

Mobile Computing System to Support the Management of the Seed Production Process in Crop Genebanks

Diego Fernando González Monroy, Ángela Marcela Hernández, Liliana Machuca Villegas
Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad del Valle
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Cali, Colombia

d.f.gonzalez@cgiar.org
a.hernandez@cgiar.org
liliana.machuca@correounivalle.edu.co

Abstract - This article presents the development of a mobile computing system as support of production processes of seed of CIAT Genetic Resources. This system focuses on the inclusion of mobile technologies to allow efficient processes in the field in maintaining high availability of data. For its development mainly mobile devices were implemented and an architecture was designed allow them to interact with RESTful web services.

Keywords: mobile computing, mobile application for agriculture processes, crop genebank, seed production process.

I. INTRODUCCION

Un banco de recursos genéticos tiene como propósito salvaguardar la biodiversidad de las colecciones que tiene bajo su mandato, por tanto uno de sus procesos más críticos es la producción de materiales (variedades de cultivo) en el campo e invernaderos, debido a las implicaciones que tiene el manejo de semillas genéticamente heterogéneas[1][2].

Obtener y registrar oportunamente los datos de las semillas que se encuentran en los procesos de producción tales como pre-germinación, siembra y cosecha son cruciales para el manejo y toma de decisiones por parte de los trabajadores, técnicos y coordinadores. A esto se suma las locaciones de las estaciones de producción, las cuales se encuentran en áreas rurales de acuerdo con las condiciones agroecológicas para que las variedades de semillas se reproduzcan según sus condiciones de adaptabilidad. A su vez, en el proceso de producción de semillas se lleva a cabo la descripción de las características morfológicas de cada variedad sembrada, esto es una actividad denominada *caracterización* [3], la cual permite constituir y validar la base de conocimiento de las colecciones y hacer estudios posteriores de diversidad de cultivo.

En el caso del banco de recursos genéticos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), durante el proceso de producción, el registro de los datos se lleva a cabo mediante formatos impresos en papel. Estos formatos son

generados en la sede principal y enviados a las estaciones de producción al menos una vez por semana. Posteriormente los formatos son consolidados y transcritos a la base de datos central de la sede principal días después de ser regresados de las estaciones de producción. Todo este procedimiento manual resulta ineficiente para conocer el estado actual de las siembras y las probabilidades de cometer errores en los datos son muy altas, además, los re-procesos que se generan incurren en costos operativos. Estas limitaciones han motivado el desarrollo del sistema de computación móvil que se presenta en este artículo.

Gracias a los beneficios de las tecnologías móviles para la captura y sincronización de información desde cualquier lugar, se pueden reducir los costos en la movilización de personal para obtener los datos colectados en el sitio de producción, así como mejorar la optimización de tiempos en la recuperación y centralización de los datos y la eficiencia en la trazabilidad de los materiales con el uso integrado de código de barras en una tablet.

Por otro lado, hoy en día el mercado de tabletas no solo se ha abierto al consumidor común sino al ámbito empresarial, donde se encuentran tabletas robustecidas con niveles de resistencia y sellamiento para el trabajo en condiciones a temperaturas ambiente, luz, humedad, polvo, con la integración de lector de código de barras y periféricos como impresoras portátiles para generar etiquetas de códigos de barras. Estos dispositivos cuentan con el sistema operativo Android que ofrece APIs de desarrollo que se integran con la persistencia local en el dispositivo y la sincronización de los web-services implementados en un servidor central, como se propone en la sección de arquitectura de este documento. Además la popularidad de las facilidades de los componentes de interfaz gráfica lo hacen más atractivo y fácil de utilizar por los usuarios en las condiciones de trabajo en campo e invernaderos.

Con el fin de integrar la computación móvil con los procesos de producción de semillas en bancos de recursos genéticos se ha propuesto el desarrollo de una aplicación móvil que permite identificar y brindar trazabilidad a cada variedad con su ubicación de siembra. Además permite

registrar, gestionar y sincronizar los datos generados desde cada estación de producción de semillas a la base de datos central.

El caso aplicado de este proyecto es el banco de recursos genéticos del CIAT el cual conserva dos colecciones mundiales de semillas de gran importancia para la agricultura y la alimentación como lo son el cultivo de frijol con 37,570 variedades y los pastos tropicales con 23,140 variedades [4].

La estructura del artículo se encuentra definida de la siguiente manera: En la sección II se presentan algunos trabajos relacionados que son fundamento de este proyecto. En la sección III se describe la aplicación móvil y sus aspectos de diseño. En la sección IV se presentan algunos detalles de la implementación de la aplicación. En la sección V se menciona las pruebas que se han realizado a la aplicación. Finalmente en la sección VI se encuentran las conclusiones y trabajo futuro.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

El eje temático en el que gira esta investigación se enfoca en el uso de aplicaciones móviles en el contexto agropecuario. Algunos trabajos relacionados que han sido fundamento para el desarrollo de este proyecto se mencionan a continuación.

El Banco Mundial en el año 2012 emitió un reporte sobre el uso de aplicaciones móviles para obtener y proveer acceso a mercados, información financiera, buenas prácticas agrícolas, clima y otros servicios, donde el público principal son los agricultores, comerciantes, analistas de mercado y habitantes del área rural, con el fin de poder obtener y brindar información oportuna desde cualquier sitio mediante el uso de teléfonos inteligentes y tablets en pro de aumentar las ganancias, mejorar la producción y contribuir al desarrollo rural [5].

El uso de dispositivos móviles ha originado que se desarrollen aplicaciones en la industria agrícola. Un caso lo menciona El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en su reporte anual del 2013, que describe que ha implementado el uso de tablets en sus procesos de campo para la gestión de recursos genéticos de algodón [6]. También lo ha hecho El Instituto Internacional de Investigación del Arroz (International Rice Research Institute, IRRI) con sede en Filipinas, que ha desarrollado una aplicación en Android llamada FieldLab, la cual tiene como propósito ayudar a la toma de datos en campo, con una interfaz de formularios, validaciones de campos de información, conectividad con lectores de códigos de barras [7].

Estas dos implementaciones permiten reunir información en dispositivos como tablets de manera desconectada, es decir que no cuentan con una interfaz de sincronización de datos a un sistema central, lo cual deja la información persistente en el dispositivo hasta que el usuario lo conecte a un computador o envíe la exportación de los datos a través del uso de servicios en la nube.

También se han desarrollado gran variedad de aplicaciones que se pueden descargar de tiendas especializadas, en [8] se

describen once aplicaciones reconocidas. Esto permite ver el grado de utilización de la computación móvil y la diversidad de funciones agrícolas que están siendo implementadas.

Por otra parte para llevar a cabo la integración de la computación móvil en la gestión del proceso de producción de semillas en bancos de recursos genéticos, es importante tener en cuenta algunos aspectos tecnológicos que se requieren para el desarrollo de aplicaciones móviles como lo es el caso de la sincronización de la información. McCormick and Douglas [9] describen patrones relacionados con la sincronización de datos que involucra asegurar la consistencia en grandes cantidades de datos desde fuentes de dispositivos móviles a un servicio de almacenamiento de datos y viceversa (Carga y descarga).

De igual manera Stage [10] presenta una introducción de los problemas que surgen en el contexto de las aplicaciones móviles con respecto a la sincronización de datos y la replicación. Se aclaran los conceptos de sincronización y replicación de datos, también se explican las técnicas de sincronización y sus protocolos, tipos de técnicas de replicación, como se hace la replicación en bases de datos y bases de datos multi-master, técnicas síncronas y asíncronas. Estas características tecnológicas han sido de utilidad y han permitido resolver algunos inconvenientes en el desarrollo de la aplicación móvil.

También existe software para hacer la replicación de los datos, es decir que los datos que se trabajan en tablets se repliquen a la base de datos y a otros dispositivos. Un ejemplo de este tipo de software es SymmetricDS [11] que utiliza tecnologías web y bases de datos para replicar tablas en bases de datos relacionales. El software está diseñado a escala para un gran número de bases de datos, trabaja con una baja conexión de ancho de banda y soporta períodos de estado sin conexión. Soporta distintos proveedores de bases de datos como: MySQL, Oracle, SQL Server, PostgreSQL y SQLite entre otros.

Por otra parte se encuentra Database Mobile Server [12] que permite desarrollar y desplegar aplicaciones de bases de datos para entornos móviles con acceso permanente a información crítica sin necesidad de una conectividad continua. Ofrece capacidad de sincronización bidireccional de datos críticos para dispositivos móviles, facilita la transferencia de datos desde y hacia la base de datos, permite el uso de base de datos en el dispositivo del cliente Berkeley DB o SQLite.

III. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE COMPUTACIÓN MÓVIL

Se desarrolló un sistema de computación móvil que consta de un conjunto de dispositivos móviles presentados en Fig. 1 que se comunican y permiten capturar datos de los procesos de producción de semillas y sincronizarlos con la base de datos central, permitiendo agilizar la captura de datos, evitar re-procesos, facilitar la toma de decisiones en campo,

optimizar recursos y obtener información histórica de las semillas.



Fig. 1. Dispositivos móviles.

Para la integración del sistema de computación móvil fue necesario identificar los factores críticos en el proceso de producción de semillas que incidieron en las decisiones de diseño de la arquitectura móvil.

A. Factores críticos

En la Tabla 1 se listan los factores críticos que tienen una mayor influencia en el manejo de datos en los procesos de producción de semillas.

Estos factores fueron de gran importancia al momento de desarrollar la aplicación en el lado del cliente buscando sincronizar los datos con la base de datos central desde cualquier sitio (estaciones experimentales, lotes) y que fuera usable y permitiera generar una trazabilidad de los datos.

TABLA I
FACTORES CRÍTICOS

Nº	Factores
1	Costos operativos a causa de re-procesos.
2	Integración de datos independiente de la estación o etapa de producción.
3	Capturar datos en cualquier sitio de las estaciones.
4	Las condiciones ambientales del entorno permita la captura de datos en cualquier momento
5	Disponibilidad de los datos
6	Datos oportunos y confiables
7	Usabilidad
8	Trazabilidad

B. Arquitectura

Se definió una arquitectura móvil que satisface las necesidades de la producción de semillas y que brinda una solución a los factores críticos mencionados anteriormente de manera integrada. Se tuvieron en cuenta las restricciones de movilidad mencionadas en [13] y se plantea una arquitectura de cliente enriquecida, que permite el funcionamiento del sistema aún después de que no persista la conectividad con una red GPRS.

En la Fig. 2 se presenta la arquitectura del sistema de computación móvil, en ella se describe como los componentes móviles interactúan entre sí y se comunica por medio de una conexión GPRS con la base de datos central para mantener

datos actuales.

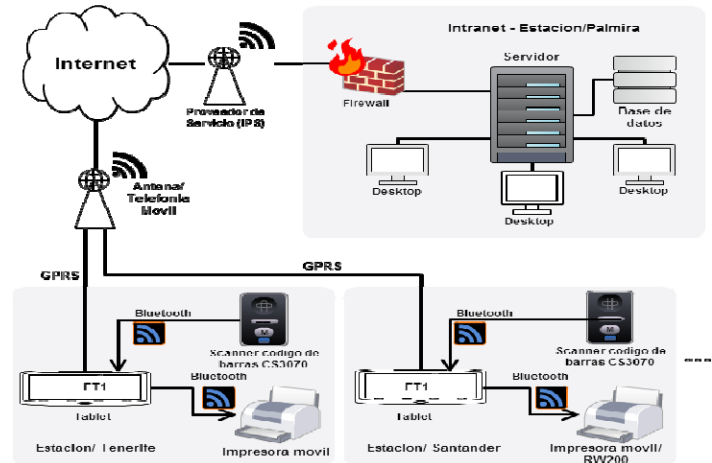


Fig. 2. Arquitectura del sistema de computación móvil.

En la parte del cliente se desarrolló una aplicación móvil bajo Android, plataforma para dispositivos móviles [14]. Esta aplicación móvil se desarrolló de acuerdo con los requerimientos obtenidos por el grupo desarrollador y el personal de campo (Trabajadores, Coordinadores de campo). Se identificaron tres módulos principales: Gestión de captura de datos, Gestión de estaciones experimentales, Gestión de reportes. Cada módulo se encarga de una sección crítica y se complementan entre sí. También se identificó la necesidad de un sistema lector y generador de código de barras que permitiera mantener la trazabilidad de los materiales y reducir los errores al momento de ingresar o tomar estos datos de manera manual.

Los módulos en los que está estructurada la aplicación se describen a continuación y se visualizan en Fig 3:

1) *Gestión de captura de datos*: Este módulo base permite realizar la captura de datos de los distintos procesos de producción (pre-germinación, siembra, cosecha y caracterización).

2) *Gestión de estaciones experimentales*: Este módulo se desarrolló de acuerdo con la necesidad de los coordinadores de campo para establecer la ubicación de los materiales en una estación teniendo en cuenta los sitios disponibles para la siembra en determinado lote, sus funciones son identificar espacios libres, adicionar y quitar surcos, adicionar y quitar parcela, seleccionar ubicaciones de siembra.

3) *Gestión de reportes*: Este módulo permite al coordinador de campo tomar decisiones con base con los datos contenidos en la base de datos del dispositivo móvil sin tener que desplazarse a la estación principal: Su función es generar reportes parametrizados, consultar materiales de acuerdo con filtros específicos (Caracterizaciones, fechas, siembra y cosechas).

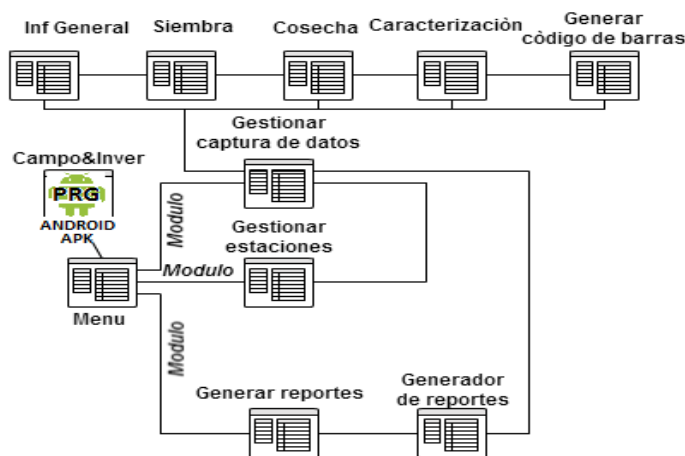


Fig. 3. Diagrama de navegación de la aplicación.

En la Fig. 3 se presenta el diagrama de navegación de la aplicación implementada bajo Android, en ella se muestran los contenidos de cada módulos y como se relacionan.

En lado del servidor se encuentra una aplicación web y un servicio web basado en el estilo de arquitectura REST como se presenta en Fig.4, los cuales se conectan a la capa de acceso a datos que a su vez se comunica con la base de datos central.

La aplicación web les permite a los usuarios realizar actividades de seguimiento, establecer propiedades de configuración y la generación de reportes generales de la información contenida en la base de datos.

El servicio web realiza el proceso de sincronización entre la base de datos central y los dispositivos móviles ubicados en las estaciones experimentales, mediante una conexión GSM/GPRS lo cual permitirá tener una alta disponibilidad de los datos.

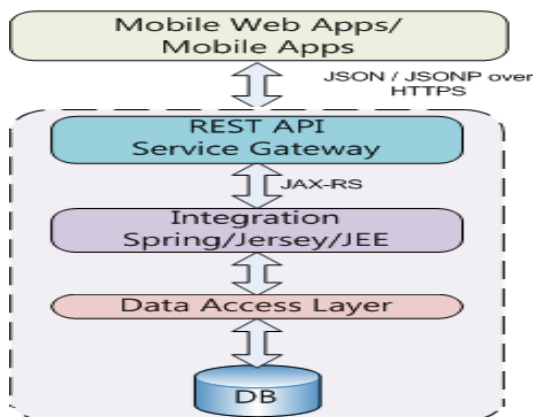


Fig. 4. Arquitectura Servicio web REST [15]

IV. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

Para este proyecto se analizaron las condiciones que debía soportar un dispositivo móvil en el campo, y se decidió utilizar una tableta Motorola ET1 robustecida, la cual tiene

características especiales descritas en [16]. En su versión inicial se encuentra implementado en Android 2.3.

La aplicación cliente móvil se desarrolló en la versión Android 2.3 buscando tener compatibilidad para futuras actualizaciones de la plataforma a Android 4.x. Esta aplicación consta de un módulo que permite gestionar la captura de datos por medio de códigos de barras, y formularios que permitan al usuario ingresar datos fácilmente.

La tableta Motorola ET1 tiene una cámara integrada de 8MP que se encuentra optimizada para la captura de códigos de barras. En la práctica se encontraron algunos inconvenientes con la captura de códigos de barras, por lo que se tuvo la necesidad de implementar un dispositivo bluetooth adicional que permitiera enfocar un único código de barras. Para tal fin se seleccionó el dispositivo CS3000 [17] que no requiere configuración ya que la aplicación se encarga de activar la conectividad con el dispositivo y utiliza una conexión bluetooth serial SPP.

Adicionalmente, este módulo contiene un sistema que permite la generación de etiquetas con códigos de barras, las cuales son enviadas a una impresora móvil ZEBRA RW220 [18] por medio de una conexión bluetooth.

También se implementó un módulo para gestionar estaciones. Este permite realizar el mapeo de los lotes contenidos en una estación experimental el cual permite ubicar los materiales, realizar siembras, inventarios y llevar un seguimiento de acuerdo con los materiales que se encuentran a sus alrededores.

Se desarrolló un módulo para gestionar reportes, el cual permite realizar consulta de acuerdo con la información contenida en la tableta. Esta funcionalidad brinda apoyo a la labor del coordinador de campo permitiéndole tomar decisiones y optimizar el uso de los recursos.

Desde el lado del servidor se implementó una aplicación web, la cual es la encargada de la visualización del consolidado de la información. También permite gestionar los materiales que ingresarán a producción en campo, al igual que los datos de configuración de accesos, y configuración de datos de captura.

A su vez, la aplicación web permite alojar un servicio web el cual es el encargado de gestionar el proceso de sincronización de los datos capturados en el campo por medio de los dispositivos móviles con la base de datos central.

El servicio web está desarrollado bajo el estilo de arquitectura REST conocido como RESTful: Según Valdés [19], el intercambio de información con las aplicaciones cliente ocupan menos ancho de banda y su implementación es más sencilla.

Para la transmisión de recursos se realizó mediante la serialización de objetos JSON [20], debido a que estos tienen una sintaxis fácil de usar, son muy ligeros al momento de ser transmitidos, y además son soportados por RESTful y Android [21].

Algunas imágenes de la implementación de la aplicación se pueden observar en Fig. 5.

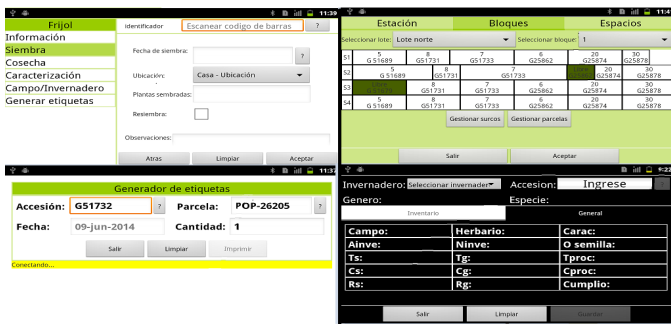


Fig. 5. Captura de imágenes de la aplicación.

V. EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN

En la medida en que se desarrollaba un nuevo módulo se realizaban pruebas de funcionalidad, pruebas de aceptación y pruebas en el entorno en el que debían funcionar. En estas pruebas intervinieron los usuarios participantes de este proyecto, en especial los trabajadores de campo quienes actualmente están utilizando la aplicación.

Se realizaron pruebas de sincronización implementando servicios web REST y se pudo identificar que los datos se transferían rápidamente. Se hicieron pruebas transfiriendo bloques de información de máximo 100 registros y registros individuales; en esta experiencia, las sincronizaciones transcurrieron correctamente manteniendo la correctitud y fidelidad de los datos. También, se realizaron pruebas de sincronización con tres dispositivos móviles tablet's ET1, para ello se probaron los casos en que: los tres dispositivos móviles afectaran el mismo registro, afectaran diferentes registros, cuando una tablet está apagada y luego es activada, cuando dos tablet son apagadas al momento de una transacción, cuando las tablet recuperan conectividad GPRS, cuando se produce sincronización concurrente entre los dispositivos.

Se realizó un revisión a los registros sincronizados en la base de datos y se encontró que los registros estaban sincronizados correctamente, no presentaban sobre-escritura de datos, ni duplicidad de la información.

En las pruebas se encontraron algunas fallas y errores que han sido corregidos para la puesta en marcha de la aplicación. Se resalta el grado de aceptación de los usuarios finales quienes expresan que la aplicación ha sido de gran utilidad en la gestión del proceso de producción de semillas en el banco de recursos genéticos del CIAT.

Se han obtenido mejoras en los tiempos de búsqueda de información relacionada con siembras, cosechas, ubicaciones, caracterización e identificación correspondiente a un material, ya que anteriormente el trabajador de campo debía buscar y registrar la información en documentos no digitalizados de una forma manual. Ahora el sistema permite obtener la información por medio del escaneo del código de barras de cada material y registrar los datos es mucho más eficiente, puesto que se implementaron componentes de selección en la interfaz gráfica y se realizaron controles en los tipos de entrada al momento de ingresar la información reduciendo los re-procesos debido a errores de digitación teniendo en cuenta las dificultades del trabajo en campo.

El mapeo de los materiales en el campo era llevado en hojas de cálculo (Excel), ahora esto ha sido reemplazado por el gestor de lotes el cual ha permitido al trabajador de campo consultar un material de determinada posición en el lote e identificar las parcelas libres para tomar decisiones en los procesos de siembra disminuyendo la posibilidad de cruce entre materiales.

Con la implementación de los procesos de sincronización en el sistema, los trabajadores de campo han logrado tener una alta disponibilidad de los datos, puesto que ya no es necesario esperar a que el coordinador de campo se traslade a la estación principal y transcriba la información.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este artículo se presenta la implementación de una aplicación móvil novedosa, que ofrece sus servicios a la industria agrícola y que sirve de apoyo en la gestión del proceso de gestión de semillas en bancos de recursos genéticos.

Esta aplicación móvil contribuye a profundizar sobre los conocimientos de la computación móvil orientada al apoyo de procesos de agricultura en campo y sirve de modelo para la implementación de otras aplicaciones en este sector.

El uso de la computación móvil como apoyo en el proceso de producción de semillas en campo, no solo brinda apoyo a los procesos de producción sino que también permitirá a futuro obtener un conocimiento más amplio y preciso de las especies en un banco de recursos genéticos a partir de los datos capturados en el tiempo.

El estilo de arquitectura REST aplicado demostró tener buenos resultados en cuanto a rendimiento, rápida transmisión de datos, fácil implementación, compatibilidad con el sistema operativo Android, por tanto se puede decir que es una arquitectura apropiada para usar en sistemas de computación móvil.

Como trabajo futuro se planea implementar un módulo adicional que permita conectar con la base de datos del Banco de imágenes del CIAT y que permita verificar si las semillas presentan las mismas características.

Además se proyecta integrar un módulo que contenga información detallada de la caracterización histórica de un material, junto con las posibles enfermedades que puede desarrollar determinada semilla.

RECONOCIMIENTOS

Las actividades relacionadas con el desarrollo e implementación de este sistema han sido apoyadas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), y el acompañamiento de la Universidad del Valle.

- [1] Rao, N.K., J. Hanson, M.E. Dulloo, K. Ghosh, D. Novell y M. Larinde. 2007. *Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma, Manuales para Bancos de Germoplasma* No.8. Bioersity International, Roma, Italia.
- [2] Painting, K.A., Perry M.C., Denning,R.A. y Ayad, W.G 1993. *Guía para la Documentación de Recursos Genéticos*. Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma.
- [3] Crop Genebank Knowledge Base (2014), Procedures, Characterization homepage [croptgenebank](http://croptgenebank.org) [online], Available: <http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php/procedures-mainmenu-242/characterization-mainmenu-205>
- [4] Programa de Recursos Genéticos (CIAT), Colecciones, homepage CIAT [online], Available: <http://www.ciat.cgiar.org/urg>.
- [5] C. Z. Qiang, S. C. Kuek*, Andrew Dymond and Steve Esselaar, Mobile Applications for Agriculture and Rural Development, ICT Sector Unit, World Bank, May 2012.
- [6] United States Department of Agriculture (2013) Annual Report, Cotton genetic resource, homepage [ars.usda](http://ars.usda.gov) [online], Available: http://www.ars.usda.gov/research/projects/projects.htm?ACCN_NO=413272&fy=2013
- [7] International Rice Research Insitute (2014), (IRRI), Products. Homepage [bbi.irri](http://bbi.irri.org) [online], Available: <http://bbi.irri.org/products>
- [8] Matt Hopkins (2014), Aplicaciones móviles para la agricultura. Página principal [Hortalizas](http://www.hortalizas.com) [en línea], Disponible: <http://www.hortalizas.com/cultivos/11-aplicaciones-moviles-para-la-agricultura/>
- [9] Z. McCormick and D. C. Schmidt, "Data Synchronization Patterns in Mobile Application Design, proceedings of the Pattern Languages of Programs (PLoP)", 2012 conference, October 19-21, Tucson, Arizona.
- [10] Alexander Stage, "Synchronization and replication in the context of mobile applications", 2005.
- [11] SymmetricDS [sitio web](http://www.symmetricds.org/) (2014). [online], Available: <http://www.symmetricds.org/>
- [12] Oracle ,Database Mobile Server (2014). [online], homepage docs.oracle, Available: http://docs.oracle.com/cd/E35865_01/index.htm
- [13] Longji Tang, FedEx, Wei-Tek Tsai, "Enterprise Mobile Service Architecture: Challengesand Approaches", Vice Chair of AZ-TW Society of Technology, and Jing Dong,University of Texas, pp. 9.
- [14] Android, Plataforma Android.[on line]. Homepage on [developer.android](http://developer.android.com) (2014).Available: <http://developer.android.com/about/index.html>
- [15] Senthamizh C. K., RESTful API for Mobility Solutions [on line], pagina principal [architects.dzone](http://architects.dzone.com).(2014) Available: <http://architects.dzone.com/articles/restful-api-mobility-solutions>
- [16] Motorola, Motorola ET1 - Especificaciones técnicas (2014) página principal [Motorolasolutions](http://www.motorolasolutions.com) [en línea], Disponible: <http://www.motorolasolutions.com/US-EN/Business+Product+and+Services/Tablets/ET1+Enterprise+Tablet->
- [17] Motorola, Scanner CS3000 Especificaciones técnicas (2014), página principal [Motorola solutions](http://www.motorolasolutions.com)[en línea], Disponible: http://www.motorolasolutions.com/US-EN/Business+Product+and+Services/Bar+Code+Scanning/Companion+Scanners/Motorola+CS3000+Series_US-EN
- [18] Zebra, RW220 Especificaciones técnicas (2014) homepage Zebra. [Online]. Available: <https://www.zebra.com/content/zebra/us/en/products-services/printers/printer-type/mobile/rw-series.html#mainpartabscontainer=detailed-specs>
- [19] V. C. Yandy, "Transferencia de estado representacional (REST): estilo de arquitectura para sistemas distribuidos de hipermedia", Centro de Identificación y Seguridad Digital. Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. CP.: 19370, vol. 6, No 7, 2013, ISSN: 2306-2495.
- [20] Guanhua Wang, "Improving Data Transmission in Web Applications via the Translation between XML and JSON," Communications and Mobile Computing (CMC), 2011 Third International Conference on , vol., no., pp.182,185, 18-20 April 2011
- [21] Google, JsonReader (2014) página principal [developerandroid](http://developer.android.com) [linea]. Disponible:<http://developer.android.com/reference/android/util/JsonRea>