

Desarrollo de un software Web y Móvil para la gestión de información de campo de cultivos agrícolas (AgrocomM)

Juan Manuel Delgado, Christian Giraldo
Mobilex - Parquesoft
mobilex@parquesoft.com

Andrés F. Millán, Claudia Zúñiga, José Abadía
Grupo de Investigación COMBA I+D
Universidad Santiago de Cali comba@usc.edu.co

Fecha de recepción: 30-05-06

Fecha de selección: 30-10-06

Fecha de aceptación: 30-08-06

ABSTRACT

This paper presents the state of art on agriculture software, specially software that make use of wireless connectivity and mobility in order to provide some benefits to producers and farmers. We explain the development process for agriculture software, developed by the authors and funded by SENA.

KEY WORDS

Mobile computing, Java, mobile software, precision agricultura

RESUMEN

Este artículo presenta el estado del arte del software para la información

de campo agrícola, en especial el software que utiliza la conectividad inalámbrica y la movilidad para ofrecer beneficios a los cultivadores y productores agrícolas. Además se detalla el desarrollo de un software para este sector construido por la empresa Mobilex y el grupo de investigación COMBA I+D de la Universidad Santiago de Cali con la financiación del SENA.

PALABRAS CLAVE

Agricultura de precisión, Java, computación móvil, software móvil.

Clasificación Colciencias: A

I. INTRODUCCIÓN

Colombia como un país primordialmente agrícola, se enfrenta a los retos de la globalización, en especial al firmar acuerdos comerciales internacionales que exigen un alto nivel de competitividad externa en los sectores tradicionalmente importantes comercialmente como es el caso del sector agrícola. Por tal razón, los cultivadores y productores agrícolas colombianos han detectado la necesidad de optimizar sus procesos de precosecha, cosecha, recolección y distribución de productos derivados del campo. El Gobierno colombiano en cabeza del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural afirma que negociaciones internacionales como el Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos abrirán nuevos mercados para la agricultura colombiana [1], pero reconoce que la única manera de generar las condiciones para aprovechar los nuevos mercados es realizando importantes inversiones en ciencia y tecnología [2].

Por otro lado, en esta nueva era de la información, el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones han favorecido el mejoramiento de los procesos agrícolas, por ejemplo al facilitar la recolección de información en campo y la disminución en los costos de personal. Estos beneficios se han hecho más notorios al utilizar tecnologías que permiten movilidad y adaptación, dos características propias del trabajo agrícola. En la última década la investigación en computación móvil ha propiciado el desarrollo de sistemas inalámbricos de comunicaciones con mejor rendimiento y calidad de servicio, así como la construcción de plataformas de software móvil más amigables,

económicas y adaptables. Por este motivo se plantea el desarrollo de un software que utilice los más recientes avances en tecnologías móviles y de internet, como herramienta para la gestión de información en campo de cultivos agrícolas, con la hipótesis de que se pueden optimizar el tiempo, la exactitud de la información y los costos del proceso de campo agrícola cuando apoyamos esa labor con una solución informática Web y móvil que ofrece las ventajas de la movilidad de los dispositivos de mano y la ubicuidad de las aplicaciones Web.

En Colombia algunas casas de software en el ámbito nacional e internacional han promovido el desarrollo de proyectos informáticos que beneficien el proceso de campo agrícola como AgroWin de InSoft Ltda.[3]; sin embargo, la mayoría de estas soluciones se basan en el manejo de la información de fincas agrícolas pequeñas y de poca complejidad. Por otro lado, la investigación reciente desarrollada en el campo de las tecnologías informáticas (TI) aplicadas en la agricultura han demostrado que los sistemas de información agrícolas futuros destacarán tres líneas de profundización: TI aplicada al proceso de producción, TI para el soporte de obtención de información y TI para soportar la logística [4]. Por esta razón las más reconocidas empresas desarrolladoras de sistemas de información agrícolas como BIOSALC [5] o ISAGRI [6] están trabajando en plataformas informáticas que solucionen esos tres grandes problemas, pero con altos costos y soporte fuera del país, lo cual hace asequible estas plataformas solo para grandes productores agrícolas. Por esta razón el grupo de investigación se propuso

el desarrollo de un software que ofreciera soluciones en una de estas líneas de trabajo como es TI para el soporte de obtención de información utilizando dispositivos móviles de mano con conectividad a redes móviles como GPRS y Wi-Fi. En especial cuando el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia lanzó en meses pasados el Plan Nacional para la implementación de buenas prácticas agrícolas [7] en el cual se define como una estrategia para el logro de los objetivos del plan, el desarrollo de sistemas de información para los actores del sector agrícola, en el cual se faciliten los procesos para el control, manejo de documentación y registros requeridos.

Este artículo está dividido en tres partes, la primera detalla el estado del arte actual de los sistemas informáticos utilizados en el proceso de campo agrícola, luego se plantea el análisis y el diseño del software propuesto. La siguiente parte explica el proceso de construcción de los módulos del software para cumplir los requerimientos propuestos.

2. ESTADO DEL ARTE DEL SOFTWARE PARA GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO

El desarrollo de software para la gestión de información agrícola en campo ha evolucionado a la par de los avances en tecnología informática, primero fueron los sistemas digitales de mano desconectados, luego el apoyo de los sistemas de información geográfica (GIS) y más recientemente las aplicaciones y servicios móviles están ofreciendo alternativas innovadoras para la problemática de la obtención de información agrícola en campo. El futuro en este sector es aún

más importante como lo demuestran los proyectos que han hecho uso en el campo agrícola de sensores inteligentes y arquitecturas de servicios Web en ambientes distribuidos [8].

Las soluciones móviles y Web agrícolas para el campo varían en su alcance, capacidad de interoperabilidad y complejidad, por eso encontramos soluciones para pequeños granjeros como PocketPAM [9] o LandMark Farm [10] o plataformas móviles que coexisten con soluciones agrícolas robustas como el producto SIAP de Biosalc [5] o Agri-pocket de Isagri [6]. Sin embargo, el uso de arquitecturas Web es relativamente reciente y la mayoría de soluciones encontradas son aplicaciones de escritorio que no hacen uso de servicios Web, ni de internet. La Tabla 1 resume algunas de las soluciones móviles agrícolas existentes para la gestión de información en campo en el ámbito mundial.

En Colombia el desarrollo de soluciones agrícolas móviles que hacen uso de servicios Web para la gestión de información agrícola en campo es escaso. No se conoce de soluciones comerciales, pero sí de prototipos desarrollados por centros de investigación como el CIAT[14] o instituciones educativas como la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira [15].

La revisión realizada de las soluciones móviles y Web agrícolas en el nivel nacional e internacional recalca la necesidad de construir una aplicación móvil y Web que apoye la gestión de información agrícola en campo en Colombia que permita la comunicación con otras plataformas agrícolas de escritorio, igualmente se establecieron requerimientos importantes para el desarrollo de este proyecto.

Tabla 1. Algunas soluciones móviles agrícolas existentes para la gestión de información en campo en el ámbito mundial

Nombre del producto	Empresa desarrolladora	País de origen	Sitio en internet	SO móviles soportados	Características principales
SIAP	BIOSALC	Brasil	www.biosalc.com.br [5]	Palm OS	Comunicación con SIAGRI. Lectura usando código de barras e infrarrojo. Arquitectura móvil desconectada. Seguridad y privilegios.
FarmKeeper Mobile	FarmKeeper	Australia	www.farmkeeper.com [11]	Palm OS	Comunicación con FarmKeeper de escritorio. Especializado en granjas ganaderas. Apoyo con mapas
Agri-Pocket	ISAGRI	Francia	www.isagri.com [6]	Windows CE Palm OS	Comunicación con aplicaciones de ISAGRI. Lectura usando código de barras. Localización con GPS. Utiliza pantallas TFT para adaptarse a la luz ambiente. Soporte e instalaciones en toda Europa.
Trac Mate Site Mate Stock Mate Guide Mate	Farm Works Software	Estados Unidos	www.123farmworks.com [12]	Windows CE	Comunicación con aplicaciones de Farm Works. Opcionalmente Localización con GPS.
LandMark PDA	iAgri	Estados Unidos	www.iagri.com [10]	Palm OS	Aplicación para gestión financiera y actividades en granjas. Comunicación con LandMark del escritorio
Pocket Crops	MapShots	Estados Unidos	www.mapshots.com [13]	Windows CE	Comunicación con EASI Suite. Manejo de las operaciones, detalle de las operaciones e insumos. Soporta estándares Web como XML y COM
PocketPAM	FairPort Farm Software	Australia	www.fairport.com.au [9]	PalmOS Windows CE	Desarrollado por módulos como Cosecha_Diaria, Soporte_GPS, Stock_Campo entre otros

Una de las conclusiones más importantes de la revisión del estado del arte es la exigencia de diseñar una solución de software modular que en la primera versión dará importancia a la información requerida para las actividades agrícolas en campo, pero luego se introducirán soluciones informáticas móviles y Web para los problemas de transporte, logística y localización.

3. ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SOFTWARE DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO AGRÍCOLA

La captura y manipulación de información asociada a la producción, los

cultivos y las cosechas, es importante para los cultivadores y productores agrícolas. La falta de información oportuna y confiable genera sistemas manuales con controles inadecuados en las labores de campo, lo que afecta directamente en la producción y la baja calidad de la materia prima. Actualmente las empresas agrícolas con mayor nivel de inversión tienen sistemas informáticos robustos en sus plantas de producción, pero tanto las empresas grandes como las pequeñas tienen un problema en común y es que no cuentan con base tecnológica instalada en las zonas rurales donde se realizan las labores de cosecha, esto se debe a las condiciones propias

de los terrenos y a las restricciones técnicas y tecnológicas que allí se presentan. En pocos casos se ha intentado implementar sistemas de cómputo usando comunicaciones inalámbricas instaladas por el cosechador o productor agrícola, debido a que esta solución presenta algunas desventajas como el poco conocimiento que tienen las personas que laboran en campo sobre estas tecnologías, sumado a la gran inversión que representa tener computadores, antenas y servicios de conexión dedicados por cada finca o hacienda donde se tienen cultivos. Por esta razón la mayoría de empresas del sector agrícola realizan la captura de información en campo de forma manual, esta información recopilada semanal o quincenalmente no es actualizada y generalmente se presenta en formatos poco legibles que son digitados en un sistema de cómputo ubicado a una larga distancia de las fincas donde se realiza el cultivo y la cosecha o viceversa cuando la información debe ser enviada a los dispositivos en campo, generando que los tiempos de respuesta sean muy extensos e inadecuados, causando que los entes administrativos o de campo no tomen decisiones oportunas que optimicen el desarrollo de las labores, afectando así los costos totales del proceso.

AgroComM no se concibió como un software a la medida sino como una plataforma informática flexible y adaptable a empresas agrícolas en sectores diversos como el azucarero, panelero, algodónero y de palma africana, entre otros. El objetivo fue satisfacer las necesidades de los distintos clientes con la mínima cantidad de cambios mediante un software totalmente parametrizable. Teniendo

en cuenta esto, el equipo investigador en su primera fase realizó un análisis de requerimientos muy detallado de la mano de expertos de la labor de campo agrícola en varias empresas importantes del sector como el Ingenio Mayagüez [16], posteriormente se aplicó una metodología para modelar un sistema que fuera eficiente y óptimo al usuario, además usable, práctico y que pudiera interactuar con las plataformas informáticas existentes en la programación y control del campo agrícola como SIAGRI.

3.1 Metodología utilizada

La metodología que se empleó utilizó lo mejor de las técnicas de la metodología clásica de software, realizando una mezcla entre RUP (Rational Unified Process) y XP (Extreme Programming). En la etapa de análisis se emplearon diagramas de casos de uso, diagramas de clases y distribución; en la etapa de diseño se emplearon las historias de usuario, planes de pruebas de unidad, codificación y pruebas de aceptación, estas últimas con la colaboración de la empresa Green SQA para lograr un aseguramiento de la calidad del software durante todas las etapas del desarrollo del software.

3.2 Arquitectura del software

AgroComM es un software para la gestión de información de campo agrícola, que permite la asignación y control de actividades a través de valoraciones y registro de inconsistencias. AgroComM está dividido en tres módulos: uno de captura de datos para dispositivos móviles, uno Web y uno de conexión, transferencia y sincronización de datos. El módulo de captura de datos permite ingre-

sar toda la información relacionada con evaluaciones de campo (cosecha, quema, corte, transporte, maleza, insumos, plaguicidas, fertilizantes, etc.) e inconsistencias haciendo uso de un dispositivo móvil. El módulo Web permitirá la gestión y asignación de las actividades de campo, así como las consultas necesarias sobre la información registrada desde una estación conectada a internet. El módulo de conexión, transferencia y

sincronización será el encargado de realizar la transmisión de los datos capturados en el dispositivo a un sistema de base de datos residente en una estación de trabajo. Esta transmisión se puede realizar conectando el dispositivo móvil directamente a la estación usando ActiveSync o conectándose a través de red inalámbrica IP como GPRS o Wi-Fi. La Figura 1 muestra en detalle la arquitectura del software.

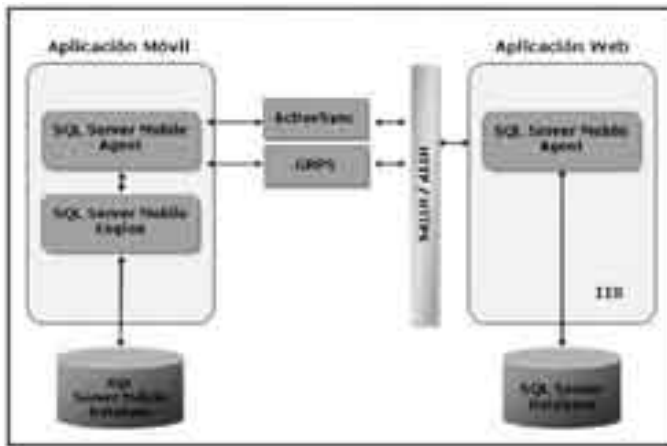


Figura 1. Arquitectura AgroComM.

El patrón utilizado para la arquitectura del software es el denominado “Modelo, Vista, Control (MVC)” [17]. La arquitectura MVC (Model/View/Controller) fue diseñada para reducir el esfuerzo de programación necesario en la implementación de sistemas múltiples y sincronizados de los mismos datos. Sus características principales son que el Modelo, las Vistas y los Controladores se tratan como entidades separadas; esto hace que cualquier cambio producido en el Modelo se refleje automáticamente en cada una de las Vistas. El Modelo es el objeto que representa los datos

del programa, los maneja y controla todas sus transformaciones, no tiene conocimiento específico de los Controladores o de las Vistas, ni siquiera contiene referencias a ellos. Es el propio sistema el que tiene encomendada la responsabilidad de mantener enlaces entre el Modelo y sus Vistas, y notificar a las Vistas cuando cambia el Modelo. La Vista es el objeto que maneja la presentación visual de los datos representados por el Modelo. El Controlador es el objeto que proporciona significado a las órdenes del usuario, actuando sobre los datos representados por el Modelo,

cuando se realiza algún cambio, entra en acción, bien sea por cambios en la información del Modelo o por alteraciones de la Vista, e interactúa con el Modelo a través de una referencia al propio Modelo.

4. DESARROLLO DE UN SOFTWARE WEB Y MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO AGRÍCOLA

AgroComM cuenta con una plataforma móvil (Figura 2) desarrollada en C# con un sistema de bases de datos en SQL Server Mobile, también se usan esquemas XML para optimizar

el almacenamiento de datos entre el aplicativo móvil y la base de datos móvil. La plataforma Web (Figura 3) se desarrolló en ASP.NET con una base de datos SQL Server, el equipo desarrollador eligió esta base de datos para el sistema teniendo en cuenta que es adecuada en un entorno que requiere de un alto desempeño y permite actualizaciones constantes de registros sin que se sacrifiquen los recursos de la máquina. Una ventaja de utilizar la misma base de datos en su versión de escritorio y en la versión móvil es que se logra mayor integración, mejor rendimiento y confiabilidad en la aplicación web - móvil.



Figura 2. Plataforma móvil de AgroComM.



Figura 3. Plataforma Web de AgroComM.

La información capturada en la plataforma móvil, es transmitida a la plataforma web que usualmente estará ubicada físicamente en la planta o en las oficinas de la fábrica. Para la transmisión de datos, el sistema presenta al usuario dos opciones: off-line y on-line. La opción off-line implica almacenar la información en

la base de datos del dispositivo móvil hasta que ésta pueda ser transmitida a la base de datos central por medio inalámbrico o físico (USB), y esta es la alternativa más viable para la transmisión de información pues es de bajo costo y no requiere una conexión de comunicaciones permanente. La alternativa on-line permite

la transmisión de información de campo en línea, es decir, la actualización de la base de datos central de forma simultánea haciendo uso de una red celular GSM/GPRS o una red inalámbrica local. Una ventaja importante de la aplicación al usar GPRS es la tarificación por parte del operador de telefonía celular, donde sólo se factura por la información transmitida y no por el tiempo de conexión. Esto hace posible tener una aplicación en la que un dispositivo móvil se conecta a la red y permanece conectado durante un periodo prolongado, sin que ello afecte en gran medida el valor facturado; sin embargo, si no existe cobertura celular en algunas zonas rurales, AgroComM ofrece la alternativa off-line. Para ambos casos off-line y on-line siempre se deberá realizar un proceso de sincronización de datos.

4.1. Sincronización AgroComM

Sincronizar datos entre un dispositivo móvil y una base de datos localizada remotamente demanda un análisis profundo sobre las diferentes técnicas de sincronización disponibles en una determinada plataforma de desarrollo, cuáles son las ventajas y desventajas que aportan cada una de estas técnicas al desarrollo de un proyecto y en qué aspecto resulta más óptimo utilizar una u otra. El desarrollo de AgroComM se basó en la plataforma de desarrollo de Microsoft.NET, la cual presenta dos alternativas al momento de efectuar una sincronización de datos: Merge Replication y Remote Data Access (RDA) [18]. El proceso de sincronización, cualquiera que sea el método utilizado, maneja la misma arquitectura, se requiere de una base de datos remota, una base de datos local y un canal de comunicación.

Revisando a grandes rasgos los métodos de sincronización, se observa que Merge Replication proporciona un gran mecanismo de resolución de conflictos, haciendo uso de Triggers, Store Procedures, etc., los cuales automatizan los procesos de sincronización; RDA por el contrario ofrece una mayor escalabilidad a los posibles cambios realizados en los clientes móviles.

RDA permite mantener la sincronización entre una base de datos en un dispositivo móvil y una base de datos remota, sin necesitar una conexión constante (este tipo de conexiones se denominan Loosely coupled connection). Una vez que se han recuperado los datos del servidor remoto, éstos son almacenados y tratados en el dispositivo móvil mediante el motor de SQL CE. Los datos almacenados, así como sus cambios e inserciones, pueden ser llevados de nuevo al servidor remoto. Para mantener una base de datos del cliente actualizada, se realiza el proceso en tres pasos:

- **Pull**
 - Obtener datos del servidor (online).
 - Se obtienen los datos seleccionados mediante una consulta en SQL.
 - Crea una nueva tabla local.
- **Manipular los datos en el dispositivo (offline)**
 - Agregar, modificar, borrar y consultar datos.
- **Push**
 - Envía las modificaciones realizadas al servidor.

De otro lado Merge Replication es una técnica que aporta autonomía e independencia al dispositivo a la vez que facilita el sincronismo de los datos cuando desean ser volcados al servidor. Dentro de esta técnica se deben distinguir dos miembros: los Publicadores y los Subscriptores. Los Publicadores envían los datos y éstos son recibidos por los Subscriptores; en el caso de AgroComM, el Publicador es la base de datos remota, y el Subscriptor es la base de datos del dispositivo móvil. En un entorno real, los datos tanto en local como en la base de datos cambian con el tiempo; empleando este modelo, la sincronización de los datos se realiza tanto en el servidor remoto como en los clientes, recuperando datos nuevos o las modificaciones de los datos existentes.

Dada la naturaleza del proyecto AgroComM, en el cual se hace uso de una red GPRS y de una conexión física del dispositivo con el servidor, se consideró la posibilidad de utilizar

ambas técnicas de sincronización, no simultáneamente, pero sí en los escenarios y momentos en donde cada una nos puede brindar su mejor desempeño. Cuando el usuario móvil realiza la primera sincronización o la reanudación de la misma por el cambio de usuario, se lleva a cabo una conexión de datos con el servidor, este proceso requiere la utilización de una técnica que garantice un óptimo desempeño además del control de conflictos, de igual manera las actualizaciones por vía GPRS necesitan un filtro de información que garantice la mayor optimización del canal. Es precisamente en este escenario donde la sincronización por Réplica o Merge Replication se ajusta idealmente. Sin embargo, parte del proceso inicial de sincronización incluye la validación de usuarios; esta es una consulta a la base de datos remota y se realiza en un solo sentido (PULL). En este proceso es muy importante la velocidad, y dado que es un solo sentido, RDA cumple cabalmente estas expectativas.

Tabla 2. Ventajas y desventajas en Merge Replication.

Ventajas	Desventajas
<p>La replicación posee características para resolver los conflictos de sincronización.</p> <p>Permite la sincronización de datos de múltiples tablas en 'un tiempo'. En RDA esto no era posible, únicamente se hacía un Pull del conjunto de datos a traer.</p> <p>Permite el monitoreo de cada publicación.</p> <p>A diferencia de RDA, la replicación es bidireccional. Tanto el servidor como el cliente son sincronizados y actualizados.</p> <p>No es necesario borrar las tablas del cliente.</p> <p>Resolución de conflictos automática.</p>	<p>La replicación crea una cantidad de carga notable en el servidor. Cuando una base de datos se agrega como Publicador, la Metadatos de dicha base de datos es modificada creando diversos Disparadores y Procedimientos almacenados para facilitar la sincronización y la resolución de conflictos.</p> <p>A todas las tablas replicadas se les añade un ROWDGUIDCOL con el fin de mantener las tablas sincronizadas y capacitar a las filas de un identificador único. Esta nueva columna en la tabla causa un aumento del tráfico y del tamaño de la memoria, por ejemplo en una tabla con únicamente 32 registros, el aumento al añadir el ROWDGUIDCOL es de $1\text{kb} = (16\text{ bytes en el registro} + 16\text{ bytes en el índice}) * 32$.</p>

5. CONCLUSIONES Y PROYECTOS FUTUROS

El presente proyecto permitió descubrir las grandes necesidades que

tienen los cultivadores y productores agrícolas en Colombia en cuanto a la gestión de información en campo, en especial al tener que afrontar en los

próximos años los desafíos de la globalización y los acuerdos comerciales multilaterales que promueven una alta competitividad. Los altos costos de personal, la pérdida de calidad en la materia prima, los sobrecostos por retrasos en los procesos de cosecha y transporte y el mal manejo de la información disponible son razones de peso para que los cultivadores y productores agrícolas identifiquen cómo las tecnologías informáticas pueden contribuir a un proceso óptimo que los haga más competitivos en los mercados mundiales.

El grupo de desarrollo pudo constatar las ventajas y desventajas que tiene la plataforma.NET en los ambientes móviles y Web considerando aspectos tan relevantes como la sincronización de datos, la transmisión de datos vía redes inalámbricas y el diseño arquitectónico de una solución Web-móvil. Dentro de los beneficios se destaca la rapidez en el proceso de desarrollo, el buen entorno de interface usuario y el rendimiento del sistema de sincronización, sin embargo aspectos claves como la interoperabilidad entre los sistemas operativos móviles de Microsoft con la plataforma de desarrollo.NET deben ser sujeto de revisión.

El grupo de investigación compuesto por Mobilex como empresa desarrolladora y de COMBA como equipo consultor, demostraron que es factible la realización de proyectos comerciales en conjunto con grupos de investigación científica que desean promover la innovación tecnológica en Colombia. Estos proyectos fortalecen la capacidad investigativa de los grupos de investigación y permiten generar soluciones actualizadas e

innovadoras a los emprendedores de empresas de base tecnológica.

COMBA en conjunto con MobilEx continuará desarrollando soluciones para el sector agrícola colombiano como son los módulos de transporte, logística y localización usando dispositivos móviles así como la realización de un proyecto piloto en Colombia que permita el uso de sensores inteligentes en campo cuya información pueda ser coleccionada automáticamente usando tecnologías inalámbricas y aplicaciones Web.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Arias, Andrés. “El TLC y nuestra agricultura”. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. 2005.
- [2] Arias, Andrés. “Inversión en ciencia y tecnología en el campo”. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. 2006.
- [3] Producto AgroWin. www.agrowin.com. 2006.
- [4] Kuhlman, Friedrich. “IT Applications in Agriculture: Some Developments and Perspectives”. Institute of Agricultural and Food Systems Management. 2006.
- [5] Página Principal de BIOSALC. www.biosalc.com.br
- [6] Página Principal de ISAGRI. www.isagri.com
- [7] “Plan Nacional para la implementación de buenas prácticas agrícolas”. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. 2005.
- [8] Chaudhary Sanjay *et al.* “Architecture of Sensor based Agri-

cultural Information System for Effective Planning of Farm Activities”. Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Services Computing. IEEE Computer Society. 2004.

- [9] Producto PocketPAM. Fairport Farm Software. www.fairport.com.au. 2006
- [10] Producto LandMark Farm. iAgri Software. www.iagri.com. 2006
- [11] Producto FarmKeeper Mobile. FarmKeeper. www.farmkeeper.com. 2006
- [12] Farm Works Software. www.123farmworks.com. 2006.
- [13] Pocket Crops. MapShots. www.mapshots.com. 2006.
- [14] Centro Internacional de Agricultura Tropical. www.ciat.cgiar.org. 2006.
- [15] Universidad Nacional de Colombia – Sede Pamira. www.palmira.unal.edu.co. 2006 [16] Ingenio Mayagüez. www.ingeniomayaguez.com. 2006.
- [17] Burbeck, Steve. “Application programming in Smalltalk- 80: How to use Model-View-Controller (MVC)”. University of Illinois. 1992.
- [18] Zorrilla, Unai. “RDA & Merge Replication”. MSDN Latinoamérica. Microsoft.

CURRÍCULOS

Juan Manuel Delgado es Ingeniero de Sistemas de la Universidad San Martín. Gerente de Mobilex S.A. Investigador Asistente del Grupo de Investigación COMBA I+D. Docente SENA.

Christian Libaniel Giraldo es Ingeniero de Sistemas y Telemática de la Universidad Santiago de Cali. Director de Desarrollo en Mobilex S.A. Investigador Asistente del Grupo de Investigación COMBA I+D.

Andrés Felipe Millán es Ingeniero de Sistemas de la Universidad Icesi de Cali. Máster en Sistemas de Redes y Comunicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid España. Actualmente se encuentra realizando el Doctorado en Ingeniería Telemática en la Universidad de Vigo en España. Profesor titular de la Universidad Santiago de Cali. Jefe del Área de Redes y Telemática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Santiago de Cali, Director del Grupo de Investigación COMBA I+D. Presidente del Capítulo Valle de la ACIS Colombia. Miembro Fundador del Consorcio de Investigación en Computación Móvil - I2COMM.

Claudia Liliana Zúñiga es Ingeniera de Sistemas y Telemática de la Universidad Santiago de Cali. Actualmente se encuentra realizando el Doctorado en Ingeniería Telemática en la Universidad de Vigo en España. Docente Investigadora de la Universidad Santiago de Cali. Investigadora Principal del Grupo de Investigación COMBA I+D. Coordinadora del SIG de Desarrollo Móvil de COMBA I+ D de la Universidad Santiago de Cali. Miembro Fundador del Consorcio de Investigación en Computación Móvil - I2COMM.

José Lisandro Abadía es Estudiante de décimo semestre de Ingeniería de Sistemas y Telemática de la Universidad Santiago de Cali. Investigador Asistente del

Grupo de Investigación COMBA I+D. Vicepresidente de la Rama Estudiantil IEEE de la Universidad Santiago de Cali. 