

# SISTEMA DE SOPORTE A LA TOMA DE DECISIONES PARA PROCESOS DE GERMINACIÓN Y CULTIVO EN INVERNADEROS

## DECISION SUPPORT SYSTEMS IN GERMINATION AND CULTIVATION PROCESSES IN GREENHOUSE CROPS

CARLOS ALBERTO COBOS L.<sup>1</sup>, JIMENA ADRIANA TIMANÁ P.<sup>2</sup>, RENE VALENCIA VALLEJO<sup>3</sup>

### PALABRAS CLAVE:

Sistema de soporte a la toma de decisiones, minería de datos, invernaderos, arquitectura, trabajo de campo, pre-germinación, germinación, repique.

### KEY WORDS:

Decision support systems, data mining, greenhouses, architecture, fieldwork, pre germination, germination, chiming.

### RESUMEN

*La utilización de herramientas obsoletas, la aplicación de técnicas empíricas en procesos tradicionales de cultivo, la falta de sistemas informáticos y de personal capacitado para el manejo de maquinaria de última generación en las labores del campo, hacen parte de la larga lista de factores de atraso del sector agrícola de un país. En búsqueda de una iniciativa que ayudara a contrarrestar esta problemática, se vio la necesidad de crear un sistema que brindará a agricultores, productores e investigadores, información, gestión y soporte, referente a las labores desarrolladas en el campo. Este artículo describe un sistema de soporte a la toma de decisiones a nivel arquitectónico y funcional, llamado GreenDSS. El cual utiliza tecnologías de bodegas de datos, procesamiento analítico en línea y minería de datos, para contribuir y mejorar la eficiencia y competitividad de los procesos agrícolas a través de la identificación y selección de los protocolos de cultivo más eficientes dentro de los invernaderos.*

### ABSTRACT

*The use of obsolete tools, the application of empiric techniques in the traditional processes of cultivation, the lack of informatics systems as well as the lack of trained personnel for handling state of the art machinery in farming labor, make part of a long list of progress delay factors of the agricultural sector of a country. Searching for an initiative that helped to counteract this problem, we noticed the necessity of creating a system that*

---

Recibido para evaluación: Diciembre 18 de 2007. Aprobado para publicación: Febrero 14 de 2008

1 Ingeniero de Sistemas, M.Sc. Profesor Planta Universidad del Cauca. Popayán, Cauca (Colombia).

2 Ingeniera de Sistemas, Profesor Ocasional Universidad del Cauca. Popayán, Cauca (Colombia)

3 Ingeniero de Sistemas, Profesional Dexon Software S.A.

*offered farmers, producers and researchers, information, management and support, related to work developed in the countryside. This paper describes a decision support system at an architectural and functional level, called GreenDSS. That uses Data Warehouses, Analytic On-Line Processing and Data Mining technologies, in order to contribute and improve the efficiency and competitiveness of agricultural processes through the identification and selection of the most efficient cultivation protocols inside greenhouses.*

## INTRODUCCIÓN

A finales de los años 80 y principios de los 90's, la tecnificación del campo en los grandes países industrializados sufrió un gran auge, en parte, a las inversiones y políticas desarrolladas en ciencia, tecnología e innovación para la consolidación y modernización del sector productivo, por parte del Estado; y al apoyo de empresarios, agentes financiadores y las investigaciones realizadas en los campus de educación superior.

En los países de crecimiento acelerado como Estados Unidos y Japón, la inclusión de la electrónica, las telecomunicaciones el uso de modernas computadoras, etc, ha hecho de estas potencias, líderes mundiales en muchos sectores, entre ellos el de la informática y la biotecnología.

La introducción de máquinas que involucran sistemas de posicionamiento global, monitoreo de cultivos a través de sensores foto sensibles, imágenes satelitales o fotografías aéreas para el control de crecimiento en cultivos, entre otros, son su común denominador; sin embargo, en los países en vía de desarrollo, como Colombia, que presenta una infraestructura productiva estancada y que no ha logrado avances significativos en cuanto a la introducción de tecnología en las diferentes actividades económicas, la aplicación de conocimientos empíricos y la utilización de herramientas rústicas y manuales es todavía notoria. Es difícil encontrar en las pequeñas y medianas zonas de siembra del área rural, maquinaria, sistemas informáticos (a bajo precio y en lengua nativa), etc., que brinden información y soporte referente a las labores desarrolladas del campo, que involucran en muchas ocasiones, factores que no se tienen en cuenta para lograr una producción de alimentos en óptimas condiciones.

El Gobierno y sus ministerios, agricultores e investigadores tienen el reto de desarrollar un sector con décadas de atraso y un gran déficit en recursos económicos. El incremento de la población, demanda un aumento sostenible en la producción de alimentos y

la necesidad de encarar la globalización y los nuevos mercados hacen imperativa la modernización de los procesos agrícolas.

La producción de cultivos en viveros, es una de las técnicas más usadas actualmente en la producción agrícola. La ventaja del sistema de invernadero sobre el método tradicional a cielo abierto, es que, bajo un invernadero, se establece una barrera entre el medio ambiente externo y el cultivo. Esta barrera crea un microclima que permite proteger el cultivo de factores externos. La automatización del invernadero provee al agricultor de un manejo preciso de variables ambientales como temperatura, humedad, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), entre otras, que no se logran con una interacción manual. Así mismo, la productividad por metro cuadrado se incrementa y se disminuyen los costos en fertilizantes y mano de obra.

En la actualidad, los sistemas de monitoreo y control para invernaderos automatizados se encuentran en una etapa de desarrollo a nivel mundial. El principal inconveniente que tienen los países en vía de desarrollo para la adopción de estas tecnologías son los altos costos de adquisición y montaje. Sin embargo, iniciativas como el desarrollo de un sistema de control y monitoreo de variables ambientales para invernaderos desarrollado por la Universidad de Pamplona, es un importante ejemplo que muestra el apoyo que pueden brindar las instituciones de educación superior en la modernización del sector agrícola Colombiano.

Este artículo presenta el desarrollo de un sistema de soporte a la toma de decisiones o DSS (Decision Support System), implementado para apoyar a agricultores e investigadores en la identificación de técnicas de cultivo en invernadero más eficientes, a partir del análisis de los datos recolectados por los sistemas de monitoreo dentro de un invernadero.

En la primera sección, se mencionan las temáticas y/o conceptos teóricos relevantes para la comprensión del proyecto en el ámbito de la Ingeniería de sistemas.

En la segunda sección, se expone la arquitectura implementada para el sistema, en la tercera sección se presenta la funcionalidad del sistema GreenDSS, como herramienta de apoyo en los procesos de selección de protocolos de cultivo en invernaderos. Finalmente se plantean las conclusiones más relevantes en el desarrollo del proyecto.

## CONCEPTOS DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN

Los sistemas de monitoreo y control de invernaderos automatizados se encargan de monitorear múltiples variables por medio de sensores desplegados en diferentes puntos dentro del invernadero. Los datos enviados por los sensores son almacenados por lo general en archivos de texto plano como registros operacionales, sin embargo, los agricultores y los investigadores carecen de herramientas que les permitan analizar y comprender estos registros.

Los datos obtenidos pueden ser de gran utilidad para determinar por ejemplo, una relación entre la cantidad de luz a la que es expuesta una plántula y su tiempo de crecimiento, o entre la humedad y la calidad de los frutos. Conocer estas relaciones permite la selección de protocolos o técnicas de cultivo que llevan a los agricultores a una producción más eficiente, uniforme y con una calidad superior. Para llegar a estas afirmaciones es necesario realizar un análisis multidimensional que involucra tareas de exploración y descubrimiento de información dentro de grandes volúmenes de datos, labor que resulta ineficiente y poco productiva sin el uso de herramientas computacionales adecuadas. Partiendo de esta necesidad, surge el desarrollo de un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones utilizando bodegas de datos, herramientas OLAP (On-line Analytical Processing) y técnicas de Minería de Datos.

Un sistema de soporte a la toma de decisiones es un sistema interactivo provisto de programas y herramientas, para ayudar a los responsables de la toma de decisiones a utilizar tecnologías de comunicaciones, datos, documentos, conocimiento y/o modelos para identificar y resolver problemas, para completar tareas del proceso de decisión, y para tomar decisiones.

Los DSS acceden, manipulan y analizan la información contenida en las bodegas de datos a través de herra-

mientas de visualización como OLAP y herramientas de minería de datos.

Una bodega de datos es una colección de datos integrados, orientados a las áreas de negocio de una organización, que surgen de la necesidad de utilizar los datos históricos para el planeamiento y toma de decisiones. Las bodegas de datos dan soporte a las funcionalidades del DSS.

El término OLAP o Procesamiento Analítico en Línea puede ser definido como el proceso interactivo de crear, mantener, analizar, visualizar y realizar informes sobre los datos. Este análisis consiste en combinar las distintas áreas de la organización, y así ubicar ciertos tipos de información que revelen el comportamiento del negocio.

Las herramientas de Minería de Datos, mediante la aplicación de técnicas y algoritmos de análisis de datos especializados, describen y predicen posibles patrones, tendencias o comportamientos de la organización, permitiendo al experto tomar decisiones en los negocios con base en un conocimiento que esta inmerso en los datos y que no es posible entenderlo a simple vista.

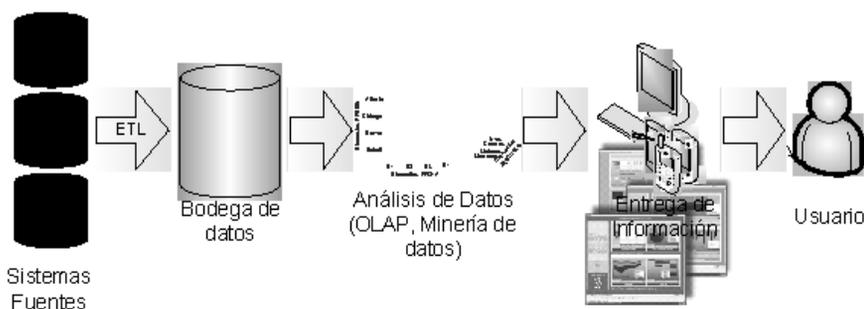
Este proyecto adapta y aplica estas tecnologías para el análisis de información generada dentro de los invernaderos, facilitando la labor de productores e investigadores en la identificación de patrones y técnicas de germinación y cultivo más exitosas. A partir de estos resultados los productores de pequeños y medianos cultivos podrán contar con semillas y plántulas que garantizan a futuro, una producción viable bajo unas condiciones ambientales predeterminadas.

## ARQUITECTURA DE GREENDSS

La arquitectura típica de un DSS, se muestra en la Figura 1.

El o los Sistema(s) Fuente(s) son todas aquellas fuentes u orígenes de datos de donde serán tomados los datos para su posterior procesamiento y análisis. Los datos recolectados por los sistemas de control y monitoreo en uno o varios invernaderos serán en este caso los Sistemas Fuente del DSS. En muchas ocasiones estas fuentes son archivos planos aunque es recomendable que sean bases de datos gestionados por un sistema

Figura 1. Arquitectura básica de GreenDSS



OLTP (On-Line Transactional Processing), con el objetivo de garantizar su integridad y disponibilidad. Es preciso tener en cuenta que ciertas variables no pueden ser medidas por un sistema de monitoreo y control automático de un invernadero y necesitan ser registradas de forma manual, como por ejemplo, la trazabilidad de la semilla, el tipo de suelo, el número de hojas de la plántula, entre otras, lo que refuerza la necesidad de contar con un sistema OLTP.

Los datos de los Sistema(s) Fuente(s), por lo general manejan diferentes esquemas de representación, por lo tanto hay que limpiarlos y transformarlos para su posterior carga en la bodega de datos, este proceso recibe el nombre de ETL (Extract, Transform, Load). Suponiendo que existan dos invernaderos A y B, la temperatura medida en el invernadero A se registra en grados Celsius mientras que la temperatura del invernadero B se hace en grados Fahrenheit, en la etapa de transformación los grados Fahrenheit se convertirían a grados Celsius para así tener una medida unificada de temperatura dentro de la Bodega de Datos.

Después que los datos han sido limpiados y transformados, estos son almacenados en una Bodega de Datos donde la información se clasifica y agrupa según las áreas del negocio. Para nuestro proyecto, se tomaron en cuenta las siguientes áreas de negocio: trabajo de campo, pregerminación, germinación y repique. Las tres primeras áreas son previas al trabajo en el invernadero y pensadas para soportar procesos de investigación en un laboratorio.

El análisis de datos, es la etapa en la cual se obtiene conocimiento a partir de los datos almacenados en la Bodega de Datos, a través de herramientas OLAP y de Minería de Datos.

La herramienta OLAP analiza y cruza información de las áreas del negocio del invernadero, con la finalidad de responder preguntas, que son difíciles de contestar por métodos tradicionales. La información es mostrada gráficamente y a partir de ese momento, la información generada ya puede ayudar a tomar decisiones estratégicas sobre una situación en particular.

Por ejemplo, a partir de un análisis generado por la herramienta, se podría concluir que las semillas sembradas en un sustrato específico, logran germinar más rápido que otras semillas.

La herramienta de Minería de Datos emplea un conjunto de reglas predefinidas sobre las cuales se soporta el análisis de los datos, su objetivo consiste en encontrar patrones y tendencias ocultas en los datos de manera automática.

Las consultas o reglas que se utilizan en esta etapa están orientadas al descubrimiento de relaciones causa-efecto. Por ejemplo, es posible determinar como la variación de variables ambientales como temperatura y humedad afectan el tiempo de desarrollo de una plántula.

Finalmente, la información es entregada al usuario a través de interfaces minimalistas e intuitivas, no recargadas de información, y que le permiten una rápida adopción y utilización.

Hoy en día es una necesidad que la información este disponible y accesible sin importar el lugar, el momento y el dispositivo de acceso, por este motivo, el sistema funciona a través de Internet, por lo que es necesario contar sólo con un computador y un punto de red para acceder a la información, desde cualquier lugar del planeta.

## FUNCIONALIDAD DE GREENDSS

GreenDSS se caracteriza por realizar análisis en línea y en tiempo real de la información, además de implementar trazabilidad hacia atrás, donde es posible identificar para una plántula, el lugar de procedencia de la semilla, el árbol específico de donde fue tomada, los tratamientos pregerminativos y de repique aplicados, el sistema de siembra y los sustratos utilizados, las plagas que la atacaron, entre otras.

La herramienta cubre en totalidad cuatro pasos básicos de gestión de información (hace referencia a los procesos de ingreso, consulta, eliminación y actualización de datos) en las etapas de: trabajo de campo, pregerminación, germinación y repique y dos pasos adicionales, más complejos, como lo son los procesos de análisis de datos y predicciones sobre los mismos. A continuación en la Figura 2 se detalla la dinámica de cada uno de ellos:

**Paso 1:** Durante el trabajo de campo, el sistema lleva el registro de las actividades que se hacen durante las visitas a las zonas productoras y/o de investigación. Incluye el registro de la localización de las fuentes semilleras, el registro de los árboles productores asociados a cada fuente y el registro de las recolecciones de semilla, ver Figura 3.

**Paso 2:** En la etapa de pregerminación, el sistema permite llevar un control sobre los grupos pregerminativos conformados a partir de las recolecciones de semillas, el tipo de tratamiento pregerminativo empleado (escarificación mecánica, con ácido, etc.), la duración del proceso y el porcentaje de semillas viables (semillas

que sobreviven después de un tratamiento específico) obtenidas en cada grupo al finalizar el proceso, ver Figura 4.

**Paso 3:** En la etapa de germinación, el sistema lleva el control de la creación de los grupos germinativos conformados a partir de los grupos pregerminativos; registrando la posición de siembra (vertical, horizontal), el sistema de siembra (al voleo, lineal), el número de semillas viables en este proceso y las mediciones manuales o automáticas realizadas a cada grupo germinativo durante un periodo de tiempo.

Las mediciones manuales implican que un operario tome las mediciones correspondientes y luego las ingrese individual y directamente en el sistema.

Las mediciones automáticas provienen de un grupo de sensores desplegados cerca de las semillas, los cuales registran y almacenan las mediciones en un dispositivo electrónico denominado memoria EPROM, y de manera asíncrona, son llevadas posteriormente a GreenDSS.

La Figura 5 muestra el comportamiento de la variable temperatura para un grupo germinativo en específico durante un periodo de tiempo determinado.

**Paso 4:** En la etapa de repique, el sistema se encarga del registro de los procedimientos de repique aplicados a las plántulas y de los tratamientos aplicados en caso de ataques de plagas. Además, se lleva un control de las mediciones de las variables (temperatura, humedad, otras) que afectan las plántulas obtenidas después de la etapa de germinación, ver

**Figura 2.** Dinámica manejada por GreenDSS

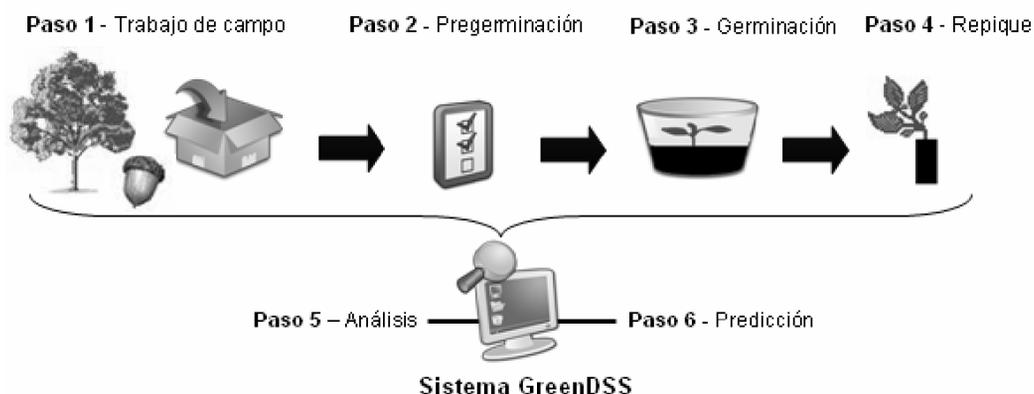


Figura 3. Etapa trabajo de campo

**GreenDSS**  
Sistema de Soporte a la toma de Decisiones  
en procesos de germinación y cultivo en invernaderos

:: Trabajo de campo :: :: Pre-germinación :: :: Germinación :: :: Replique :: :: Análisis :: :: Opciones :: :: Cerrar sesión :: X

**Fuentes de material de propagación**  
Nuevo registro Buscar registro

Árboles productores  
Recolecciones de material de propagación

Nombre	Fuente Cajete
Departamento	Cauca
Municipio	Popayan
Corregimiento	Las Piedras
Vereda	Saritana
Coordenadas	Latitud (E): 04° 35' 56.57" N; 04° 35' 56.27" N Longitud (E): 128° 12' 03.17" O; 128° 12' 03.17" O
ASNM	1738
Tipo de Fuente	Bosque homogéneo
Características	Campo opcional
Observaciones	Campo opcional

Insertar Cancelar

2006-2007 Universidad del Cauca :: Contacto ::

Figura 4. Etapa de pre-germinación

**GreenDSS**  
Sistema de Soporte a la toma de Decisiones  
en procesos de germinación y cultivo en invernaderos

:: Trabajo de campo :: :: Pre-germinación :: :: Germinación :: :: Replique :: :: Análisis :: :: Opciones :: :: Cerrar sesión :: X

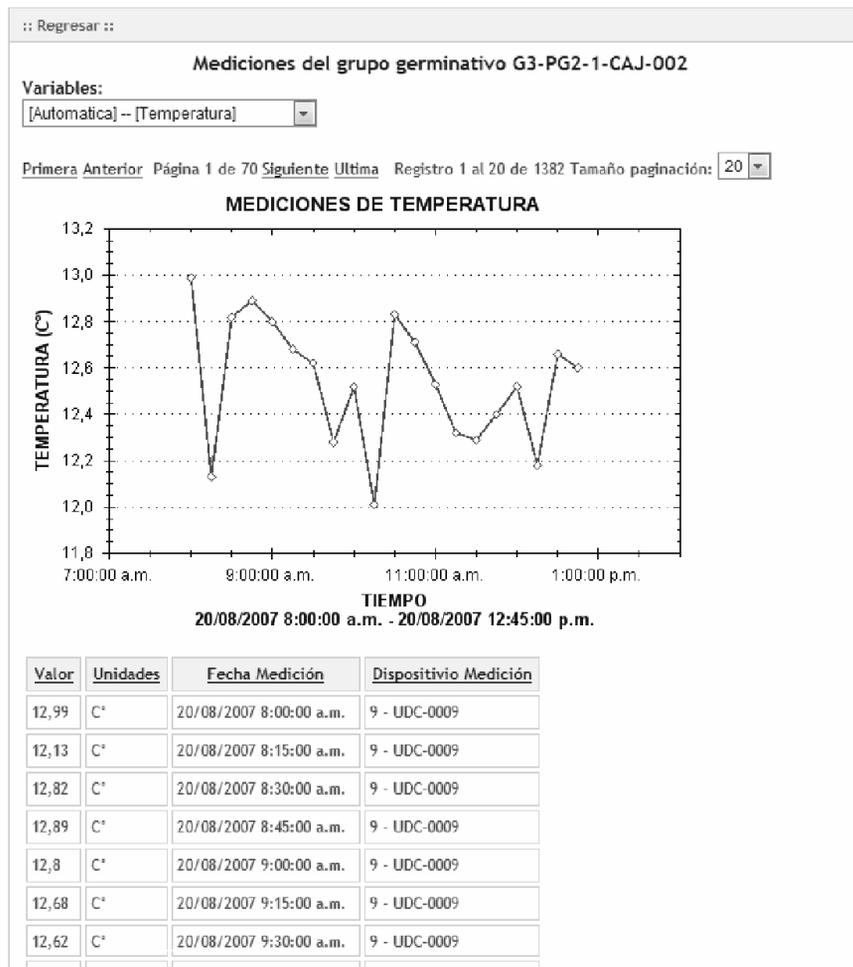
**Grupos pre-germinativos**  
Recolecciones de material de propagación:  
[8] -- [Fuente Cajete] -- [CAJ-001] -- [202] -- [15/09/2007 8:00:00 a.m.]

Nuevo registro Buscar registro

Recolección de material	[8] -- [Fuente Cajete] -- [CAJ-001] -- [202] -- [15/09/2007 8:00:00 a.m.]
Tratamiento pre-germinativo	Escarificación mecánica
Nombre del grupo	Alfa
Cantidad de material	150
Cantidad de material viable	130
Semillas por kilogramo	30
Diametro longitudinal	2.4 Campo opcional
Diametro transversal	3.1 Campo opcional
Observaciones	Campo opcional
Fecha inicio	Fecha: 01/10/2007 Hora: 10:00:00 AM Digite A o P para alternar entre AM/PM
Fecha fin	Fecha: 01/10/2007 Hora: 10:45:55 AM Digite A o P para alternar entre AM/PM

2006-2007 Universidad del Cauca :: Contacto ::

Figura 5. Etapa de germinación



Paso 5: Además de realizar el registro de los pasos básicos del sistema, GreenDSS permite analizar y sintetizar los datos del invernadero a través de comparaciones, análisis histórico, vistas personalizadas y gráficas que ayudan a tomar decisiones estratégicas.

A partir de consultas simples y consultas complejas es posible resolver problemas semi-estructurados o problemas cuya solución es difícil de obtener por los procedimientos engorrosos que conlleva.

En la Figura 7 se muestra el resultado de una consulta donde se identifica el número de semillas recolectadas en cada una de las fuentes semilleras.

En la Figura 8, se muestra el resultado de una consulta compuesta más elaborada, donde por ejemplo, se

identifica la fuente semillera que en el año 2007 tuvo más recolecciones y además generó más alto número de semillas viables.

Paso 6: A través de la utilización de la técnica de minería de datos denominada Clasificación, GreenDSS identifica las posibles condiciones ambientales ideales a las que deben ser sometidas las semillas y plántulas para garantizar una mayor productividad en los procesos de germinación y repique.

La Figura 9 muestra un árbol de clasificación generado después de aplicar la técnica que permitió identificar y catalogar en excelente, bueno, regular, malo e insuficiente el proceso de germinación teniendo en cuenta unas variables específicas en una muestra de 3552 registros de prueba.

Figura 6. Etapa de repique

## GreenDSS

Sistema de Soporte a la toma de Decisiones  
en procesos de germinación y cultivo en invernaderos

:: Trabajo de campo :: :: Pre-germinación :: :: Germinación :: :: Repique :: :: Análisis :: :: Opciones :: :: Cerrar sesión ::

Grupos pre-germinativos

### Tratamientos para un grupo de repique

**Grupos de repique:**  
[R2-G1-PG1-1-CAJ-002] -- [28] -- [01/09/2007 8:00:00 a.m. - 22/09/2007 8:00:00 a.m.]

[Nuevo registro](#) [Buscar registro](#)

Grupo de repique: [R2-G1-PG1-1-CAJ-002] -- [28] -- [01/09/2007 8:00:00 a.m. - 22/09/2007 8:00:00 a.m.]

Tratamiento: Tratamiento Poda de Raíz

**Fecha de inicio**

Fecha: 01/11/2007

Hora: 10:41:01 AM

Digite A o P para alternar entre AM/PM

**Fecha fin**

Fecha: 01/11/2007

Hora: 11:59:00 AM

Digite A o P para alternar entre AM/PM

Campo opcional

Insertar Cancelar

2006-2007 Universidad del Cauca :: Contacto ::

Figura 7. Etapa de Análisis - Consulta simple



Figura 8. Etapa de Análisis - Consulta compuesta

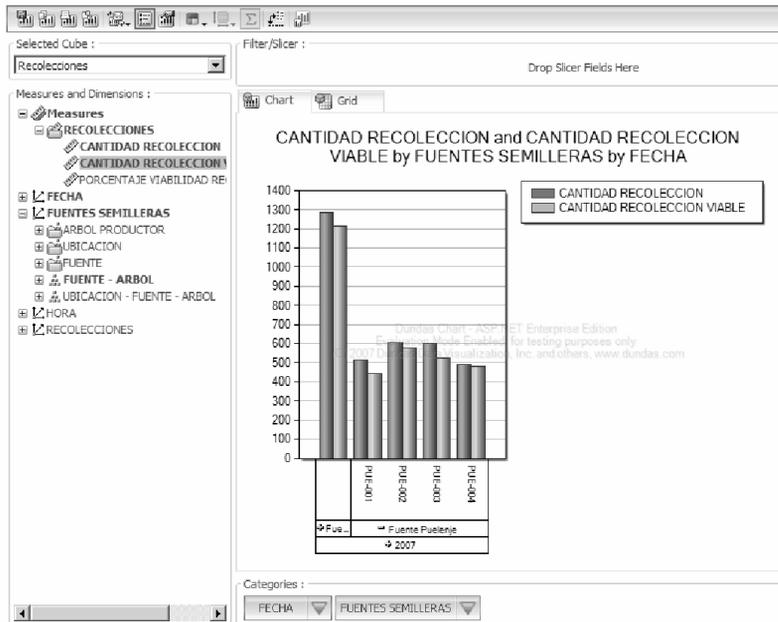
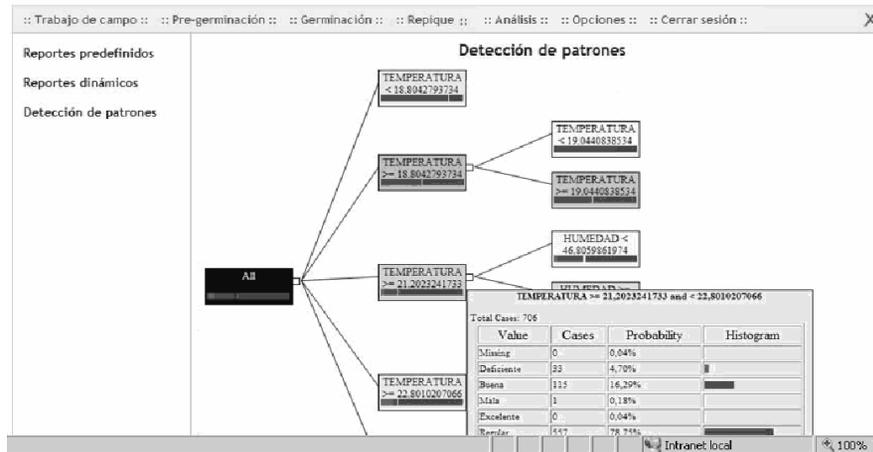


Figura 9. Etapa de Predicción

## GreenDSS

Sistema de Soporte a la toma Decisiones en procesos de germinación y cultivo en invernaderos



## CONCLUSIONES

Los sistemas de soporte a la toma de decisiones son parte de la revolución de las tecnologías de la información y nacen de la necesidad de solucionar problemas complejos, debido a que en la actualidad, se cuenta con tantos datos que es difícil procesarlos y convertirlos en información útil para mejorar el desempeño de las organizaciones.

El sistema de soporte a la toma de decisiones puede tener un excelente desempeño y aceptación en el campo de la agro-industria, al minimizar los tiempos de análisis de datos, entregando información precisa y oportuna para el apoyo a la toma de decisiones estratégicas, como lo ha hecho en otros sectores económicos, en especial el comercio 000.

La adaptación y aplicación de las tecnologías de Bode-

gas de datos, OLAP y Minería de datos, en el análisis de información generada dentro de viveros automatizados, facilitará la labor de productores e investigadores en la identificación de patrones y técnicas de germinación y cultivo más exitosas. A partir de estos resultados, los productores de pequeños y medianos cultivos podrán contar con semillas y plántulas que garantizan a futuro, una producción viable bajo unas condiciones ambientales predeterminadas.

Las simulaciones de variables ambientales junto a los tratamientos y métodos de cultivos, además de ayudar a responder preguntas sobre que pasó en una situación productiva en particular y predecir que pasará para un conjunto de circunstancias dadas probadas incluso antes, de que se siembre el cultivo, pueden ayudar a la detección temprana y al manejo anticipado de problemas que pueden ayudar a prevenir pérdidas potenciales de cultivos.

Factores como la humedad relativa del suelo y la temperatura del aire pueden tener un efecto enorme sobre el rendimiento de los cultivos. La habilidad de registrar datos de cultivo, suelo y ambiente de forma regular durante el crecimiento de los cultivos, puede aportar información crítica cuando un productor comienza a responder preguntas concernientes al rendimiento de los cultivos y a las relaciones causa efecto.

Con el desarrollo de este proyecto queda demostrado que en Colombia, y particularmente en las Universidades, existe el talento humano capaz de resolver problemas fundamentales del agro, con el desarrollo de iniciativas que apliquen conceptos y tecnologías de punta.

## REFERENCIAS

- [1] GÓMEZ, Diego Fernando. Construcción de lo posible, un marco prospectivo para el desarrollo del país. Medellín - Colombia. Centro de Estudios en Economía Sistémica. 2005. ISBN: 958-97719-0-4.
- [2] Miguel A. Altieri. Biotecnología agrícola: Mitos, Riesgos Ambientales y Alternativas. Universidad de California, Berkeley.
- [3] Revista Cambio Climático, Ciencia y Conciencia. Expo Universidad 2007. Universidad de Antioquía. ISBN: 978-958-714-061-3.
- [4] Programas de Información Internacional. Departamento de Estado de Estados Unidos (visitado noviembre de 2007). URL: [http://usinfo.state.gov/esp/home/topics/us\\_society\\_values/agriculture.html](http://usinfo.state.gov/esp/home/topics/us_society_values/agriculture.html).
- [5] GÓMEZ, Diego Fernando. Repensando el desarrollo, una aproximación sistémica. Medellín - Colombia. Centro de Estudios en Economía Sistémica. 2005. ISBN: 958-97719-1-2.
- [6] ALEXANDRATOS, Nikos. Agricultura Mundial: Hacia el año 2010 Estudio de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO.
- [7] Universidad Autónoma de Querétaro. Especialidad en Ingeniería de Invernaderos.
- [8] ROZO Ibañez, Durvvin A. Control y Monitoreo de Variables Ambientales Utilizando PLC y SCADA. Revista Colombiana de Tecnología Avanzada. ISSN: 1692-7257. Volumen 2, 2003.
- [9] POWER, D. J. What is a DSS. Published in DSS\*, The On-Line Executive Journal for Data-Intensive Decision Support, October 21, 1997. Vol. 1, No. 3. URL: <http://dssresources.com/papers/whatisadss>.
- [10] DATE, C. J. Introducción a los Sistemas de Bases de Datos. Séptima edición. Addison Wesley Iberoamericana, 2001.
- [11] ZVEMBER, Patricia A. Introducción al Soporte de Decisiones, Incorporación de Soluciones OLAP en Entornos Empresariales. Argentina, Universidad Nacional del Sur, 2005.
- [12] Latino BI. Inteligencia de Negocios: Minería de Datos para Apoyar la Toma de Decisiones (visitado diciembre de 2007). URL: <http://www.latino-bi.com/servicios/business-intelligence/datamining.htm>.
- [13] INMON, W. H. Building the Data Warehouse. Second Edition. Wiley Computer Publishing, 1996.
- [14] Gartner Group. The Outlook for Business Intelligence and Data Warehousing. URL: <http://www.gartnerpress.com/reports>.
- [15] Computerworld. Business Intelligence at Age 17. URL: <http://www.computerworld.com/action/article.do?command=viewArticleBasic&articleId=266298>
- [16] Hyperion Solutions Ibérica. Business Intelligence: El Tesoro de Saber Utilizar el Tiempo. URL: [http://www.hyperion.es/downloads/es/Saber\\_utilizar\\_el\\_tiempo\\_Mayo\\_05.pdf](http://www.hyperion.es/downloads/es/Saber_utilizar_el_tiempo_Mayo_05.pdf).