



Sistemas de pronósticos agrícolas, una apuesta a la optimización de sus insumos. Caso del tubérculo de la malanga*

Danilo Garcia Sales**, Roberto Porto Solano***, Ricardo Simancas****, Maribel Molina Correa*****, Hugo Hernández Palma*****

Agricultural forecast systems, betting to the optimization of supplies. The case of the malanga tuber

Sistemas de prognósticos agrícolas, uma aposta à otimização de seus insumos. caso do tubérculo do Taro (Colocasia Esculenta)

RESUMEN

Introducción. La escasez de los insumos necesarios en la producción de productos

agrícolas es una realidad, muchos de ellos viene dado a largos veranos y otras debido a los altos precios de fertilizantes, los cuales se deben importar y en muchas ocasiones dependen de

* Artículo resultado de Investigación del grupo AGLAIA de la Corporación Universitaria Americana, Categoría C Colciencias, Proyectos Sistémicos del Agro. En colaboración con los grupos de investigación TES, categoría D Colciencias, y GISELA categoría B Colciencias, de la Corporación Universitaria Americana, en cooperación con el grupo de investigación GILO de la Corporación Universitaria Latinoamericana. Co-investigador colaborador: Carlos González Beleño. Semillero de investigación AGLAIA de Ingeniería de Sistemas. Corporación Universitaria Americana. ** Ingeniero de Sistemas, Universidad del Norte. Docente TC Investigador Corporación Universitaria Americana. Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad del Norte. Mail: garciadanilo@coruniamericana.edu.co. *** Ingeniero de Sistemas, Universidad del Norte. Docente TC Investigador Corporación Universitaria Americana. Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad del Norte. Mail: rporto@coruniamericana.edu.co **** Licenciado en Educación. Técnico Superior en Diseño Publicitario. Especialista en Gerencia de Mercadeo Estratégico. Magister en Gerencia de Mercadeo, Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín. Líder del grupo de investigación GISELA. Docente TC. simancasricardo@coruniamericana.edu.co. ***** Trabajadora Social. Especialista en Modelos, Tipos y Diseños de Investigación. Magistra en Educación con énfasis en Procesos Curriculares y Doctora en Ciencias de la Educación. Docente y Vicerrectora Académica Nacional Corporación Universitaria Americana. Mail: maryomoli@hotmail.com. ***** Ingeniero Industrial y Magíster en Sistemas de Gestión, universidad Autónoma del Caribe. Especialista en estudios Pedagógicos, Docente investigador Grupo GILO Corporación Universitaria Latinoamericana. E-mail: hugoghernandezpalma@gmail.com

Autor correspondencia: Danilo Garcia Sales, email: garciadanilo@coruniamericana.edu.co

Artículo recibido: 20/03/2016; Artículo aprobado: 20/05/2016

la variabilidad de factores externos. **Objetivo.** Establecer una solución tecnológica para capturar, procesar y mostrar resultados, que ayudarán en la toma de decisiones en particular para el cultivo de la malanga. **Materiales y métodos.** Se utilizó arduino para el muestreo de datos y comparación y distribución de los mismos. **Resultados.** Mediante esta solución tecnológica es posible entregar productos de calidad y optimizando los insumos para producirlos

mejorando las condiciones de desarrollo de los sectores agropecuarios. **Conclusión.** El aplicativo tecnológico presentado no solamente puede ser utilizado en específico para el cultivo de la malanga, por el contrario, puede ser aplicado a cualquier cultivo agrícola.

Palabras claves: sistemas de información, agricultura, modelos, predicción, malanga, interdisciplinaria.

ABSTRACT

Introduction. The scarcity of the necessary supplies for producing agricultural products is a reality. Many of them are scarce due to long summer seasons and others are scarce due to the high prices of fertilizers, which must be imported and many times are depending on the variability of external factors. **Objective.** Establish a technological solution to capture, process and show results that will help in the decision making related, particularly, to the malanga cultivation. **Materials and methods.** Arduino

software was used for the sampling of the data and for their comparison and distribution. **Results.** By means of this technological solution, it is possible to deliver high quality products and optimize the supplies to produce them, improving the development conditions for the agropecuary sectors. **Conclusion.** The technological application presented not only can be specifically used to cultivate malanga. As a matter of fact, it can be applied to any crop.

Key words: information systems, agriculture, models, prediction, malanga, interdisciplinarity.

RESUMO

Introdução. A escassez dos insumos necessários na produção de produtos agrícolas é uma realidade, muitos deles vem dado a longos verões e outras devido aos altos preços de fertilizantes, os quais se deve importar e em muitas ocasiões dependem da variabilidade de fatores externos. **Objetivo.** Estabelecer uma solução tecnológica para capturar, processar e mostrar resultados, que ajudarão na toma de decisões em particular para o cultivo do Taro. **Materiais e métodos.** Se utilizou arduino para a amostragem de da-

dos e comparação e distribuição dos mesmos. **Resultados.** Mediante esta solução tecnológica é possível entregar produtos de qualidade e otimizando os insumos para produzir melhorando as condições de desenvolvimento dos setores agropecuários. **Conclusão.** O aplicativo tecnológico apresentado não somente pode ser utilizado em específico para o cultivo do Taro, pelo contrario, , pode ser aplicado a qualquer cultivo agrícola.

Palavras claves: sistemas de informação, agricultura, modelos, predição, Taro, interdisciplinaria.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día sabemos que la escasez de los insumos necesarios en la producción de productos agrícolas es una realidad, muchos

de ellos viene dado a largos veranos y otras debido a los altos precios de fertilizantes, los cuales se deben importar y en muchas ocasiones dependen de la variabilidad de factores externos, como los son el precio del dólar y del petróleo.

Crear sistemas de información que permitan monitorear y determinar cuál sería la mejor decisión a tomar, sin sacrificar la calidad de los productos y así mismo optimizar los recursos necesarios para su producción, son los grandes retos a los que se viene enfrentando el sector de la agricultura para entregar productos a precios muy competitivos.

En la actualidad, existe mucha demanda de tubérculos como la malanga que se siembra en zonas tropicales, el cultivo del mencionado producto puede realizarse dependiendo de las condiciones climáticas del año debido a que este depende de la cantidad de agua que se le suministre para obtener una buena cosecha. A este tubérculo se le hace mantenimiento desde el momento de sembrado, ya que dependiendo de lo proyectado a cosechar el tamaño de la semilla puede variar de entre los 200 gramos y valores menores a 50 gramos, para épocas de sequía suelen sembrarse semillas de 200 gramos. Luego del sembrado, la producción de ella dependerá mucho del riego de agua y el control de maleza en la zona, dicho control se lleva a cabo durante 10 a 12 meses que es tiempo esperado a recibir la cosecha de la malanga. Una vez pasado este tiempo se procede a la cosecha de la malanga. (Malanga - EcuRed, s/f)

Sumado a lo anterior, durante todo el tiempo de la espera de la producción solo se puede abonar la tierra y quitar la maleza para esperar tener un alta calidad del cultivo y máxima rentabilidad de la cosecha, esto conlleva al problema del desconocimiento del tamaño, peso y calidad puede llegar a tener cada uno de los elementos del cultivo, debido a que los mismos están bajo tierra y su revisión temprana puede ocasionar daños en el producto, representando pérdidas para el campesino.

Lo descrito en el párrafo anterior, podría tener una solución a partir de registros históricos comenzado desde el tipo de semilla escogida a sembrar y registrando la zona en donde se sembró, con esto se iniciaría un seguimiento de las circunstancias ambientales que puede

sufrir el cultivo por los abonos y fumigaciones a la cual es sometida durante todo el tiempo del cultivo con el fin de poder comparar dichos datos con próximos valores y así pronosticar de qué tamaño, peso y calidad tendría el producto cultivado para poder hallar una rentabilidad del mismo y realizar mejores tomas de decisiones.

Con el modelo de pronóstico en el cultivo de la malanga el agricultor se beneficiara en saber la rentabilidad que tendrá el cultivo al momento de la cosecha, informándole el estado durante todo el proceso antes de la cosecha. Aplicando el modelo podrá tomar decisiones para obtener productos de mayor calidad haciéndole seguimiento durante los 10 o 12 meses de cultivo.

Adicionalmente, contará con estadísticas de productividad y rentabilidad de los años sembrados, las cuales reflejaran los gastos hechos y las ganancias recibidas en los periodos de siembra y cosecha. Dichos beneficios son causales de la sistematización que se realice a los procesos antes mencionados en la problemática.

Vale la pena resaltar que este tipo de herramientas permiten al agricultor mejorar la toma de decisiones, teniendo en cuenta las variables que afectan sus cultivos, permitiéndole obtener la rentabilidad del cultivo en cualquier momento y lo más importante la calidad que obtendría de sus productos, ya que se tiene un registros de las variables que han incidido sobre el cultivo a lo largo del proceso.

Con esto se daría solución a diversos problemas financieros para los agricultores, el saber qué cantidad de cultivo sembrar en las diversas épocas del año, qué tipo de semilla, cuánta cantidad de agua dispersar sobre sus cultivos, cuánta cantidad de abono proveer y cuántas fumigaciones hacer para disminuir en lo más posible la pérdida en el sembrado, al igual que optimizar todos estos recursos, ya que algunos son muy escasos y de otros los precios son muy elevados, por lo que utilizar menos o lo necesario, le ofrecería mejor rentabilidad al agricultor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fundamentación teórica

Es importante recalcar que la actividad agrícola ha sido a través de los tiempos base fundamental en el desarrollo de las civilizaciones, en tanto que varias propuestas, sobre todo en la utilización de tecnologías limpias, en especial las de agroecología son una utopía en la aplicación generalizada en los sistemas agrícolas mundiales, ya que se necesita integrar sus actores para que se apropien de las ventajas de la utilización de éstas técnicas (Brown y Gil, 2003).

En China podemos encontrar trabajos en los que se utilizan técnicas de optimización para realizar, cálculos inteligentes de la irrigación necesaria de agua sobre un cultivo, lo cual es muy importante siendo este un recurso muy importante y en algunas partes bastante escaso. De los modelos propuestos se utilizaron novedosos algoritmos y técnicas, con los cuales se pudo obtener los resultados óptimos (Jie, 2014).

Otros trabajos que al igual se han trabajado en China, tienen que ver con sistemas de información para monitorear las tierras basados en información geográfica, lo cual les permite precisar que tipo de cultivos se pueden aprovechar, dada las características del suelo, o en el dado caso que no es factible cultivar en alguna tierra (Liao, Chen, Zhang y Qin, 2012).

En China cuentan con un sistema de información geográfico, sobre el cual se caracterizan los cultivos, en específico para este estudio se toma un área de China, para que posteriormente se puedan visualizar y cuantificar los tipos de cultivos con cuenta la región (Qiu Bingwen, 2005).

En Argelia al igual que en China, científicos han propuesto modelos para optimizar la cadena de suministros de los productos agrícolas, teniendo en cuenta no solamente la parte económica sino la parte de la salud pública (Boudahri, Bennekrouf y Sari, 2013).

En Tailandia al igual trabajan con modelos de característica multi-objetivo para administrar el

agua basado en los pronósticos de agua lluvias, sobre los cuales les aplican técnicas, y las tomas de decisiones que antes las realizaban expertos ahora las realiza las computadoras, teniendo variables que hacen más precisa las predicciones y los resultados (Khummongkol, Sutivong, y Kuntanakulwong, 2007).

En Corea han realizado trabajos para predecir el resultado de una cosecha en específico sobre cultivos de Manzanas, dependiendo de las predicciones climatológicas, esto es muy importante ya que se pueden tomar medidas, y si son pertinentes tomarlas (Lee y Moon, 2014).

Durante varios años los científicos han dado a conocer la importancia de crear modelos para la solución de problemas, hace décadas se ha venido pensando de qué manera se pueden establecer modelos en cambios climáticos que afectan directamente la producción en la tierra agrícola, tal como lo plantea Seijas, Puebla, Robaina, Lazo y Durruty (2009) en su tema: "Propiedades físicas de algunos suelos de Cuba y su uso en modelos de simulación", la cual explica la importancia de tener un modelo predictivo sobre el riego de agua en los cultivos, la cual afecta directamente a la producción de este y la importancia de tener un sistematizado los datos resultantes de los procesos de siembra y cultivo en las tierras campesinas.

En México se realizó un Sistema de pronóstico climático del tizón tardío (*phytophthora infestans*) en el cultivo de la papa en la provincia de Villa Clara.

Se realizaron los registros y estudios micro climáticos (temperatura y humedad relativa) del cultivo de la papa en la provincia de Villa Clara, durante 10 campañas (1972-1973, 1976- 1977, 1983-1984, 1984- 1985, 1985-1986, 1986-1987, 1987-1988, 1988-1989, 1998-1999 y 1999-2000), en las áreas de producción ubicadas en diversas empresas de cultivos así como en parcelas de investigación en las estaciones experimentales agrícolas, obteniendo modelos para el pronóstico de la humedad relativa y temperatura en el microclima asociado a las plantaciones de papa a partir de los datos obtenidos de reportes de estaciones meteorológicas (Habana y Isla, s/f).

Un año después, allí mismo en México se realizó en lanzamiento de la segunda versión del Sistema de Pronóstico Climático de NCEP (CFSv2) fue puesto en funcionamiento en el NCEP en marzo de 2011. La implementación operativa del sistema completo asegura una continuidad de los registros climáticos y proporciona un valioso conjunto de datos actualizados para estudiar muchos aspectos de la previsibilidad en las escalas estacionales y subestacionales, creando muchos más productos para la predicción con un amplio conjunto de pronósticos retrospectivos para los usuarios para calibrar sus productos de predicción. Estas previsiones operacionales en tiempo real, son utilizadas por la comunidad científica en sus procesos de toma de decisiones en áreas tales como la gestión del agua para los ríos y la agricultura (Cadena y Jesús, 2015).

También encontramos en Argentina un modelo de pronósticos para predicción de incendios en la provincia de Córdoba, este tiene como objetivo proveer un modelo de pronóstico para la detección de incendios forestales en la Provincia de Córdoba. Se elaboró un modelo computacional que captura la presencia de patrones de comportamiento humanos y de índole climática, tales como humedad, presión, temperatura y cantidad de lluvia caída en una zona determinada, asociados a incendios forestales (Castillo, Cárdenas, Gordillo y Vázquez, 2011).

Otro de los países interesados en realizar sistemas de pronósticos para cultivos es Cuba, quien publica en su revista "Ciencias Técnicas Agropecuarias" el artículo Eficiencia de un modelo de simulación de cultivo para la predicción del rendimiento del maíz en la región del sur de la Habana, donde demuestra la eficiencia del modelo de simulación de cultivo STICS, para la predicción del rendimiento del cultivo del maíz ante diferentes condiciones climáticas y de manejo hídrico en la región del sur de La Habana.

Se parte de la información disponible de experiencias de campo y se utilizan distintos valores del parámetro límite de estrés para el cálculo automático de los riegos (ratiol), definido

en los ficheros de itinerarios técnicos del modelo, como criterio para simular el manejo del riego. Se comparan los valores observados y simulados de las experiencias de campo analizadas, a partir de las variables de salida: número de riegos, agua total aplicada, evapotranspiración total del cultivo y rendimiento.

Los índices utilizados para analizar la precisión de la simulación del modelo fueron: Coeficiente de Correlación, r , Desviación Media, DM y Prueba t de estudiantes para muestras independientes. Los resultados muestran una buena predicción del manejo del riego y su efecto sobre el rendimiento del maíz en la zona de estudio y evidencian la eficacia del modelo en la simulación de la influencia de distintas épocas de siembra en el rendimiento de un cultivo de creciente importancia económica en la región (Seijas, Puebla, Robaina, Lazo y Durruty, 2009).

Además en Cuba se realizó un estudio de Percepciones del tiempo climático en las poblaciones campesinas de Contramaestre, específicamente en Santiago de Cuba el cual intenta describir los sistemas de pronósticos y predicciones que tradicionalmente han utilizado los campesinos de las poblaciones campesinas de Contramaestre relacionados con los cambios estacionarios del clima y los ciclos de cosechas. El estudio realizado señala que Las Cabañuelas constituye un sistema de pronóstico que estructura el tiempo general, con una periodicidad anual y donde las predicciones se establecen a partir de indicadores atmosféricos soportados en interpretaciones del comportamiento del clima (Molina, 2014).

En el 2012 con la llegada del TLC Colombia se viene esforzando por alcanzar estándares de calidad que le permitan exportar sus productos. Para contribuir con ese propósito, la Universidad de La Salle ofrece una innovadora tecnología, se trata del Plato Medidor de Praderas o *Rising Plate Meter*.

El dispositivo permite medir el pasto y prever cuál es el mejor momento para que el ganado se alimente, una actividad vital que define la calidad

de la carne y lácteos, pero que en el país se realiza, como se dice popularmente al “ojímetro” (Nueva tecnología para el agro llega a Colombia, s/f).

También Podemos Observar el apoyo que ha dado el gobierno Colombiano a innovar en este tipo de herramientas en el área agropecuaria. En el invernadero del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira se viene implementando el cultivo de semillas de la planta Malanga, tubérculo parecido a la yuca y originario de las zonas tropicales de América, con un alto componente energético y señalado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación como uno de los principales productos para los programas de seguridad alimentaria en el mundo.

La iniciativa liderada por los instructores en Biotecnología Vegetal Germán Caro Meléndez y Carlos Bustamante Serrano, junto con 27 aprendices del área agrícola, busca producir semillas limpias, tratadas en laboratorios con técnicas *in vitro* y de forma manual, beneficiando a los agricultores con un material sano con producciones altas y libres de plagas y enfermedades. (Audiovisuales, 2010).

En el 2015 Llega la noticia que través de las TIC, Gobierno impulsará proyectos para el agro colombiano Con un presupuesto total de 4.300 millones de pesos, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y su aliado Colciencias, abre la convocatoria ‘TIC y Agro’ para cofinanciar proyectos orientados al desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras que beneficien a las diferentes comunidades organizadas de productores agropecuarios, es decir: cooperativas, fundaciones, gremios, asociaciones y Organizaciones No Gubernamentales (ONG) que trabajen de manera directa en actividades agrícolas relacionadas con el desarrollo rural.

Las participantes de la convocatoria ‘TIC y Agro’ podrán hacer sus propuestas teniendo en cuenta líneas temáticas relacionadas a las cadenas de producción agrícola: sistemas de información técnica, de mercado, de propiedad de la tierra, datos georreferenciados, información de clima, desarrollos para llevar información a los

campesinos a través de terminales inteligentes y de gama baja, bancarización, educación, sistemas de información de precios, distribución y productos, entre otros. A través de las TIC, Gobierno impulsará proyectos para el agro colombiano - (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones”, s/f).

Muestreo de datos

En esta parte se toman los datos atmosféricos del ambiente (temperatura y humedad) y se registran la base de datos, esta tarea se realizara cada hora del día y al final del día se tomara un resultado en promedio de todos, el cual se almacenara diariamente en tablas de la base de datos. Cada mes se registrara la frecuencia relativa tomada de los valores atmosféricos guardados diariamente.

Comparación y distribución de datos

Para este cálculo se tendrán en cuenta todos los valores registrados mensualmente en el muestreo de datos anterior y se compararan los valores actuales con valores de fechas anteriores dentro del mismo periodo. Por ejemplo: el mes 2 de los últimos 5 años y se compara con el mes 2 del cultivo actual.

Calculo de aproximación

En este cálculo se tomara los resultados de los datos comparados anteriormente y se introducirán en una fórmula matemática que de un estimado de lo que puede ser la producción actual. Por ejemplo: Se toman los resultados anteriores, se observa cual fue el producido de esos años y las condiciones meteorológicas de ambos y si son similares a las actuales, realizaremos una estimación con una fórmula matemática de lo que puede ser el producido de este año.

RESULTADOS

Solución Tecnológica

La presente solución tiene como objetivo pronosticar la calidad del producto la malanga y

su rentabilidad, como su vez mostrar el estado en cual se encuentran los productos sembrados.

El prototipo del sistema consta con un dispositivo electrónico equipado con un sensor de temperatura y humedad que se colocará

sobre terreno plantado con la malanga, el cual almacenará internamente los datos capturados de la temperatura, la humedad y el estado del suelo, esto en el dado caso de que el dispositivo no posea conectividad a internet y no se pueda sincronizar con el aplicativo del cloud.

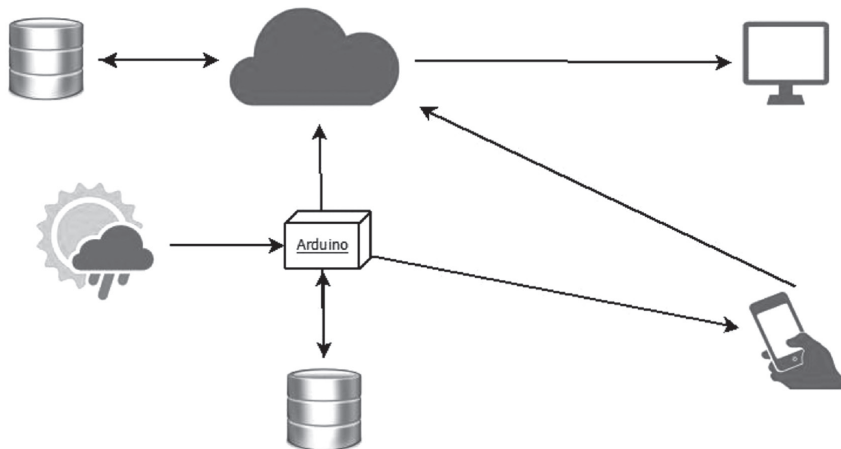


Figura 1. Esquemático flujograma del aplicativo

Fuente: elaborada por los autores

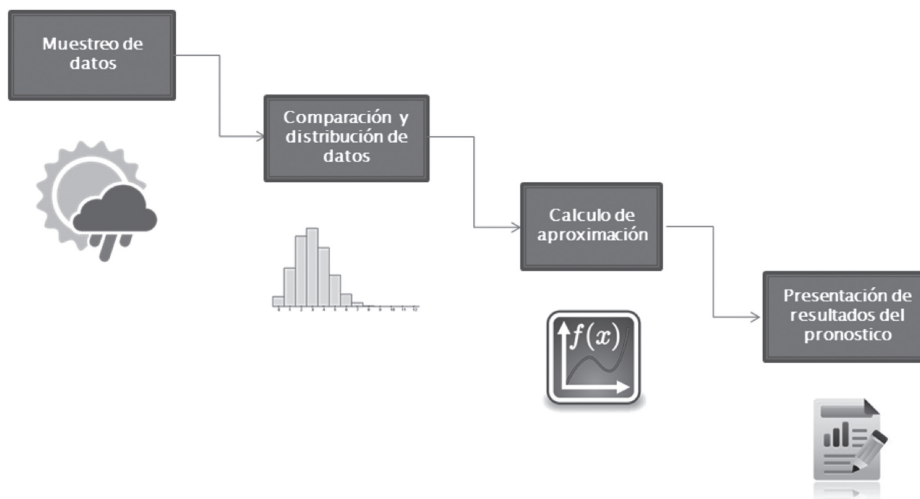


Figura 2. Modelo del sistema para el pronóstico del cultivo de la Malanga

Fuente: elaborada por los autores

Para este caso el dispositivo arduino guarda la información de manera local, para que luego a través de un aplicativo se sincronice esa información a través de conexión Bluetooth, y luego cuando el dispositivo móvil recobre conectividad a internet envíe los datos al aplicativo que se encuentra alojado en el servidor, para luego poder someter dichos datos a la ecuación matemática que nos pronosticará la calidad y la rentabilidad del producto.

Estos datos a su vez se visualizarán en la aplicación web alojada en un servidor, así como también los resultados del pronóstico de calidad y rentabilidad del producto.

Presentación de resultado de pronóstico

De lo antes mencionado y calculado, se procede a mostrar un informe del pronóstico de rendimiento que tendrá su cultivo, con sus respectivos márgenes de error y su porcentaje de éxito.

CONCLUSIÓN

Mediante el anterior trabajo presentamos una propuesta tecnológica que no solamente puede ser utilizada en específico para el cultivo de la malanga, por el contrario puede ser aplicado a cualquier cultivo agrícola. En tanto que el único aspecto necesario para trabajar para cada uno de los distintos cultivos, es el modelo, el cual se encargará de revisar los parámetros que lleva el cultivo y con base a ellos tratará de predecir el estado de los productos de la cosecha, lo cual es un aspecto muy importante para los agricultores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Audiovisuales, M. (2010). *Déjame Decirte Regional Magdalena: Aprendices lideran proyecto de cultivo de Malanga en el Departamento*. Recuperado a partir de <http://dejamedecirtereionalmagdalena.blogspot.com.co/2010/02/aprendices-lideran-proyecto-de-cultivo.html>
- Boudahri, F.; Bennekrouf, M. & Sari, Z. (2013). Optimal design of the real agri-foods supply chain with into account human health (pp. 336–342). IEEE. <http://doi.org/10.1109/CoDIT.2013.6689567>
- Brown, O. y Gil, R. (2003). Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura. *Interciencia*, 28(5), 252–258.
- Cadena, G. y Jesús, M. (2015). *Descripción del modelo acoplado the Climate Forecast System version 2 (CFSv2) para la predicción estacional del clima en México*. Recuperado de <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/39367>
- Castillo, J.; Cardenas, M.; Gordillo, R. y Vázquez, J. (2011). Un modelo de pronósticos para predicción de incendios en la provincia de Córdoba. Presentado en *XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/10915/20008>
- Habana, S. y Isla, L. (s/f). Sistema de pronóstico climático del tizón tardío (*phytophthora infestans*) en el cultivo de la papa en la provincia de Villa Clara. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 1695, 7504.
- Jie, Z. (2014). *Irrigation Water Optimization Allocation Based on Intelligent Calculation*. (pp. 371–374). IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICMTMA.2014.91>
- Khummongkol, R. Sutivong, D. y Kuntanakulwong, S. (2007). *Water Resource Management Using Multi-objective Optimization and Rainfall Forecast*. (pp. 2449–2454). Recuperado de: <http://doi.org/10.1109/ICCCIT.2007.314>
- Lee, H. y Moon, A. (2014). *Development of yield prediction system based on real-time agricultural meteorological information*. (pp. 1292–1295). Global IT Research Institute (GIRI). <http://doi.org/10.1109/ICACT.2014.6779168>
- Liao, G.; Chen, J.; Zhang, H. y Qin, C. (2012). *An integrated agricultural land quality monitoring information system based on standard plots and WebGIS*. (pp. 1–9). IEEE. <http://doi.org/10.1109/Agro-Geoinformatics.2012.6311685>
- Malanga - EcuRed. (s/f). Recuperado el 12 de junio de 2016, a partir de <http://www.ecured.cu/Malanga>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (s/f). *A través de las TIC, Gobierno impulsará proyectos para el agro colombiano*. Recuperado el 12 de junio de 2016, a partir de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-12897.html>
- Molina, J. (2014). Percepciones del tiempo climático en las poblaciones campesinas de Contramaestre,

- Santiago de Cuba. *Batey: una revista cubana de Antropología Social*, 6(14), 98–109.
- Nueva tecnología para el agro llega a Colombia. (s/f). Recuperado el 12 de junio de 2016, a partir de <http://www.colombia.com/tecnologia/visionarios/sdi/43450/nueva-tecnologia-para-el-agro-llega-a-colombia>
- Qiu Bingwen. (2005). *Development and application of an agricultural geographic information system of Fujian Southern area*. 2(858–861). IEEE. <http://doi.org/10.1109/IGARSS.2005.1525245>
- Seijas, T.; Puebla, J.; Robaina, F.; Lazo, G. y Durruty, Y. (2009). Eficiencia de un modelo de simulación de cultivo para la predicción del rendimiento del maíz en la región del sur de La Habana. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(3), 1–6.