE PÍXEL**CONCEPTO DE PÍXEL EN NUESTRO SISTEMA**

Fuente: Elaboración propia

7. TRAZABILIDAD DEL ACEITE EN NUESTRO PROTOTIPO

Nuestro sistema afronta el problema de la trazabilidad con la integración de los tres prototipos desarrollados en AGRISIG (ver imágenes 11 y 12).

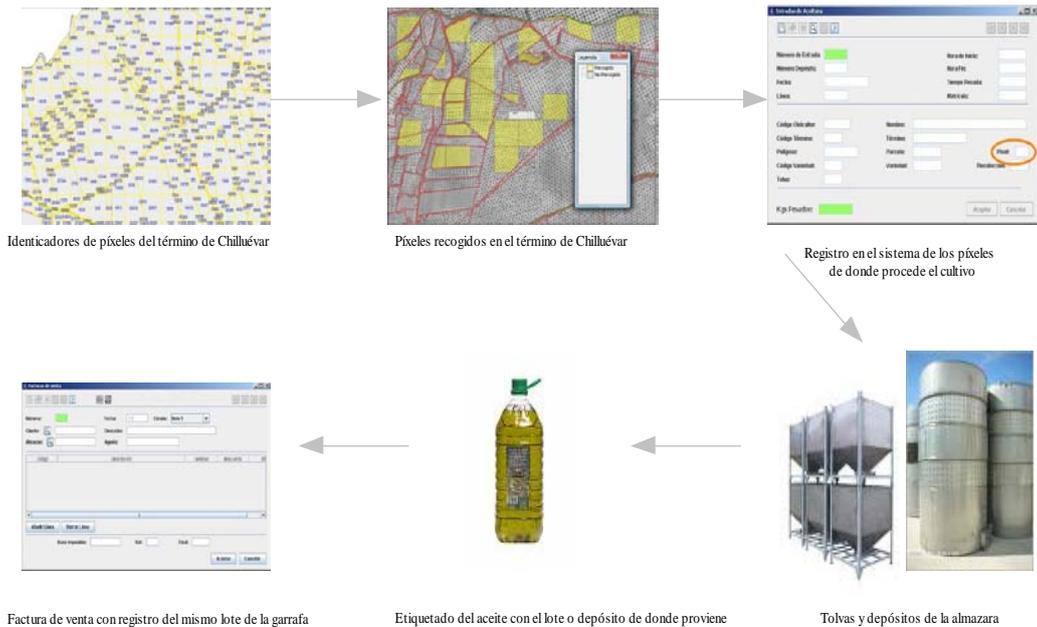
- Mediante Absig (Sistema de Información Espacial) identificamos el píxel de dónde procede el cultivo. De esta forma reducimos el número de olivos de procedencia a cincuenta aproximadamente.
- Cuando el agricultor lleva el cultivo a la almazara, en SIGEA, damos de alta una nueva entrada de aceituna en la que indicamos el píxel o píxeles de los que procede el cultivo. En un futuro, para evitar teclear éstos píxeles, se introducirán en el sistema mediante un dispositivo móvil, vía GPS, o mediante conexión directa.
- A continuación registramos la tolva por la que pasa el cultivo y el depósito físico en el que se almacena. Además, asignamos un número de lote a cada depósito. Éste número se registra en la etiqueta de cada garrafa o botella llenada. Después, lo registramos en la factura de venta del aceite. De esta forma, ante un aceite no apto para el consumo humano, rápidamente podemos saber de qué píxel procede, por qué lugares físicos ha pasado en la almazara, en qué garrafas está embotellado y a quién se le ha vendido. De la misma forma, ante un aceite de una calidad extraordinaria, podemos saber de qué olivares procede. Además sabemos en qué fechas exactas hemos realizado las distintas labores a esos olivos, que abonos y fertilizantes se han utilizado, si los hemos regado o no, en caso de haberlos regado, cuántas veces y en qué fechas. Todos estos datos almacenados en nuestro sistema, campaña tras campaña nos ayudaran a obtener un mejor rendimiento en nuestros olivos y una mejor calidad en el aceite.

FIGURA 11: DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DEL CONTROL DE LA TRAZABILIDAD EN NUESTRO PROTOTIPO



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 12: GRÁFICO DEL PROCESO DE TRAZABILIDAD EN NUESTRO PROTOTIPO



Fuente: Elaboración propia

8. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

En este artículo se ha presentado un conjunto de herramientas integradas que facilitan el traspaso de información entre los diferentes agentes implicados en la producción de aceite de oliva, desde el oleicultor a la almazara o agrupaciones de segundo nivel. Esta integración de información permite, entre otras funcionalidades, realizar el seguimiento de las diferentes tareas realizadas a pie de olivo, por lo que se puede mejorar el rendimiento de las explotaciones oleícolas mediante un sistema basado en la toma de decisiones.

Para que el proceso de trazabilidad del aceite de oliva se lleve a cabo, es necesario realizar un seguimiento exhaustivo de éste, desde el campo hasta su embotellado y posterior venta. Este proceso requiere de la integración de la que hablamos en el apartado anterior. La utilización de un sistema de información espacial nos aporta información visual de las distintas fincas.

Debemos hacer uso de las nuevas tecnologías que nos ofrece el mercado y aplicarlas al sector del olivar. Es necesario introducir plenamente en éste, los sistemas de información espacial. Si aplicamos esta herramienta de la forma adecuada, podemos mejorar notablemente la productividad de nuestros olivos y la calidad del aceite.

El concepto de píxel nos hace bajar varios niveles de detalle en el conocimiento de nuestro olivar. El trabajar con píxeles en lugar de parcelas, hace que corramos menos riesgos ante la posibilidad de un aceite de baja calidad o incluso no apto para consumo humano. En nuestro prototipo se ha utilizado un tamaño de píxel de 50 olivos aproximadamente, pero podría reducirse este tamaño, si bien se aumentaría el volumen de la Base de Datos.

A pesar de lo difícil que es controlar el proceso de trazabilidad del aceite, se han conseguido grandes avances. La interrelación de los tres prototipos desarrollados, hace que controlemos en todo momento, la procedencia del aceite hasta el nivel de un píxel, los distintos sitios por dónde va pasando en la almazara y los lugares en los que se ha vendido este aceite.

Esta investigación queda abierta a futuros avances. Un ejemplo de ello, es dotar al prototipo de dispositivos GPS, que permitan al productor enviar de forma inmediata a las empresas agrícolas, la información del píxel en el que se trabaja en cada momento.

Otro avance, sería dotar a los prototipos de un sistema experto en la toma de decisiones, que nos ayude a seguir criterios que mejoren el rendimiento del olivar.

9. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Junta de Andalucía y la Unión Europea (FEDER) a través de los proyectos P06-TIC-01403 y P07-TIC-02773.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Álamo Romero, S. (2003): Efectos económicos de la aplicación de la agricultura de precisión en una explotación de olivar en la provincia de Jaén, Tesis Doctoral. Córdoba.
- Alcalá Jiménez, A.R. y Álamo Romero, S. (1998 a): "Using GPS for yield mapping in olive orchards", *First International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry*, Lake Buena Vista, Florida, 1-3 June 1998.
- Alcalá Jiménez, A.R., Álamo Romero, S. y Feito Higuera, F. (1998 b): "Obtención del mapa de cosecha de una explotación de olivar en la provincia de Jaén, mediante la

- utilización de la técnica G.P.S.”, *Primer Congreso Nacional de Información Geográfica. Valladolid, 6-8 de Octubre de 1998*.
- COUNCIL REGULATION (EC) n° 1513/2001 of 23 July 2001 amending Regulations n° 136/66/EEC and (EC) n° 1638/98 as regards the extension of the period of validity of the aid scheme and the quality strategy for olive oil, *Official Journal of the European Communities*, July 26, 2001.
- Gallego Álvarez, F.J. (2000): “Creación de un SIG orientado a la modernización y adaptación tecnológica de los sectores olivicultor y oleícola en el ámbito de la Denominación de Origen Sierra Mágina (avance de resultados)”, *Actas del XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Valladolid*.
- Jaenes Bermúdez, M. (2005): “Los SIG en la trazabilidad del aceite de oliva. Una propuesta de recurso integrado para la certificación de calidad, control e información”, *I Congreso Cultura del Olivo*, pp. 385-396.
- Neményi, M., Mesterházi, P.A., Pecze, Zs. y Stépán, Zs. (2003): “The role of GIS and GPS in precision farming”, Institute of Agricultural, Food and Environmental Engineering, University of West Hungary, H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2, Hungary. *Computers and Electronics in Agriculture* 40 (2003) 45_ 5.
- Ming Li, Jian-Ping Qianb, Xin-Ting Yangb, Chuan-Heng Sunb, Zeng-Tao Ji A. (2010): “PDA-based record-keeping and decision-support system for traceability in cucumber production”, *Computers and Electronics in Agriculture*, 70, pp. 69–7.
- Moe, T. (1998): “Perspectives on traceability in food manufacture”, *Trends in Food. Science & Technology*, n° 9, pp. 211–214.
- Mozas Moral, A. (1998): *Análisis de la organización de las almazaras cooperativas jiennenses*, Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas de Jaén, Universidad de Jaén, Jaén.
- Parras Rosa, M., Mozas Moral, A., Senise Barrio, O., Murgado Armenteros, E. y Torres Ruiz, F. (1997): “La concentración de las cooperativas oleícolas en Andalucía y sus efectos en la comercialización de aceites envasados”, *Subprograma VI del Programa de mejora de la calidad de la producción del aceite de oliva. Plan sectorial I+D agrario y alimentario. Convocatoria del MAPA-INIA año 1997*.
- Ramos, M.I., Gil, A.J., Feito, F.R. y García-Ferrer, A. (2007): “Using GPS and GIS tools to monitor olive tree movements”, *Computer and electronics in Agriculture*, n° 57, pp. 135-148.
- Resolución de 27 de Octubre de 2003, de la Secretaría General de Agricultura y Ganadería, sobre buenas prácticas en el sector oleícola en Andalucía para mejorar la calidad de sus productos, *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, n° 21, de 7 de noviembre de 2003.
- Ruiz-García, L., Steinberger, G., Rothmund, M. (2010): “A model and prototype implementation for tracking and tracing agricultural batch products along the food chain”, *Food Control*, n° 21, pp. 112–121.
- Talavera Cabrera, J. (2008): Trazabilidad: mecanismos de control e implicaciones sobre las estrategias competitivas del sector olivarero internacional, vía contabilidad analítica, Tesis Doctoral, Jaén, septiembre.
- Torres Velasco, E. (2009): “La trazabilidad herramienta clave en la producción de aceite de oliva de calidad”, *Revista Oleo*, n° 129, enero-febrero de 2009.