

Sistema de Facturación y Pago para la Recolección de Café mediante la utilización de un Sistema RFID.

J. J. Palencia, J. S. Niño, R. Hincapié

Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones, Universidad Pontificia Bolivariana
Medellín, Colombia

jhonjairo.palencia@alfa.upb.edu.co

juansebastian.nino@alfa.upb.edu.co

Roberto.hincapie@upb.edu.co

Abstract—several factors in the Colombian agricultural sector have generated the need to develop systems for monitoring and controlling workers and crop management. This project is about of designing a systematic prototype from the needs of a coffee farm, to simplify the process of collecting, storing and billing data using a tool platform and cloud computing, which are developed in C# and .NET, through different interaction scenarios through two technologies: RFID and QR codes.

Keywords—RFID, QR Codes, TAG, middleware, application, Cloud computing.

I. INTRODUCCIÓN

MUCHA parte del sector agrícola colombiano aún carece de sistemas y herramientas computacionales para llevar a cabo los procesos de manejo de los productos y de la información de trabajadores del campo. Se ha encontrado que en las fincas cafeteras, el manejo de la información del grano de café y de los datos de los trabajadores se hace manualmente, con riesgos de seguridad, de cometer errores y lentitud en el proceso. Este trabajo propone una solución al manejo manual de la información porque sistematiza los procesos de almacenamiento de datos de recolección para agilizar el pago de nómina de los trabajadores y así llevar la información del café de manera organizada.

Actualmente, con el uso de la tecnología se han encontrado diferentes alternativas ([Rodrigues, 2011](#)) para optimizar los procesos de gestión del café y el manejo del sistema agrícola. Este trabajo presenta los avances logrados a través de dos tecnologías como lo son la identificación por radiofrecuencia (RFID) y códigos QR. Un avance importante que se expone en este artículo es la posibilidad de almacenar los datos en la nube, un concepto de alto impacto en las aplicaciones modernas. El artículo muestra el desarrollo de un primer prototipo basado en las dos tecnologías. El prototipo es funcional pero entendiendo que es la primera versión, cuenta aún con limitaciones, pero lo hace apto para las pruebas de funcionamiento necesarias. Este artículo presenta

primero la utilización de las TIC en el sector agrícola. Posteriormente describe el problema, presenta la solución propuesta y finalmente los resultados obtenidos y las conclusiones del trabajo.

II. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

A. Generalidades

En América latina, el uso de las TIC en el sector agrícola se presenta cada vez con más auge, prometiendo un sector óptimo con un control de los movimientos administrativos de los productos cultivados y manejo de animales en el campo. Las TIC proveen las herramientas para:

- Mejorar la productividad y eficiencia, así como obtener información oportuna, confiable y de calidad.
- Facilitar el acceso a los mercados e instrumentos financieros.
- Actividades propias del campo como controlar plagas.

Ejemplo de países latinoamericanos con uso de las TIC en el sector agrícola se encuentran Colombia, Argentina y Chile. ([Rodrigues, 2011](#)).

En el sector Colombiano, Almacafé (operador logístico del Fondo Nacional Cafetero) implementó un sistema basado en RFID que ofrece la trazabilidad de los productos de café especiales de Colombia, desde la finca cafetera hasta los consumidores, permitiéndoles ser acreedores al premio 2010 RFID Journal, por el mejor uso de la tecnología. (Camacho, 2011)

B. Dispositivos de identificación de usuarios

- RFID:

“Las siglas RFID significan  Radio Frequency Identification, en español Identificación por Radio Frecuencia. Se trata de un sistema de almacenamiento

y recuperación de datos remoto que emplea dispositivos denominados etiquetas RFID o TAG.” ([Gotor, 2009](#)). El sistema RFID utiliza ondas de radio para identificar objetos independientemente del movimiento y posición del mismo.

Un sistema RFID está compuesto por un lector que se encarga de identificar la información que contiene una etiqueta RFID adherida a un objeto, por medio de una señal de radiofrecuencia. Este lector se encarga de transmitir la información adquirida, a la aplicación que utiliza RFID denominada [Middleware](#). A continuación se muestra el esquema básico del funcionamiento de un sistema RFID en la figura 1:

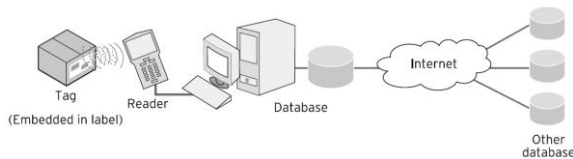


Fig. 1. Esquema básico de un sistema RFID. Tomada de AETIC. La tecnología: Usos y oportunidades. ([Tecnología. 2009](#)).

Un sistema RFID se compone de tres elementos fundamentales:

- *Las etiquetas o TAG RFID*, van pegadas a los objetos a seguir. Los TAG se componen de una antena, un elemento transductor de radio y un microchip, que transmiten la información de identificación de la etiqueta. Cada TAG posee una memoria interna para almacenar el número de identificación. ([Gotor, 2009](#)).
- *Un lector o reader*: Se compone de una antena, un transceptor y un decodificador. El lector envía una señal hacia las etiquetas. Cuando recibe una señal desde una etiqueta, extrae la información y se la pasa al subsistema de procesamiento de datos. ([Gotor, 2009](#)).
- *El Subsistema de procesamiento de datos o Middleware*: realiza el procesamiento y almacenamiento de los datos. Se trata del software que reside en un computador entre el lector y las aplicaciones. Filtra los datos y permite pasar sólo la información útil hacia dichas aplicaciones. ([Gotor, 2009](#)).

Los dispositivos que se usan en el proyecto, cumplen con los estándares RFID creados por la ISO (Internacional Organization for Standardization) y la IEC, Internacional Electrotechnical Commission. ([Gotor, 2009](#)).

- Códigos QR

Son un tipo de códigos de barras bidimensionales. Difieren de los códigos de barras convencionales en que la información está codificada dentro de un cuadro, lo que permite almacenar mas información alfa numérica. Inicialmente fueron creados para la industria

de automóviles, para la identificación de los repuestos de los vehículos. En la actualidad, se usa en publicidad, campañas de marketing, diseño gráfico, internet, etc. Con el auge de los teléfonos móviles inteligentes o Smartphones, se ha hecho más popular la lectura de estos códigos, debido a que la cámara del teléfono inteligente puede captar el código QR y mostrar la información contenida en el mismo. Esto ha hecho más fácil guardar información en estos códigos porque supone una oportunidad de marketing para clientes corporativos. La información que se puede guardar en estos códigos QR puede ser texto, imágenes, videos, enlaces a páginas web, etc. ([QR, 2010](#)).

A continuación se ilustra un Código QR en la figura 2:



Fig. 2. Código QR. Tomada de Códigos QR. ([Código QR1](#)).

C. Computación en Nube

La computación en la nube, o como internacionalmente se denomina “Cloud Computing”, es un sistema informático basado en internet y centros de datos remotos para gestionar servicios de información y aplicaciones ([Computación, 2011](#)).

Ofrece muchas ventajas, porque además de hacerse de forma remota a través de una conexión a internet, almacena los datos de manera segura por su alta confiabilidad, brindando continuidad y capacidad de recuperación de la información ante cualquier eventualidad mitigando riesgos de pérdida de la misma. Además brinda una gran escalabilidad debido a su crecimiento flexible ante las necesidades demandadas del usuario tales como capacidad de almacenamiento y rendimiento, accediendo a los recursos necesarios desde cualquier lugar y en cualquier momento. El proceso de almacenamiento es muy simple, ofreciendo un fácil acceso y manejo de la información a múltiples usuarios.

III. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La situación encontrada en la finca es que la información de la cantidad de grano recogido por cada trabajador se hace de forma manual, lo que conlleva hacer cálculos y recopilar información en manuscritos, con alto grado de manipulación de la información y toma errónea de la misma. Posteriormente, en el procesamiento de esos datos, no existe confiabilidad, es un proceso lento, por ello a la hora de realizar los

pagos correspondientes de nómina se pueden presentar desfases o pérdidas para cualquiera de las dos partes.

IV. SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución propuesta en este trabajo, consiste en la creación de un prototipo basado en dos tipos de tecnologías diferentes para el almacenamiento de datos en internet. Esta propuesta se divide en los siguientes módulos: el primero, encargado del registro y administración de usuarios (trabajadores encargados de la recolección de café); el segundo encargado del registro de la recolección de café de los trabajadores; y el tercero, encargado de generar el valor de pago de nómina para los trabajadores. Así mismo, los módulos son construidos a partir de las siguientes unidades funcionales:

A. Unidades funcionales del prototipo

Las unidades funcionales del prototipo consisten en las herramientas de identificación, una herramienta de almacenamiento y herramientas de conexión descritas a continuación.

- Herramientas de identificación

Para el proceso de identificación de los trabajadores de la finca, se utilizaron dos herramientas, una basada en tecnología RFID y la otra en códigos QR.

Para la herramienta basada en RFID se necesitó de una etiqueta RFID, un lector y el dispositivo middleware. El lector y las etiquetas utilizadas fueron fabricados por la empresa ALIEN TECHNOLOGY CORPORATION. El lector es de referencia ALR-9650, y permite la lectura de las etiquetas Class 1 Gen 2 (Global, 2008). La conexión entre el lector y el middleware se hace mediante red de área local y utilizando una dirección privada clase C. El rango de frecuencias en que trabaja el lector está entre 902.75 MHz - 927.75MHz que equivale a UHF (Ultra alta frecuencia) (alien Technology), permitiendo una distancia de detección aproximada entre 1 a 2 mts, adecuada para permitir una lectura óptima de la etiqueta que porta el trabajador. Las etiquetas utilizadas fueron de tipo carne  permitiendo fácil portabilidad y manejo en el momento de llevarlo consigo. Estos cumplen con los estándares desarrollados para las tarjetas de identificación creados por la ISO. (Gotor, 2009). Al momento de leer la etiqueta de un usuario, el sistema se conecta con una aplicación que permite el acceso a la base de datos remota en la nube y mediante aplicaciones de escritorio se puede ingresar y obtener los datos.

Para la herramienta basada en QR, se necesitó de un código QR y un Smartphone encargado de la lectura del código por medio de una aplicación móvil. El código QR, se genera por medio de la aplicación web al hacer el registro del trabajador y contiene un enlace

a una página web, que permite el acceso y el ingreso de datos a la herramienta de almacenamiento.

- Herramienta de almacenamiento

Como herramienta de almacenamiento, se utilizó una plataforma en nube llamada Ubidots (Ubidots, 2011), que permite definir variables remotas, que almacenan datos obtenidos de sensores como información de fecha y el valor de una medida y que a su vez puede ser consultada a través de una conexión a internet. Dicha característica fue adaptada a este proyecto para guardar cargas de café medidas en kilogramos. Esta plataforma fue provista por Netux, que es una empresa que brinda consultoría y desarrollo de hardware basándose en las nuevas tecnologías. (Netux, 2011).

- Herramientas de conexión

Para poder transmitir datos entre la herramienta de identificación y la herramienta de almacenamiento, se requirió un proceso intermedio de enlace que supliera dicho propósito. Para cada herramienta de identificación se utilizó una conexión diferente; para la basada en RFID se utilizaron aplicaciones de escritorio desarrolladas en lenguaje C#. Para la basada en códigos QR, se creó una aplicación web móvil desarrollada en lenguaje asp.NET, almacenada en un servidor con conexión a internet. Cabe resaltar que todos los datos provistos por cualquiera de las dos herramientas de identificación, se envían a la herramienta de almacenamiento para su procesamiento y utilización.

B. Módulos de interacción del prototipo

- Módulo de registro y administración de trabajadores

El proceso de registro del trabajador, se hizo de dos formas diferentes: se puede ingresar el nuevo usuario mediante la aplicación de escritorio la cual funciona con un lector y una etiqueta RFID, entregada a cada trabajador. El identificador del TAG, con tamaño de 24 bits, es utilizado como referencia para poder relacionar el trabajador que tiene dicha etiqueta, con la variable correspondiente en la herramienta de almacenamiento. Dentro de esta misma aplicación se pueden administrar todos los trabajadores almacenados en la base de datos en la nube , modificando sus registros.

La otra forma para generar un registro nuevo se hizo mediante una aplicación web desarrollada para smartphones. Al momento de ingresar la información de un nuevo usuario, se genera un código de identificación del usuario, para relacionar al trabajador con la variable correspondiente en la herramienta de almacenamiento, la identificación asociada al código QR se genera del mismo tamaño que los códigos de identificación de las etiquetas RFID con el fin que la

relación entre las herramientas sea similar. Esta identificación se representa por medio de un código QR, que permite acceder a una página Web específica de cada usuario, mediante el ingreso autenticado de un usuario y una contraseña del administrador.

Cada registro nuevo, correspondiente a un trabajador, se almacena como una variable nueva creada en la plataforma en nube.

Cabe recalcar que para poder generar un registro o modificación en el caso de la aplicación de escritorio, se necesita de un usuario y una contraseña solamente del administrador.

- Módulo de ingreso de recolección de carga de café

Al igual que el módulo de administración, este funciona utilizando cualquiera de las dos herramientas de identificación de trabajador, las etiquetas RFID y los códigos QR.

Para el sistema basado en etiquetas RFID se creó una aplicación de escritorio que permite obtener los datos de un trabajador identificado con una etiqueta RFID e ingresar los valores de recolección de carga de café.

Dicha aplicación, guarda la información en la plataforma en nube cuando existe conexión a internet.

Dado el caso de que no exista una conexión a internet el registro queda almacenado de forma local, el cual se actualiza a la base de datos en la nube al momento de contar con una conexión a Internet.



Para el sistema basado en códigos QR, se utilizó la misma aplicación web móvil descrita anteriormente. Primero se lee el código QR del trabajador, con lo cual se activa el formulario para ingresar el nuevo registro de recolección de café el cual es almacenado en la plataforma en nube.

- Módulo de pagos

Este módulo se realizó por otra aplicación de escritorio, que permitió obtener los registros almacenados en la nube de cada trabajador utilizando la etiqueta RFID o el código QR desde la misma aplicación web. Esta aplicación de escritorio permite generar pagos de cualquier valor para un trabajador, en cualquier momento.

Para lograr la generación de un pago se utilizó una variable en la nube cuyo último valor guardado representa el precio por kilogramo de café recolectado, el cual se puede modificar en cualquier momento dependiendo del valor actual del café. Conjunto a la creación de esta variable, se creó otra variable por cada usuario registrado, para guardar los pagos realizados a cada uno con sus respectivas fechas.

V. RESULTADOS OBTENIDOS

En la figura 3, se ilustra el momento en que se realiza la toma de una lectura de una etiqueta, utilizando la herramienta de identificación basada en RFID para poder interactuar con la información que se obtiene a partir de ésta. Esta figura muestra el prototipo desarrollado en su funcionamiento.

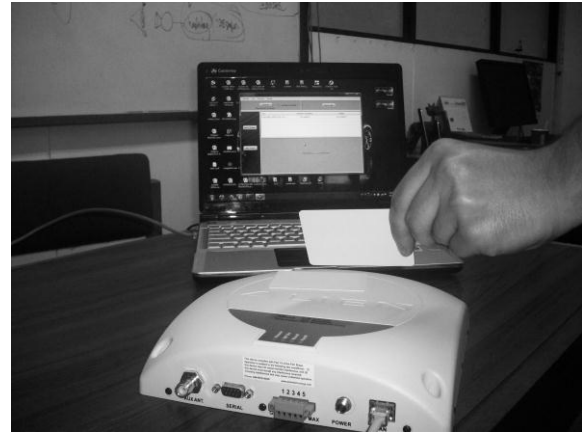


Fig. 3. Haciendo lectura de una etiqueta RFID, simulando la llegada de un trabajador.

En la figura 4, se ilustra el módulo uno, encargado de la administración y registro de trabajadores en el momento en que se va ingresar datos para generar un nuevo usuario después de leer una etiqueta. Este módulo permite el ingreso de información para relacionar un usuario con la herramienta de almacenamiento y si el usuario ya está registrado, esta aplicación permite modificar la información del mismo.

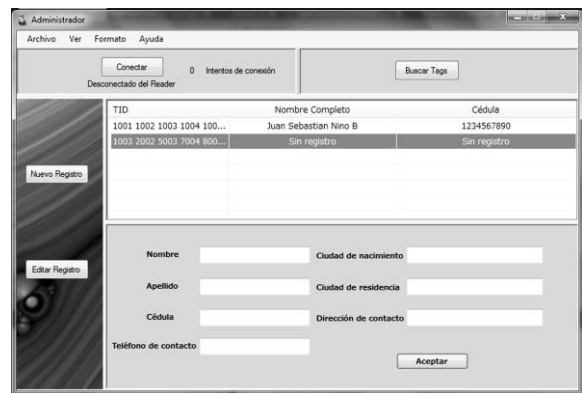


Fig. 4. Aplicación de escritorio para el módulo uno, en el momento que el administrador registra un nuevo trabajador

En la figura 5, se ilustra el módulo dos, encargado del registro de recolección de carga de café de los trabajadores en el momento en que un usuario es identificado mediante su etiqueta, permitiendo visualizar su historial de recolección gráficamente y obteniendo sus datos para saber si es realmente el portador de la etiqueta.

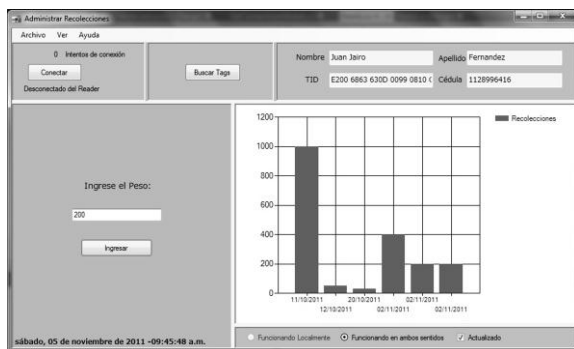


Fig. 5. Aplicación de escritorio para el módulo dos, cuando se ingresa un nuevo registro de recolección.

En la figura 6, se ilustra el módulo tres, en el momento en que muestra las recolecciones del trabajador portador de la etiqueta, con su estado de pago/no pago para poder seleccionar los valores y así generar el pago del mismo trabajador, haciendo aclaración que si el valor ya fue pagado, no se puede volver a seleccionar.

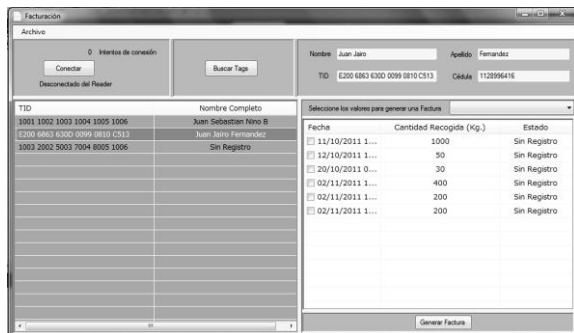


Fig. 6. Aplicación de escritorio para el módulo tres, donde se puede generar la factura de un trabajador.

En la figura 7, se ilustra una variable almacenada en la plataforma en nube con sus valores correspondientes previamente almacenados. Estos son los valores ingresados y que a su vez pueden ser consultados por medio de las aplicaciones de escritorio y la aplicación web para cualquiera de las dos herramientas de identificación.

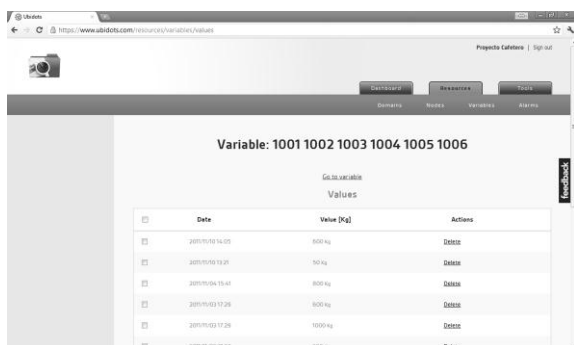


Fig. 7. Herramienta de almacenamiento – plataforma en nube utilizada para almacenar los usuarios con sus respectivos valores de recolecciones de café

VI. ANÁLISIS COMPARATIVO

Al analizar el uso de las dos tecnologías en los dos prototipos basados en etiquetas RFID y códigos QR, se establece que la portabilidad de etiquetas tipo  ofrece la facilidad de manejo de un identificador, y poder hacer uso de la información de forma simple y de fácil acceso. La tecnología de códigos QR se presenta como una alternativa de rápido y mejor manejo que la RFID, debido a que su identificación se hace mediante imágenes con contenido codificado que no necesariamente tienen que ser un chip o un hardware especializado, pero a la hora de poder generar la decodificación correspondiente y hacer la lectura de los mismos, las dos tecnologías necesitan de un medio para lograrlo, RFID por su parte necesita de un lector sofisticado con antenas internas o externas pero que a su vez permite la fácil integración con un medio físico que genere aplicaciones robustas y seguras. Los códigos QR en cambio solo necesitan de un Smartphone con cámara que tenga una aplicación para decodificar la imagen, pero que a su vez no otorga las comodidades del RFID para conectarlo con una aplicación de escritorio, sino que se prefiere una aplicación Web. Es por esto que los costos del QR son considerablemente más bajos que los de RFID. Sin embargo en la actualidad las dos tecnologías son utilizadas como herramienta de identificación en muchas aplicaciones generando comodidad al usuario.

VII. CONCLUSIONES

La solución planteada en el artículo, se presenta como una alternativa a los problemas de logística en el campo; mejorando la confiabilidad de la información, reduciendo la probabilidad de errores y disminuyendo el tiempo de procesamiento. Esta solución se prevé como una alternativa para el campo colombiano.

El almacenamiento de información hoy en día requiere la accesibilidad de información en cualquier lugar y momento, de manera confiable y sin requerir trasladar la información de un lado a otro. La computación en la nube es una alternativa a este almacenamiento, pues da solución a la confiabilidad y disponibilidad de la información de manera ubicua.

La tecnología RFID se presenta como una alternativa al momento de identificar un usuario dentro de un sistema, debido a que es confiable manejando los datos de identificación, presenta portabilidad, evita el ingreso manual de la identificación y simplifica la interacción con el usuario.

A diferencia de la tecnología RFID, la forma de identificación de los códigos QR no necesariamente tiene que ser un chip o un hardware especializado pero se presentan también como otra alternativa al momento de identificar un usuario dentro de un

sistema, ya que cumple con las otras características de la tecnología RFID y los costos de implementación son menores.

Con los resultados obtenidos del proyecto se puede inferir que al sistematizar todos los procesos de recolección, almacenamiento y pago dentro de una finca cafetera, se reduce ostensiblemente el tiempo de manejo de la información, la confiabilidad de los datos y la seguridad de los mismos, lo que hace apto para una implementación real.

AGRADECIMIENTO

Se agradece el compromiso incondicional por parte del grupo de investigación GIDATI de la universidad pontificia bolivariana, en especial a los investigadores PhD Roberto Hincapié y director de carrera del área de Telecomunicaciones e informática Javier Emilio Sierra. De igual forma a la empresa NETUX, en especial al Ingeniero Sergio Marín por su disposición en la solución de inquietudes y por los diferentes recursos facilitados. “La responsabilidad científica de este trabajo es solamente de los autores”

REFERENCIAS

- [1] RODRIGUES, Monica (2011) – “La situación regional: TIC e Inclusión Social y Productiva en América Latina y el Caribe” [En Línea] <Disponible en: <http://www.cepal.org/dds/noticias/paginas/2/41012/tic-inclusion-social-America-Latina-Caribe-Martin-Hopenhayn.pdf>> [Consulta: Julio 2011]
- [2] CAMACHO, Alina (2011) – “RFID: La revolución a la hora de identificar productos” < Disponible en: <http://www.revistadelogistica.com/rfid-la-revolucion-a-la-hora-de-identificar-productos.asp/>>. [Consulta: Julio 2011]
- [3] GOTOR CARRASCO, Eva. Escuela Universitaria de Informática. Universidad Politécnica de Madrid. Junio 2009. “Estado del arte en tecnologías RFID”. [En línea]. < Disponible en: http://www.criptored.upm.es/guiateoria/gt_m001s.htm>. [Consulta: Julio 2011]
- [4] La Tecnología RFID: Usos y oportunidades (2009) [En Línea] <Disponible en: http://www.aetic.es/CLI_AETIC/ftpportalweb/documentos/RFIDCOMPLETO.pdf> [consulta: Agosto 2011]
- [5] Computación en nube, (2011) [En Línea]. <Disponible en: <http://www.computacionennube.org/computacion-en-nube/>> [Consulta: agosto 2011]
- [6] TECNOLOGÍA PYME “¿Qué Son Los Códigos QR?” (2010) [En Línea]. <Disponible en: <http://www.tecnologiapyyme.com/productividad/que-son-los-codigos-qr> [Consulta: Julio 2011]
- [7] The Global language of business, UHF Class 1 Gen 2 Standard v. 1.2.0. (2008). [En Línea]. <Disponible en: http://www.gs1.org/gsmp/kc/epcglobal/uhfclg2/uhfclg2_1_2_0-standard-20080511.pdf> [consulta: Agosto 2011]
- [8] UBIDOTS, Remote monitoring website, [En Línea], <Disponible en: <http://www.ubidots.com/>> [Consulta: Septiembre 2011]
- [9] NETUX, Tecnología Aplicada, “Quiénes somos” [En Línea]. <Disponible en: <http://www.netux.com/>> [Consulta: Septiembre 2011]
- [10] ALLIEN TECHNOLOGY CORPORATION, Documento “Guide, Hardware Setup, ALR – 9650”. [Consulta: Marzo 2011]

- [11] Rfid-Magazine, “Guía práctica sobre el lector RFID”. [En línea] <Disponible en: http://www.rfid-magazine.com/_images/2281/El_lector.pdf> [Consulta: Febrero 2011]
- [12] HUIDOBRO, José Manuel, RFID: Identificación por Radiofrecuencias. [En línea] <Disponible en: <http://www.networkworld.es/RFID:-Identificacion-por-radiofrecuencias/seccion-networking/articulo-155908>. [Consulta: Marzo 2011]
- [13] CÓDIGOS QR, [En Línea] <Disponible en: <http://www.codigos-qr.com/>> [Consulta Junio 2011]
- [14] SWEDBERG, Claire (2009). RFID Journal - “RFID Helps Improve Agricultural Worker Productivity” [En línea]. < Disponible en: <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/5148/1/1/>>. [Consulta: Julio 2011]

SOBRE LOS AUTORES

Juan Sebastián Niño Becerra, Estudiante egresado no graduado de Ingeniería de telecomunicaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana en 2011.

John Jairo Palencia Prada, Estudiante egresado no graduado de Ingeniería de telecomunicaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana en 2011.

Roberto Hincapié, Docente e Investigador de la Facultad de ingeniería Informática y telecomunicaciones. Es coordinador del grupo de investigación GIDATI.