



SISDAM: APLICACIÓN WEB PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS SEGÚN UN DISEÑO AUMENTADO MODIFICADO

SISDAM: Web application for processing data according to a Modified Augmented Design

Rogelio Morejón Rivera¹✉, Félix A. Cámara¹, Dany E. Jiménez²
y Sandra H. Díaz¹

ABSTRACT. The research processes in the agricultural sector such as breeding programs cultivars are no strangers to the need for the intervention of Information and Communications Technology as tools for managing large volumes of information generated by them. Taking into account the constraints that exist in the control of environmental heterogeneity and considering the advantages of using the Latin Square Design, with setting through the “Row-Column” method, web application “Automated system for the data processing according to a Modified Augmented Design was developed where the researcher may have to run a graphic guide planting of an experiment, with strict control of these factors and their graphic field location, time will speed to capture and process information relating to the various lines of evidence, will feature a customization on reports to the selection criteria, which can be used in other statistical packages increasing the effectiveness of the selection if the data matrix obtained is processed through a multivariate analysis and also loss of information and the collection of errors are avoided and time optimization by users, facilitating the efficient use of Modified Augmented Design and Development Breeding Programs cultivars in Cuba.

Key words: computer application, software development, plant breeding, statistical methods, selection

RESUMEN. Los procesos investigativos en el sector agrícola, como los programas de mejoramiento genético de cultivares, no son ajenos a la necesidad de la intervención de las tecnologías de la información y las comunicaciones, como herramientas para la gestión de los grandes volúmenes de información que generan los mismos. Tomando en cuenta las restricciones que existen, en cuanto al control de la heterogeneidad ambiental y, considerando además, las ventajas del empleo del Diseño Cuadrado Latino, con el ajuste a través del Método “Fila-Columna”, se elaboró la aplicación web “Sistema automatizado para el procesamiento de datos, según un Diseño Aumentado Modificado”, donde el investigador podrá contar con una guía gráfica para ejecutar la siembra de un experimento, con un estricto control de las variables evaluadas y su localización gráfica en el campo. Se agilizará el tiempo en captar y procesar la información referente a las distintas líneas de prueba. Se contará con una personalización en los reportes para los criterios de selección, los que pueden ser usados en otros paquetes estadísticos, incrementando la efectividad de la selección, si la matriz de datos obtenida es procesada a través de algún análisis multivariado y, además, se evitará la pérdida de información y la captación de errores, así como la optimización del tiempo por los usuarios, facilitando el uso eficiente del Diseño Aumentado Modificado y el desarrollo de los Programas de Mejoramiento Genético de cultivares en el país.

Palabras clave: aplicaciones del ordenador, desarrollo de programas, mejoramiento genético de plantas, métodos estadísticos, selección

INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son el conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (*hardware* y *software*), soportes de la información y canales de comunicación, relacionados con el almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizada de la información (1).

¹Unidad Científico Tecnológica de Base «Los Palacios». Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32 700.

²Palacio de Computación, Pinar del Río, Cuba.

✉ rogelio@inca.edu.cu

En la actualidad actúan vertiginosamente sobre nuestra sociedad, lo que motiva y acelera los procesos de cambio que modifican radicalmente las formas de trabajo, el acceso a los conocimientos, las formas de comunicación y los procesos de producción. Las TIC constituyen un elemento insustituible para el avance social, la generación de riqueza, el fortalecimiento de las identidades culturales, la cohesión social, la lucha contra la pobreza y el hambre, la prevención del cambio climático y la crisis energética, así como para la promoción de una cultura de paz. Las tecnologías están siendo condicionadas por la evolución y la vía de acceder a los contenidos, servicios y aplicaciones (2–4).

La información es un activo principal en las organizaciones, gestionarla de manera correcta determina el éxito o fracaso de la misma. Para ello, se hacen necesarias soluciones que provean un mejor acceso a la información y a lo que aporta valor a su análisis, aprobando los procesos de docencia e investigación (5). Los procesos investigativos en el sector agrícola, como los programas de mejoramiento genético de cultivos, no son ajenos a la necesidad de la intervención de las TIC, como herramientas para la gestión de los grandes volúmenes de información que generan los mismos (6, 7)^A.

Específicamente en la selección de genotipos, los investigadores comienzan con un gran número de líneas de prueba que provienen de cruces entre cultivos o a través de la introducción de fuentes extrañas. La mayoría de las veces el número de líneas puede aumentar exponencialmente. Los diseños experimentales con replicación son los más usados en el mundo para comprobar los niveles de rendimiento entre líneas y cultivos; pero el material disponible para cada línea de prueba es limitado con frecuencia, no siendo suficiente, a veces, para varias réplicas, también con el inconveniente de que la heterogeneidad ambiental no puede ser calculada fácilmente, por tanto, es otro factor determinante en el asunto.

Cuba no escapa de estos problemas y mediante el Diseño Aumentado Modificado (DAM), donde ha sido reanalizado y propuesto, se han logrado resultados satisfactorios en los programas de mejoramiento, considerando las ventajas del empleo del Diseño Cuadrado Latino, mediante el ajuste a través del Método “Fila-Columna” (8).

Compatible con el Sistema Operativo Microsoft Windows y desarrollado en el Instituto de Investigaciones Estadísticas Agrícolas de la India se conoce de la existencia de la aplicación informática Statistical Package for Augmented Designs (SPAD),

creada por Rajender Parsad, V.K. Gupta y Abhishek Rathore, usando Microsoft Visual C++ en su versión 6.0. Este producto está diseñado para implementar los diseños aumentados que se basan únicamente en el diseño experimental clásico “Bloques al Azar”.

Tomando como premisa la utilización del DAM, se hace efectiva la adopción de las estrategias actuales para la gestión de información y el conocimiento, ya que a pesar de las bondades y exitosos resultados alcanzados, según información recopilada como parte de estudios exploratorios, se constató que en su aplicación no se dispone de adecuados medios de control organizacional de la información.

Además, no se cuenta con una guía gráfica con identificación de cada una de las líneas de prueba a la hora de ejecutar la siembra en el campo y los procesos de captación y procesamiento de datos son muy extensos y se realizan en Microsoft Excel; lo que puede propiciar errores de captación, ya que la cantidad de líneas de prueba que se pueden estar procesando llega a ser muy alta. Los procesos de sustitución y ajuste de los valores de cada línea, mediante los métodos estadísticos, se realizan completamente manual en la actualidad y, como consecuencia de todo lo anteriormente planteado, la selección de las mejores líneas de prueba no siempre es efectiva.

Tomando en cuenta las restricciones que posee SPAD, en cuanto al control de la heterogeneidad ambiental y considerando además las ventajas del empleo del Diseño Cuadrado Latino, con el ajuste a través del Método “Fila-Columna”, se fundamenta la construcción de la aplicación web Sistema Automatizado para el procesamiento de datos, según un Diseño Aumentado Modificado (SISDAM) con el diseño base y método de ajuste antes mencionados.

En el desarrollo de aplicaciones web se utilizan disímiles técnicas y tecnologías que poseen ventajas, desventajas y constantemente se desarrollan y evolucionan. En el mercado del *software* actual es imperante la realización de aplicaciones que interactúen con el usuario. El desarrollo de las técnicas de construcción de *software*, ha propiciado que las aplicaciones que son utilizadas por varios usuarios al mismo tiempo, mediante el Internet, hayan cobrado una gran importancia en la panorámica informática actual; son múltiples los ejemplos (9, 10).

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE APLICACIÓN

Mantenimiento

Las aplicaciones web necesitan ser instaladas solo una vez y no por separado, en cada computadora. Es fácil de dar soporte, ya que los cambios solamente se realizan en el servidor donde esté instalada la aplicación.

^A Cámara, F. A. *Sistema automatizado para el procesamiento y control de información en la aplicación del Diseño Aumentado Modificado en la Unidad Científica Tecnológica de Base «Los Palacios»*. Tesis de Grado, Universidad de Pinar del Río, Cuba, 2014, 81 p.

Facilidad de uso

La usabilidad para la web surgió a partir del nacimiento y desarrollo de Internet como red de comunicación. Si el *software* es capaz de atraer al usuario y tiene calidad, podemos afirmar que hay una técnica de usabilidad correctamente aplicada. Muchas organizaciones han incluido en sus proyectos requisitos de usabilidad como una de sus especificaciones de *software*, pues han identificado la importancia que representa desarrollar productos “usables” que los ayuden a atraer la mayor cantidad de usuarios a sus aplicaciones.

Las aplicaciones web son convenientes para acceder desde cualquier lugar usando Internet. En vez de crear clientes para diferentes plataformas, la aplicación web se escribe una vez y se ejecuta igual en todas partes (11).

Tipo de *software*

El *software*, de acuerdo a las libertades de su uso, puede ser clasificado como libre o propietario. Se ha adoptado como política del país la utilización del libre pues fomenta el desarrollo y la innovación tecnológica y rompe las ataduras con los grandes monopolios. Con el *software* libre se pueden obtener soluciones acordes a las necesidades de cada entidad y contar con el apoyo de una amplia comunidad que apuesta por el mismo. Según la definición de Free Software Foundation (FSF), este tipo de *software* permite a los usuarios ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar (12, 13).

Lenguajes de Programación

Para la realización del sistema se investigaron algunos de los lenguajes de programación del lado del servidor más utilizados en la actualidad para comparar las ventajas y escoger las que se puedan aplicar al proyecto. A continuación se muestran las finalmente seleccionadas:

- ◆ PHP (acrónimo de «PHP: Hypertext Preprocessor»): es un lenguaje interpretado de propósito general ampliamente usado, diseñado especialmente para desarrollo web y que puede ser incrustado dentro de código HTML. Generalmente se ejecuta en un servidor web y permite la conexión a diferentes tipos de servidores de bases de datos tales como MySQL, PostgreSQL, Oracle, Microsoft SQL Server, SQLite. Puede ser desplegado en casi todos los sistemas operativos y plataformas (14).
- ◆ Symphony2: es un *framework* diseñado para optimizar el desarrollo de las aplicaciones web, basado en el patrón Modelo Vista Controlador, que separa la lógica de negocio, la lógica de servidor y la presentación de la aplicación web. Proporciona varias herramientas y clases encaminadas a reducir el tiempo de desarrollo de una aplicación web compleja.

Symphony2 está desarrollado completamente en PHP 5.3. Ha sido probado en numerosos proyectos reales y se utiliza en sitios web de comercio electrónico de primer nivel. Es compatible con la mayoría de gestores de bases de datos, como MySQL, PostgreSQL, Oracle y Microsoft SQL Server. Se puede ejecutar tanto en plataformas (Unix, Linux, etc.) como en plataformas Windows.

Selección del Sistema Gestor de Base de Datos

MySQL: los Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD) sirven de interfaz entre la base de datos y el usuario. Proporcionan una interfaz entre aplicaciones y sistema operativo, consiguiendo que el acceso a los datos se realice de manera más eficiente, más fácil de implementar y, sobre todo, más segura.

El SGBD escogido fue MySQL por su fácil uso para el diseño de grandes bases de datos y su integración con PHP. Es la base de datos de código abierto más popular del mundo y es muy utilizado en la creación de páginas Web (15).

Usabilidad

El sistema está orientado para que sea utilizado por personas que no necesariamente deben poseer amplios conocimientos de informática. Propiciará que los usuarios, según su rol, puedan lograr su objetivo con eficiencia y efectividad.

Portabilidad

Está diseñado para ser instalado en un servidor web y de base de datos centralizado. Al desarrollarse con el lenguaje PHP y base de datos MySQL puede correr en diferentes servidores Web y sobre diferentes sistemas operativos.

Seguridad y Confiabilidad

El sistema garantizará que cada usuario solamente tenga acceso a las funcionalidades y contenido que le corresponden de acuerdo con su rol, de lo contrario se mostrará un formulario de autenticación. Se utiliza el mecanismo de encriptación SHA 512 para los datos que no deben viajar al servidor en texto claro, como es el caso de las contraseñas.

Hardware

La computadora correspondiente al servidor Web debe tener los siguientes requisitos mínimos: P4, 1 GB de RAM, 80 Gb de disco duro y la computadora que corresponde al servidor de base de datos debe tener: P4, 1 GB de RAM, 80 Gb de disco duro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Interfaz de Usuario

El diseño de la interfaz de la aplicación se realizó priorizando los principios de la sencillez, flexibilidad y amigabilidad. La misma consta de dos interfaces, la primera en el área de autenticación (Figura 1),

donde se muestra el formulario de ingreso al sistema y además el logotipo de SISDAM el cual está compuesto por tres colores, carmelita, verde y azul que representan de alguna manera los elementos que intervienen directamente en el proceso agrícola: el suelo, las plantas y el agua. La otra interfaz (Figura 2) se muestra después de ser autenticado en el sistema y predominan los colores gris y negro, asumiendo una tendencia de diseño novedosa, además de que siempre está presente el logotipo antes mencionado, obteniéndose un contraste de colores agradable a la vista. La estructura del diseño de las páginas es muy sencillo, consta de un encabezado, un menú vertical que se ubica a la izquierda y los contenidos se muestran en el centro.

Principales Funcionabilidades

El sistema brinda un conjunto de funcionabilidades que contribuyen a la aplicación eficiente de un Diseño Aumentado Modificado, y a la vez, permite una correcta selección de las líneas de prueba adecuadas en los Programas de Mejoramiento Genético.

Gestionar Experimentos

Mediante esta funcionabilidad el investigador puede crear, modificar, borrar y procesar sus propios experimentos, utilizando siempre como patrón el

Diseño Aumentado Modificado (Figura 3) y puede apreciar, además, el diseño gráfico del mismo (Figura 4).

Gestionar Variables

El sistema también permite que los investigadores introduzcan sus propias variables para estudiar el comportamiento de las líneas y los cultivares, esta característica hace que el mismo sea apto para procesar experimentos de distintos cultivos. Además de crear las variables, los usuarios pueden establecer un rango válido de valores para cada una, haciendo más eficiente la captación de datos de los experimentos.

Gestionar Cultivares

Mediante esta funcionabilidad se pueden incorporar, modificar o eliminar los cultivares que se van a utilizar en los distintos experimentos.

Gestionar Valores de Líneas de Prueba

Los experimentos creados en el sistema se pueden modificar, así como "Procesar sus datos" que no es más que gestionar los valores obtenidos de las líneas de prueba y cultivares estudiados. Aquí se usan las variables antes introducidas que se van a estudiar para estas líneas y los valores deben estar dentro del rango que el investigador predijo al introducir estas variables (Figura 5).

The image shows the login interface for the SISDAM system. At the top, there is a logo consisting of three colored squares (yellow, green, and blue) followed by the text 'SISDAM' in large bold letters, and 'SISTEMA PARA EL DISEÑO AUMENTADO MODIFICADO' in smaller text below it. The main part of the interface is a white login form with a light gray background. It contains two input fields: 'Usuario' and 'Contraseña'. To the right of the 'Usuario' field is a link labeled 'Ayuda?'. Below the 'Contraseña' field is a link labeled 'No está Registrado?'. At the bottom right of the form is a blue button labeled 'Entrar'. At the bottom of the page, there is a copyright notice: 'Copyright © 2014 SISDAM Desarrollado por Felix A. Cámara Pérez' and two logos: the logo of the National Institute of Agricultural Innovation (INIA) and the logo of INCA.

Figura 1. Interfaz de acceso al sistema

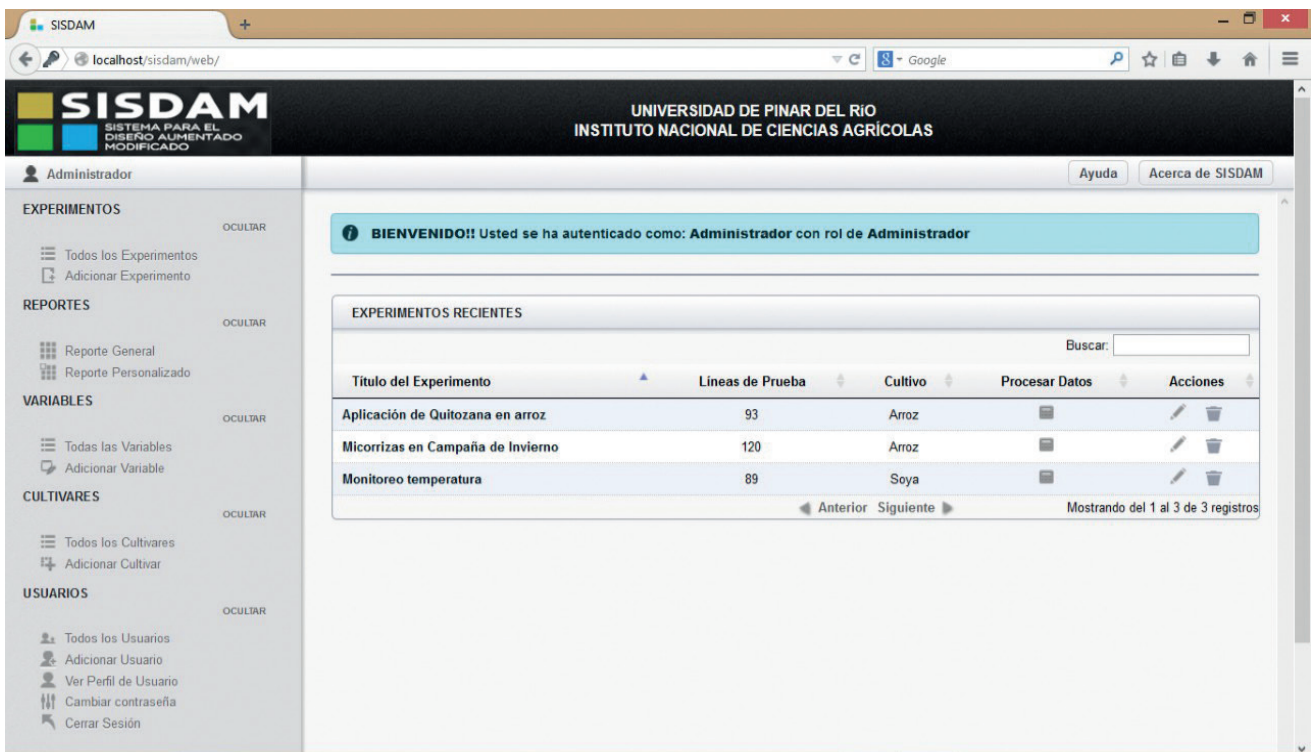


Figura 2. Interfaz de trabajo

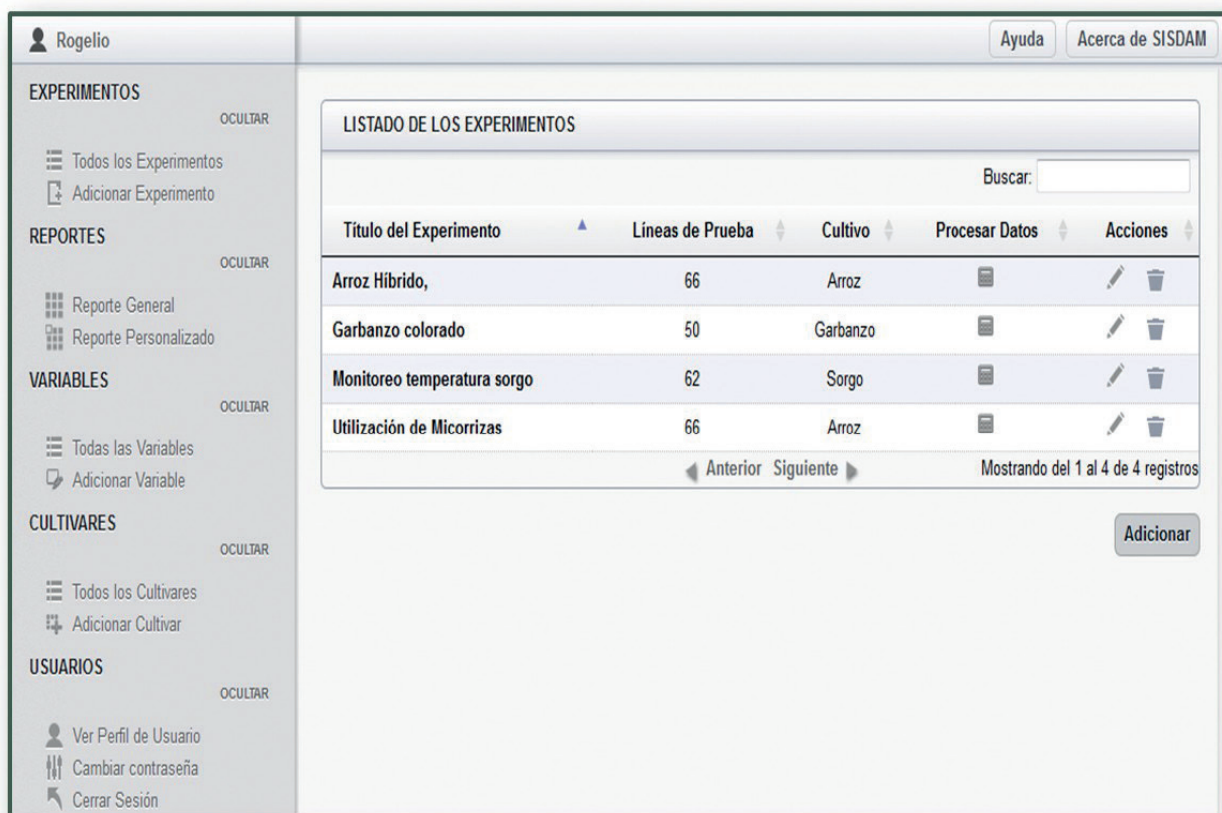


Figura 3. Pantalla para gestionar los experimentos

✓ El Experimento ha sido guardado satisfactoriamente!

CONFIGURACIÓN DE EXPERIMENTO

Título del experimento Micorrizas en Campaña de Invierno
 Cultivo que se estudia Arroz
 Líneas de Prueba 60
 Fecha de Creación 09-06-14
 Tipo Cuadrado Latino 3x3
 Gráfico de Siembra

CUADRADO LATINO 3x3

| | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| L1 | L2 | L3 | L10 | L11 B ₁ [*] | L12 | L19 | L20 | L21 |
| L4 | L5 A ₁ | L6 | L13 | L14 B ₁ | L15 | L22 | L23 C ₁ | L24 |
| L7 | L8 | L9 A ₁ [*] | L16 | L17 | L18 | L25 | L26 | L27 C ₁ [*] |
| L28 | L29 | L30 | L37 | L38 | L39 | L46 | L47 | L48 |
| L31 | L32 B ₂ | L33 | L40 | L41 C ₂ | L42 | L49 | L50 A ₂ | L51 |
| L34 | L35 | L36 | L43 | L44 | L45 | L52 | L53 | L54 |
| L55 | L56 | L57 | L64 | L65 | L66 | L73 B ₂ [*] | L74 | L75 |
| L58 | L59 C ₃ | L60 | L67 | L68 A ₃ | L69 | L76 | L77 B ₃ | L78 |
| L61 C ₂ [*] | L62 | L63 | L70 | L71 | L72 A ₂ [*] | L79 | L80 | L81 |

LEYENDA:
A (1...3): Parcela control, en ella se cultivan los cultivares de tipo (A, B, y C) y sus réplicas.
A (1...3)^{*}: Parcela sub-control en ella se cultivan los cultivares sub-contrales de (A, B, y C).

Regresar

Figura 4. Configuración del experimento

ADICIONAR VALORES DE LÍNEA DE PRUEBA

NÚMERO DE LÍNEA

EXPERIMENTO

CULTIVAR CONTROL

Variables a Observar

Ancho Panicula -Arroz

Peso de 1000 g

ancho Hoja Bandera

Paniculas /m2

Granos Banos /m2

Adicionar Cancelar

Figura 5. Introducción de valores de las líneas de prueba

El número de líneas a incorporar está limitado al tipo de Cuadrado Latino que se especificó cuando el experimento fue diseñado.

Ajustar Valores de Líneas de Prueba

En el sistema, cuando los valores de las variables que son estudiadas para cada una de las líneas de prueba son obtenidos, pueden ser ajustados mediante un método estadístico (Fila-Columna) que modifica sus valores teniendo en cuenta los valores de las variables estudiadas para los cultivares presentes en el experimento. Este proceso se realiza a cada línea de prueba que forme parte del diseño.

Formato de Salida de los Reportes

Los reportes de una aplicación son una herramienta que expone un conjunto de datos en pantalla. Estos son de suma importancia para los investigadores que trabajarán con el sistema porque muestran para cada una de las líneas de prueba sus valores originales y ajustados.

En la aplicación existen dos tipos de reporte, atendiendo a su estructura, el primero *Reporte General*, que muestra de un experimento todas sus líneas de

pruebas con todas las variables estudiadas del mismo (Figura 6) y el segundo, *Reporte Personalizado* que nos permite elegir las variables que se quieren mostrar en el Reporte (Figuras 7 y 8).

Los reportes en la aplicación son presentados a los usuarios en dos formatos diferentes, como la aplicación es sobre una plataforma Web, los reportes se muestran en HTML dentro de la propia aplicación y además se permiten exportar estos reportes a Microsoft Excel (Figura 9).

Tratamiento de Errores

El diseño e implementación del sistema facilita que las posibilidades de introducir información errónea por parte del investigador sean mínimas, realizando verificaciones inmediatas del lado del cliente para evitar el envío de datos incorrectos al servidor. Esta validación incluye posibles errores, tales como: entrada de usuario o contraseña incorrecta, dejar campos vacíos, coincidencia de campos, errores de validez de tipos de datos, entre otros (Figuras 10, 11, 12 y 13).

The screenshot shows the SISDAM web interface. At the top, there's a navigation bar with the SISDAM logo and the text 'UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS'. Below this, there's a user profile 'Administrador' and buttons for 'Ayuda' and 'Acerca de SISDAM'. The main content area is titled 'Reporte General' and includes a table with 16 columns representing different variables and 10 rows representing experimental lines. A search bar and a 'Mostrar 10 registros' dropdown are also visible. At the bottom of the table, there are navigation arrows and the text 'Mostrando del 1 al 10 de 81 registros'.

| Nro. Línea | P/M2 | Ajs. | Altura | Ajs. | Ciclo | Ajs. | Long/P | Ajs. | Granos/LL | Ajs. | Granos/V | Ajs. | Mg | Ajs. | Rto | Ajs. |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-----------|--------|----------|-------|-------|-------|------|------|
| 1 | 448.00 | 500.81 | 115.00 | 115.60 | 110.00 | 92.22 | 23.20 | 23.84 | 112.00 | 106.36 | 33.50 | 34.27 | 30.00 | 30.22 | 7.00 | 6.22 |
| 2 | 333.33 | 386.15 | 94.00 | 94.60 | 95.00 | 77.22 | 22.80 | 23.44 | 84.90 | 79.26 | 30.64 | 31.41 | 30.00 | 30.22 | 4.00 | 3.22 |
| 3 | 379.00 | 431.81 | 100.40 | 101.00 | 120.00 | 102.22 | 25.30 | 25.94 | 100.40 | 94.76 | 33.30 | 34.07 | 29.00 | 29.22 | 6.00 | 5.22 |
| 4 | 383.06 | 435.88 | 116.00 | 116.60 | 118.00 | 100.22 | 24.80 | 25.44 | 90.20 | 84.56 | 36.43 | 37.20 | 27.00 | 27.22 | 6.20 | 5.42 |
| 5 | 284.00 | 336.81 | 90.00 | 90.60 | 135.00 | 117.22 | 22.14 | 22.78 | 105.80 | 100.16 | 30.10 | 30.87 | 28.00 | 28.22 | 6.50 | 5.72 |
| 6 | 401.64 | 454.45 | 91.00 | 91.60 | 104.00 | 86.22 | 24.40 | 25.04 | 106.70 | 101.06 | 38.76 | 39.53 | 30.00 | 30.22 | 7.00 | 6.22 |
| 7 | 305.68 | 358.49 | 116.00 | 116.60 | 98.00 | 80.22 | 22.90 | 23.54 | 87.50 | 81.86 | 42.00 | 42.77 | 31.00 | 31.22 | 5.50 | 4.72 |
| 8 | 343.75 | 396.56 | 117.80 | 118.40 | 124.00 | 106.22 | 25.50 | 26.14 | 117.80 | 112.16 | 42.00 | 42.77 | 21.00 | 21.22 | 5.00 | 4.22 |
| 9 | 459.46 | 512.27 | 96.00 | 96.60 | 97.00 | 79.22 | 18.50 | 19.14 | 102.20 | 96.56 | 33.14 | 33.91 | 32.00 | 32.22 | 5.80 | 5.02 |
| 10 | 300.75 | 353.56 | 95.00 | 95.60 | 86.00 | 68.22 | 26.60 | 27.24 | 92.40 | 86.76 | 33.36 | 34.13 | 29.00 | 29.22 | 6.50 | 5.72 |

Figura 6. Reporte General en formato HTML

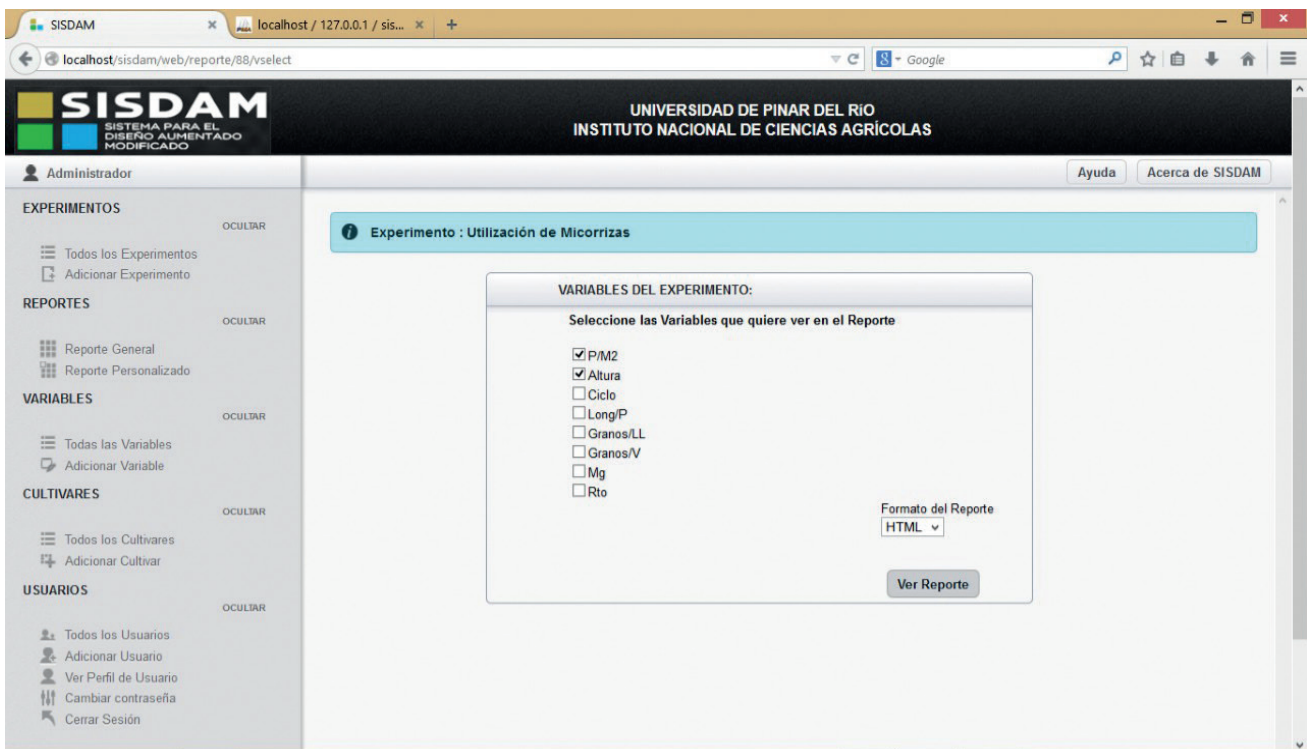


Figura 7. Selección de variables para el Reporte Personalizado

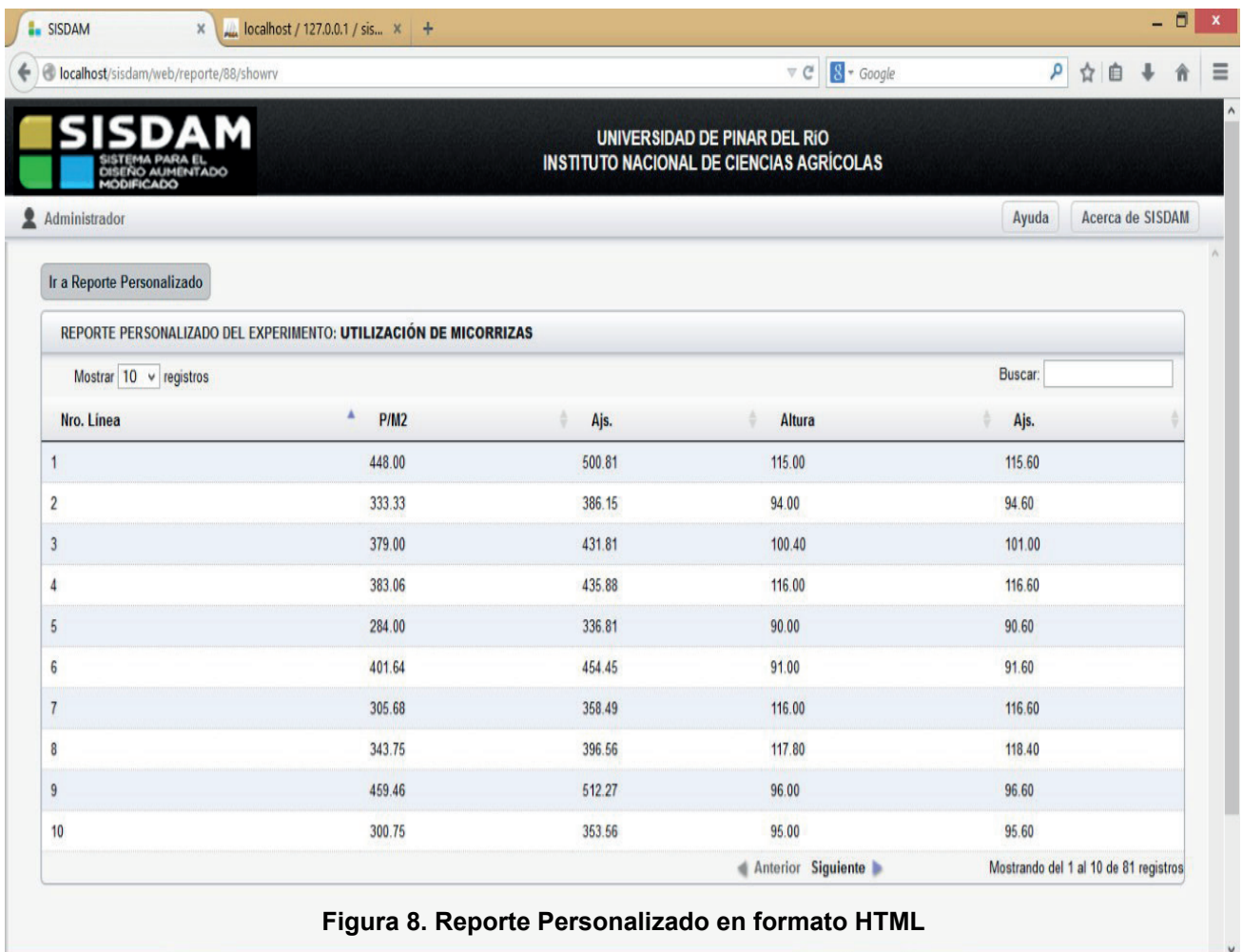


Figura 8. Reporte Personalizado en formato HTML

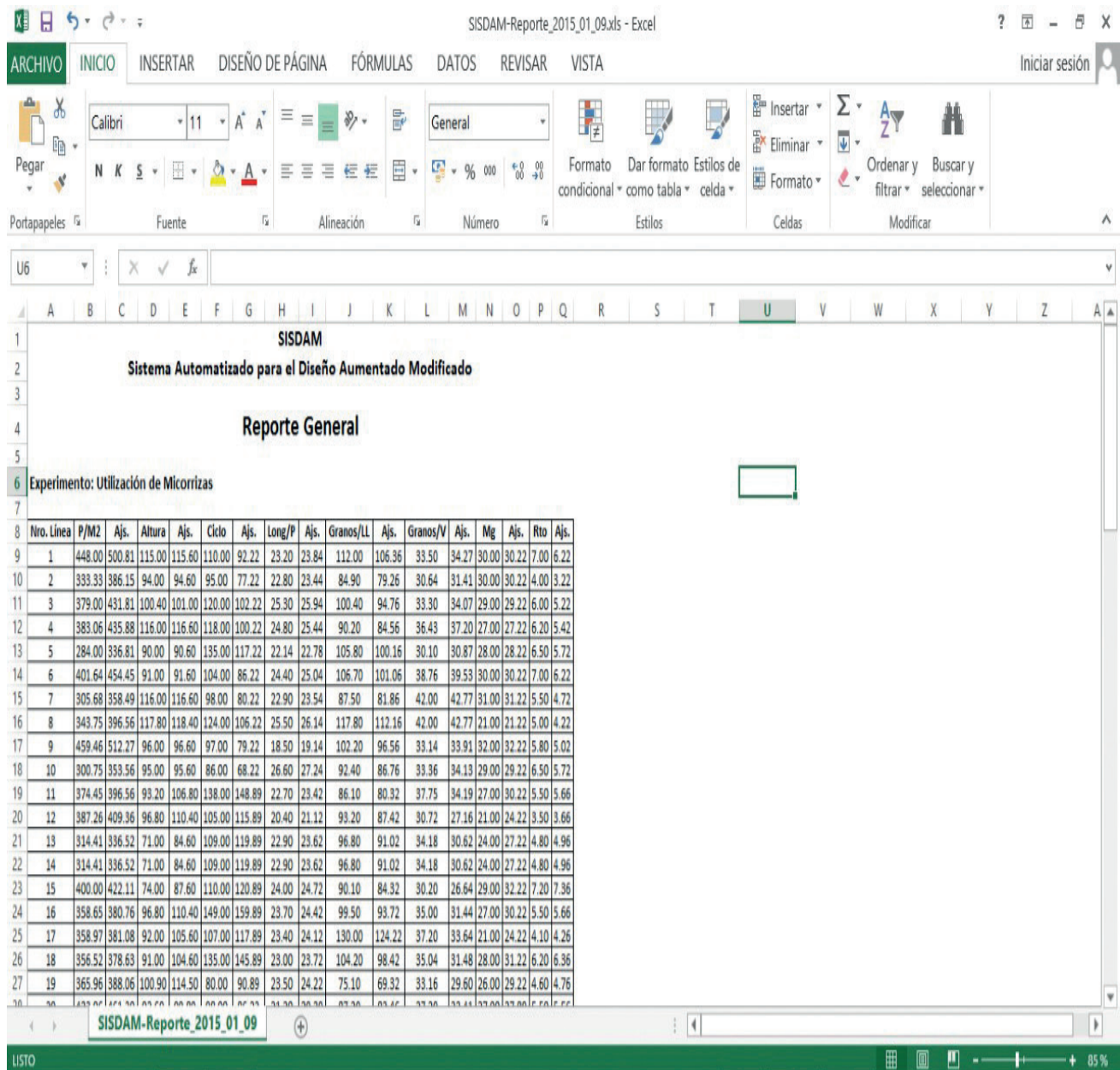


Figura 9. Reporte General en formato Microsoft Excel



Figura 10. Mensaje de Alerta

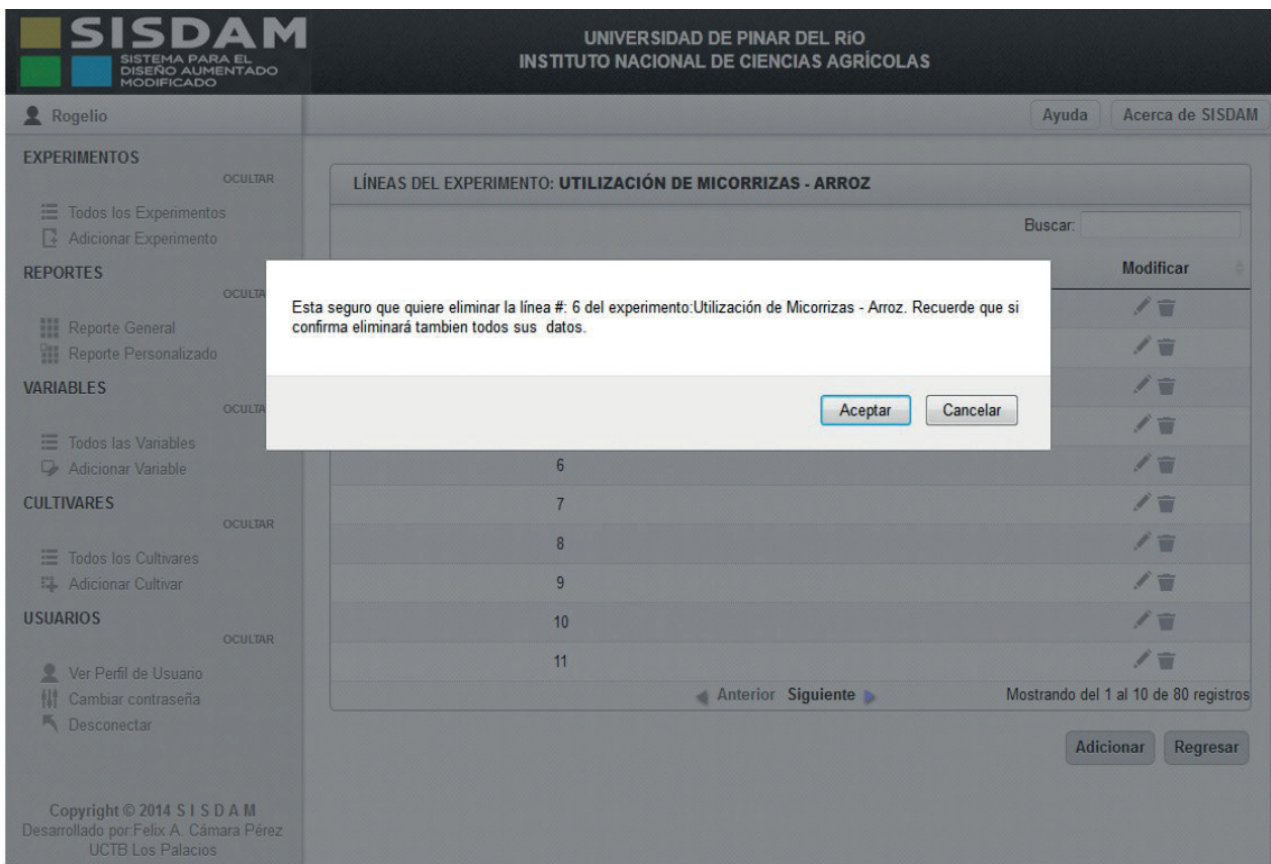


Figura 11. Mensaje de Confirmación

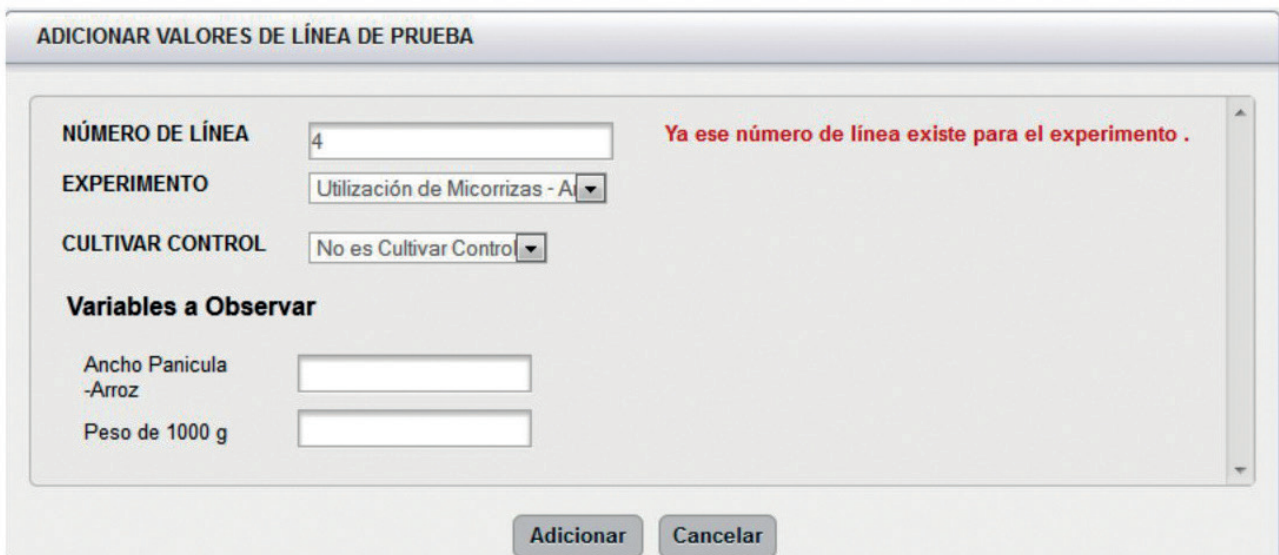


Figura 12. Mensaje de Error por Duplicación de Información

Figura 13. Mensaje de Error en la captación de datos

Con la aplicación web SISDAM, el investigador podrá contar con una guía gráfica, que no existía hasta este momento, para ejecutar la siembra de un experimento diseñado a partir de un DAM con un estricto control de las variables evaluadas y su localización gráfica en el campo, se agilizará el tiempo en captar y procesar la información referente a las distintas líneas de prueba. Se contará con una personalización en los reportes para los criterios de selección, los cuales pueden ser usados en otros paquetes estadísticos, incrementando la efectividad de la selección, si la matriz de datos obtenida es procesada a través de algún análisis multivariado. Además, se evitará la pérdida de información y la captación de errores, así como la optimización del tiempo por los usuarios que anteriormente lo procesaban a mano.

CONCLUSIONES

- ◆ Esta aplicación, facilita el uso eficiente del Diseño Aumentado Modificado, contribuyendo al desarrollo de los Programas de Mejoramiento Genético de cultivos en el país, el cual hasta este momento adolecía de una herramienta para el procesamiento de datos de este diseño.
- ◆ El SISDAM está en explotación desde junio de 2014 en la Unidad Científico Tecnológica de Base Los Palacios del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, específicamente en las investigaciones relacionadas con el mejoramiento genético del cultivo del arroz, potenciando las ventajas que ofrece el DAM en cuanto a la comparación de un número

considerable de líneas de prueba, superando las limitaciones de un experimento no replicado, brindando un beneficio económico por la reducción de área, el ahorro de material experimental y control de la heterogeneidad ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

1. Díaz, L. J.; Pérez, G. A. y Florido, B. R. "Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para disminuir la brecha digital en la sociedad actual". *Cultivos Tropicales*, vol. 32, no. 1, marzo de 2011, pp. 81-90, ISSN 0258-5936.
2. Sánchez, T. J. M.; González, Z. M. P. y Muñoz, M. P. S. "La Sociedad de la Información: Génesis, Iniciativas, Concepto y su Relación con Las TIC". *Revista UIS Ingenierías*, vol. 11, no. 1, 15 de mayo de 2013, pp. 113-128, ISSN 2145-8456.
3. Chiappe, A. y Sánchez, J. O. "Informática educativa: naturaleza y perspectivas de una interdisciplina". *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, vol. 16, no. 2, 2014, pp. 135-151, ISSN 1607-4041.
4. Sampédro, R. y Begoña, E. "Las TIC y la educación social en el siglo XXI". *Revista EDMETIC*, vol. 5, no. 1, 2015, pp. 8-24, ISSN 2254-0059.
5. Regalado, M.; Ramona, E.; Ferrer, A. M.; Alonso, M. M. y Fernández, B. R. J. E. "Sitio web CIRAH. Nuevo espacio de trabajo para el centro". *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, vol. 13, no. 1, febrero de 2014, pp. 163-170, ISSN 1729-519X.
6. Perurena, C. L. y Moráquez, B. M. "Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación". *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, vol. 24, no. 2, junio de 2013, pp. 176-194, ISSN 2307-2113.

7. Rea, S. V.; Maldonado, C. C. y Villao, S. F. "Los Sistemas de Información para lograr un desarrollo competitivo en el sector agrícola". *Revista Ciencia UNEMI*, vol. 8, no. 13, 2015, pp. 122–129, ISSN 1390–4272.
8. Morejón, R. y Díaz, S. H. "Combinación de las técnicas estadísticas multivariadas y el diseño aumentado modificado (DAM) en la selección de líneas de prueba en el programa de mejoramiento genético del arroz (*Oryza sativa* L.)". *Cultivos Tropicales*, vol. 34, no. 3, septiembre de 2013, pp. 65-70, ISSN 0258-5936.
9. Martínez, G. J. M.; Higuera, M. M. E. y Aguilar, D., Esperanza. "Enfoque metodológico para el diseño de interfaces durante el ciclo de vida de desarrollo de software". *REVISTA GTI*, vol. 12, no. 34, 2014, ISSN 2027-8330.
10. Miranda, M. F.; Casas, S. I. y Marcos, C. A. "Análisis de Desarrollo de Software Orientado a Feature - Línea de Producto de Software para Aplicaciones de TVDI". *Revista de Informes Científico Técnicos*, vol. 7, no. 2, 2015, ISSN 1852-4516.
11. Rodríguez, G. O.; Cánovas, D. R.; Infante, A. A. L.; Ortiz, P. R. y Pérez, G. A. "SISCORFI: una aplicación Web para el control de los recursos fitogenéticos". *Cultivos Tropicales*, vol. 34, no. 3, septiembre de 2013, pp. 25-31, ISSN 0258-5936.
12. Oyervides, Z. G. G.; Medina, Z. M. G. y Gómez, R. A. R. "Software Libre, Alternativa Innovadora en la Educación Pública". *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, no. 10, 2013, ISSN 2007-2619, [Consultado: 24 de marzo de 2016], Disponible en: <<http://ride.org.mx/1-11/index.php/RIDESECUNDARIO/article/download/576/564>>.
13. Soler, G. R. y Oñate, A. M. A. "Cuadro de Mando ODUN: una Herramienta en Software Libre para la Gestión Empresarial". *Revista Ciencia UNEMI*, vol. 8, no. 11, 2014, pp. 81–87, ISSN 1390-4272.
14. Cutiño, D. S.; Roche, M. del C. y Sarría, P. C. A. "Base de datos para la automatización de un registro de usuarios". *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, vol. 5, no. 2, 1 de julio de 2014, ISSN 2218-6719, [Consultado: 24 de abril de 2016], Disponible en: <<http://www.revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/172>>.
15. Paderni, L. M. del C.; Aguilar, L. I.; Cabrera, H. M. y Delgado, R. A. "Bases de datos distribuidas para aplicaciones médicas en el Sistema Nacional de Salud". *Revista Cubana de Informática Médica*, vol. 6, no. 2, diciembre de 2014, pp. 227-235, ISSN 1684-1859.

Recibido: 7 de enero de 2015

Aceptado: 11 de noviembre de 2015