

# Sistema automatizado para la gestión del mantenimiento de equipos (módulos patrimonio y órdenes de trabajo)

## *Automated management system for equipment maintenance (Modules, Heritage and work orders)*

Ing. Diarelys Medina Peña, Ing. Yanelis Suárez Fragas, Dr.C. Pablo Manuel Hernández Alfonso

Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN.** Actualmente en la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), la gestión del mantenimiento se realiza de forma poco eficiente y no responde a la metodología establecida. Lo antes expuesto está dado porque existe un gran volumen de información a gestionar que en la mayoría de los casos se maneja de forma manual. También se dificulta el uso de los sistemas de reporte y la fiabilidad de la información es dudosa. Unido a esto existe una escasa información de los equipos ya sea por pérdidas o deterioro y además no se cuenta con los recursos humanos capacitados para el desarrollo de las tareas de mantenimiento. El presente trabajo se lleva a cabo con el objetivo de mejorar la organización y funcionamiento de la gestión del mantenimiento y reparación de los equipos en la UNAH, destacando la gestión del patrimonio y de las órdenes de trabajo. Utilizando para guiar el proceso de desarrollo la metodología RUP (por sus siglas en inglés *Rational Unified Process*) con el fin de garantizar que la información se encuentre actualizada y que permita tomar decisiones con mayor rapidez a los que lo necesiten.

**Palabras clave:** mantenimiento, información, equipos, gestión.

**ABSTRACT.** Currently in the Agrarian University of Havana (UNAH), the management of maintenance is inefficiently performed and do not respond to the established methodology. This occurs because there is a large volume of information to be managed and in most cases is handled manually. It is also difficult the use of reporting systems and the reliability of the information is questionable. Coupled with this there is little information on the equipment either for losses or damage and also human resources has been not trained for the development of maintenance. This work was carried out with the aim of improving the organization and operation of the management and maintenance and repair of equipment in the UNAH, using the methodology RUP (Rational Unified Process) to ensure that the information is up to date and allow taking decisions more quickly.

**Keywords:** maintenance, information, equipment, management.

## INTRODUCCIÓN

Durante los últimos veinte años, la gestión del mantenimiento ha cambiado, quizás más que cualquier otra disciplina gerencial. Estos cambios se deben principalmente al enorme aumento en número y variedad de los activos físicos que deben ser mantenidos en todo el mundo, a la elaboración de diseños más complejos, al uso de nuevos métodos de mantenimiento, y a la existencia de una óptica cambiante en la organización de esta actividad y sus res-

ponsabilidades (Moubray, 1997).

Varios autores como Moubray (1997), Alkaim (2003<sup>1</sup>), Jaramillo (2004) y Arias (2006) consideran estos cambios acontecidos a través de tres generaciones, las cuales representan cómo han venido creciendo las expectativas respecto al desempeño del mantenimiento, la visión de la naturaleza de los fallos del equipamiento y las mejores prácticas utilizadas en una época determinada; sin embargo, González-Quijano (2004<sup>2</sup>) y

<sup>1</sup> ALKAIM, J.L.: Metodología para incorporar conocimiento intensivo às tarefas de Manutenção Centrada na Confiabilidade aplicada em ativos de sistemas elétricos, Tesis (en opción al Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ingeniería de Producción), Universidad Federal de Santa Catarina, <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85335>, Florianópolis, Brasil, 2003.

<sup>2</sup> GONZÁLEZ-QUIJANO, J.G.: Mejora en la confiabilidad operacional de las plantas de generación de energía eléctrica: desarrollo de una metodología de gestión de Mantenimiento Basado en el Riesgo (RBM), Tesis (en opción al grado académico de Master en Gestión Técnica y Económica en el Sector Eléctrico), Universidad Pontificia Comillas, <https://www.iit.upcomillas.es/docs/TM-04-007.pdf>, Madrid, España, 2004.

González (2007<sup>3</sup>) plantean que a los desarrollos en la tercera generación del mantenimiento se han ido añadiendo nuevas tendencias, técnicas y filosofías de tal forma que actualmente se puede hablar de una cuarta generación del mantenimiento.

Los principales sistemas de mantenimiento y reparación se han desarrollado para organizar, ejecutar y responder a las exigencias trayendo consigo grandes beneficios tanto técnicos como económicos a las instituciones. Hacer mantenimiento implica estar acorde con nuevos desarrollos tecnológicos y nuevos retos para los sectores industrial, comercial, servicio y agrario. Estos retos están asociados con la necesidad de optimizar la eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios y el mejoramiento de la calidad (Estupiñán 2015<sup>4</sup>).

Según Pentón (2005<sup>5</sup>), en Cuba la actividad de mantenimiento, independientemente de las entidades en que se desarrolle, se traza como metas lograr la reducción de las averías imprevistas y el tiempo de reparación de los activos fijos, además de procurar la prolongación de la vida útil de los componentes, con el correspondiente ahorro de recursos y energía y con ello reducir el costo de mantenimiento de las instalaciones, dando como resultado la mejora continua de la calidad y la eficiencia de los servicios.(Pentón 2005).

En el caso del sector educacional principalmente la Universidad Agraria de La Habana (UNAH) no está ajena a esta actividad ya que tiene como encargo estatal la formación de los recursos humanos en las diferentes áreas del conocimiento que se imparten en la misma, lo cual necesita de una infraestructura constructiva, tecnológica y de equipamiento cuya capacidad de trabajo o disponibilidad técnica garantice las funciones sustantivas de la organización.

Actualmente en la UNAH la gestión del mantenimiento se realiza de forma poco eficiente y no responde a la metodología establecida. Lo antes expuesto esta dado porque existe un gran volumen de información a gestionar que en la mayoría de los casos se maneja de forma manual. También se dificulta el uso de los sistemas de reporte y la fiabilidad de la información es dudosa. Unido a esto existe una escasa información de los equipos ya sea por pérdidas o deterioro y además no se cuenta con los recursos humanos capacitados para el desarrollo de las tareas de mantenimiento.

El uso de sistemas automatizados para la gestión del mantenimiento es de vital importancia en el desarrollo de este proceso. Existen varios sistemas dirigidos a la gestión de las tareas de mantenimiento en las organizaciones como son: SGestMan desarrollado en Cuba según Inversiones Gamma (2013), CEDRUX acorde con Sánchez *et al.* (2011), Renovetec según Renovetec (2014), eMaint X3 por @BESofT (2007), TPMpuls según Serbusa (2012) "container-title": "serbusamantenimientoindustrial", "abstract": "El Instituto Tecnológico Metalmecánico (AIMME, entre otros. Estos sistemas tienen un elevado costo que la UNAH actualmente no cuenta con el presupuesto para adquirirlos.

La automatización de la actividad de mantenimiento trae como resultado un incremento en el rendimiento y control que efectúa la misma.(Díaz 2015<sup>6</sup>). SGMANTE es una herramienta informática desarrollada para apoyar el proceso de gestión de mantenimiento de equipos en la UNAH. La misma cuenta con 4 módulos como se muestra en la Figura 1. El primero es el módulo de Administración el cual abarca todo el control de usuarios del sistema, así como los privilegios de los mismos para acceder al él. El módulo patrimonio controla todo el equipamiento del centro organizado según la estructura jerárquica de la universidad. El módulo de Solicitud de Servicio es el encargado de gestionar todas las solicitudes que hacen las distintas Áreas de responsabilidades dentro del centro a los especialistas de mantenimiento cuando presentan un problema con algunos de sus equipos. Por último el módulo de Órdenes de Trabajo gestiona todas las órdenes que se abran a partir de una solicitud de mantenimiento. De los 4 módulos descritos anteriormente se implementaron en esta investigación los módulos Patrimonio y Órdenes de Trabajo.



FIGURA 1. Módulos de SGMANT.

## MÉTODO

Para guiar el proceso del desarrollo de la herramienta informática SGMANTE se utilizó la metodología Rational Unified Process (RUP), siendo una metodología para la ingeniería de software que va más allá del análisis y diseño orientado a objetos para proporcionar una familia de técnicas que soportan el ciclo completo de desarrollo de software. El resultado es un proceso basado en componentes, dirigido por los casos de uso, centrado en la arquitectura, iterativo e incremental.(Jacobson 2000).

RUP se estructura en una forma bidimensional, tal como se muestra en la Figura 2. En el eje vertical se encuentran las distintas etapas de desarrollo, que se denominan "Core Work flows" (flujos de trabajo). En el eje horizontal aparece la evolución en el tiempo, que se da en 4 fases. En cada fase hay una o más iteraciones, según sus objetivos específicos:

- La fase de concepción tiene por finalidad definir la visión, los objetivos y el alcance del proyecto, tanto desde el punto de vista funcional como del técnico, obteniéndose como uno de los principales resultados una lista de los casos de uso y

<sup>3</sup> GONZÁLEZ, F.: Contratación avanzada del mantenimiento, Díaz de Santos, España, 260, www.casadellibro.com/...contratacion-avanzada-del-mantenimiento/.../11, España, 2007.

<sup>4</sup> ESTUPIÑÁN, S.: "MAINPACK 10.0. Software para la gestión de la actividad de mantenimiento en la industria azucarera", ICIDCA, 2015.

<sup>5</sup> PENTÓN, Y.B.: Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. In. Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 2005.

<sup>6</sup> DÍAZ, S.E.: Mainpack 10.0. software para la gestión de la actividad de mantenimiento en la industria azucarera. ICIDCA, La Habana, Cuba, 2015.

una lista de los factores de riesgo del proyecto. El principal esfuerzo está radicado en el “Modelamiento del Negocio” y el “Análisis de Requerimientos”.

- La fase de elaboración tiene como principal finalidad completar el análisis de los casos de uso y definir la arquitectura del sistema. En esta etapa se busca eliminar los principales riesgos técnicos.

- La fase de construcción está compuesta por un ciclo de varias iteraciones, en las cuales se van incorporando sucesivamente los casos de uso, de acuerdo a los factores de riesgo del proyecto.
- La fase de transición se inicia con una versión “beta” del sistema y culmina con el sistema en fase de producción.

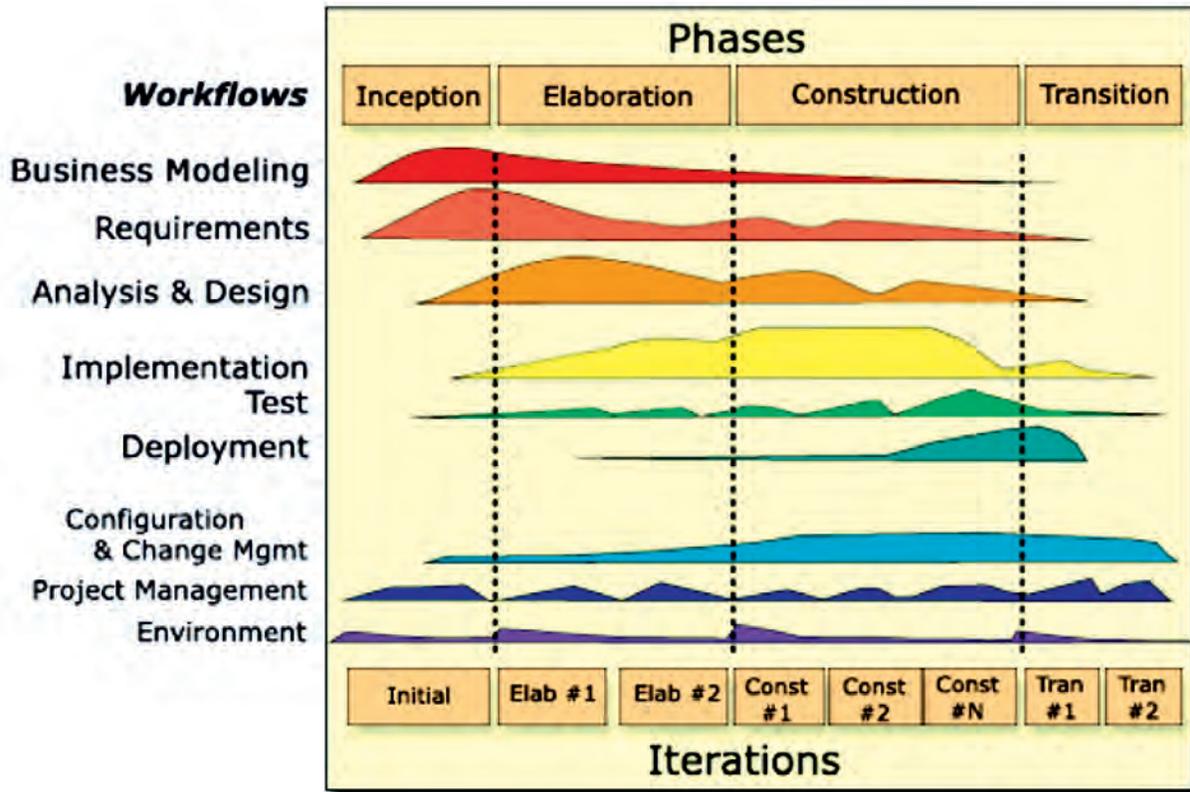


FIGURA 2. Estructura bidimensional de RUP.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la modelación del negocio que describe las actividades del proceso de mantenimiento en la UNAH se obtuvo el Diagrama de Casos de Uso del Negocio en el cual se muestran los distintos procesos del negocio que fueron automatizados con la herramienta (Figura 3), cada caso de uso tiene asociado un actor del negocio el cual está directamente relacionado con el inicio de cada caso de uso. Además de realizaron los diagramas de actividades que describe en detalle el flujo de las acciones realizadas en cada proceso del negocio. De igual forma se obtuvo un diagrama de objetos en el cual se relacionan todos los objetos que el sistema debía de automatizar.



FIGURA 3. Diagrama de Casos de Uso del Negocio de los Módulos Patrimonio y Ordenes de Trabajo.

Después de varias entrevistas con los especialistas en mantenimiento de la UNAH y otros centros del Complejo Científico Docente se identificaron un conjunto de requisitos funcionales en cada uno de los módulos desarrollados, como son:

Gestionar Nodo Central:	Gestionar Equipos:
Insertar Nodo Central.	Insertar Equipos.
Modificar Nodo Central.	Modificar Equipos.
Eliminar Nodo Central.	Eliminar Equipos.
Buscar Nodo Central.	Buscar Equipos.
Gestionar Centros de Costos:	Gestionar Grupo de Centros de Costos
Insertar Centros de Costos.	Gestionar Grupo de Áreas de Responsabilidad
Modificar Centros de Costos.	Gestionar Grupo de Equipos
Eliminar Centros de Costos.	Gestionar Subgrupo de Equipos
Buscar Centros de Costos.	Gestionar Familia de Equipos
Gestionar Áreas de Responsabilidad	Gestionar Órdenes de Trabajo
Insertar Áreas de Responsabilidad	Gestionar Grupos de Trabajo
Modificar Áreas de Responsabilidad	Gestionar Técnicos de Mantenimiento
Eliminar Áreas de Responsabilidad	Gestionar Vales
Buscar Áreas de Responsabilidad	Gestionar Piezas
Gestionar Locales:	Gestionar Materiales
Insertar Locales.	Mostrar listado de equipos.
Modificar Locales.	Mostrar Órdenes de Trabajo por estado.
Eliminar Locales.	Mostrar Órdenes de Trabajo por código.
Buscar Locales.	Mostrar Vales por Órdenes de Trabajo.

A partir de los requisitos funcionales anteriormente planteados se obtuvo el diagrama de casos de uso del sistema, quedando conformado como se muestra en la Figura 4. El sistema tendrá dos actores asociados los cuales son la especialista de mantenimiento que será la encargada de la gestión de los equipos y las órdenes de trabajo; y el usuario que podrá acceder al sistema solo para ver los reportes.

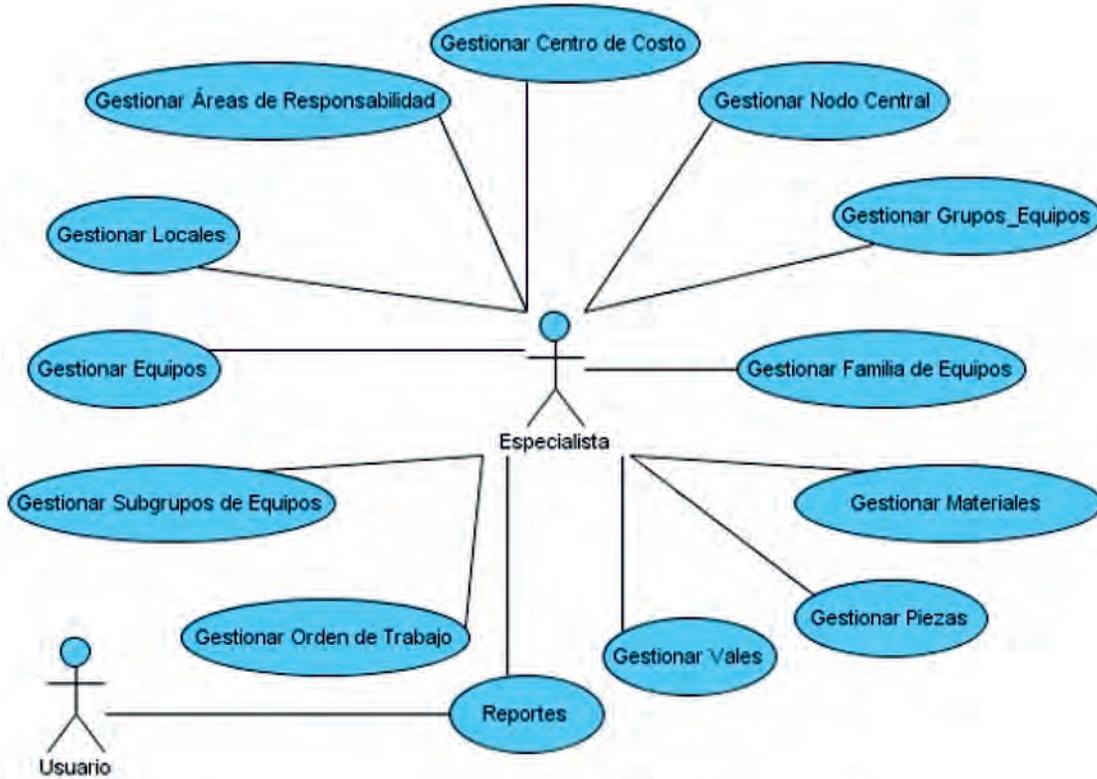


FIGURA 4. Diagrama de Casos de Uso del Sistema (Módulos Patrimonio y Órdenes de Trabajo).

Para el diseño e implementación de SGMANTE fue necesario utilizar varias tecnologías y herramientas informáticas entre las que se destacan: el Lenguaje Unificado de Modelado (UML), una herramienta que sirve como enlace entre quien

tiene la idea y el desarrollador que le ayuda a capturar la idea de un sistema para comunicarla posteriormente a quien esté involucrado en su proceso de desarrollo; esto se lleva a cabo mediante un conjunto de símbolos y diagramas (Schmuller

2000). Para minimizar el tiempo de diagramación visual, es decir de construcción de los artefactos del proyecto se utilizó la herramienta Case Visual Paradigm For UML una de las más utilizadas, la cual permite visualizar y construir los artefactos de los sistemas del software de manera más sencilla. El lenguaje de programación utilizado fue **Java** siendo actualmente uno de los lenguajes más usados para la programación en todo el mundo por ser de alto nivel, multiplataforma, pre compilado, seguro, etc. (Anon 2013). Como Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) se utilizó My Eclipse Professional 2013, el cual está construido sobre la plataforma Eclipse e integra soluciones propietarias

y de código abierto al entorno de desarrollo. Como gestor de base de datos se utilizó PostgreSQL, el mismo funciona muy bien con grandes cantidades de datos y una alta concurrencia de usuarios accediendo a la vez al sistema (PostgreSQL, 2012).

Como resultado de la implementación del sistema se obtuvo primeramente el módulo de Patrimonio, pues para la implementación del módulo de órdenes de trabajo era necesario tener la información de los equipos y las distintas áreas donde están ubicados. Finalmente se integraron los módulos al sistema, logrando una aplicación web (Figura 5) de gran utilidad para la gestión del mantenimiento en la UNAH.



FIGURA 5. Interfaz del módulo Ordenes de Trabajo (Requisito insertar Orden de Trabajo).

## CONCLUSIONES

- A partir del análisis del funcionamiento del proceso de gestión de mantenimiento de equipos en la UNAH se definieron y valoraron cuidadosamente cada una de las actividades que podían ser informatizadas realizando una correcta modelación del negocio.
- Se diseñaron los módulos correspondientes tomando como guía la metodología de desarrollo de software RUP.
- Se integraron los módulos obteniendo una aplicación web de gran importancia para elevar la eficiencia de la gestión del mantenimiento en la UNAH.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- @BESOFF: *EasyMaint | CMMS | Software de Mantenimiento | Sistema de Mantenimiento | Programa de Mantenimiento [en línea] 2007, Disponible en: <http://easymaint.net/> [Consulta:3 de marzo de 2014].*
- ANON: *¿Qué es Java? [en línea] 2013, Disponible en: <http://www.iec.csic.es/criptonomicon/java/quesjava/> [Consulta:15 de marzo de 2014].*
- ARIAS, A.: *Un modelo de gestión de mantenimiento hacia la excelencia [en línea] 2006, Disponible en: <https://yodairaproductividad.files.wordpress.com/> [Consulta: 3 de marzo de 2014].*
- GONZÁLEZ, F.: *Contratación avanzada del mantenimiento, Díaz de Santos, España, 260 [en línea] 2007, Disponible en: [www.casadellibro.com/](http://www.casadellibro.com/) [Consulta: 3 de marzo de 2014].*
- INVERSIONES GAMMA: *SGestMan: Tecnología de Mantenimiento Preventivo Planificado Asistido por Computadora [en línea] 2013, Disponible en: [www.sgestman.cu/](http://www.sgestman.cu/) [Consulta: 3 de marzo de 2014].*
- JACOBSON, I., BOOCH, G. y RUMBAUGH, J.: *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*, Pearson Educación, S.A. ISBN: 84-7829-036-2. Madrid, España, 2000.

- JARAMILLO, C.M.P.: *El futuro del mantenimiento de la ingeniería de manufactura, Soporte y Cía.* [en línea] 2004, Disponible en: <http://www.soporteycia.com/> [Consulta: 3 de marzo de 2014].
- MOUBRAY, J.: *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Segunda Edición ed. España,* [en línea] 1997, Disponible en: <http://www.soporteycia.com/rcm2-7/libro-rcm2/> [Consulta: 3 de marzo de 2014].
- POSTGRESQL: *PostgreSQL [on line]* 2012, Disponible en: <http://postgresql-dbms.blogspot.com/p/limitaciones-puntos-de-recuperacion.html> [Consulta: 2015/10/14/03:24:52].
- RENOVETEC: *RENOVEFREE, 2014/11/26/04:45:23* [en línea] 2014, Disponible en: [www.renovetec.com/renovefree/](http://www.renovetec.com/renovefree/), [Consulta: 3 de marzo de 2014].
- SÁNCHEZ, T.R.; GONZÁLEZ, M.F.; CASAS, E.C.: "La gestión empresarial de las entidades cubanas. Cedrux a la vuelta de la esquina", *InfoCiencia*, ISSN-1029-5186, 15: 1-11, 5 de diciembre de 2011.
- SCHMULLER, J.: *aprendiendo uml en 24 horas, Casa del Libro, 2015/ /14/02:30:34 de* [en línea] 2000, Disponible en: [www.intercambiosvirtuales.org/](http://www.intercambiosvirtuales.org/) [Consulta: 3 de marzo de 2014].
- SERBUSA: *TPMpuls, aplicación web para ahorrar hasta un 40% en costes en equipos industriales* [en línea] 2012, Disponible en: [www.serbusamantenimientoindustrial.com/](http://www.serbusamantenimientoindustrial.com/) [Consulta: 3 de marzo de 2014].

**Recibido:** 10 de enero de 2015.

**Aprobado:** 13 de noviembre de 2015.

**Publicado:** 30 de diciembre de 2015.

*Diarelys Medina Peña*, Profesora, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Departamento Informática, Autopista Nacional km 22 ½, Carretera de Tapaste a Jamaica, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: [diarelys\\_medina@unah.edu.cu](mailto:diarelys_medina@unah.edu.cu).

Yanelis Suárez Fragas, Universidad Agraria de La Habana. Correo electrónico: [ysuarez@unah.edu.cu](mailto:ysuarez@unah.edu.cu).

Pablo Manuel Hernández Alfonso Universidad Agraria de La Habana. Correo electrónico: [phernand@unah.edu.cu](mailto:phernand@unah.edu.cu)

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

## **Programa de Investigación en Ingeniería Agrícola**

Se realizan investigaciones en áreas de la Ingeniería Agrícola y Agroindustrial que plantean soluciones a problemas sectoriales o regionales de impacto nacional.

**Líneas de investigación:**

- Geohidrología
- Mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola
- Sistemas y tecnologías para la mecanización
- Ingeniería y tecnología de alimentos

Se cuenta actualmente con máquinas para la cosecha del maíz, frijol, transplantadoras de piña, reventadora de amaranto, cosechadora de jamaica, cosechadora de cacahuete, sembradoras de precisión de diferentes tipos y capacidades.

Coordinar con:  
Ing. Marco A. Rojas Martínez

Director del  
Dpto. de Ing. Mecánica Agrícola  
Tel.: (595) 2 1500 ext. 5719

Dpto. de Irrigación  
Tel.: (595) 2 1500 ext. 5690

**"Marcando el rumbo de la Ingeniería Agrícola en México, en el Tercer Milenio"**

Universidad Autónoma Chapingo

