





**UNIVERSIDAD NACIONAL
EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA**

Raúl Casanova Ostos
Rector

Alexander Contreras
Vicerrector Académico

Martín Paz
Vicerrector Administrativo

Elcy Yudit Núñez
Secretaria



Decanato de Investigación

Ildefonso Méndez Salcedo
Juan C. Zambrano

Decanato de Docencia

Jhon E. Amaya
María E. Porras

Decanato de Extensión

Ronald Angola
Salvador Galiano

Decanato de Postgrado

Mary C. Bernal
Yennifer Rojas

Decanato de Desarrollo Estudiantil

Blanca Figueras
María G. Roperó

**COMITÉ EDITORIAL
REVISTA CIENTÍFICA UNET**

Luis Villanueva
DIRECTOR

Gustavo Perruolo L.
EDITOR JEFE

INDUSTRIAL

María Josefina Torres
José Andrickson
Jhon Amaya
Ángel Gil

SOCIO - HUMANÍSTICO

Luis Villanueva
Solvey Romero
Rosalba Bortone
Josefina Balbo
Ildefonso Méndez
Luis Salazar
María Gabriela Rivero
Sara Medina
Darcy Carrero

CIENCIAS EXACTAS

Gustavo Perruolo
Willian Tovar
Irma Sanabria
América Quintero
Arelis Díaz

AGROPECUARIA

Alexis Valery
Ramón Zambrano
Eudi Arellano
Bridget Moreno
Norelys Rodríguez
Luis Bautista

Teresa Ortega
TRADUCCIÓN EN INGLÉS

Carolina Wong
DIAGRAMACIÓN Y MONTAJE

Carolina Wong
DISEÑO DE PORTADA

<https://www.behance.net/gallery/3131177/Impactos-ambientales-del-sector-de-la-construccion>

IMAGEN



**creative
commons**

Revista Científica UNET

La Revista Científica UNET es un órgano divulgativo de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, cuyo objetivo es difundir primordialmente los productos de investigación en las diferentes áreas de las Ciencias: Físicas, Matemáticas, Biológicas, Sociales, de la Tierra y del Medio Ambiente. En ésta se publican todos aquellos artículos originales aprobados por el Comité Editorial, producidos tanto por el personal de la UNET como de otras instituciones nacionales e internacionales, previa solicitud escrita por parte de los interesados.

La Revista Científica UNET es una revista venezolana, de actualización científica, creada por el Consejo Universitario de la UNET N° 003.88 de 12 de febrero de 1988,

apareciendo su primer número el 10 de noviembre de 1987. La Revista es arbitrada por destacados investigadores internacionales, nacionales y regionales. A lo largo de los últimos años se ha venido consolidando en varios aspectos, tales como: 1.) Soporte tecnológico, que incluye administrador de contenidos y administrador de base de datos de usuarios inscritos a través de la lista de canje y donación de la Biblioteca UNET; 2.) Periodicidad a través de la regularización de su publicación semestral garantizando los dos números por año; 3.) Digitalización de los artículos para ser colocados en servidores Web.

Para contactos dirigirse a:

Comité Editorial de Revista Científica UNET, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Decanato de Investigación, Avenida Universidad Paramillo, San Cristóbal, Estado Táchira. República Bolivariana de Venezuela.

Teléfono: 0276-3530422 Ext. (313 - 314- 404) / Telefax 0276 - 3532454. 3532949).

Apartado Postal 02 IPOSTEL-UNET.

Correo Electrónico: rcunet@unet.edu.ve

Se aceptan canjes con instituciones académicas y gubernamentales nacionales e internacionales, las cuales publiquen o distribuyan con carácter periódico, revistas, publicaciones o informes estadísticos.

EDITORIAL



Desde hace varios años se ha venido realizando estudios sobre competitividad, comparando los indicadores más representativos de la actividad económica de los países más desarrollados, en el cual se destaca el papel otorgado al recurso humano y, hecho novedoso en este tipo de trabajo a la inversión en ciencia y tecnología. Estos últimos factores no figura generalmente en los cálculos de los economistas de los países industrializados y poco es tenido en cuenta en los países de América Latina, en los cuales la ciencia todavía se considera un lujo reservado a las naciones avanzadas, sin mayor impacto sobre el desarrollo.

Sin detenernos a analizar la influencia que los regímenes gubernamentales o las políticas económicas han tenido en el desarrollo de las naciones más desarrolladas, resulta claro que una de las estrategias centrales que ellas han adoptado en las última tres décadas, ha sido la de apoyar a la educación y el desarrollo científico y tecnológico. Gracias a ello, y a una ambiciosa política de formación de recursos humanos, indicadores tales como el número de artículos científicos, el de patentes o el de investigadores se han incrementado.

El punto que vale la pena destacar es que el crecimiento económico de estas naciones está basado en el establecimiento de una industria de punta, moderna y competitiva, que en la mayoría

de los casos ha logrado desarrollar su propia tecnología gracias al esfuerzo mancomunado de universidades y centros de investigación.

Además de establecer estrategias en el sector de la educación, tanto escolar como universitaria, es indispensable apoyar el fortalecimiento de grupos y centros universitarios dedicados a la investigación básica en ciencias naturales y sociales. Del mismo modo, se deben fijar políticas de apoyo al sector productivo, a través del establecimiento y la consolidación de centros de desarrollo tecnológico, y de fomento a la creación de nuevas empresas que tengan mucho mayor requerimiento de conocimiento.

La teoría enunciada en las décadas pasadas de que la tecnología está disponible en el mercado internacional y que resulta mejor negocio comprarla que hacer investigación y desarrollo, cayo afortunadamente en el olvido, pues es para todos evidente que desarrollarla resulta a la postre mucho mejor que adquirirla y que aun para negociar tecnología adecuadamente se requiere tener en el país personas del mismo nivel que los que la crearon. Sobra decir que ese resultado no se logra si no se dispone de científicos activos del más alto nivel y de grupos de investigación fuertes y bien estructurados.

Dr. Gustavo J. Perruolo
Editor

SUMARIO

SISTEMA DE INFORMACIÓN EN CONTROL DE PROCESOS Andrickson, José; Arellano, María; Antony, Caro; Pabón, María; Hernández, Carlos.	74
SUPERVISOR WEB BASADO EN SISTEMA EMBEBIDO Bravo, Henry; Cárdenas, Miguel; Andrickson, José	91
METODOLOGÍA DE DISEÑO DE ANTENA MICROSTRIP PARA APLICACIONES RFID Fernández, Henry	107
PRÁCTICAS PARA LA INTEGRACION SOCIO-LABORAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD Flores, Yatnelly; Tapias, Gabriel; Oviedo, Libia	124
DIAGNÓSTICO DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA DE LA UNET EN FUNCIÓN DE LOS PROCESOS EDITORIALES Y LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES Villalobos, Salvador; Chacón, José	134
IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ETAPA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS. CASO: TERRAZAS DEL VALLE MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO TACHIRA Pérez, José; Carrero, Darcy	147
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DEL AGUA RESIDUAL DE UNA GRANJA PORCINA EN EL MUNICIPIO TORBES, TÁCHIRA Cárdenas, Marcos; Espinosa, Sindy; Cárdenas, Mayra	161
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DE TRICHODERMA SPP. (ASCOMYCOTA: HYPOCREACEAE) CON RAPDS E ITS-RFLPS Becerra, Sioly; Vera, Rosa; Pérez, Mayra; Moreno, Bridget	173

SUMMARY

PRODUCTION UNITS IN PROCESS CONTROL Andrickson, José; Arellano, María; Antony, Caro; Pabón, María; Hernández, Carlos.	74
WEB-BASED SUPERVISOR EMBEDDED SYSTEM Bravo, Henry; Cárdenas, Miguel; Andrickson, José	91
DESIGN METHODOLOGY FOR APPLICATIONS RFID MICROSTRIP ANTENNA Fernández, Henry	107
PRACTICE FOR SOCIAL-LABOUR INTEGRATION OF PEOPLE WITH DISABILITIES Flores, Yatnelly; Tapias, Gabriel; Oviedo, Libia	124
DIAGNOSIS OF THE SCIENTIFIC DISCLOSURE OF UNET WITH REGARD TO EDITORIAL PROCESSES AND INTERNATIONAL STANDARDS Villalobos, Salvador; Chacón, José	134
ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE HOUSING CONSTRUCTION STAGE. CASE: TERRACES OF THE VALLE MUNICIPIO INDEPENDENCIA, TACHIRA STATE Pérez, José; Carrero, Darcy	147
DETERMINATION OF PARAMETERS OF WASTEWATER IN A PIG FARM LOCATED IN THE MUNICIPAL TORBES, TÁCHIRA Cárdenas, Marcos; Espinosa, Sindy; Cárdenas, Mayra	161
MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF TRICHODERMA SPP. (ASCOMYCOTA: HYPOCREACEAE) WITH RAPDS AND ITS-RFLPS Becerra, Sioly; Vera, Rosa; Pérez, Mayra; Moreno, Bridget	173

INDUSTRIAL

SISTEMA DE INFORMACIÓN EN CONTROL DE PROCESOS

PRODUCTION UNITS IN PROCESS CONTROL

Autores:

Andrickson, José; Arellano, María; Antony, Caro; Pabón, María; Hernández, Carlos.

Laboratorio de Instrumentación Control y Automatización,
UNET - Táchira 5001, Venezuela

Corresponding Author: joseandrickson@gmail.com

RESUMEN

El desarrollo de éste documento presenta una propuesta de automatización, que valida el enfoque holónico aplicado a los sistemas de producción de una estructura de comportamiento dinámico, utilizando técnicas de modelo, simulación e implementación de sistemas de eventos discretos. Para describir los sistemas inteligentes de automatización basados en sistemas holónicos, se requirió del desarrollo del comportamiento dinámico de una Unidad de Producción cuya arquitectura se basa en el modelo de referencia de PROSA, y su implementación es aplicada a través de las técnicas de sistemas multiagentes con metodología MASINA. El comportamiento dinámico permite sintetizar un sistema de supervisión y gestión, que modifica la configuración del proceso de acuerdo al comportamiento de la misión de producción. Los agentes permiten implantar la autonomía del sistema, cuyo comportamiento se especifica utilizando lógicas y reglas de comportamiento. El sistema multiagentes representa el componente de razonamiento de las Unidades de Producción e interactúa con un sistema discreto que representa el componente físico.

ABSTRACT

This paper presents a proposal of automation to validate the holonic approach applied to the production systems dynamic behavior of a structure, using various techniques: modeling, simulation and implementation of discrete event systems. To describe the intelligent automation systems based holonic systems required to describe the dynamic behavior of a production unit whose architecture is based on the reference model of PROSA, and its implementation is applied through multi-agent systems techniques. The dynamic behavior can synthesize a monitoring and management system, modifying the configuration of the company according to the behavior of the production mission. The agents allow to simulate the system's autonomy, whose behavior is specified using first-order logic and rules of behavior. The multi-agent system is reasoning component production units and interacts with a discrete system that represents the physical component.

Palabras clave: Sistema de Información, Holón, Agentes, Supervisión.

Key words: Information System, Holon, Agents, Supervisor.

INTRODUCCIÓN

Las empresas del siglo XXI se enfrentan a realidades distintas al pasado, como por ejemplo, los requerimientos variados del consumidor, las líneas de producción que cambian con la dinámica del mercado, las fallas consideradas como situaciones transitorias, la evolución de las metodologías de control y supervisión conservadores (PID, PLC, SCADA); ante esta realidad se hace necesario los sistemas de producción flexibles, robustos y reconfigurables (Tharumarajah, 2003).

Dada estas realidades se hace deseable que un sistema de producción automatizado sea flexible, queriendo decir con esto que sea capaz de modificar su comportamiento con mínimo esfuerzo, tolerante a fallas, capaz de notificar los eventos imprevistos en la línea de producción y tomar medidas que, posiblemente sin intervención de un operario estén dirigidas a la corrección de fallas y finalmente pro-activo, con el objeto de tomar acciones que tiendan a optimizar el proceso de manufactura y evitar, entre otros, retrasos causados por faltas de inventario.

Por estas razones es que los sistemas holónicos (Chacón & De Zarrazin 2004) y (Giret & Botti, 2004), marcados dentro de los sistemas inteligentes, son capaces de tomar decisiones basados en sus metas propias y la información que perciben de su entorno. De igual manera los sistemas holónicos son capaces de modificar sus metas propias en función a las metas comunes de las asociaciones con otros elementos del sistema de producción. De esta manera, las Unidades de Producción persisten como un holón y se organizan en estructuras biológicas/fractales (Maturana et al, 1999), permitiendo el desarrollo de sistemas y empresas flexibles.

En la actualidad las estructuras organizacionales modernas planteadas teóricamente son: los sistemas holónicos, sistemas multiagentes, sistemas reconfigurables, sistemas flexibles y robustos, los cuales están convergiendo a un punto común con el desarrollo práctico de los sistemas industriales (Chacón y De Zarrazin 2004). El punto de coincidencia se encuentra en la distribución de las funcionalidades del sistema, que parten de las estructuras de islas informáticas de automatización.

En el mismo contexto, las tecnologías de información y comunicación son de vital importancia para el desarrollo de la producción dentro de la empresa, sin embargo, el desarrollo se ha ido creando a través de islas de automatización, lo cual es un concepto ampliamente utilizado en la literatura y que puede ser visto como una automatización de los distintos departamentos, con poca o nula integración entre los distintos sistemas. La falta de integración se da entre los sistemas organizativos de la empresa, al igual que el piso de planta, produciendo sistemas totalmente aislados, con una comunicación que depende de los expertos de las áreas. De esta manera se pretende desarrollar sistemas distribuidos a partir de las islas de automatización, permitiendo el desarrollo de sistemas altamente integrados y eficientes. Desde el punto de vista de la integración, las islas de automatización, los sistemas distribuidos y los sistemas de información y comunicación representan los mayores aliados para el desarrollo de un nuevo paradigma de automatización.

En este orden de ideas, la presente investigación aplica aspectos técnicos y metodológicos para la selección, simulación y desarrollo de un sistema de información para el control de temperatura de un sistema de calefacción.

El presente trabajo se encuentra ubicado dentro del área de automatización industrial, específicamente dentro de los sistemas inteligentes definidos a través de holones y sistemas multiagentes. El estado del arte abarca: estudio y modelado de sistemas holónicos y multiagentes, definición de la arquitectura de implementación de Unidades de Producción, implementación de la arquitectura con agentes inteligentes y metodología de modelado, simulación, en implementación de sistemas industriales basados en Unidades de Producción. Los trabajos aquí referenciados cubren algunos de los aspectos que definen la Unidad de Producción holónica desarrollada con agentes.

En cuanto a la concepción de un sistema productivo holónico, varios autores han desarrollado propuestas que van desde su definición filosófica hasta su implementación. De todas, la de mayor aporte para el planteamiento de la Unidad de Producción es la

arquitectura de referencia basada en holones denominada PROSA (Wyns, 1999), desarrollada en la Universidad de Lovaina. La arquitectura se compone por tres holones principales: Holón Orden, Holón Producto y Holón Recurso, más un holón de planificación jerárquica denominado Holón Staff. Otra arquitectura que considera los sistemas holónicos, aplicada a través de sistemas de agentes (Fletcher et al, 2000), desarrollada en la Universidad de Keele, donde el holón en esta arquitectura está compuesto por agentes y bloque funcional. Otra de las referencias consideradas en la investigación es la denominada Metamorph II (Maturana et al, 1999), desarrollado en la Universidad de Calgary; la cual propone una arquitectura holónica basada en agentes de estructura dinámica, lo cual presenta una solución a los cambios frecuentes del mercado y los factores externos e internos que modifican el ciclo de vida de producción de la empresa.

Para la implementación del sistema, se referencian algunas propuestas entre las que resaltan: síntesis de los sistemas de supervisión y control de los procesos (Chacón & De Zarrazin 2004), la Arquitectura Holónica para Control de Manufactura y Adaptativo Ágil ADACOR (Leitao & Restivo, 2007) y el desarrollo de sistemas con bloques funcionales (Christensen, 1994). Propuestas que tienen como visión una arquitectura que se adapta a los cambios y perturbaciones del piso de planta de la empresa. Otro de los planteamientos es PABADIS (2010) donde se plantea una propuesta de automatización de procesos industriales, desarrollado en base a agentes para sistemas de manufactura en una estructura inicial piramidal, enmarcada dentro de los sistemas distribuidos y con el uso de software orientado a objetos, con visión de un sistema plano con gestión y negociación de acuerdos.

En el trabajo se desarrolla una arquitectura basada en holones y sistemas multiagentes tomando como base los sistemas holónicos colaborativos (Rodríguez et al, 2003), con el uso de tecnologías de información y comunicación que permitan un mejor tráfico y distribución de la información entre holarquías, generando mejoras en los grupos de procesos productivos. Planteando una arquitectura de control que permita aprovechar de forma óptima los procesos y el capital de las empresas automatizadas.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, se puede decir, que recientes investigaciones han demostrado que los procesos de manufactura y los sistemas holónicos e llevan de la mano hacia una mejora sustancial de la productividad (Fisher, 1999), agilidad de los procesos y disminución de costos en el producto final. Tendencia que apunta hacia la definición de arquitecturas dinámicas basadas en sistemas holónicos, especialmente en los recursos de nivel de control.

Para hablar de diseño de arquitectura basada en sistemas holónicos, se deben tener claro tres aspectos importantes: primero, la filosofía del sistema; segundo, la disponibilidad de tecnología de equipos y componentes; y tercero, el desarrollo de las aplicaciones que permitan la interacción humano-máquina. Bajo estas premisas la arquitectura de Unidades de Producción propone una estructura auto-organizada fundamentada en sistemas holónicos e implementable en procesos industriales.

MÉTODO

Este proyecto, refiere el desarrollar de un sistema de información para el control de procesos industriales con Unidades de Producción, el cual deriva en un tipo de investigación aplicada, con aportes en el área de automatización con arquitectura moderna. Esta investigación comprende el desarrollo de las siguientes fases de trabajo:

Fase I: Selección del proceso: se realizó una de investigación de diversos procesos industriales, a fin de determinar el proceso a abordar. Cabe destacar que para el desarrollo de este proyecto se utilizó un proceso real.

Fase II: Estudio de las variables de proceso: seleccionado el proceso en la fase anterior, se realizó un estudio del comportamiento de las variables y eventos intervinientes en el mismo.

Fase III: Diseño de los agentes a implementar en el proceso simulado: se definió la metodología de agentes más conveniente para el modelado del sistema, el cual comprende la descripción general de cada agente, los momentos para su utilización, las tareas y actividades necesarias para alcanzar y cumplir los objetivos.

Fase IV: Implementación de Vijeo Designer: se diseñó la HMI en el software Vijeo Designer, versión 6.1, por medio del cual se visualiza el control de los eventos y variables.

Fase V: Comunicación: se configuró las direcciones de memoria de cada variable y el protocolo de comunicación, según el software usado. Definiendo la integración del SCADA (Intouch) con el PLC Twido y el Interfaz Humano-Maquina (HMI).

Fase VI: Diseño de la HMI para el proceso: se realizó las pantallas en el Vijeo Designer para la supervisión y visualización de las variables y los eventos que intervienen en el proceso.

Fase VII: Pruebas de control entre la pantalla HMI y el proceso: mediante el protocolo de comunicaciones Modbus, se estableció la comunicación entre el Vijeo Designer y el proceso mediante la configuración de las direcciones de memoria de las variables a supervisar en el proceso.

Fase VIII: Pruebas de Integración: se realizaron pruebas finales del proceso, comprobando la supervisión de las variables y eventos del proceso. Para dar cumplimiento a las fases de desarrollo del trabajo es importante definir algunos conceptos, así como la presentación de la arquitectura a utilizar.

Unidad de Producción

La Unidad de Producción surge como propuesta de un elemento autónomo y cooperante que posee una estructura de información y manejo de recursos; capaz de percibir su entorno y actuar sobre éste de manera aislada o cooperativa, con la finalidad de llegar a una meta establecida (elaboración de un producto o generar un servicio). Esta desarrolla un conjunto de tareas como un elemento atómico (stand alone) o de manera cooperante al comunicarse e interactuar con otros elementos para desarrollar tareas complejas, fuera de su alcance.

La Unidad de Producción conserva todas las características definidas para un holón, por lo tanto la auto-similitud es uno de los aspectos a apreciar dentro de ésta. La misma está compuesta por: el Núcleo, el Dispositivo Virtual de Manufactura (DVM) y el Recurso. Dentro del Núcleo la orden es transformada en la misión y constituye el objetivo de producción, la cual es planificada, programada, evaluada, ejecutada, y supervisada por el DVM; y que finalmente es controlado dentro del Recurso para transportar, transformar y almacenar la materia prima y los bienes de la empresa, obteniendo el producto final.

La arquitectura de la Unidad de Producción, se encuentra diseñada para el desarrollo de sistemas de manufacturas flexible, aplicable a empresas nuevas o existentes.

La misma se fundamenta en el principio del manejo de sistema distribuido, con recursos físicos móviles solo el recurso humano e informático durante el proceso de producción. El factor esencial dentro del proceso de producción es la negociación, permitiendo el desarrollo de un sistema flexible y robusto.

La Unidad de Producción formada de manera explícita por tres componentes (Núcleo, DVM, y Recurso), que interactúan entre sí para definir la planificación, configuración y ejecución de las funcionalidad de la unidad. El núcleo es el encargado de la gestión, y es quien define que atribuciones puede tomar la unidad específica dentro de la empresa y como formar parte de la producción; el DVM establece como se lleva a cabo las acciones dentro de la unidad y detalla las acciones de producción; finalmente el Recurso es quien ejecuta las acciones de producción y genera el producto; todo sobre una arquitectura de información y comunicación, ver Figura 1.

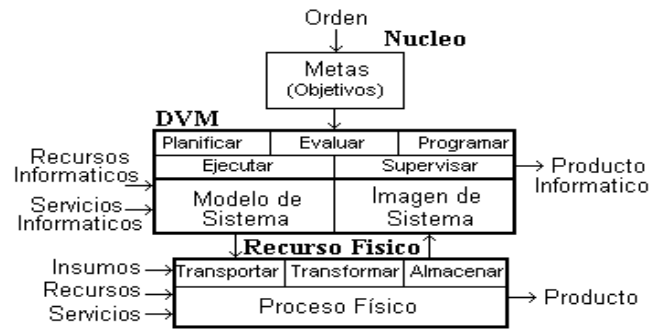


Figura 1. Unidad de Producción como Sistema de Información.

El Núcleo de la Unidad de Producción está definida por tres clases autónomas y cooperantes (Misión, Ingeniería, y Recursos) que definen filosóficamente y a grandes rasgos la Unidad de Producción. Cada uno es responsable por el control de un aspecto de la manufactura, la Misión de la logística concerniente a la demanda del consumidor y acuerdos de entrega; la Ingeniería de la planificación y métodos de los procesos de producción donde se definen los aspectos necesarios para alcanzar un producto de óptima calidad; y el Recurso por la capacidad de los recursos y manejo de sus capacidades y la optimización de su uso.

El DVM es responsable de las tareas de producción. En él se implementan todos los roles y sub-roles relacionados con la planificación, programación, negociación, supervisión, control y ejecución de las actividades de la unidad. Dentro de éste se maneja la

información de proceso, desde la captura de la información de los recursos, pasando por el almacenamiento, hasta la negociación de acuerdos internos y externos de la unidad. También se controla y supervisa la orden, así como la definición de los métodos de producción.

El Recurso es el elemento transformador del proceso productivo en la arquitectura. Este puede representar una Unidad de Producción básica, ya que posee todas las atribuciones para un manejo autónomo de sus habilidades, tanto físicas como de toma de decisiones. Éste posee un conjunto de actividades bien definidas, las cuales son controladas y supervisadas por el mismo. El Recurso puede ser distribuido por sus características de funcionamiento y disponibilidad, y ser instanciado por más de una Unidad de Producción. En la figura 2 se muestra el modelo estructura de la Unidad de Producción.

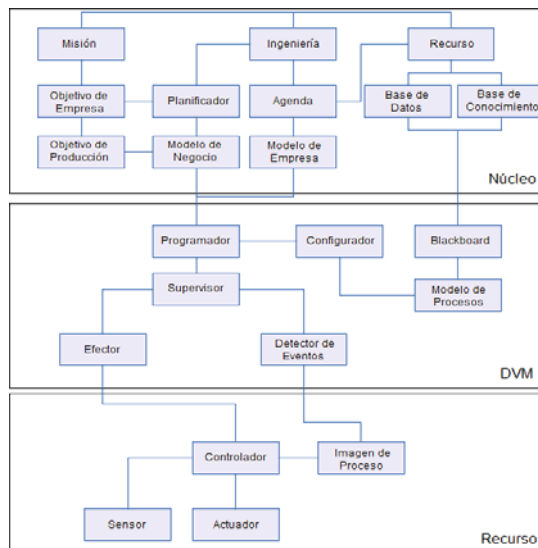


Figura 2. Modelo Estructural de la Unidad de Producción.

Una Unidad de Producción puede ser formada por un grupo de sub-unidades auto-similares, con la finalidad de resolver un trabajo complejo; Para esto es necesario establecer la distribución de funcionalidades, y desarrollar la coordinación y monitoreo del ciclo de vida cada unidad. Estableciendo dentro del núcleo las unidades creadas y su rol, así como los acuerdos de negociación. Seguidamente se debe definir el ciclo de vida,

actividades y sistema de supervisión dentro del DVM, que evalúe la evolución de la orden.

La Unidad de Producción cuenta con un grupo de actores que actúan de manera interna y externa con el propósito de hacer: seguimiento, control, y solución de imprevistos del proceso de producción. En la Tabla 1 se presentan los actores en la Unidad de Producción.

Tabla 1. Actores de la Unidad de Producción

Actor	Función	Resultado
Orden de Producción	Conceptualiza y describe el proceso de producción (estructura funcional y organizacional).	Acuerdo de Producción, y definición de requerimientos
Planificador	Coordina y reserva los recursos, y métodos de producción.	Plan de producción
Programador	Usa el plan establecido, detallando los equipos, métodos, recursos e insumos a ser utilizados.	Despacho para los distintos procesos a ser ejecutados
Supervisor	Determina la condición de los equipos y evalúa el desarrollo productivo.	Estado de los recursos
Configurador	Coordina los métodos y recursos para la producción.	Estructura Funcional
Controlador	Genera los cambios necesarios sobre el proceso y lo lleva a una condición deseada.	Calidad en los productos
Detector de Eventos	Determina el cambio de estado del proceso.	Captura estado del proceso
Actuador o Ejecutor	Ejecuta las ordenes de operación del proceso	Ejecuta acción de producción

El concepto de la Unidad de Producción es aplicado sobre sistemas de manufactura con sistemas a eventos discretos (DES) dentro de su modelo, por lo cual es necesario que el proceso sea proyectado sobre un vector discreto de estados y eventos dentro de un modelado dinámico de sistemas acoplados, como lo plantea (Chacón y De Zarrazin, 2004).

Dicho vector refleja la región de operación del proceso, estas regiones de operaciones están definidas dentro del modelo de la Unidad de Producción por un sistema de inteligencia artificial que evoluciona entre los estados definidos por la ocurrencia de eventos.

El supervisor como elemento central del DVM tiene la finalidad de mantener la dinámica del sistema

dentro de los estados deseados, de modo de asegurar la correcta evolución del proceso y la óptima fabricación del producto. La dinámica del sistema es descrita a través de un Sistema a Eventos Discreto por medio de autómatas de estados finitos basado en teoría de lenguajes formales. Por lo general el sistema de supervisión y control se definen como un sistema auto-supervisado que representa el comportamiento idóneo, inhibiendo los eventos no deseados.

La implementación de estos sistemas se desarrolla a través de la tecnología de la información y la comunicación por medio de agentes informáticos para el sistema de toma de decisión y bloques funcionales para los sistemas de transformación de la materia prima. Los agentes son de naturaleza

distribuidos, por lo cual se adaptan al desarrollo sistemas de manufactura con unidades de producción de sistemas dinámicos basados en DES.

El mecanismo de razonamiento de los agentes se basa en lógica de primer orden por lo cual es ideal para la implementación de resolución de problemas complejos dentro de un entorno productivo. Por otra parte los agentes son sistemas que interactúan constantemente con su entorno a través del hecho de percibir, razonar y actuar. El razonamiento del agente se basa en dos esquemas el reactivo y el pro-activo.

Para la implementación del sistema del DVM a través del uso de agentes nos basamos en algunos trabajos; entre ellos la síntesis de supervisor (Parra y Chacón, 2008) donde se utilizan los agentes con Sistemas a Eventos Discretos (DES) para definir el comportamiento de un sistema híbrido distribuido. De igual manera se referencia es MASINA (Aguilar et al, 2013) donde se define el modelo de sistemas multiagentes utilizados en entornos industriales.

Implementación de la Unidad de Producción

Las Unidades de Producción tienen cualidades de auto-organización, co-operatividad y aplicaciones de control heterogéneos. La ventaja de utilizar el enfoque holónico es que éste sirve como modelo de referencia que permite tanto describir la conformación de la estructura de una empresa constituida o virtual. La arquitectura se desarrolla a partir de un modelo de negocio, donde la cadena del valor y el flujo de producto establecen las bases de implementación.

La arquitectura se inicia definiendo las Unidades de Producción que conforman una empresa, las cuales se crean a partir de la orden, iniciando el proceso auto-organización, auto-configuración, y ejecución de métodos (Tahrumarajah, 2003). Para la coordinación y supervisión del proceso se evalúa y comparan las condiciones del modelo y la imagen de proceso, con lo cual se determina y controla el comportamiento y tendencias de la producción.

Las Unidades de Producción plantean la distribución de los sistemas, lo cual implica una distribución lógica de implementación de aplicaciones, con autonomía en su ejecución; aquí es donde los

sistemas multiagentes (MAS) ofrecen la solución de implementación, de esta manera se proporciona un modelo recursivo de grupo de agentes para la re-organización dinámica del proceso, el cual desarrolla un comportamiento emergente.

La descomposición de los sistemas en unidades elementales, sugiere la distribución de los métodos de la implementación de los sistemas. Computacionalmente, los sistemas pueden ser implementados por objetos o sistemas multiagentes. Las Unidades de Producción al igual que los sistemas multiagentes manejan un flujo de trabajo a través de la información como lo hacen los ecosistemas, lo cual ofrece ventajas en: el manejo de estrategias, simplificación del desarrollo de procesos, robustos, e incrementa el rendimiento.

El punto clave al momento de la implantación de los sistemas con Unidades de Producción, está en definir la tecnología que soporte la distribución y la cooperatividad de los componentes del sistema. De esta manera queda responder, como se implanta un sistema de Unidades de Producción basado en sistemas multiagentes, con la premisa de que representa un sistema completo y a la vez resulta parte de otro sistema, lo cual representa una arquitectura embebido.

Cuando una unidad es implantada a través de un sistemas multiagentes, es necesario tener dos tipos de agentes: el agente de toma de decisiones y el agente mediador, encargado de establecer los acuerdos con otros componentes del sistema.

Aplicación

Como es de esperarse, el diseño de una arquitectura de automatización de Unidades de Producción se basa en la implementación de sistemas multiagentes. Aunque ya existen varias propuestas de arquitecturas de automatización, nuestra propuesta apunta a dividir la Unidad de Producción en tres componentes: Núcleo donde se soporta y gestiona el alto nivel de la unidad; el DVM, quien maneja la información y es eje central de la arquitectura; y el Recurso, quien ejecuta las acciones de medición y control de producción.

En su aspecto práctico, el Núcleo y DVM se conforman por un conjunto de agentes y herramientas para la toma de decisiones, y son quienes definen el aspecto fundamentalista de la Unidad de Producción.

El DVM, desde su punto de vista más simple, actúa como interfaces de comunicación entre el Núcleo y el Recurso. Es quien transforma la misión de producción en actividades que llevan a un fin satisfactorio la producción. De manera compleja se presenta como un sistema de planificación, programación, configuración, supervisión y control de los recursos a partir de un acuerdo de producción establecido a través de la negociación con el Núcleo.

La Unidad de Producción actúa centrada en las funciones del DVM. Es éste último es quien la define como un sistema distribuido, considerando como sistema distribuido aquel que cumple con ciertas condiciones (autónomos, cooperantes, distribución e integración de información, integración e interoperabilidad de los componentes). Aspectos establecidos por los sistemas de información que permiten su implementación.

El uso de los sistemas multiagentes permite tomar las decisiones necesarias para la evolución de los estados de la producción, modificando el comportamiento o estructura del proceso, lo cual describe la característica dinámica de la arquitectura de Unidades de Producción.

RESULTADOS

La Unidad de Producción está representada por un modelo genérico de roles, lo que define su estructura abstracta e implementación independiente de la tecnológica. En éste modelo se representan las principales actividades que relacionan los componentes; así como su intercambio de información (protocolo), negociación, y acuerdos de producción.

El elemento central de la arquitectura y la Unidad de producción es el DVM y entre sus roles más relevantes encontramos:

- Planificar Producción: Establece las acciones e interacciones de los métodos y recursos para llevar a cabo la producción.

- Programar producción: Establece la agenda de funcionamiento de los diferentes componentes de la Unidad de Producción a grandes rasgos.
- Supervisar Proceso: Lleva la gestión, ejecución y monitoreo de las condiciones y evolución del proceso de producción.
- Negociar: Establece acuerdos, y arbitra las acciones entre los diferentes componentes, así como también en el manejo, disponibilidad y utilización de los recursos.
- Documentar: A través del repositorio de información, gestiona la información de productos y procesos de la empresa.
- Modelar Proceso: Posee la descripción precisa de las actividades y métodos que pueden ser llevados a cabo por la Unidad de Producción.
- Detectar Estados y Eventos: Es responsable por capturar la información de lo que está sucediendo con el proceso y proporcionar la imagen del mismo.
- Controlar: Tiene la función de estimar y dirigir la evolución del proceso para asegurar un producto a tiempo y con la calidad adecuada.
- Configurar: Basado en la negociación de la orden, el configurador establece los recursos y métodos a ser utilizados. la configuración es de carácter temporal mientras se ejecuta de manera lógica la producción.

Las actividades describen el conjunto de tareas necesarias para transformar la materia prima en producto elaborado o semielaborado, considerando la utilización de los recursos, métodos e insumos de la empresa para tal fin. Las principales actividades de la Unidad de Producción son: medición de variables, control de procesos, ejecución de acciones, y comunicación de datos.

A través de la arquitectura de Unidades de Producción, se plantea el desarrollo de la propuesta de automatización e integración de un sistema heterogéneo, que permita obtener mayor flexibilidad y reconfiguración del proceso de producción.

Para la implementación de una arquitectura de automatización con Unidades de Producción, se han desarrollado un conjunto de agentes que cumplen con funciones autónomas, pero con capacidad de comunicación y acuerdos para alcanzar la meta

global de producción. Los agentes son la implementación del sistema inteligente y cumplen las funciones de: gestión, coordinación, supervisión, control, configuración, comunicación y negociación.

La Unidad de Producción será definida a través de un conjunto de plantilla, modelos y sus interacciones; siguiendo la arquitectura MASINA (Aguilar et al, 2013), implementada por medio de aplicaciones en sistemas industriales y modelos de procesos.

Descripción de Proceso

El caso en estudio es representado por el sistema de calefacción, Figura 3, se asume que la única pérdida de temperatura existente está dada por la puerta de acceso al recinto. Considerando que el resto está formado por un sistema de aislamiento que impide el intercambio de calor con el exterior, además la temperatura es uniforme en todo el recinto.

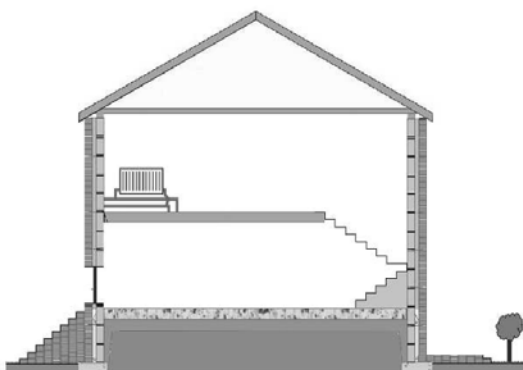


Figura 3. Recinto para la Calefacción

La arquitectura de jerarquía dinámica significa que su estructura se forma considerando una organización temporal sujeta a cambios internos o externos del sistema.

La Unidad de Producción constituida por el DVM, tiene entre sus funciones: planificar, programar, supervisar, controlar y configurar el sistema de producción; todas estas acciones con la finalidad de ubicar y controlar los estados del sistema, manejar inventarios, programar mantenimiento, analizar información y documentar el proceso. Por lo cual, el control de temperatura se da a través de un sistema a eventos.

En el modelo continuo de control de temperatura, tiene un conjunto de variables continuas que interaccionan y definen el sistema. Para supervisar el sistema se deben considerar variables discretas que definan condiciones específicas de funcionamiento del sistema, estas variables tienen como función disparar las acciones de encendido del sistema de calefacción, y el control de costo por energía consumida.

El sistema es descrito por una función de comportamiento suave, por tanto, actúa de manera eficiente al realizar la modificación de parámetros sobre el proceso supervisorio.

Este sistema define un modelo de automatismo híbrido de control de encendido y apagado, que redundante tanto en la banda de histéresis de operación del sistema, como en el consumo por el uso de la energía. El sistema posee dos estados de funcionamiento, uno de encendido del sistema y el otro en apagado. Donde la transición se produce cuando se supera el umbral superior e inferior de temperatura, dado entre 65 y 75 °F.

El sistema de calefacción tiene como principio conservar la temperatura ideal en el ambiente controlado o recinto, para esto se considera que la condición inicial del proceso es todo apagado. Para llevar el sistema debe encender la resistencia de calefacción hasta alcanzar el nivel de temperatura establecido en el setpoint, al apagar el sistema se disminuye la intensidad en la resistencia hasta que el ambiente alcanza la temperatura mínima establecida, donde se inicia nuevamente el ciclo de calentamiento.

del ambiente. El autómatas, Figura 4, representa el comportamiento del sistema, donde el estado inicial (0) corresponde al estado de apagado e inicia la secuencia con la orden (A), seguidamente el sistema alcanza la temperatura deseada que la alcanza en el estado (2), por inercia el sistema llega al nivel máximo a través de la transición (B) en el estado (3) de donde inicia el descenso de la temperatura con la orden (C) para así alcanzar nuevamente el estado marcado (2), que por inercia con lo transición no controlada (D) alcanza el mínimo permitido en el

estado (4); Idealmente se repite éste ciclo para conservar la temperatura dentro del recinto.

De esta manera y considerando que los eventos (B) y (D) no son controlables, los cuales no se pueden inhibir, el supervisor tiene la función de habilitar los eventos (C) y (E) que permiten mantener al sistema en el estado normal (2). De la misma manera las transiciones (F) y (G) no son controlables, por lo cual el sistema de supervisión con la transición (A) inicia el sistema o reinicia el mismo en caso de presentarse las transiciones (F) y (G).

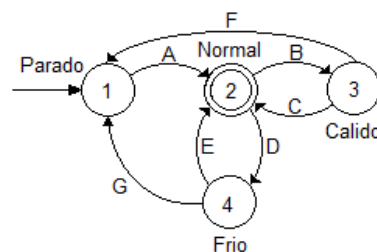


Figura 4. Autómata para el Sistema de Calefacción.

Se formalizan las transiciones en la ecuación 1.

$$\begin{aligned}
 \delta(1, A) &\rightarrow (2), \\
 \delta(2, B) &\rightarrow (3), \\
 \delta(3, C) &\rightarrow (2), \\
 \delta(2, D) &\rightarrow (4), \\
 \delta(4, E) &\rightarrow (2), \\
 \delta(3, F) &\rightarrow (1), \\
 \delta(4, G) &\rightarrow (1).
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Para el modelado e implementación del sistema de calefacción con Unidades de Producción basadas en agentes, se utilizó como base para la arquitectura de automatización MASINA (Aguilar et al, 2013), para esta implementación definiremos las fases de conceptualización, análisis y diseño.

El sistema de calefacción tiene como principio conservar la temperatura ideal en el ambiente controlado o recinto. Además, del control

supervisorio del sistema a través de un horario establecidos, lo cual se describe más adelante.

Arquitectura de Unidades de Producción.

La Unidad de Producción es un elemento autónomo con capacidad de cooperación con las otras unidades y elementos del sistema. Su sistema organizativo se fundamenta en el manejo de información y comunicación dentro del proceso con una estructura.

La organización se establece con la definición de los elementos del sistema y sus funcionalidades, para luego formar la estructura, y finalmente establecer el punto óptimo de funcionamiento del sistema, la Figura 5 muestra la propuesta de Unidad de Producción con sistemas de agente para una estructura de jerarquía dinámica.

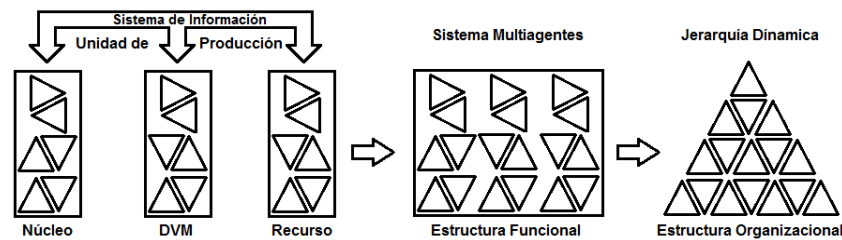


Figura 5. Unidad de Producción y Agentes en Jerarquía Dinámica.

La distribución del sistema de agentes sobre la Unidad de Producción se da en las funcionalidades de cada actor. Para esto se asignan agentes que cumplen las siguientes funciones: para el Núcleo: Misión, Factibilidad, Planificación, Negociación, y Documentación; DVM: Información, Supervisión y Control, Recursos; Recurso: Condición, Ubicación, Disponibilidad.

Una vez definida la estructura de implementación de las Unidades de Producción con agentes, el paso

siguiente es representar el modelo de los actores del sistema. Para lo cual se utiliza la metodología MASINA (Aguilar et al, 2013). En esta se implementan las fases de conceptualización, análisis y diseño.

Tomando el caso de uso, Figura 6, se describe la interacción de los actores de la Unidad de Producción para la supervisión y control del sistema de calefacción.



Figura. 6. Caso de Uso del Sistema de Calefacción.

La arquitectura de Unidades de Producción posee el DVM como elemento central, y dentro de este el componente de mayor realce para el caso de estudio lo constituye el sistema de supervisión y control, por lo cual, para el desarrollo de la metodología MASINA, se usará la descripción de las fases el Agente Supervisión y Control.

El Agente Supervisión y Control, constituye el elemento fundamental de todo el sistema de producción, éste es parte fundamental del DVM y es implementado a través de sistemas multiagentes. En el caso de estudio abarca toda la funcionalidad de supervisión, control, coordinación e interacción del

sistema. La descripción de implementación del agente por medio de MASINA se presenta en las Siguietes Fases:

Fase I (Conceptualización): El Agente Supervisor y Control, procesa la solicitud de recepción de materia prima, por lo cual es el facultado para generar la programación de la producción, configuración de métodos y recursos. Este representa internamente la parte del sistema de control para el manejo de recursos, se representa al través del caso de uso, Figura 7. Este agente comunica, supervisa, controla, coordina y hace seguimiento de las variables del proceso y los objetivos de producción.

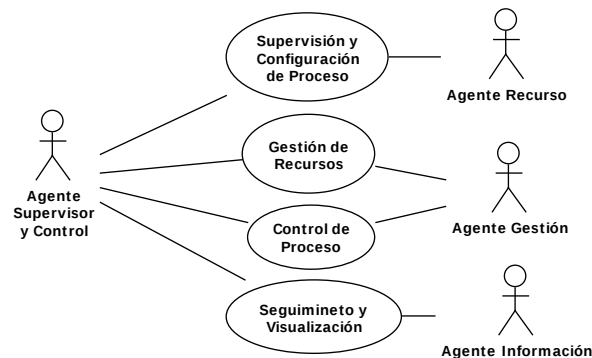


Figura 7. Diagrama de Caso de Uso del Agente de Supervisión y Control.

La Fase II (Análisis): Describe el modelo del Agente de Supervisor y Control, donde se presentan las principales atribuciones. En ésta se describe el modelo del agente, modelo de tareas, modelo de

coordinación y comunicación; con sus respectivos diagramas UML y tablas descriptivas. Una de las funciones relevantes del Agente de Supervisión y Control se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Modelos de Tareas del Agente Supervisor y Control

Servicio	Tareas
Seguimiento y Control	T1. Recibir respuesta del Agente Gestión
	T2. Realizar requisición de energía y recursos
	T3. Aceptar o rechazar producto
	T5. Configurar equipos
	T6. Ejecutar encendido y apagado de controlador
	T7. Ejecutar encendido y apagado del Relé Programable (Zelio)
	T8. Recibir información del producto a procesar
	T9. Configurar comunicación de información
	T10. Controlar horario
	T11. Procesar y enviar datos
	T12. Controlar estados y eventos de producción

La Fase III (Diseño): Desarrolla el Agente Supervisión y Control, donde se generalizan las actividades que realiza, las técnicas y los elementos

que emplea. La Tabla 3, muestra el diseño del Agente Supervisión y Control.

Tabla 3. Implementación de Agente Supervisor y Control

Nombre	Actividades	Técnicas	Elementos
Agente Supervisión y Control	Procesos solicitud de producción	Uso del Razonamiento del Agente: Autómatas	Controlador de temperatura
	Interacciona con Agente Gestiona		Sensor de temperatura
	Verifica condición de activación del sistema		Botones de inicio y parada
	Enciende y Apaga Controlador		Elemento de Calefacción
	Controla y supervisa variable de proceso		Sistema de enfriamiento
	Gestiona datos desde HMI		Manejador de potencia

La Fase IV (Codificación): Muestra la plataforma de desarrollo, donde el código fuente está basado en lenguaje de autómatas y sistemas a eventos discretos.

La codificación del Agente de Supervisión y Control se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Codificación del Agente Supervisor y Control

Nombre	Plataforma	Estándar de Codificación	Código Fuente
Agente Supervisión y Control	Vijeo Designer, Zelio Soft2, y Twido Soft	Uso del Razonamiento del Agente: Autómatas	Sistema Experto

De igual manera, se desarrollan las mismas fases para definir los agentes: Recurso, Gestión, e Información. Permitiendo detallar la interacción entre agentes y los protocolos de información.

Finalizada la fase de diseño de los agentes, se implementó la integración del sistema, la cual está basada en la arquitectura de jerarquía dinámica, Figura 8. El nivel inferior está representado por el controlador de temperatura, quien es garante por establecer los rangos de temperatura en el ambiente;

también el Relé Programable Zelio, que es parte del mismo nivel, define el supervisor de horarios de funcionamiento del sistema. El nivel inmediatamente superior, es decir supervisión, lo integra el PLC Twido, donde se coordina el encendido y apagado del sistema de supervisión y control de campo. El nivel de gestión captura los datos del sistema y los muestra por medio de la Interface Humano máquina (HMI), a través de la que se modifica el comportamiento del sistema.



Figura 8. Arquitectura del Sistema de Control de Temperatura.

El sistema de gestión, visualización y supervisión de alto nivel del sistema de calefacción se diseñó en la HMI por medio del Vijeo Designer como se muestra en la Figura 9, éste representa el Agente Gestión y el Agente Información, los cuales están asociados al Núcleo de la arquitectura.

Dentro de esta estructura de agentes se cuenta con una imagen (física y lógica) representativa del sistema. El diseño gráfico del sistema de gestión y

manejo de información está representado en un panel que describe el proceso y posee una serie de botones que le permite seleccionar el horario de trabajo. En el panel diseñado, inicialmente todos los botones están en gris, el botón que se pulsa para la selección cambia a verde, lo que permite identificar el estado activo. De igual manera se tienen indicadores para la calefacción y el enfriamiento, que se activan y cambian a verde una vez que se selecciona la opción correspondiente.



Figura 9. Interface (HMI) de Supervisión de Control de Temperatura.

De la Figura 9 se puede observar que para los Agente Gestión e Información, se definieron tres horarios de funcionamiento: normal, extendido, y sábado y domingo. Además de dos botones para encender y apagar el sistema de manera remota y así establecer un control jerárquico de funcionamiento. La descripción y configuración de los botones es

descrita en la Tabla 5, los cuales serán los encargados de enviar las señales hacia el PLC. Las memorias definidas en el protocolo de comunicación son M0 y M1 y a través de las cuales se envían los datos de configuración y operación desde la HMI hacia el PLC de Twido.

Tabla 5. Configuración de Supervisor en HMI

Horario	Descripción	Memoria (M0- M1)	
Horario Normal	Solo se activa de lunes a viernes en el horario de: 7:45 hasta las 12:00. 13:45 hasta la 17:00.	0	0
Horario Extendido	Solo se activa de lunes a viernes en el horario de: 8:00 hasta la 20:00 .	0	1
Sábados y Domingos	Se activa los días sábados y domingos en el horario comprendido entre: 8:00 hasta la 15:00.	1	0
Encender	Al seleccionar esta configuración, el sistema se encenderá sin importar el horario que se encuentre	1	1
Apagar	Se apagará el sistema siempre y cuando no entre en el estado de horario normal	0	0

El Agente Supervisión y Control define el modo de uso del sistema, este se desarrolla en parte sobre el programa del PLC Twido para el manejo de señales con la HMI. El protocolo de comunicación entre la pantalla HMI y el PLC Twido es Modbus. Integradas ambas etapas, se hace una descripción, Tabla 6,

donde se presenta la configuración del controlador que es parte del agente.

El agente Recurso está representado por el controlador de temperatura, junto al relé Programable Zelio, quedando definido un agente reactivo con poco conocimiento del sistema general.

Tabla 6. Configuración de Controlador

Entradas	Salidas
I1: Configurada para el arranque del sistema desde el panel de control.	Q0: Configurada para enviar la señal de activación desde el Relé Programable Zelio hacia el controlador de temperatura
I2: Configurada para parada del sistema desde el panel de control.	Q1: Se encuentra configurada para enviar la señal de activación para el sistema de calefacción del módulo.
IB: Configurada para recibir la señal del panel de control para encender el sistema de calefacción.	Q2: Se encuentra configurada para enviar la señal de activación para el sistema de enfriamiento del módulo
IC: Configurada para recibir la señal del panel de control para encender el sistema de enfriamiento.	
ID: Configurada para recibir la señal desde la pantalla HMI, a través de la memoria M0 del PLC Twido	
IE: Configurada para recibir la señal desde la pantalla HMI a través de la memoria M1 del PLC Twido	

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Comportamiento del Sistema

El control de temperatura en un recinto involucra dos aspectos, el primero es controlar un ambiente agradable para las personas que habitan el lugar,

además del control de costo por el consumo de energía. Para esto se consideró el desarrollo del sistema de control y supervisión de las variables involucradas en el sistema.

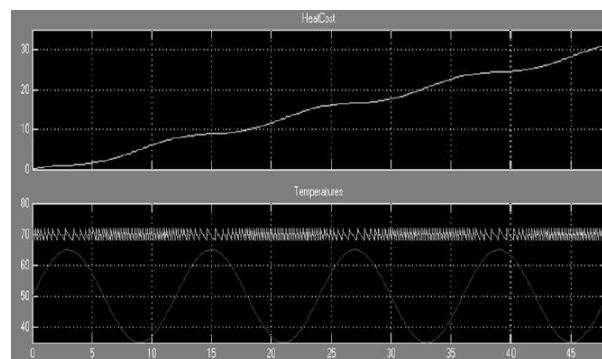


Figura 10. Respuesta del Sistema en Condiciones Normales

Como resultado, la Figura 10, muestra el consumo de energía eléctrica en condiciones normales cuando el sistema es supervisado y controlado. En la parte superior se muestra el consumo y en la parte inferior se presenta el comportamiento del sistema durante el día, donde en las horas picos se muestra mayor densidad en la gráfica que representa un mayor consumo.

En la Figura 11, se presentan las gráficas de funcionamiento del sistema de calefacción en condiciones normales para un período de 24 horas. En esta se describen las repuestas de los tres modos de operación del sistema bajo la descripción de Unidad de Producción y gestión remota, las gráficas, de abajo hacia arriba se observan los horarios normales, extendido, y fines de semana. De la Figura 11 se observa que para el horario normal se tienen dos periodos de encendido del sistema; en el horario

extendido se tiene un solo periodo de 8 a 17; y para el horario de sábados y domingos de observa un solo

encendido de 8 am a 3 pm.

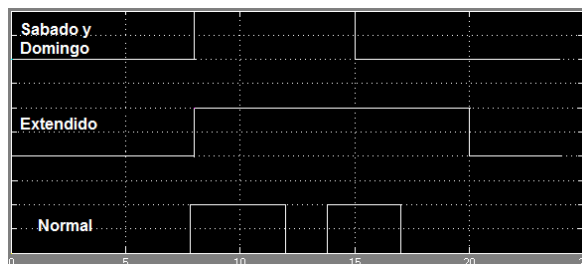


Figura 11. Respuesta del Sistema Supervisado en Condiciones Normales

Considerando el sistema bajo la operación remota a través del HMI, se puede observar cómo actúa el sistema ante el comando de encender y apagar el proceso haciendo uso de la jerarquía, ver Figura 12. Igual que el caso en condiciones normales, se toma un periodo de operación de 24 horas de

funcionamiento. Para el comportamiento del sistema se observa que en los periodos de encendido sigue de manera normal su comportamiento, mientras que las horas de desactivación del proceso, la orden de encendido tiene la facultad de poder encender el sistema de manera remota.

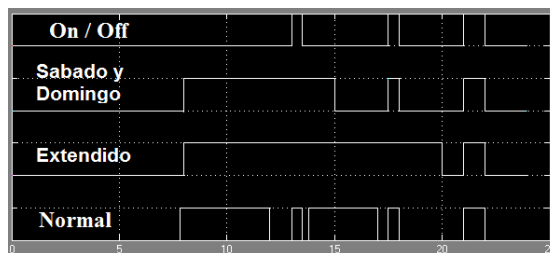


Figura 12. Respuesta del Sistema Supervisado en Condiciones Normales con Manejo Remoto.

CONCLUSIONES

El principio del trabajo fue el desarrollo de una arquitectura de automatización dinámica basada en agentes, la cual se describió por medio de Unidades de Producción, fundamentada en sistemas holónicos. Las Unidades de Producción formadas por tres componentes Núcleo, Dispositivo Virtual de Manufactura (DVM), y Recurso; tiene como elemento central el DVM dentro del cual se establece el Agente Supervisión y Control como sistema base de implementación. En el desarrollo de la arquitectura se utilizó la descripción de autómatas para representar la evolución del sistema entre los estados y definiendo las bases de implementación de los agentes.

La arquitectura considera aspectos de los sistemas distribuidos y de información como aspectos centrales en el desarrollo de sistemas, lo cual deriva

en arquitectura de jerarquía. Esta arquitectura considera aspectos de sistemas híbridos, síntesis de controladores discretos y razonamiento de autómatas con el objetivo de ejecutar el control dinámico sobre el sistema de Unidades de Producción.

Los agentes son utilizados como medio de inteligencia en los procesos, así como en el manejo de la información y la comunicación, haciendo factible la implementación de la Unidad de Producción. Considerando que existe una relación del modelo de proceso con el comportamiento del mismo lo cual permite supervisar y tomar acciones correctivas o preventivas en el proceso y de esta manera cumplir con la orden de producción.

Los sistemas multiagentes proporcionan una herramienta para modelar y entender, controlar y supervisar procesos industriales. Para su diseño es fundamental estudiar cómo funcionan e intervienen las variables que se desarrollan en la ejecución del

proceso. La comunicación es uno de los aspectos más importantes en los sistemas de información, por tanto, la comunicación entre agentes es la base de interacción y organización, para cumplir todos los objetivos de producción en la empresa, por lo cual fue implementado el Modbus como protocolo industrial en la comunicación de los agentes.

La integración del proceso con los PLC y la pantalla HMI permite el manejo, control y supervisión de las variables y eventos presentes en el desarrollo del proceso, para lograr esto es necesaria la configuración correcta de las direcciones de memoria entre los PLC, la pantalla HMI y el controlador de temperatura. Estos componentes fueron la estructura de recursos que soportó el desarrollo de los agentes del sistema que a su vez eran el aspecto práctico de las Unidades de Producción.

Finalmente, partiendo de la premisa que la arquitectura desarrollada está fundada en los sistemas holónicos, podemos considerar que la estructura de Unidades de Producción representa una arquitectura de jerarquía dinámica, la cual es la evolución de estos sistemas para su implementación con agentes y soportada con la teoría de autómatas y lenguajes formales.

De acuerdo con las pruebas de funcionamiento del sistema, se determinó que el desarrollo de sistemas basado en agentes presenta un alto rendimiento y su factibilidad sobre la aplicación a procesos industriales cotidianos es determinante en la mejora del rendimiento, de igual manera la jerarquía dinámica es factor indiscutible al implementar una arquitectura de automatización.

REFERENCIAS

Aguilar, J. Rios, A. Hidrobo, F. Cerrada, M. Sistemas Multiagentes. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. ISBN: 978-980-12-5942-8. 2013.

Chacón E. y De Zarrazin, G. Automatización de sistema de producción. Universidad de los Andes. 1-10. 2004.

Christensen, J. Holonic Manufacturing Systems – Initial Architecture and Standards Direction, in Proceeding of 1st European Conference on Holonic Manufacturing Systems. Hannover. 1994.

Fletcher, M. Garcia-Herrero, M. Deen, S. y Mittman, R. An Open Architecture for Holonic Cooperation and Autonomy. Proceedings of HoloMAS'2000. 2000.

Fischer K. Agent-Based Design of Holonic Manufacturing Systems. Robotics and Autonomous Systems: 27(1&2): 3-13, 1999.

Giret, A. y Botti V. Towar an Abstract Recursive Agent. Integrated Computer Aided Engineering. 165-177, 2004.

Leitao, P. y Restivo, F. A holonic Approach to dynamic manufacturing scheduling. Robotic and Computer-Integrated Manufacturing. www.sciencedirect.com, [Revisado Febrero 2008] 1-10, 2007.

Maturana, F. Shen, W. Norrie, D. Metamorph: An adaptive agent-based architecture for intelligent manufacturing, International. Journal of Production Research 37(10): 2159–2174, 1999.

PABADIS Promise Consortium. Plan Automation Based on Distributed System. <http://www.pabadis-promise.org/>. 2010.

Parra C. and Chacón E. Design framework for intelligent supervision of industrial process. WSAES Transaction on System, 7(7): 616-625, 2008.

Rodriguez, S. Hilaire, V. Koukan, A. Towar a Metodological Framework for Holonic Multi-agent System. In: Workshop of Engineering Societies in the Agent Work. 179-185, 2003.

Tharumarajah, A. A self-organising view of manufacturing enterprises. Computer in Industry: 51: 185-196, 2003.

Wyns, J. Reference Architecture for holonic manufacture system. PhD Thesis. K.U. Leuv. 1999.

INDUSTRIAL

SUPERVISOR WEB BASADO EN SISTEMA EMBEBIDO

WEB-BASED SUPERVISOR EMBEDDED SYSTEM

Autores:

Bravo, Henry; Cárdenas, Miguel; Andrickson, JoséLaboratorio de Instrumentación Control y Automatización,
UNET - Táchira 5001, Venezuela**Corresponding Author:** joseandrickson@gmail.com

RESUMEN

Actualmente los avances de la tecnología permiten desarrollar componentes electrónicos y software de uso libre que se pueden comunicar a través de estándares de código abierto. Estos dispositivos son ideales para controlar remotamente y así obtener el menor costo de inversión posible en la automatización de un proceso industrial, con eficiencia y robustez, considerando estructuras de entidades autónomas. El objetivo del artículo es presentar la implementación de un sistema de supervisión embebido, considerando una arquitectura de automatización moderna; además del diseño de una interfaz de visualización en tiempo real de los cambios de procesos capturados por un Controlador Lógico Programable (PLC), quien actúa como un agente dentro del desarrollo del sistema. Para la implementación se utilizó el Método de Desarrollo de Sistemas Dinámicos para el entorno web externo, en un medio embebido dentro de un enrutador. El desarrollo del software se llevó a cabo con herramientas de programación estructurada para el sistema de comunicación del enrutador, la programación lógica y herramientas destinadas a sistemas web, se desarrolló en una plataforma de servicio para el almacenamiento de datos y aplicaciones para la edición de texto y software. Como resultado se obtiene un sistema moderno de integración de bajo costo.

ABSTRACT

Currently, advances in technology allow the development of electronic components and free software that can be communicated through open source standards. These devices are ideal for remote control and thus obtain the lowest investment cost possible in the automation of an industrial process, with high performance and robustness, considering the structure of autonomous entities. The objective of the article is to present the implementation of an embedded supervision system, considering a modern automation architecture; in addition to the design of a real-time visualization interface of the process changes captured by a Programmable Logic Controller (PLC), who acts as an agent within the approach and development of the system. For the implementation, the Dynamic Systems Development Method was used for the external web environment, in an embedded medium within a router. The software development was carried out with structured programming tools for the router communication system, logical programming and tools for the web system, was developed in a service platform for data storage and applications for text editing and software. As a result, a modern low-cost integration system is obtained.

Palabras clave: Sistemas Dinámicos, Agentes, Sistema de Supervisión Embebido.**Key words:** Dynamic Systems, Agents, Embedded Supervision System.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas industriales están fundamentados en el uso de tecnología y métodos que permitan desarrollar aplicaciones de producción; dichos procesos están sujetos tanto a los equipos de producción, como a los programas que gestionan su funcionamiento, que por lo general son sistemas propietarios y se venden separadamente de los equipos, incrementando los gastos de la empresa.

Un proceso industrial consta de un sistema de toma de decisiones (métodos) y un sistema de producción (recursos), para lo cual se vale de los recursos informáticos y físicos disponibles. En esta condición, los sistemas informáticos proporcionan una solución moderna que satisfacen las necesidades de la organización como se plantea en Monostori *et al.*, (2016), donde se establece una mejora en el rendimiento de los procesos industriales a través de la flexibilidad que otorga la programación integrada a los equipos de campo.

Para que el desarrollo de un sistema de automatización cuente con buen rendimiento, es necesario el estudio de costos y necesidades de la empresa. El alto costo de las soluciones industriales de las grandes empresas de automatización limitan la posibilidad de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYME), en este sentido, los sistemas de software libre permiten desarrollar herramientas de alto estándar de producción a bajo costo, como una alternativa a los sistemas de soluciones empresariales propietarios.

Considerando lo antes expuesto, el presente trabajo tiene el propósito de desarrollar una arquitectura basada en sistema de software libre para la gestión de información, permitiendo desarrollar sistemas de bajo costo. El desarrollo se implementa en un enrutador inalámbrico con modificación de firmware y software para el manejo de la información capturada.

Un servicio web de gestión de información permite ver y modificar las condiciones del proceso, con el fin de evaluar y establecer cambios en el comportamiento del mismo. Este servicio representa un sistema flexible y adaptable para los sistemas industriales modernos, como se plantea en Andrickson *et al.*, (2012) y Quintanilla *et al.*, (2011).

Para evaluar el desarrollo se dispuso de un sistema de control de temperatura supervisado por una arquitectura de automatización basada en software libre y un controlador lógico industrial (PLC). Definiendo una arquitectura orientada a solventar problemas de flexibilidad y robustez de procesos en Pequeñas y Medianas Empresas (PYME), con una inversión reducida, frente a la implementación de sistemas propietarios. El sistema desarrollado permite a las PYME poseer un sistema de Interfaz Humano Máquina (HMI) para la supervisión de proceso, con diversos niveles de integración según sus necesidades y objetivos.

MÉTODO

El trabajo se encuentra ubicado dentro del área de automatización industrial, específicamente dentro de los sistemas de arquitecturas modernas, y donde, el estado del arte abarca: estudio de sistemas multiagentes, definición e implementación de arquitecturas de automatización y metodología de modelado en implementación de sistemas industriales. El trabajo considera el software libre con el propósito de manipular las variables de entrada y tener el dominio de los valores deseados en la salida dentro del proceso. Valdivia (2012) describe: “Los sistemas de control tienen como objetivo que las señales de salida sean capaces de ser gobernadas por las directrices marcadas por las señales de entrada, con independencia de las perturbaciones”. Por ejemplo, en el control automático sobre la climatización de una casa, el termostato servirá para que el usuario seleccione la temperatura deseada (entrada); la regulación de la temperatura de las habitaciones serán las salidas. El objetivo será controlar, supervisar y gestionar la temperatura del sistema en el valor deseado, para esto se utilizará la metodología de agentes aplicada sobre sistemas de eventos discretos, así como una metodología informática para definir el desarrollo de la arquitectura informática.

Arquitectura de Desarrollo

Considerando que el proyecto trata de un proceso de control, supervisión y gestión, donde el supervisor es el encargado del manejo y operación de los datos de proceso que unido al sistema de gestión planifica el comportamiento general del sistema.

El sistema considera una pirámide de automatización de tres niveles (Control, Supervisión y Gestión), soportada sobre un sistema embebido. La mayor contribución filosófica se extrae de PROSA (Wyns, 1999), desarrollada en la Universidad de Lovaina. Otros estudios considerados es el de sistemas de agentes (Fletcher *et al.*, 2001), desarrollado en la Universidad de Keele, esta arquitectura está formada por dos partes: la cabeza constituida por agentes y el sistema de procesamiento, implementado con bloque funcional (Christensen, 1994). De igual manera, otra referencia es la denominada Metamorph II (Maturana *et al.*, 1999), desarrollado en la Universidad de Calgary, la cual propone una arquitectura basada en agentes de estructura dinámica, que ofrece una solución a los factores externos e internos que modifican el ciclo de vida del proceso de producción.

Otra de las referencias, es el sistema dinámico basado en holones para sintetizar los sistemas de supervisión y control de los procesos, del planteamiento de Chacón *et al.*, (2004), de igual manera, lo es el planteamiento de Leitao (2007) (ADACOR), con una visión que se adapta a los cambios y perturbaciones del piso de planta de la empresa. Otro de los planteamientos es PABADIS (2007), donde se plantea una propuesta de automatización de procesos industriales basada en

agentes para funcionar sobre sistemas de producción de manufacturas en una estructura piramidal.

La arquitectura para sistemas embebidos propone una estructura organizativa dinámica con sistemas multiagentes (Rodríguez *et al.*, 2003), con el uso de tecnologías de información y comunicación, generando mejoras en los grupos de procesos productivos. En este planteamiento el sistema central que condensa las ventajas de los sistemas holónicos y sistemas multiagentes se define como Unidad de Producción.

La Unidad de Producción surge como un elemento autónomo y cooperante que posee una estructura de información y manejo de recursos; capaz de percibir su entorno y actuar sobre éste de manera aislada y/o cooperativa, con la finalidad de llegar a una meta establecida; la cual es base fundamental para el planteamiento. La Unidad de Producción se divide en tres componentes (Núcleo, DVM, Recurso) y un conjunto de actores que ejecutan las funciones lógicas y las actividades de producción. La Fig. 1. Muestra la descripción los componentes del modelo (Andrickson, 2012), donde la definición de los agentes y la lógica de funcionamiento del sistema embebido debe poseer la mayoría de estos componentes, en él se definen los métodos y actividades de la Unidad de Producción.

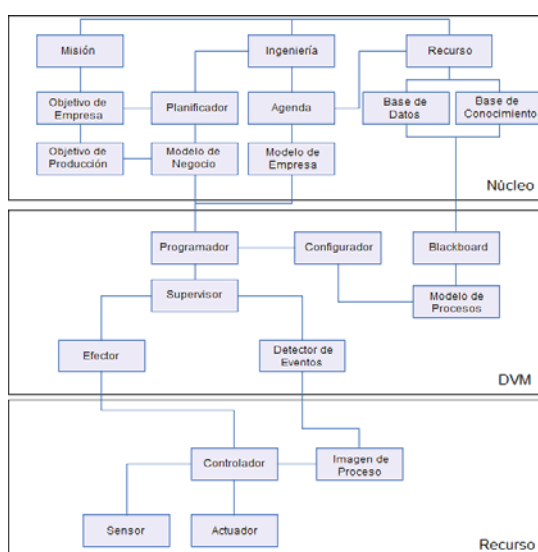


Figura 1. Modelo Estructural de la Unidad de Producción.

La Figura 1, representa el modelo estructural de la Unidad de Producción, quien es el elemento central implementado con agentes. La misma tiene capacidad de comunicación para la interacción con otros componentes de la empresa con el fin de formar una estructura multi-unidades, donde su conocimiento y destreza da solución a problemas complejos. De la figura se observa la estructura de tres niveles de la pirámide de automatización, que cumple para un elemento autónomo en la unidad más simple, cumpliéndose el principio de auto-similitud (Andrickson, 2012). Esta estructura de jerarquía dinámica forma un sistema de Unidades de Producción autónomas embebidas.

El concepto de la Unidad de Producción es aplicado sobre los procesos productivos con sistemas a eventos discretos (DES), por lo cual es necesario que el proceso sea proyectado sobre un vector de estados y eventos dentro de un modelado dinámico de sistemas acoplados (Chacón *et al.*, 2004). Dicho vector refleja la región de operación del proceso dentro del modelo de la Unidad de Producción.

El supervisor como elemento central, mantiene la dinámica del sistema dentro de los estados deseados y la correcta evolución del proceso, por lo general el sistema de supervisión se define como un sistema auto-supervisado y su implementación se desarrolla a través de un sistema de información, sistemas de agentes y sistemas embebidos, ideal para la solución de problemas complejos dentro de un entorno productivo, a través de la síntesis de supervisor (Parra *et al.*, 2008); que puede ser desarrollado sobre entornos heterogéneos auto-configurado (Tharumarajah, 2003), proporcionando un enfoque que sirve como modelo de referencia o arquitectura base para sistemas distribuidos lógicos y/o funcionales.

El punto clave de la implementación de los sistemas con Unidades de Producción, está en definir la tecnología que soporta la distribución y la cooperación de los componentes del sistema en una arquitectura recursiva. De esta manera, los sistemas multiagentes presentan la alternativa necesaria, a través de descomponer el problema en sub-tareas que serán resueltas por grupos de agentes (Aguilar *et al.*, 2013). Dentro de sus actividades destacan:

- Descomposición de problemas en sub-tareas: El problema se descompone en sub-problemas pequeños de manera jerárquica.
- Solución de sub-problemas: Se solucionan individualmente, lo cual implica la comunicación entre los agentes.
- Integración de soluciones: Las soluciones a los sub-problemas identificados son integradas en una solución total de manera jerárquica.

Metodología de Desarrollo

El proyecto se divide en dos fases: una para la construcción del sistema supervisor embebido y planteamiento de la arquitectura; y la otra orientada al desarrollo de la aplicación web y su respectivo servicio. Cada una con un enfoque metodológico diferente, dado la naturaleza del desarrollo.

Para la fase de la construcción del sistema supervisor embebido se toma como referencia la arquitectura de Unidades de Producción, constituida por un modelo genérico de roles, utilizados para hacer una representación abstracta del comportamiento del sistema. El modelo representa los principales roles y actividades que relacionan los componentes; así como su intercambio de información y negociación. Entre los roles más relevantes encontramos: Planificar, Programar, Supervisar, Negociar, Manejar información, Controlar y Configurar. Entre las actividades relacionadas al modelo se encuentran: medición de variables, control de procesos, ejecución de acciones y comunicación de datos.

La Unidad de Producción será definida a través de un conjunto de plantillas, modelos y sus interacciones; siguiendo la arquitectura MASINA (Aguilar *et al.*, 2013), implementada por medio de aplicaciones en sistemas industriales y modelos de procesos.

Metodología para la fase de construcción del sistema supervisor embebido.

La primera etapa es el desarrollo del sistema embebido supervisor que trabaja con agentes para la cual se utilizará la metodología para el modelado de sistemas orientado a agentes (MASINA) (Aguilar *et al.*, 2013).

Metodología para la fase de desarrollo de aplicación Web.

En esta etapa, siguiendo a Contreras (2012), se utilizará una metodología ágil de desarrollo de software conocida como el método de desarrollo de sistemas dinámicos (DSDM).

Descripción del Proceso

El caso en estudio es representado por el sistema de control y supervisión de temperatura en un recinto, ver Figura 2, donde se asume que la única pérdida de temperatura es dada por la puerta de acceso, y la temperatura es uniforme.

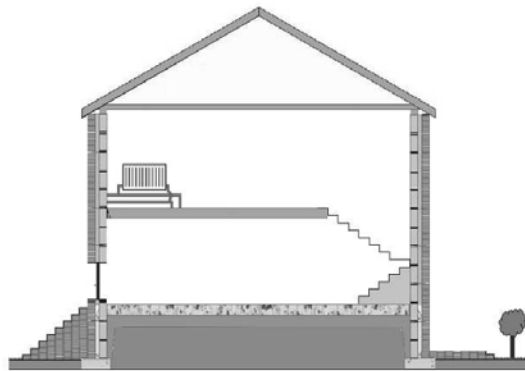


Figura 2. Recinto para el Control de Temperatura.

La arquitectura se define como una organización de jerarquía temporal sujeta a cambios internos o externos del sistema. En tal sentido, las Unidades de Producción como entes autónomos y cooperantes se auto-organizan de acuerdo a las necesidades del sistema, considerando que estas son implementadas con sistemas multiagentes.

La descripción del proceso, considera que la temperatura se mantiene constante, y la razón de entrada del sistema cambia de H a $H+h_i$ donde h_i representa la razón de cambio de temperatura y H el flujo de temperatura en estado estable, con una salida de razón de temperatura dada por H como $H+h_o$, considerando a h_o como el cambio en el flujo de calor. Por tanto, la temperatura cambia de Θ a $\Theta + \phi$, con ϕ como el cambio transitorio de la temperatura. De donde se obtienen h_o a partir de C (capacidad térmica), R (resistencia térmica), G_c (relación de intercambio de temperatura con el entorno) y M_c

(masa de aire que se intercambia entre el recinto y el exterior). Esto se puede apreciar en la ecuación 1.

$$\begin{aligned} h_o &= G_c \\ C &= M_c \\ R &= \frac{1}{h_o} = \frac{1}{G_c} \end{aligned} \quad (1)$$

La ecuación 2, representa el control de temperatura del recinto dada la acción del sistema.

$$R \cdot C \frac{d\phi}{dt} + \phi = R \cdot h_i \quad (2)$$

El sistema equivalente en diagrama de bloques se describe en la Figura 3. Este sirve para representar de manera matemática la simulación del comportamiento ideal el proceso en tiempo real. Estableciendo pruebas de manera seguras y sobre la cual se plantean nuevos paradigmas de control, supervisión y gestión.

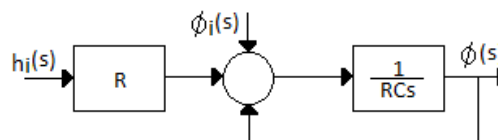


Figura 3. Diagrama de Bloques del Sistema de Control de Temperatura.

La función de transferencia que relaciona ϕ , ϕ_i y h_i con el sistema térmico sujeto a cambios de la temperatura por influencia del aire que entra por la puerta (cambio en ϕ) viene descrito por la ecuación 3, la cual representa un caso particular para la ecuación 2 y su representación en el diagrama de bloques de la Figura 3.

$$R^* C \frac{d\phi}{dt} + \phi = \phi_i + R^* h_i \quad (3)$$

El modelo simple de control de temperatura, tiene un conjunto de variables continuas que interactúan y definen el sistema, por lo tanto, para supervisar el sistema se deben considerar las variables discretas que definen las condiciones específicas de funcionamiento, y su función es habilitar las acciones de control del sistema y supervisar el consumo de energía.

El sistema posee dos estados de funcionamiento, uno de encendido y el otro en apagado, donde la transición se produce cuando se supera el umbral superior e inferior de temperatura ϕ entre 65 y 75 °F. El sistema tiene como principio conservar la temperatura ideal en el ambiente controlado o recinto, para esto se considera que la condición inicial del proceso es todo apagado.

Para iniciar la operación, el sistema debe encender el elemento de calefacción hasta alcanzar el nivel de temperatura establecido en el setpoint, por inercia el sistema se calienta por lo cual se apaga o disminuye la intensidad en la resistencia hasta que el ambiente alcanza la temperatura mínima establecida, donde se inicia nuevamente el ciclo de calentamiento del ambiente. El autómata, de la Figura 4, representa el comportamiento del sistema, donde el estado inicial (1) corresponde al estado de apagado e inicia la secuencia con la orden (A), seguidamente el sistema alcanza la temperatura deseada que la alcanza en el estado (2), por inercia el sistema llega al nivel máximo a través de la transición (B) en el estado (3) de donde inicia el descenso de la temperatura con la orden (C) para así alcanzar nuevamente el estado marcado (2), que por inercia con lo transición no controlada (D) alcanza el mínimo permitido en el estado (4). Idealmente se repite el ciclo para conservar la temperatura dentro del recinto.

De esta manera los eventos (B) y (D) no son controlables y no se pueden inhibir, el supervisor tiene la función de habilitar los eventos (C) y (E) que permiten mantener al sistema en el estado normal (2). De la misma manera las transiciones (F) y (G) no son controlables, por lo cual el sistema de supervisión con la transición (A) inicia el sistema o reinicia el mismo en caso de presentarse.

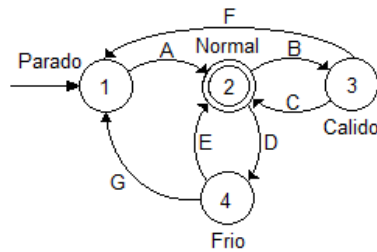


Figura 4. Autómata para el Sistema de Control de Temperatura.

Se formalizan las transiciones en la ecuación 4.

$$\begin{aligned} \delta(1, A) &\rightarrow (2), \\ \delta(2, B) &\rightarrow (3), \\ \delta(3, C) &\rightarrow (2), \\ \delta(2, D) &\rightarrow (4), \\ \delta(4, E) &\rightarrow (2), \\ \delta(3, F) &\rightarrow (1), \\ \delta(4, G) &\rightarrow (1). \end{aligned} \quad (4)$$

Arquitectura de Implementación.

La distribución del sistema de agentes sobre la arquitectura y el sistema embebido se da en función a cada elemento, en la Figura 1 se muestran las atribuciones y la estructura del modelo y en la Figura 5, se describe la interacción de los actores del sistema de control de temperatura.

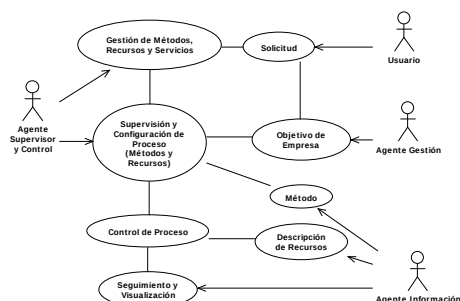


Figura 5. Caso de Uso del Sistema de Control de Temperatura.

Como referencia de los agentes, se utilizó el Agente Supervisión y Control, como agente central del sistema de producción. Este agente representa el aspecto lógico de aplicación del sistema de supervisión de la arquitectura con sistemas embebidos. La descripción de implementación del agente por medio de MASINA se presenta en las siguientes fases.

Fase I (Conceptualización): El Agente Supervisor y Control, procesa la solicitud de recepción de la orden

de producción (Misión), por lo cual es facultado para generar la programación de la producción, configuración de métodos y recursos (Ingeniería). Este representa internamente la parte del sistema de control para el manejo de recursos (Recurso), y se representa a través del caso de uso mostrado en la Fig. 6. Este agente comunica, supervisa, controla, coordina y hace seguimiento de las variables del proceso y los objetivos de producción.

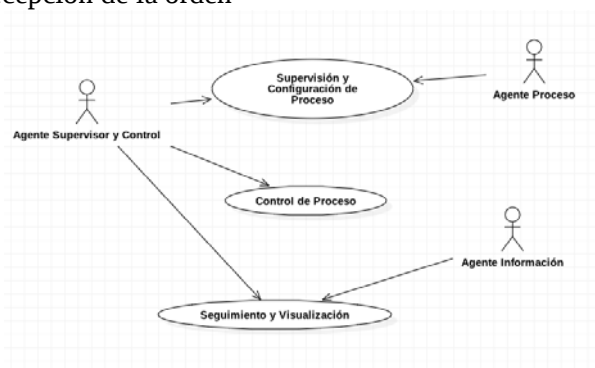


Figura 6. Diagrama de Caso de Uso del Agente de Supervisión y Control.

La Fase II (Análisis): Describe el modelo del Agente de Supervisión y Control, donde se presentan las principales atribuciones. En ésta se describe el modelo del agente, modelo de tareas, modelo de coordinación y comunicación; con sus respectivos diagramas UML y tablas descriptivas.

La Fase III (Diseño): Muestra la especificación básica y formal del diseño del Agente Supervisión y Control, donde se generalizan: las actividades que realiza, las técnicas y los elementos que emplea.

La Fase IV (Codificación): Se muestra la plataforma de desarrollo, para el proceso y su código fuente está basado en lenguaje de autómatas y sistemas a eventos discretos para la codificación del agente.

Finalizada la fase de diseño de los agentes, se establece la integración del sistema, de jerarquía dinámica, donde el nivel inferior está representado por el controlador de temperatura, el nivel inmediatamente superior (supervisión) lo integran el PLC Twido y la aplicación PHP, donde se regula el encendido y apagado del sistema. Finalmente, el nivel de captación y gestión de información del sistema se maneja a través de una base de datos y un servicio Web.

La arquitectura de implementación desarrollada para Unidad de Producción con sistema embebido está basada en la integración vertical de los tres niveles de la pirámide de automatización. Donde el nivel inferior está representado por el relé programable Zelio conectado al módulo de controlador de temperatura, encargado de establecer los rangos de operación. El nivel medio de supervisión, está compuesto por el PLC Twido (encargado establecer

y obtener los estados del sistema) y por el sistema embebido en el enrutador (que maneja los diferentes métodos en PHP utilizando Modbus para la comunicación). El nivel superior constituido netamente por el sistema embebido, captura los datos de proceso y los manipula usando una aplicación desarrollada PHP, los cuales son mostrados por medio de una interfaz web. A continuación, se presenta la arquitectura de automatización desarrollada en la Figura 7.

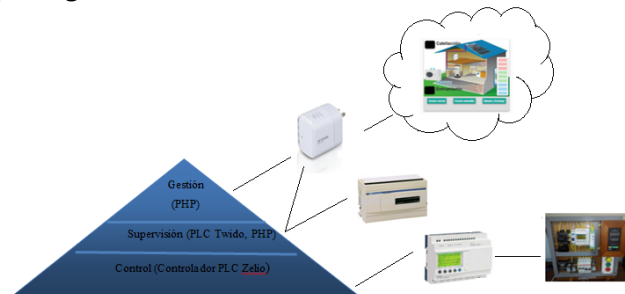


Figura 7. Implementación de la Arquitectura embebida.

La gestión se desarrolla en una aplicación PHP por su versatilidad, además puede ejecutarse sobre cualquier entorno informático, desde cualquier dispositivo electrónico como una PC o teléfono celular. La aplicación desarrollada representa un agente reactivo capaz de interactuar con el humano y tomar decisiones en el sistema.

El módulo de control de temperatura junto al relé programable Zelio, representan la Unidad de Producción (Agente Control) de nivel de recurso que se define e implementa como un agente reactivo, y que posee cualidades de autonomía y comunicación con el nivel de supervisión.

La supervisión establece las interacciones entre el control de temperatura y el PLC Twido encargado de integrar las variables físicas y el sistema de información en el enrutador para la gestión de datos. Este nivel está representado por una Unidad de Producción compuesta, la cual es capaz de manejar problemas de complejidad media y alta. Su implementación se establece con dos tipos de agentes, uno para el control de las variables de campo que actúa en función al conocimiento o modelo de su entorno, el otro lo representa su

capacidad de comunicación e interacción a través del protocolo Modbus, para el control de órdenes.

El nivel superior o nivel de gestión cuenta con un Sistema Web con comunicación Modbus con el PLC Twido y la presentación de datos al usuario final, en esta etapa se realiza la integración de los niveles superiores de la pirámide a través de la programación lógica del sistema. En esta etapa, el sistema se conecta a la base de datos externa y cargar la información desde cualquier conexión a internet. La implementación de este agente se desarrolló con un programa de manejo de actividades y acciones, relacionadas al intercambio de datos a través de un grupo de interfaces gráficas.

Como se observó, la arquitectura es implementada a través del sistema de agentes (Control, Supervisión y Gestión) definidos con el concepto de Unidades de Producción, sobre un sistema embebido. De esta manera el sistema se desarrolló en cuatro etapas de diseño de agentes (conceptualización, análisis, diseño y codificación). El diseño del entorno de gestión, para el manejo de software y la manipulación de los datos de procesos, se desarrolló sobre un sistema embebido con Linux (dentro del enrutador D-Link DIR-505) y contiene los agentes

de supervisión, gestión y monitoreo, desarrollados sobre el lenguaje de programación PHP con protocolo Modbus para la comunicación. Este cuenta con un servidor web de aplicación cliente (visible desde un navegador web) desde el cual se gestiona el proceso de supervisión.

Los agentes aplicados a los procesos industriales tienen características específicas de implementación, ya que los mismos son funcionales. Los agentes aquí definidos tienen características para el desarrollo de Unidades de Producción, y en el caso del sistema embebido, los agentes se desarrollan de manera lógica y son distribuidos a lo largo de la arquitectura.

La arquitectura es desarrollada de manera lógica sobre el sistema embebido, por lo cual se necesita una base de hardware y software que permita su implementación. Para el desarrollo del entorno que soporta la implementación de los agentes, se siguieron los pasos descritos a continuación:

- Instalación del sistema operativo Linux embebido en el Enrutador o Punto de Acceso (AP).
- Instalación del Servidor Web: Para que el sistema funcione como una aplicación web se necesitó instalar un servidor, del cual se escogió el programa lighttpd.
- Instalación de paquetes: fueron instalados varios paquetes para ser utilizados como herramientas de desarrollo de las aplicaciones Web.
- Configuración de Redes: Para configurar tanto la red LAN como la red WAN del enrutador, lo cual

da acceso a la interfaz gráfica de LuCI y en ella editar y configurar las redes del AP.

Una vez desarrollada la plataforma de la arquitectura de integración embebida, se implementaron los agentes, lo cual se presenta a continuación.

Diseño de Agentes.

Para la implementación de los agentes que forma la arquitectura o sistema, se definieron las fases de conceptualización, análisis y diseño. En el caso de uso del proceso, se describen las interacciones de los actores para la el control, supervisión y gestión del sistema de control de temperatura. Donde el Agente Supervisor y Control, constituye el elemento central del sistema, definiendo en su estructura las funciones del control supervisorio lógico. El diseño se presenta a continuación:

Fase I Conceptualización: El Agente Supervisor y Control, es el encargado de generar la programación de la producción, además de la configuración de métodos y recursos.

El proceso de control de temperatura se lleva a cabo a través de las funcionalidades del Agente Supervisor y Control. Este agente comunica, supervisa, controla, coordina y hace seguimiento de las variables del proceso y los objetivos, en la Tabla 1 se muestra uno de los casos de uso del Agente Supervisor y Control.

Tabla 1. Caso de Uso: Supervisión y Configuración del Proceso

Caso de uso	Supervisión y Configuración de Proceso
Descripción	Recibe y procesa información del servicio, verifica que se cumplan las condiciones necesarias para ese requerimiento a petición de otro agente.
Pre-condición	Existencia de solicitud para procesar y verificar información.
Actores	Agente Supervisión y Control, Agente Proceso.
Condición de fracaso	Error en comunicación de solicitud, falla en cumplimiento de condiciones.
Condición de éxito	Control adecuado del proceso.

El diagrama de actividades describe la evolución del Agente Supervisor para llevar a cabo las tareas que

le permiten cumplir con su orden, en la Figura 8 se presenta el diagrama de actividades.

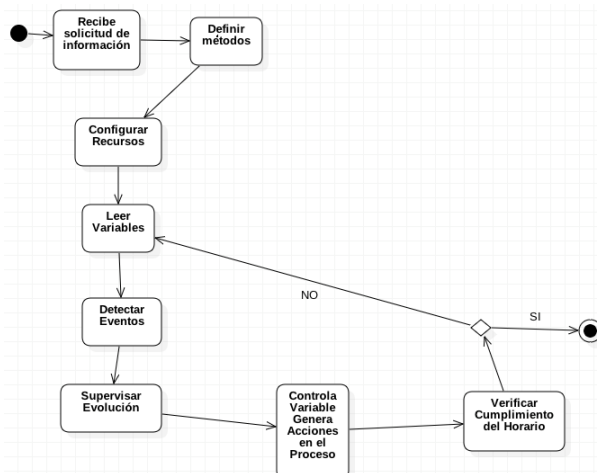


Figura 8. Diagrama de Actividades del Agente Supervisión y Control.

Fase II Análisis: Esta fase describe con detalle los elementos propuestos en la fase de conceptualización, así como las especificaciones de las comunicaciones y coordinación de los sistemas multiagentes. Su objetivo principal se fundamenta en la lista de requerimientos para la construcción del sistema multiagentes y los modelos de especificación.

El modelo de coordinación y comunicación, define la interacción dentro del sistema multiagente y es donde se representan los actores y actos de habla del Agente Supervisor y Control con otros agentes, en la Tabla 2 se describe la conversación del agente para lograr su objetivo.

Tabla 2. Modelo de Conversación para el Agente Supervisión y Control

CONVERSACIÓN: Solicitud del Servicio al Agente Supervisor y Control	
Objetivo	Recibir información por parte del Agente Proceso del servicio que se desea procesar. Controlar y supervisar las variables que intervienen en el proceso, Gestionar el envío y recepción de datos por medio del Agente Información
Agentes participantes	Agente Supervisor y Control, Agente Proceso, Agente Información
Iniciador	Agente Supervisor y Control
Actos de habla	● Recibir información del horario seleccionado ● Verificar condiciones ● Iniciar servicios ● Enviar y recibir información del Agente Información
Pre-condición	Existir la comunicación entre los agentes implicados, existir equipos disponibles para iniciar el proceso.
Condición de terminación	Prestación correcta del servicio
Descripción	Mediante esta conversación el Agente Supervisor y Control interactúa con los otros agentes involucrados para cumplir sus objetivos

De la Tabla 2, se deriva el diagrama de secuencia, donde se muestra la comunicación de los agentes y el acto de habla que se genera en cada uno de ellos. El

diagrama de secuencia para el agente Supervisor y Control se muestra en la Figura 9 así como algunos actos de habla.

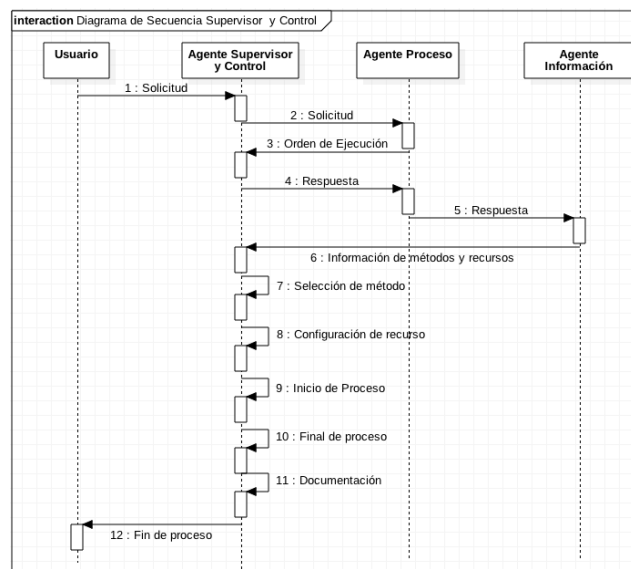


Figura 9. Diagrama de Secuencia del Agente Supervisión y Control.

Fase III Diseño: La Tabla 3 muestra la especificación básica y formal del diseño del Agente Supervisor y Control.

Tabla 3. Diseño del Agente Supervisión y Control

Nombre	Actividades	Técnicas	Elementos
Agente Supervisor y Control	Procesa solicitud de iniciar proceso	Uso de razonamiento del agente: Sistema experto	Controlador de temperatura
	Verifica cumplimiento de condiciones para la activación del sistema		Sensor de temperatura
	Enciende o apaga el sistema de calefacción y enfriamiento		Botones de arranque y parada
	Controla y supervisa las variables que intervienen		Bombillo Calentador
	Gestiona el envío y recepción de datos		Ventilador de refrigeración

Fase IV Codificación: La plataforma de desarrollo de código fuente está basada en código PHP con secuencia lógica y programación escalera.

Diseño de interfaces gráficas de usuario.

La supervisión del sistema de control de temperatura a través de una plataforma web (Unidad de Producción de Gestión), se diseñó una pantalla con CSS3 y HTML5, y cuenta con una imagen

representativa, así como una serie de botones para seleccionar el horario de trabajo del sistema de control de temperatura. Los botones inicialmente están en verde claro, al pulsarlo cambian a verde grisáceo, permitiendo la identificación del estado activo. De igual manera se tienen indicadores para la calefacción y el enfriamiento, estos al activarse cambian a azul si es enfriamiento y a amarillo si es calefacción, en la Figura 10 se muestra el diseño de la pantalla.



Figura 10. Sistema de Supervisión y Control vía Web.

El modo de funcionamiento del sistema es: horario normal, horario extendido, sábado y domingo, y apagar. La descripción y configuración interna de los

botones se presenta en la Tabla 4, donde se relacionan las señales del PLC (memorias definidas como M0 y M1) con los datos del enrutador.

Tabla 4. Control de Horario de Funcionamiento.

Horario	Descripción	M0	M1
Horario normal	Se activan de lunes a viernes en el horario de 7:45-12 y de 13:45-17	1	0
Horario extendido	Se activa de lunes a viernes en el horario de 8 a 20	0	1
Sábado y domingo	Se activa los días sábado y domingo de 8 a 15	1	1
Apagar	Se apagará el sistema	0	0

Al establecer los horarios de trabajo del módulo, se creó un script que recibe un valor por método POST desde el lado del cliente, en una cadena de caracteres con un valor para cada horario de trabajo, es decir, “extend” para el horario extendido, “normal” para el horario normal y “weekend” para fines de semana. De acuerdo con la lógica de control establecida, las memorias M0 y M1, serán objetos JSON con {value: \$valorDeHorario}. Además, si hay un error, el sistema responde con un objeto JSON indicando lo sucedido. De igual manera se programó una secuencia para obtener el intervalo de temperatura. Para el caso de la lectura del estado del sistema se utilizan las memorias de salida 0 y 1, el sistema responde con un objeto tipo JSON {‘value’: \$valorEstado}, el código utilizado se llamó getTemperatura.php.

Sistema de gestión y supervisión remoto.

Para el desarrollo del sistema web de supervisión lógica y gestión remota del proceso, se utilizó el Método de Desarrollo de Sistema Dinámico (DSDM), tomado como referencia lo básico del sistema de control de temperatura. El método utilizado se describe a continuación en las fases presentadas.

Fase de pre-proyecto: Esta fase identifica y describe el alcance del proyecto, además de su profundidad. De lo cual se referencia:

- Sistema Supervisor sobre plataforma Web
- Diseño de interfaz gráfica adaptable a cualquier pantalla de un dispositivo (Responsive Design)
- Conexión remota a base de datos cargada por el sistema embebido.
- Representación gráfica de los datos.
- Posibilidad de supervisar el sistema desde cualquier lugar con acceso a la red.

Fase de ciclo de vida del proyecto: Esta fase se subdivide en 5 sub-fases.

- Estudio de viabilidad.
- Estudio del proceso.
- Iteración del modelo funcional.
- Diseño e iteración de la estructura.
- Implementación.

Sub-fase de estudio de viabilidad: En esta fase se analiza la viabilidad del proyecto, se esboza un plan

para el mismo y se toman en cuenta los riesgos de llevarlo a cabo. Luego de planificado el proyecto se enumeraron los riesgos del mismo.

Sub-fase de estudio del proceso: En esta fase se analizan las características esenciales del negocio, se describen mediante casos de usos y modelos de base de datos. En la Figura 11 se muestra el caso de uso general del sistema.

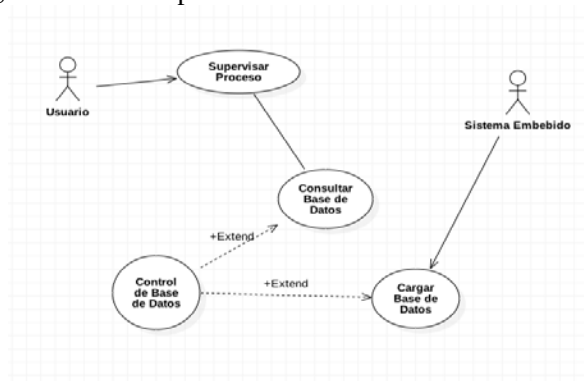


Figura 11. Caso de Uso del Sistema Web Remoto.

Luego de modelado el sistema, se desarrolló el modelo de base de datos que en este caso es una colección de archivos JSON.

Seguidamente al tener tanto el modelo del sistema como su base de datos, se aplica una arquitectura cliente servidor, en donde el servidor presta un servicio API Rest con manejo de datos a través de una plataforma de servicio (Platform as Service) llamada FireBase la cual se encarga de los datos del sistema por medio de bases de datos NoSQL.

Sub-fase de interacción de modelo funcional: la planificación del proyecto, se elaboraron las tareas, para ello se dividió la fase de ciclo de vida del sistema.

En este se definió el modelo de negocio del sistema, además del diseño de una interfaz gráfica de usuario minimalista para la visualización de datos, también se crearon historias de usuario.

Sub-fase de diseño e interacción de la estructura del sistema: En la cuarta sub-fase del ciclo de vida del sistema se hicieron pruebas del sistema con sus mínimos requerimientos, y su interacción con el sistema embebido simulando datos aleatorios para la

visualización en la aplicación web remota o externa para obtener desde FireBase los últimos 10 registros guardados en la base de datos y mostrarlos en la gráfica, así como también consultar periódicamente el estado del módulo de temperatura y representarlo en tiempo real en los diferentes dispositivos que tengan acceso a la aplicación web.

Fase de implementación del sistema: En esta fase del ciclo de vida, se integraron tanto el sistema embebido con el módulo de temperatura, como el sistema embebido con el sistema web remoto o externo, para la mayor comprensión por parte del usuario en cuanto al funcionamiento del sistema web externo. Se creó una sección de ayuda para identificar cada elemento del sistema y que dato representa en pantalla. Adicionalmente se realizó una revisión completa del sistema web externo en comunicación con el sistema embebido para identificar errores y posibles mejoras.

En esta fase se identificaron mejoras que se presentan a continuación:

- Mejoras en la visualización de la gráfica de temperatura sobre el tiempo.
- Correcta visualización en dispositivos móviles del sistema en funcionamiento.

- Posibilidad de señalar cuando el sistema presenta un estado estable de funcionamiento.

DISCUSIÓN

El sistema de control, supervisión y gestión de temperatura, permitió el monitoreo remoto y en tiempo real el valor de la temperatura a través de una interfaz Web, definida sobre una arquitectura de automatización de tres niveles con sistema embebido y agentes.

Para manipular la temperatura, en el elemento final de proceso, se contó con un controlador de temperatura industrial, definido como una Unidad de Producción y representado como un agente reactivo, el cual funciona como elemento final de control con inteligencia básica asociada a su autonomía.

Para la gestión de las variables fueron construidas dos interfaces clientes del sistema de supervisión, la primera se ejecuta cuando, por medio de un dispositivo móvil o un computador, se accede a través del navegador a la dirección IP del router, en ella se ve la interfaz gráfica del sistema bajo monitoreo y donde se pueden gestionar tanto su horario de trabajo como el encendido y apagado, adicionalmente cuenta con una interfaz web, la cual puede ser accedida desde cualquier lugar para

monitorear la variable y el comportamiento del sistema remotamente en tiempo real.

Para verificar el desarrollo de la arquitectura y la funcionalidad del proyecto, se realizaron pruebas de funcionamiento del sistema, entre estas: la conexión básica al PLC Twido, donde todas las entradas de memoria del PLC fueran leídas y escritas correctamente por medio de la aplicación desarrollada en PHP llamada “modbustest”, también se realizaron pruebas de conexión entre el PLC Twido y el relé programable Zelio para obtener los datos del sistema web.

Se realizaron pruebas del funcionamiento del sistema embebido integrado con el sistema de control del módulo de temperatura.

También, se realizaron pruebas de encendido y apagado del sistema remotamente, las cuales fueron satisfactorias, pruebas de lectura de datos de calefacción y enfriamiento o estado del proceso las cuales también fueron exitosas, pruebas de establecimiento de horarios y obtención de los parámetros de funcionamiento remotamente.

La prueba de visualización en tiempo real del sistema web externo, se puede observar en la Figura 12 con el prototipo de la interfaz de usuario del sistema.



Figura 12. Vista del Sistema de Interfaz de Usuario Externa.

Se efectuó prueba de los niveles de control y gestión del sistema web con el sistema embebido, los PLC y el módulo de temperatura, obteniendo los diferentes estados del módulo y las medidas de temperatura, todo ello en tiempo real, ya que los cambios en el módulo de temperatura son cargados a la base de datos y los diferentes dispositivos con acceso al

sistema web pueden ver el cambio automáticamente en su pantalla. La acción en el sistema se observa instantáneamente gracias a la velocidad del servicio de Firebase y su base de datos NoSQL. La Fig. 13 muestra la ejecución del sistema corriendo en plataforma web.



Figura 13. Prueba de Funcionamiento del sistema Embebido.

Con un análisis de costo de los principales elementos que componen el sistema de supervisión, podemos obtener los resultados de la tabla 5. Los precios referidos son obtenidos de las páginas Amazon, Ebay

y algunos distribuidores de equipos a nivel internacional, lo cual se puede tomar como referencia para analizar los costos de inversión y desarrollo de la arquitectura embebida.

Tabla 5. Comparación de costo de Implementación

Item	SCADA	HMI	Sistema de Información
Controlador Local	PLC	PLC	PLC
	316 \$	316 \$	316 \$
Red de Datos	Router Industrial	Router Industrial	Router D-link DIR505
	240 \$	240 \$	
Sistemas de Supervisión y Gestión de Datos	Intouch 500Tag	HMISTU655	40 \$
	6900 \$	362 \$	
Total	7456 \$	918 \$	356 \$

Para pequeñas y medianas empresas, es muy favorable el desarrollo de sistemas embebidos que le permiten un ahorro sustancial y una integración de sus procesos basados en sistemas de información, orientándose al desarrollo de empresas 4.0 (Monostoti *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

El principio del trabajo es el desarrollo de una arquitectura de automatización embebida, la cual se verificó como hipótesis al describir la misma por medio de sistemas de Unidades de Producción, implementada con agentes y sistema de información a través de una plataforma Linux embebida en un enrutador, cuyo elemento central es el sistema de supervisión.

La arquitectura con sistemas embebidos y PLC resultó en un sistema distribuido con aplicaciones de

software libre, donde el concepto de supervisión abarca la gestión y monitoreo del sistema, además de la supervisión lógica de la información y el control de las variables de proceso.

El trabajo permitió implementar una herramienta de software libre en la creación de aplicaciones de control de procesos. Dichas herramientas sumadas a las metodologías de desarrollo de software MASINA y DSDM, proporcionan las bases para la elaboración de aplicaciones dinámicas con capacidad de adaptación a sistemas industriales distribuidos para pequeñas y medianas empresas.

Se logró integrar un sistema de control y gestión de ambiente con un sistema informático desarrollado en software libre, controlando los datos y mostrándolos adecuadamente como información al usuario. Resaltando la importancia de los sistemas de información para incrementar el rendimiento de

empresa que no disponen del capital necesario para invertir en sistemas propietarios. De esto se puede resaltar como los sistemas embebidos basados en informática y comunicación, se enmarcan dentro de los sistemas ciber-físicos y proporcionan ayuda las PYME para integrarse a la Industria 4.0.

Por otra parte, dentro de los trabajos futuros se espera probar el sistema sobre sistemas de mayor complejidad dado su buen funcionamiento con el sistema implementado.

REFERENCIAS

- Aguilar, J. Rios, A. Hidrobo, F. Cerrada, M. Sistemas Multiagentes. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. ISBN: 978-980-12-5942-8. 2013.
- Andrickson, J. Chacón, E., Amaya, J., Pabón, M., Ramírez, M. Arquitectura de Automatización Basada en Holón Industrial. Revista Científica UNET. 2012.
- Chacón E. y De Zarrazin, G. Automatización de sistema de producción. Universidad de los Andes. pp. 1-10. 2004.
- Christensen, J. Holonic Manufacturing Systems – Initial Architecture and Standards Direction, in Proceeding of 1st European Conference on Holonic Manufacturing Systems. Hannover. 1994.
- Contreras, J. Metodologías Ágiles. Web. Extraído de: <http://aesmultimedia.blogspot.com/2012/03/p3-metodologias-agiles.html>. [consultado el 8 Julio 2015]. 2012.
- Fletcher M., and Deen, M. *Fault-tolerant holonic manufacturing system*. Concurrency and computation: Practice and experience, 13:43-70. 2001.
- Leitao, P. y Restivo, F. A holonic Approach to dynamic manufacturing scheduling. Robotic and Computer-Integrated Manufacturing. www.sciencedirect.com, [Revisado Febrero 2008] 1-10, 2007.
- Maturana, F. Shen, W. Norrie, D. Metamorph: An adaptive agent-based architecture for intelligent manufacturing, International. Journal of Production Research 37(10), 2159–2174, 1999.
- Monostori, L., Kadar, B., Bauernhnasl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhard, G., Sauer, O., Schuh, G., Sihn, W., and Ueda, K. Cyber Physical Systems in Manufacturing. Elsevier, CIRP Annals, 65(2): 621-641, 2016.
- PABADIS Promise Consortium. Plan Automation Based on Distributed System. <http://www.pabadis-promise.org/>. 2007.
- Parra C. and Chacón E. Design framework for intelligent supervision of industrial process. WSAES Transaction on System, 7(7):616-625, 2008.
- Quintanilla, F., Cardin, O., L'Anton, A. and Castagna, P. Process Specification Framework in Service Oriented Holonic Manufacturing Systems. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 2011.
- Tharumarajah, A. A self-organising view of manufacturing enterprises. Computer in Industry. 51: 185-196, 2003.
- Wooldridge, M. y Jennings, N. Intelligent Agents: Theory and Practices. Knowledge Engineering Review. 10(2): 115-152, 2000.
- Wyns, J. Reference Architecture for holonic manufacture system. PhD Thesis. K.U. Leuve. 1999.

INDUSTRIAL

METODOLOGÍA DE DISEÑO DE ANTENA MICROSTRIP PARA APLICACIONES RFID

DESIGN METHODOLOGY FOR APPLICATIONS RFID MICROSTRIP ANTENNA

Autores:

Fernández, Henry

Núcleo de Telecomunicaciones.

Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal,
Táchira, Venezuela.**Corresponding Author:** hfernand@unet.edu.ve

RESUMEN

El trabajo que aquí se desarrolla plantea una propuesta de metodología para el diseño de antenas microcinta (microstrip) para aplicaciones en los sistemas RFID (Radio Frequency Identification), específicamente antenas de los tags pasivos las cuales comúnmente utilizan la técnica de diseño con microstrip debido a los niveles de frecuencias y longitudes de onda de las señales para transmitir información, al igual que el espacio utilizado para el procesamiento de la misma. El estudio se inicia con una investigación documental para determinar los aspectos técnicos, estándares y regulaciones de los sistemas RFID y luego se centra en la estructura de los tags, para finalmente establecer una metodología que permita guiar el diseño del mencionado elemento radiante o antena partiendo de las especificaciones técnicas y posteriormente se verifica el funcionamiento de la metodología mediante un ejemplo práctico simulado en CST MICROWAVE STUDIO y SEMCAD. Se consideran métodos de acoplamiento como Tipo T (T-matching), Inductivo (Inductive Couple Loop) y de Ranuras Anidadas (Nested Slot), así como también se consideran técnicas de miniaturización como la técnica de Serpentin (Meandering) de antenas MLA (Meander Line Antenna) y la técnica de F invertida (Inverted F) de antenas IFA (Inverted F Antenna).

ABSTRACT

The work developed here presents a proposed methodology for the design of microstrip antennas (microstrip) for applications in RFID systems (Radio Frequency Identification), specifically antennas passive tags which commonly used technique design with microstrip because frequency levels and wavelengths of signals to transmit information, as the space used for processing the same. The study begins with a documentary research to determine the technical, standards and regulations of RFID systems and then focuses on the structure of the tags, to finally establish a methodology to guide the design of said radiating or antenna element starting from technical specifications and operation of the methodology is subsequently verified by a practical example in CST MICROWAVE STUDIO simulated and SEMCAD. They are considered coupling methods as Type T (T-matching), Inductive (Inductive Couple Loop) and Slots Nested (Nested Slot) and are also considered miniaturization techniques as the technique of coil (Meandering) antenna MLA (Meander line Antenna) and the technique of inverted F (inverted F) antenna IFA (inverted F antenna).

Palabras clave: RFID, tags, antena, microstrip, MLA, IFA**Key words:** RFID, tags, antena, microstrip, MLA, IFA

INTRODUCCIÓN

Es evidente que el avance en lo que a diseño de circuitos se refiere, está orientado al uso de frecuencias cada vez más altas, debido a la ventaja que estas señales presentan en cuanto a velocidad de transmisión y ancho de banda; adicionalmente, los sistemas de comunicaciones actuales tienen una alta tendencia hacia el uso del medio inalámbrico.

En los últimos años, las tecnologías de identificación automática están cobrando gran importancia y son cada vez más numerosas las aplicaciones en las que se utilizan. Un ejemplo de ello son los sistemas de identificación por radiofrecuencia RFID (*Radio Frequency Identification*).

RFID es una tecnología emergente y uno de los segmentos de mayor crecimiento en la industria de recolección automática de data. Sin embargo, esta tecnología no es nueva, de hecho se ha estado utilizando en numerosas aplicaciones en todo el mundo. “Existe en la actualidad un número importante de compañías en el desarrollo y compra de los sistemas RFID, lo que implica que se debe tomar seriamente este mercado” (Finkenzeller, 2010).

Las etiquetas de productos RFID se diseñaron originalmente para mejorar las operaciones de almacén y tienda minorista, de modo de escanear los productos dentro del inventario de una manera más rápida y segura. Es por esto que muchos comercios se ven en la necesidad de implementar este sistema, el cual ha ido ganando más áreas de aplicación, como por ejemplo, nuestro sistema de control regional de consumo de gasolina.

El trabajo de investigación que a continuación se presenta surge por la necesidad de afianzar los conocimientos en cuanto a las técnicas utilizadas para la concepción de los sistemas de comunicación inalámbricos utilizados en la actualidad. Para su desarrollo se toma como referencia los sistemas RFID, analizando cada una de las etapas de dichos sistemas para llegar a la etapa de interés, que en este caso, es el elemento radiante o antena, utilizada tanto para la transmisión como para la recepción de información de dichos sistemas, específicamente en las etiquetas (*tags*).

Por la misma naturaleza inalámbrica de los sistemas RFID y tomando en cuenta que estos operan a velocidades de transmisión cada vez más rápidas, lo cual se traduce en usos de frecuencias también cada vez más altas para la transmisión de señales, el estudio se centra en la técnica aplicada para el diseño y manejo de estos niveles de frecuencia, dicha técnica es conocida como microstrip, y es la que ha permitido la evolución en los sistemas de comunicación, los dispositivos móviles e inalámbricos, y en su miniaturización (Marrocco & Calabrese, 2007), es decir, ha contribuido a que estos dispositivos sean cada vez más pequeños, tomando en cuenta la relación existente entre los niveles de frecuencias utilizados para el procesamiento y transmisión de señales y las dimensiones de los dispositivos.

MÉTODO

Las antenas microstrip se pueden analizar de muy diversas formas, desde los modelos más simples, basados en líneas de transmisión o cavidades hasta los más complejos, utilizando métodos numéricos o espectrales.

Los modelos basados en líneas de transmisión constan de un circuito equivalente con impedancias que simulan las pérdidas por radiación y la capacidad de la discontinuidad y el circuito abierto. Este permite analizar las antenas en forma rectangular.

Parámetros importantes en las Antenas de Etiquetas de RFID Pasivas

En las antenas para etiquetas de RFID pasivas el aspecto fundamental es su cobertura, que la define principalmente: la distancia máxima de lectura, la ganancia y el acoplamiento de impedancias antena-circuito integrado.

▪ Distancia Máxima de Lectura:

La distancia máxima de lectura se puede calcular por medio de la ecuación de Friis (1), para el espacio libre (Seshagiri, Rao *et al.*, 2005).

$$r = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_t G_t G_r \tau}{P_{cl}}} \quad [\text{m}] \quad (1)$$

Donde:

r es Distancia máxima de operación

$P_t G_t = PIRE$ Potencia isotrópica radiada equivalente
 P_t Potencia (W)
 G_t Ganancia de la antena del lector
 λ Longitud de la onda
 G_r Ganancia de la antena de la etiqueta
 P_{CI} Sensibilidad del CI (circuito integrado) en W (potencia mínima que reconoce el CI)
 τ Coeficiente de transferencia de energía (sin unidades)

El coeficiente de transferencia de energía se determina mediante la ecuación (2):

$$\tau = \frac{4R_c R_a}{|Z_c + Z_a|^2}, \quad (2)$$

Siendo Z_c la Impedancia del circuito integrado de la etiqueta (3), y Z_a la impedancia de la antena (4).

$$Z_c = R_c + jX_c \quad (\Omega), \quad (3)$$

$$Z_a = R_a + jX_a \quad (\Omega). \quad (4)$$

▪ Ganancia:

La ganancia de una antena se define como “razón de la intensidad de radiación en una dirección dada respecto a la intensidad de radiación generada por una antena isotrópica (ideal)” (AETIC, 2009). Para el caso de los sistemas de RFID pasivos, conociendo la potencia de transmisión del lector, el campo de lectura máximo está limitado por la ganancia de la antena de la etiqueta y la frecuencia de operación. Si la energía de RF que recibe la etiqueta puede ser re-radiada, la de potencia S_1 en la etiqueta a una distancia R se puede calcular por la expresión (5):

$$S_1 = \frac{G_{lector} P_{Tx}^{lector}}{4\pi R^2}. \quad (5)$$

La potencia recibida por la etiqueta se determina por la ecuación (6):

$$P_{Rx}^{etiqueta} = S_1 A_{etiqueta}, \quad (6)$$

Donde $A_{etiqueta}$ es la apertura equivalente de la antena y se determina por la ecuación (7):

$$A_{etiqueta} = \frac{G_{etiqueta} \lambda^2}{4\pi}, \quad (7)$$

Siendo $G_{etiqueta}$ es la ganancia de la Etiqueta y λ la longitud de la onda.

Agrupando las ecuaciones anteriores se determina la potencia recibida en la etiqueta la cual está dada por la ecuación (8)

$$P_{Rx}^{etiqueta} = \left(\frac{\lambda}{4\pi R}\right)^2 G_{lector} P_{Tx}, \quad (8)$$

Donde, $P_{Rx}^{etiqueta}$ representa la potencia de recepción de la etiqueta, P_{Tx}^{lector} la potencia de transmisión del lector y G_{lector} la ganancia del lector.

La densidad de potencia que recibe el lector cuando la etiqueta responde se puede calcular por la ecuación (9):

$$S_2 = \frac{G_{etiqueta} P_{Rx}^{etiqueta}}{4\pi R^2}, \quad (9)$$

En donde R es la distancia de la etiqueta al lector. A partir de la ecuación de S_2 podemos calcular la potencia que recibe el lector con las expresiones (10) y (11):

$$P_{retorno}^{lector} = S_2 A_{lector} = S_2 G_{lector} \frac{\lambda^2}{4\pi}, \quad (10)$$

$$P_{retorno}^{lector} = G_{lector}^2 G_{etiqueta}^2 P_{Tx}^{lector} \quad (11)$$

Normalmente se conoce la potencia (12):

$$P_{PIRE} = G_{lector} P_{Tx}^{lector}, \quad (12)$$

Y finalmente la potencia en el lector cuando una etiqueta responde se calcula por:

$$P_{retorno}^{lector} = \left(\frac{\lambda}{4\pi R}\right)^4 G_{etiqueta}^2 G_{lector} (P_{PIRE}) \quad (13)$$

Como se puede observar en la ecuación (13), para una frecuencia determinada, la potencia recibida por el lector es inversamente proporcional a la distancia a la cuarta y directamente proporcional al cuadrado de la ganancia de la antena de la etiqueta. Entonces para tener la máxima distancia de lectura el único parámetro a controlar es la ganancia de la antena de la etiqueta, de aquí su importancia.

1. Forma Geométrica o Estructura de las Antenas y Métodos de Acoplamiento

En cuanto a las formas que pueden tomar las antenas, existen diversidad de “trucos” que algunos resultan en encantadores y artísticos patrones (*layout*), algunos de ellos se muestran en la figura16 (Marrocco, 2008).

La impedancia del microchip depende de la potencia de entrada y es altamente capacitiva. Muchos de los RFID ASCIs (*Application Specific Integrated Circuits*) disponibles en la banda UHF exhiben valores que están entre los $-100j \Omega$ y $-400j \Omega$ (Curty, Joehl et al 2005) (Son, Yeo et al 2006), mientras que la parte real es una magnitud pequeña. De tal forma

que la impedancia de la antena debe ser inductiva para compensar la parte capacitiva. Existen varios mecanismos de alimentación de la antena, donde los más utilizados corresponden a versiones modificadas del método de acoplamiento T, acoplando por proximidad a un pequeño loop y la inclusión de formas de ranura.

Es importante tomar en cuenta que configuraciones útiles deben permitir un buen acoplamiento casi independiente de la resistencia y la reactancia cuando actúa sobre los parámetros geométricos de la antena.

A continuación se describen los principales métodos de acoplamiento de impedancia compleja.

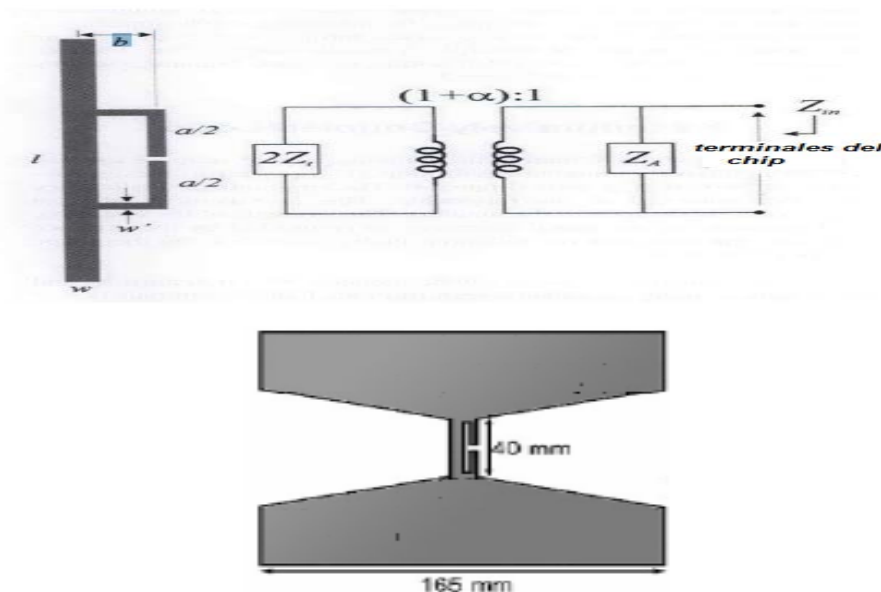


Figura 1. Geometría de la Estructura Acoplamiento tipo T
Fuente: Marrocco.

Método de Acoplamiento Tipo T

Tomando en cuenta la figura 1, la impedancia de un dipolo plano de longitud l puede ser cambiada insertando un stub o cortocircuito centrado (C. A. Balanis, 1997). La fuente de la antena está conectada a un segundo dipolo de longitud $a \leq l$ colocado en una corta distancia b de la primera y del dipolo más largo. La corriente se distribuye a lo largo de los 2 principales radiadores de acuerdo con el tamaño de sus secciones transversales.

Los parámetros geométricos a , b y w' pueden ser ajustados para poder acoplar la impedancia compleja del microchip Z_{chip} . El acoplamiento en forma de T actúa en forma de transformador de impedancia. Para dipolos de media onda la impedancia en la entrada del acoplamiento T resulta ser inductiva mientras que para dipolos más pequeños la impedancia total de entrada puede ser capacitiva o inductiva.

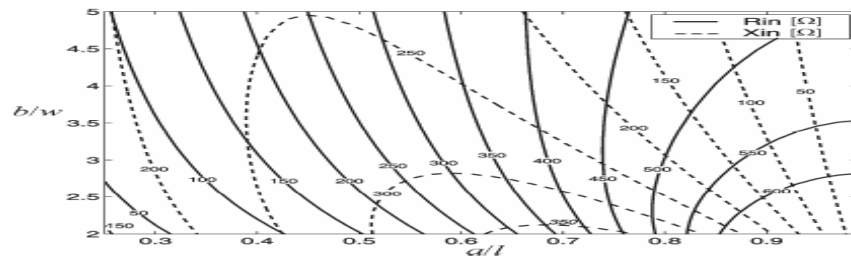


Figura 2 Carta de Acoplamiento de Impedancia para el acoplamiento Tipo T
Fuente: Marrocco.

En la figura 2 se muestra una carta de acoplamiento para los diseños con el método tipo T, la variación de los valores de impedancia partiendo de fijar la relación entre las secciones transversales de los dipolos, la relación $w/w' = 3$, en la figura 3. La resistencia e inductancia dependen del tamaño del stub, es decir, de los valores a y b . Se sabe que la sección transversal del segundo conductor tiene un efecto considerable sobre la impedancia resultante de la antena. En particular, se puede verificar fácilmente desde la ecuación (13) como al incrementar los valores de la relación w/w' se incrementan los valores de impedancia y los valores de resistencia y reactancia tienden a ser verticales y paralelos mutuamente (dependiendo en gran parte del tamaño de b), lo que da como resultado dificultad para realizar el

Acoplamiento. Aun con valores pequeños para a y para b se generan valores altos de resistencia de entrada haciendo difícil el acoplamiento de la parte real de la impedancia del transmisor del microchip, a menos que se considere hacer una modificación en la forma del elemento radiante principal o del dipolo como se muestra en la figura 1.

Un simple diseño tipo T podría no ser completamente adecuado para acoplar alta ángulo de fase de la impedancia del microchip. En tales casos, mayores grados de libertad se añaden por medio de

múltiples etapas tipo T. La Geometría tipo T puede también ser incrustada en el radiador principal, produciendo una estructura compacta, como en la Figura 1.

Acoplamiento Inductivo con Espira (Loop)

En vez de utilizar el acoplamiento T, el dipolo radiante puede ser alimentado por medio de un acoplamiento inductivo de un pequeño loop o espira (Son & Tyo, 2005) que está directamente conectado al microchip como se muestra en la figura 3. Este arreglo adiciona una inductancia equivalente a la antena. La resistencia y reactancia adicional del acoplamiento está controlada por la distancia entre el loop y el cuerpo radiante al igual que por el factor de forma del loop.

El acoplamiento inductivo puede ser modelado con un circuito equivalente de transformador, de tal forma que a los terminales de la espira resulta (14) una impedancia dada.

$$Z_{in} = Z_{loop} + \frac{(2\pi f M)^2}{Z_A}, \quad (14)$$

En donde la impedancia de la espira viene dada por la siguiente expresión (15):

$$Z_{loop} = j2\pi f L_{loop} \quad (15)$$

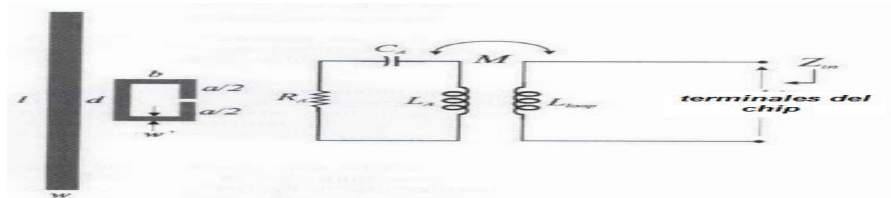


Figura 3. Geometría de la Estructura para el Acoplamiento Inductivo con Espira
Fuente: Marrocco.

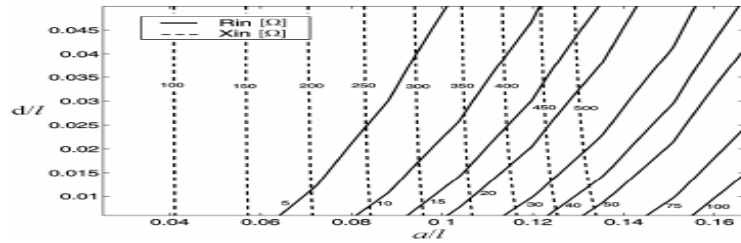


Figura 4. Carta de Acoplamiento de Impedancia para el Acoplamiento Inductivo con Espira.

Fuente: Gaetano Marrocco, “The Art of UHF RFID Antenna Design: Impedance-Matching and Size-Reduction Techniques”.

Mientras el dipolo está en resonancia, la reactancia total depende solo de la inductancia del loop (Z_{loop}), mientras que la resistencia depende de la inductancia mutua del transformador, como lo indican las expresiones (16) y (17)

$$R_{\text{in}}(f_0) = (2\pi f_0 M)^2 / R_A(f_0), \quad (16)$$

$$X_{\text{in}}(f_0) = 2\pi f_0 L_{\text{loop}} \quad (17)$$

Asumiendo que el cuerpo radiante es infinitamente largo, la inductancia de la espira L (loop) y la inductancia mutua M del acoplamiento puede ser determinada en términos de las dimensiones del loop, y de la distancia de separación de este y el dipolo.

En la figura 4 se muestra las variaciones de la impedancia de acoplamiento para el caso en particular en el que es loop es cuadrado $a = b$ y fijando la misma relación $w/w' = 3$, para un dipolo con las medidas de acuerdo a las expresiones (18)

$$l = \frac{\lambda}{2} \quad \text{y} \quad w = \frac{\lambda}{100}. \quad (18)$$

Se puede observar, como era de esperarse, que la reactancia de entrada esta cercanamente afectada por la distancia entre la espira y el dipolo d . Fijando el tamaño del loop, la resistencia se reduce al incrementarse la distancia entre la espira y el dipolo d . Para propósitos de diseño inicialmente se selecciona un tamaño del loop con la finalidad de cancelar la reactancia capacitiva y se selecciona la distancia d para acoplar la impedancia resistiva del microchip.

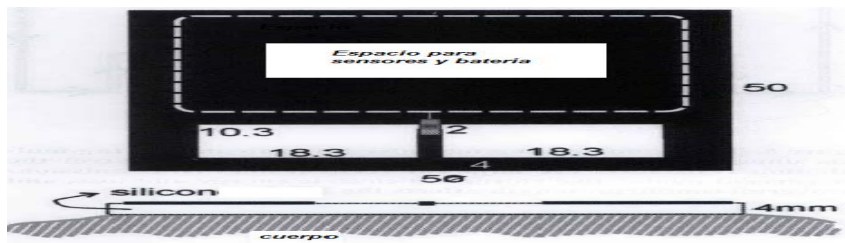


Figura 5. Ejemplo de Tag para Aplicaciones en el Cuerpo Humano

Fuente: Marrocco.

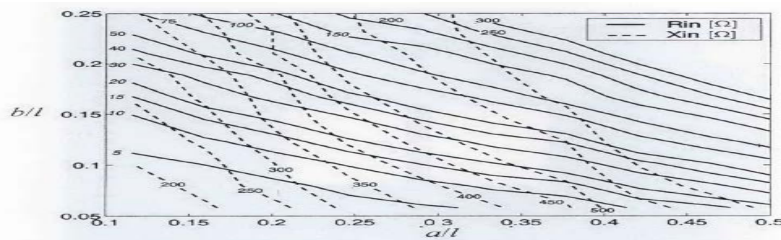


Figura 6. Carta de Acoplamiento de Impedancia con Ranuras Anidadas

Fuente: Marrocco.

Las líneas paralelas de impedancia, producen una cuadrícula casi ortogonal. Por lo tanto, la dinámica de la resistencia se puede obtener para cualquier valor fijo de la reactancia, con capacidad de altos grados de acoplamiento.

Las figuras 5 y 6 muestran un ejemplo de aplicación intradérmico.

2. Técnica de reducción de tamaño

Aunque muchas de las etiquetas de RFID están unidas a objetos pequeños, la geometría de la antena necesita ser miniaturizada con una aceptable degradación de la eficiencia de radiación. De acuerdo con Marrocco (2009), existen 2 técnicas de reducción para los tags RFID que se mencionan a continuación:

- Estructura de Serpentin (Meandering)
- Estructura de F invertida (Inverted F)

Ambas requieren de un simple o múltiples dobles cambio en la estructura del cuerpo radiante, pero en el caso de la F invertida requiere de una aproximación finita del plano de tierra. Mientras los diseños con patrones o formas simples de antenas,

pueden ser alcanzados con las cartas de acoplamiento, geometrías con más parámetros, como las que se describen a continuación, requieren de optimizaciones no determinísticas, tales como las basadas en algoritmos genéticos (D. S. Weile y E. Michielsen, 1997).

Técnica Serpentin

Como se propone en (G. Marrocco, 2003), al doblar los brazos a lo largo de la antena de dipolo se forma un camino de serpentin como se muestra en la figura 7, que genera una configuración de circuito equivalente con reactancias capacitivas e inductivas que producen un efecto global en la impedancia de entrada a la antena. Hasta la primera antena resonante, las corrientes de los segmentos adyacentes horizontales de la línea de serpentin (MLA) de la antena tienen fases opuestas que no contribuyen con la potencia radiada, pero sin embargo pueden producir pérdidas. Resonancias se logran a frecuencias mucho más bajas que en el caso de un dipolo recta de la misma altura, a expensas de un estrecho ancho de banda y una baja eficiencia. La figura 8 muestra algunos ejemplos relevantes de RFID que utilizan esta técnica de reducción.

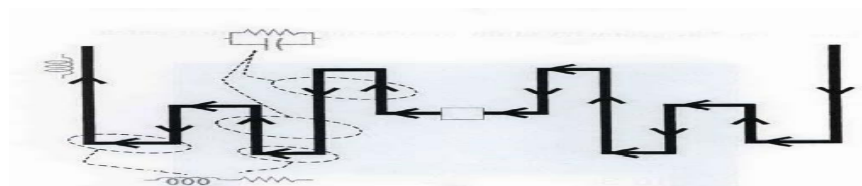


Figura 7. Técnica de Serpentin para reducir el tamaño de los tags
Fuente: Marrocco.



Figura 8. Ejemplos de Estructuras de Tag Miniaturizadas con Técnica de S rperntin
Fuente: Marrocco.

La forma del serpentín puede ser periódica, como en la mayoría de las aplicaciones, o puede ser optimizado individualmente para ajustar una determinada impedancia. Para nuestro propósito la reactancia inductiva se puede lograr asignando a la longitud de un alambre conductor la mitad de una longitud de onda dentro de un pequeño espacio. Reducir la altura de la antena a fracciones de longitudes de onda puede ser logrado fácilmente como se muestra en la figura 9. En este caso la forma de la línea serpentín fue seleccionada por un procedimiento de algoritmo genético (Weile &

Michielsen, 1997) con el propósito de maximizar el valor de τG_{tag} , con el tamaño de la antena dentro de un cuadrado $\lambda/5 \times \lambda/5$. Aunque la longitud del conductor para una antena serpentín optimizada es más larga que la mitad de una longitud de onda, la ganancia máxima del tag puede ser casi el mismo de un dipolo resonante regular, a pesar de la reducción de tamaño consistente. Como se esperaba, la longitud total de la antena serpentín se incrementa con la reactancia a ser ajustada mientras que la altura de la misma controla la resistencia.

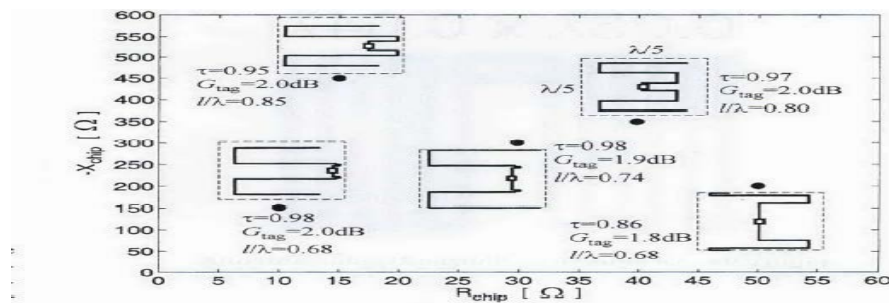


Figura 9. Valores de Acoplamiento de Impedancia Compleja del Chip con la técnica de Serpentin
Fuente: Marrocco.

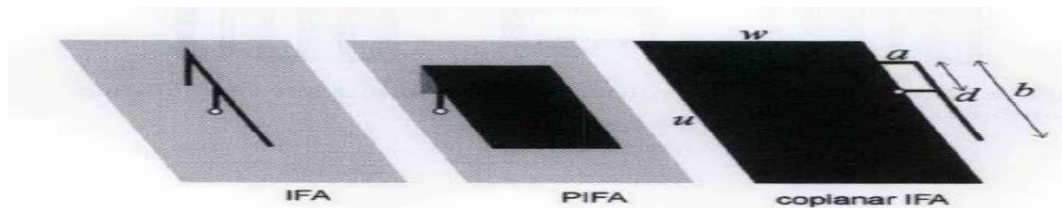


Figura 10. Ejemplos de Estructuras de Tag Miniaturizadas con Técnica de F invertida
Fuente: Marrocco.

Técnica F Invertida

El tamaño de un monopolo vertical puede ser reducido al doblar parte de la línea paralela al plano de tierra en forma de L, el cual típicamente tiene baja resistencia y alta reactancia capacitiva. Para proveer un libre ajuste la estructura es aumentada con otro cortocircuito, resultando una forma tipo F (inverted F antena IFA), como se muestra en la figura 10.

Un amplio espectro de impedancia complejas de entrada pueden ser obtenidas variando los

parámetros geométricos $\{a, b, d\}$, como se muestra en la figura 17, en la cual se fijaron los valores de $w = \lambda/4$, $u = \lambda/2$ y $a = \lambda/10$.

3. Consideraciones de Acho de Banda

A diferencia del ajuste de antenas convencionales de 50 ohm, el parámetro de mayor utilidad para la definición de un ancho de banda de un tag RFID, es el que está dado por la ganancia, en lugar de la pérdida de retorno, como ocurre también en el diseño antenas de banda ultra-ancha (Wu & Z. Chen, 2005)

De hecho, el ancho de banda de la tag (etiqueta) depende del mínimo rango de lectura requerida en la aplicación específica. Una vez fijada las restricciones de potencia, el ancho de banda puede ser dado por τG_{tag} . De hecho, la estabilidad de la ganancia realizada sobre la frecuencia dada, determina el tamaño del rango de lectura del sistema de lector-etiqueta.

En general, es bien sabido que la miniaturización de la antena produce diseños con ancho de banda reducido. Aunque las aplicaciones RFID implican bandas de frecuencia estrechas, las consideraciones

de ancho de banda son, sin embargo, importantes. La impedancia puede ser fácilmente desajustada en acoplamiento con los objetos a ser etiquetados, así como por la interacción con el ambiente circundante, y el rango de lectura resultante podría ser globalmente degradado.

La figura 11 muestra las curvas características de máxima ganancia, factor potencia de transmisión y ganancia realizada (τG_{tag}), para tags IFA y MLA, en particular para una frecuencia de operación de 870 MHz.

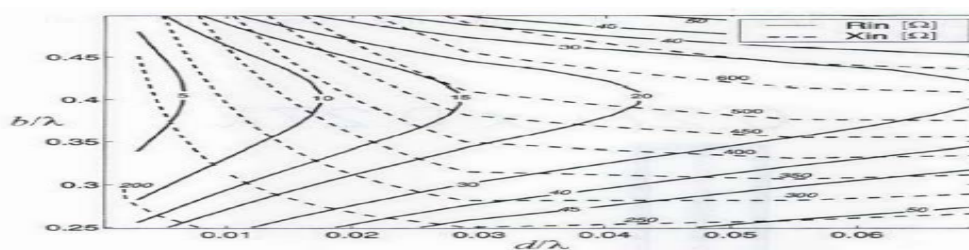


Figura 11. Acoplamiento de Impedancia Compleja con la técnica F Invertida
Fuente: Marrocco.

Se observa como la antena MLA exhibe mayor ganancia que la antena IFA. Sin embargo, la ganancia es muy ligeramente dependiente de la frecuencia y el ancho de banda es principalmente afectado por el acoplamiento de impedancia. Así mismo la antena MLA permite una mejor ganancia realizada que la antena IFA. estudios orientados a conclusiones, además de ser de naturaleza cualitativa, tomando en cuenta los aspectos descritos en la definición del problema, entre los cuales se plantea la necesidad de estudiar un área específica en que permita resaltar la importancia del diseño en los circuitos y dispositivos en alta frecuencia y crear las bases para poder plantear innovaciones al respecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de la revisión y análisis de la bibliografía disponible, inicialmente se muestra el diagrama de flujo que representa la propuesta de la metodología de diseño a seguir para el desarrollo de las antenas microtiras con aplicaciones en los sistemas RFID, y en esencia representa el resultado del trabajo. Seguidamente se trata un ejemplo práctico, describiendo cada uno de los pasos a seguir para el diseño. Finalmente se muestran los resultados

obtenidos en simulación del ejemplo práctico para validar el funcionamiento de la metodología de diseño planteada

1. Diagrama de Flujo de La Metodología para el Diseño de Antena Microstrip para Aplicaciones RFID

El mismo se muestra en la figura 12.

2. Selección de la Aplicación de la Antena del tag

Se obtuvo tabla comparativa de aplicaciones. Esta permite obtener una referencia rápida de ciertos aspectos técnicos tales como las frecuencias de operación para diferentes aplicaciones.

Así mismo se establecen comparaciones en cada una de las bandas de frecuencia con sus respectivas aplicaciones. La tabla 1 presenta gran utilidad al momento de seleccionar alguna aplicación específica ya que describe las ventajas y desventajas que podrían presentarse. Aquí se puede observar como la aplicación más versátil o que ofrece más ventajas es la que corresponden a la banda de UHF.

Adicionalmente es el rango donde están contenidas las asignaciones del órgano regulatorio nacional.

Para efectos de probar la metodología de diseño se seleccionó un tag en particular, específicamente del

tipo pasivo, el cual está disponible en la bibliografía Marroco (2009), y cuyo funcionamiento ya es previamente conocido.

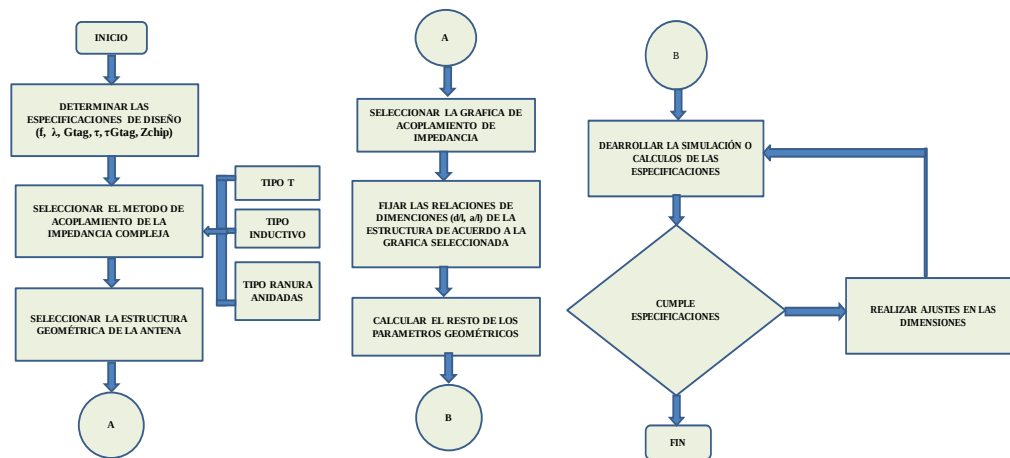


Figura 12. Diagrama de Flujo de La Metodología para el Diseño de Antena Microstrip para Aplicaciones RFID

3. Frecuencia

La banda de operación de los sistemas móviles varía dependiendo de la aplicación y de la ubicación geográfica. Siendo el sistema RFID nuestro caso de interés, este incluye la banda UHF (Ultra High Frequency) la cual varía dependiendo de su localización: en la zona europea es de 865 a 868 MHz mientras que en la zona americana es de 902 a 928 MHz, de 950 a 956 MHz para la zona japonesa y recientemente la india adoptado el rango de 865 a 867 Mhz.

Las antenas fueron diseñadas para trabajar en una frecuencia de operación de 922MHz a 928MHz, ya que es el rango de frecuencias UHF para la

implementación de sistemas RFID autorizado por CONATEL (Comisión Nacional de Telecomunicaciones), órgano al cual le corresponde la administración, regulación, ordenación y control del espectro radioeléctrico, que comprende, entre otras facultades, la planificación, la determinación del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias, la asignación, cambios y verificación de frecuencias, la comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas, el establecimiento de las normas técnicas para el uso del espectro, la detección de irregularidades y perturbaciones en el mismo, el control de su uso adecuado y la imposición de las sanciones a que haya lugar, de conformidad con la Ley (Y. Lee, 2003).

TABLA 1. Tabla comparativa de los tags en las diferentes bandas de frecuencias y sus aplicaciones

Rango de frecuencia	LF (125 KHz)	HF (13.56 MHz)	UHF (868-915 MHz)	Microondas (2.45 GHz & 5.8 GHz)
Rango máximo de lectura típico (Tags pasivos)	< 0,5 m	-1 m	- 3 m	- 1 m
Características Generales	Relativamente caro, aun a grandes volúmenes. LF requiere una mayor y más cara antena de cobre. Adicionalmente los Tags inductivos son más caros que un tag capacitivo. Menos susceptible a degradaciones de performance con metales líquidos, a pesar de que el rango de lectura es corto .	Menos caro que los Tags inductivos de LF. Relativamente corto rango y velocidades de datos menores comparados con frecuencias mas altas. Orientados a aplicaciones que no requieren lectura de mas distancia de múltiples tags .	En volúmenes grandes, los tags de UHF tienen la ventaja de ser mas baratos que los tags LF y HF, debido a recientes avances en el diseño del IC. Ofrecen buen balance entre rango y rendimiento especialmente para leer múltiples tags .	Características similares a los tags UHF, pero con velocidades de lectura mas rápidas. Una desventaja de esta banda es que las transmisiones de microondas son las más susceptibles a degradaciones de rendimiento debido a metales y líquidos, entre otros materiales. Ofrecen una señal mas direccional, ideal para ciertas aplicaciones. Tags activos con batería integral o taes pasivos utilizando acoplamiento capacitivo. Peajes
Fuente de Alimentación	Generalmente pasivos solamente, usando acoplamiento inductivo.	Generalmente pasivos solamente, usando acoplamiento inductivo o capacitivo. Smart Cards . Trazabilidad a nivel item, incluyendo manejo de equipaje, bibliotecas.	Tags activos con batería integral o taes pasivos utilizando acoplamiento capacitivo. Trazabilidad de pallets, peajes, manejo de equipaje. (USA).	Tags activos con batería integral o taes pasivos utilizando acoplamiento capacitivo. Peajes
Aplicaciones típicas	Control de acceso, identificación de animales inmovilizadores de vehículos. Aplicaciones comerciales incluyendo SpeedPass . Mayor base instalada debido a la naturaleza madura de la LF y transponder inductivos.	Actualmente la mas disponible principalmente a la amplia adopción de smart cards .	Japón no permite transmisiones en esta banda. Europa permite 868 MHz, mientras que US permite operación a 915 MHz pero a mayores niveles de potencia.	
Notas				
Velocidad de datos	Más lenta	←	→	Más rápida
Habilidad para leer cerca del metal o superficies húmedas	Mejora	←	→	Desmejora
Tamaño del Tag Pasivo	Mayor	←	→	Menor

La Comisión Nacional de Telecomunicaciones aprobará y publicará en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF) y los planes técnicos de utilización asociados, los cuales deben ajustarse a los tratados internacionales suscritos por la República, así como, la utilización del espectro debe ajustarse al CUNABAF (Y. Lee, 2003).

Dicho esto, se tomó como frecuencia central de operación 924MHz, la cual se encuentra dentro del rango establecido. Por ende el valor de longitud de onda (λ) que se consideró para realizar los diseños se calculó utilizando la siguiente ecuación (19):

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{924 \text{ MHz}} = 32.46 \text{ cm} \quad (19)$$

4. Potencia de la antena

El uso de las bandas ISM establece uso de potencias inferiores a 1 W, algunos de los equipos utilizados para transmitir en esta banda tienen potencias de transmisión nominal en conector antena de + 17 y +19 dBm (IEEE 802.11x.).

En cualquiera de los casos la potencia de transmisión de la antena viene determinada por la señal de salida del microchip al cual va conectada dicha antena y forma parte de la estructura de la misma, un valor referencial es una potencia de 100 mW, ya que es la

menor intensidad que se puede apreciar dentro del espectro asignado a estos sistemas de radiocomunicaciones, así como también garantizar la operación de lectura de la etiqueta a una distancia cercana a los 3 metros de acuerdo con la ecuación (1).

La potencia PIRE se especifica por las normas locales o nacionales. En Venezuela, el ente regulador CONATEL especifica 4W o 36dBm de potencia para la banda de frecuencia donde operan los sistemas de RFID pasivos (922 a 928MHz). Es importante tomar en cuenta que este es realmente un valor umbral de potencia, por ejemplo para el lector. Esta potencia es un punto de referencia importante para determinar la

ganancia de la antena a una determinada distancia con un coeficiente de máxima transferencia de energía menor o igual a 1.

Para el caso del tag pasivo la potencia de transmisión depende de la potencia efectiva de transmisión del lector, sin embargo de las figuras 13 y 14 se pueden obtener algunos valores de referencia tales como:

Punto A: $G_{tag} = 2 \text{ dB}$
Punto B: $T = 0.98$

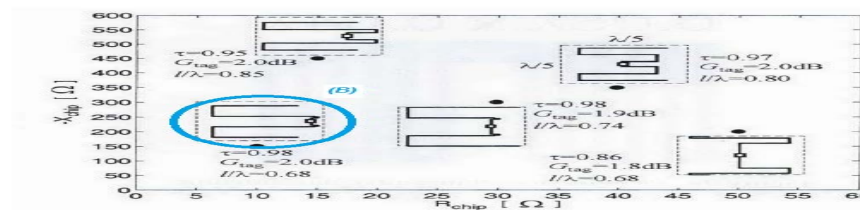


Figura 13. Selección de La Ganancia del Tag

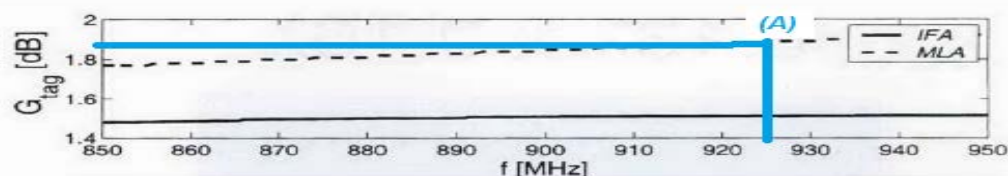


Figura 14. Elección del Coeficiente de Potencia de Transmisión

5. Consideraciones de Impedancia

Este podría ser uno de los pasos neurálgicos para la metodología de diseño de la antena para el tag pasivo, el cual fue el seleccionado. En esta etapa se debe identificar o partir de un valor de impedancia de microchip conocido, para de esa manera determinar el método de acoplamiento de la antena que mejor pueda adaptarse al diseño. Debido a los valores típicos del microchip, el procedimiento en esta parte se orienta a realizar un acoplamiento con impedancia compleja, en la cual, de acuerdo a lo que se plantea en esta metodología, es necesario apoyarse con las gráficas de ajuste de impedancia descritas en el capítulo 2 del presente trabajo, dependiendo de la forma geométrica de la antena, sus dimensiones y el método de miniaturización seleccionado. Algunos

rangos de valores de impedancia de microchip que se pueden utilizar como referencia (G. Marrocco, 2003), se mencionan a continuación.

- $40 - j100 \Omega$
- $40 - j100 \Omega$
- $5 - j200 \Omega$

Lo importante aquí es notar que la impedancia tiene valores altamente reactivos capacitivos y bajo valor resistivo, y consecuentemente el interés se orienta a compensar el valor de reactancia.

6. Selección del Método de Acoplamiento

Se puede seleccionar entre 3 métodos de acoplamiento:

- Acoplamiento Tipo T (*T Match*)

- Acoplamiento Inductivo (*Inductive Couple Loop*)
- Acoplamiento de Ranuras Anidadas (*Nested slot*)

Para el ejemplo de prueba se seleccionó el acoplamiento inductivo. La estructura de la antena con acoplamiento inductivo consiste en un pequeño loop o espira puesta cerca del cuerpo radiante. Este cuerpo radiante es simplemente una antena microstrip de forma rectangular. Los terminales del loop o la espira están conectados al microchip. La estructura incluye en el circuito equivalente la

inductancia de la antena junto con su reactancia la cual es controlada por la distancia d entre la espira y el cuerpo radiante.

Tomando en cuenta los valores de referencia en el paso anterior, para efectos del ejemplo de prueba se selecciona un valor en la figura 15 (Punto A), de tal forma de compensar la reactancia capacitiva del microchip de $-j200 \Omega$, de acuerdo con la carta de ajuste de impedancias para el método de acoplamiento seleccionado tenemos:

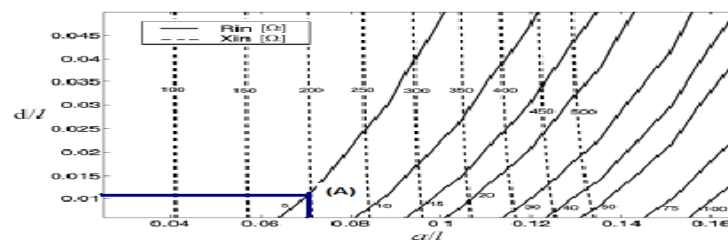


Figura 15. Selección de la Impedancia de Acoplamiento Compleja

7. Selección de la Técnica de Miniaturización

De las técnicas descritas se pueden seleccionar entre:

- Técnica de serpentín (MLA Meander Line Antena)
- Técnica de F invertida (IFA Inverted F Antena)

Para ilustrar las capacidades de miniaturización se seleccionó para el desarrollo del ejemplo de prueba en simulación la técnica de serpentín, el cual requiere de un despliegue múltiple del cuerpo radiante.

Luego de seleccionar la técnica de miniaturización se procede a seleccionar la forma de la antena.

8. Selección de la Forma Geométrica de la Antena

Existe diversidad de formas predeterminadas a las cuales se les pueden calcular las dimensiones, esto permite, junto con el uso de la carta correspondiente realizar los ajustes necesarios para conseguir el comportamiento deseado de acuerdo a las especificaciones del diseño. Tomando en cuenta el mencionado capítulo para ilustrar el efecto de las técnicas de miniaturización de serpentín se seleccionó la siguiente forma.

Finalmente se obtiene una estructura completa de la antena como se muestra en la figura 16. Y las dimensiones están definidas en la figura 17.

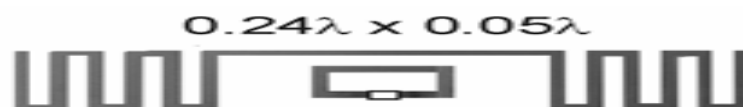


Figura 16. Estructura completa de la antena.

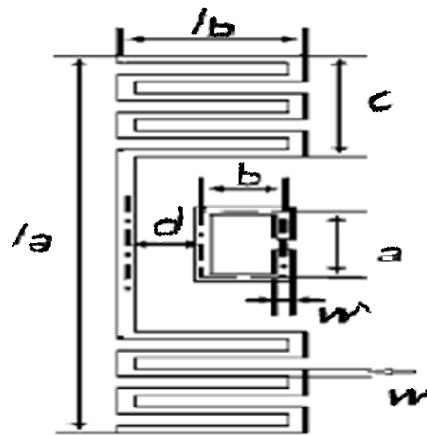


Figura 17. Geometría definida de la antena seleccionada.

Prueba del diseño con Simulación

Una vez que se obtuvo forma final de la estructura de la antena se procede a la simulación con algún software de simulación. La selección del software para esta área, no es tarea sencilla, ya que se debe profundizar en ciertos aspectos tales como los métodos de aproximación empleados, eficiencia, potencialidades y precisión del software dependiendo igualmente de los métodos mencionados, disponibilidad de licencias, así como dominio del manejo de la herramienta lo cual implica una buena base de conocimiento que pudiese ser un trabajo aparte.

Por las razones expuestas, no se entra en detalle en el manejo del software, solo se ilustra como el funcionamiento de la antena puede simularse y como la manipulación de la forma de la misma y sus dimensiones influyen en parámetros importantes como el la frecuencia de resonancia de la misma.

La figura 18 muestra el montaje de la estructura de la antena en el software para la sin aplicar la técnica de miniaturización, para efectos de comparación de los resultados de la simulación, cuando se manipula la forma geométrica de la antena.

Aplicando la técnica de miniaturización la estructura en el software queda como se muestra en la figura 19.

Luego de construir la estructura de la antena se procedió a realizar la simulación. Por medio de esta se puede conocer los parámetros tales como la frecuencia de resonancia, ganancia, impedancia del tag y los patrones de radiación.

La simulación se corrió sobre un barrido de 0.7 a 1 GHz tomando en cuenta la frecuencia de operación seleccionada de 924 GHz.

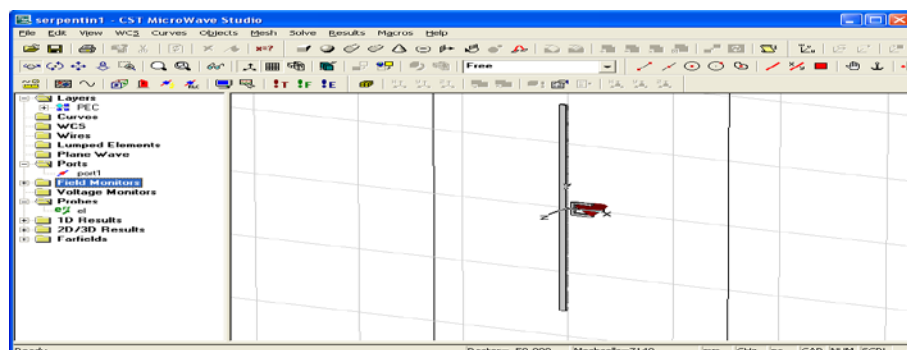


Figura 18. Estructura de la antena con acoplamiento inductivo en CST Microwave Studio.

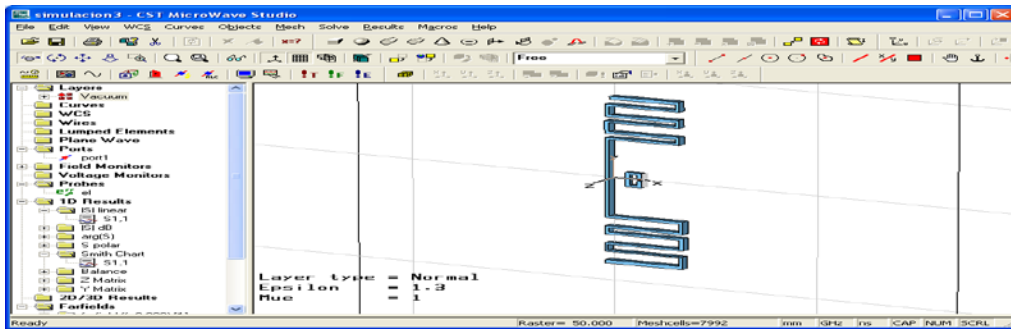


Figura 19. Estructura de la antena seleccionada con miniaturización de serpentín en CST Microwave Studio.

A continuación se presentan los resultados.

Para la estructura final de la antena seleccionada los resultados se muestran en la figura 20.

Se comprueba así, observando la figura 20, el funcionamiento del diseño para un tag omnidireccional, al observar el patrón de radiación, la frecuencia de resonancia de 0.92 GHz, ganancia de tag G tag de 2.010 dBi y un coeficiente de máxima potencia de transmisión T 0.9655

Para ilustrar los efectos que tiene manipular la forma geométrica y las dimensiones del tag o arreglo antena-espira (loop) se realizó una simulación con la estructura sin doblar y de mayor longitud, como se muestra en la figura 21, obteniéndose el siguiente resultado.

Donde se puede apreciar cómo se modifican tanto los parámetros como el patrón de radiación.

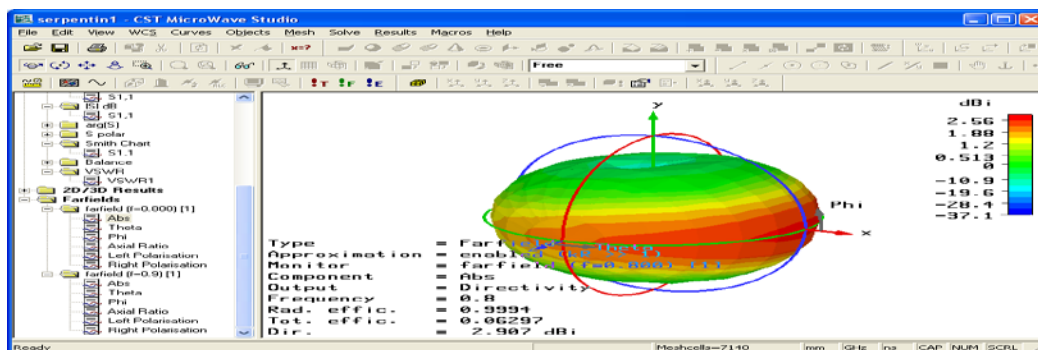


Figura 20. Resultados de la Simulación en CST Microwave Studio.

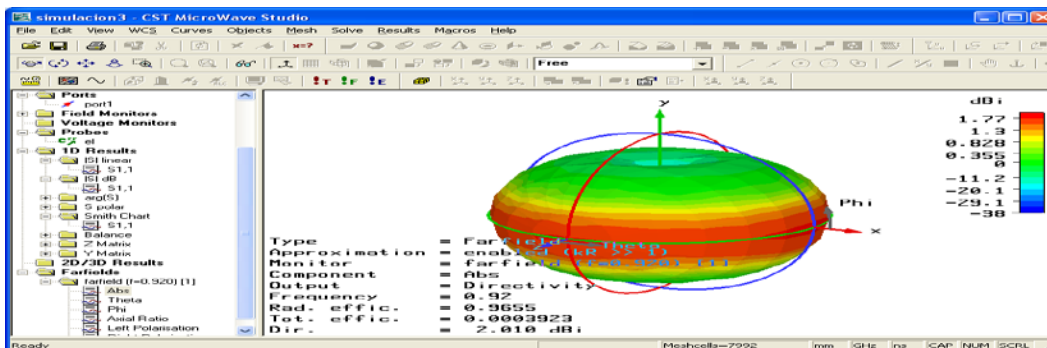


Figura 21. Resultados de la Simulación al variar los parámetros geométricos como la longitud y forma de la antena en CST Microwave Studio.

CONCLUSIONES

Conocer los principios de funcionamiento de antenas como parte de un sistema de telecomunicaciones inalámbrico permitió enfocar el estudio de la tecnología RFID, y cómo esta utiliza dispositivos que presentan avances fundamentales en cuanto a antenas se refiere. Se determinó cómo el diseño de las mismas obedece a procedimientos bien especiales que difieren de los de los establecidos para el diseño de antenas convencionales. Luego de profundizar en los conceptos teóricos partiendo del análisis de la tecnología RFID y llegando a lo más específico, las características de las antenas de los tags pasivos, se logra definir cada uno de los pasos que permiten desarrollar los diseños de estas, presentando gran importancia el apoyo de herramientas gráficas de acoplamiento de impedancia, estructuras definidas y el contar con software de simulación que permita manipular de manera amigable el diseño y realizar ajustes de ser necesario.

Sé logra igualmente resaltar la importancia del conocimiento de la tecnología, como se había planteado para crear las bases y criterios al momento de justificar modificaciones a contenidos programáticos de asignaturas, proyectos de dotación de laboratorios, proyectos de investigación y temas de tesis en el entorno universitario del autor. Se logró observar como en la actualidad existe información bastante generalizada de la tecnología, así como también, gran diversidad de diseños de antenas. Estos permiten identificar con facilidad parámetros técnicos de tanto de la tecnología RFID como de las antenas utilizadas en sus dispositivos. Sin embargo, eso hace que se dificulte el procedimiento al momento de necesitar diseñar, debido a la gran cantidad de información disponible. Se determinó entonces que debe existir un contraste entre la información disponible y la que realmente se necesita para desarrollar un diseño, resaltándose así la importancia de poder contar con una herramienta que permita guiar el procedimiento de diseño; y para nuestro caso en particular, como con pocos parámetros se puede establecer el diseño, ya que dependen en gran parte de apoyarse en herramientas gráficas, estructuras previamente definidas y manipulación de las dimensiones o variables geométricas de las antenas utilizadas en los tags pasivos de la tecnología RFID.

Destaca también la importancia de contar con herramientas de software con licencia estudiantil, de estas tecnologías denominadas como tecnologías emergentes, de allí la recomendación de incluir manejo de herramientas CAD con licencia en los proyectos de dotación. Y por supuesto la dotación en cuanto a equipos para construcción y medición se refiere; no sin antes realizar un estudio a profundidad de cómo se desarrolla esta otra parte que completa el diseño. Si no se cuenta con el conocimiento y asesoramiento necesario se incurre en realizar dotaciones incompletas a laboratorios.

Finalmente se recomienda una muy buena base de líneas de transmisión de comunicaciones, de manera tal que es necesario incluir en los contenidos programáticos de dicha unidad curricular el estudio más en profundidad de microtiras, ya que no solo son esenciales en el diseño de antenas de alta frecuencia sino también en el diseño de circuitos.

REFERENCIAS

- AETIC, Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España. La tecnología RFID: Usos y oportunidades [en línea], Disponible en <http://www.rfidpoint.com/regiones-y-paises/europa/la-tecnologia-rfid-usos-y-oportunidades/>. 2009.
- C.A. Balanis, *Antenna Theory, Analysis and Design*, Second Edition, New York, John Wiley & Sons Inc., 1997.
- D. S. Weile and E. Michielsen, "Genetic Algorithm Optimization Applied to Electromagnetics: A Review." *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 45(3): 343-353, 1997.
- G. Marrocco, "Gain-Optimized Self-Resonant Meander Line Antennas for RFID Applications," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 2: 302-305, 2003.
- G. Marrocco and C. Calabrese, "Automatic Design of Miniaturized Slot-Line RFID Antennas," *Second European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP)*, Edinburgh, Scotland, Noviembre 2007.
- Gaetano Marrocco, "The Art of UHF RFID Antenna Design: Impedance-Matching and Size-Reduction Techniques" *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, Dipartimento di

- Informatica Sistemi e Produzione, University of Roma "Tor Vergata". 50(1), 2008.
- H. W. Son and C. S. Tyo, "*Design of RFID Tag Antennas Using an Inductively Coupled Feed*," Electronics Letters, 41(18): 994-996, 2005.
- H. W. Son, J. Yeo, G. Y. Choi, and C. S. Pyo, "*A Low-Cost, Wideband Antenna for Passive RFID Tags Mountable on Metallic Surfaces*," IEEE International Symposium on Antennas and Propagation Digest, Albuquerque, NM, 1019-1022, 2006.
- J. Curty, N. Joehl, C. Dehollain and M. J. Delercq, "*Remotely Powered Addressable UHF RFID Integrated System*," IEEE Journal of Solid-State Circuits, 40(11):193-2202, 2005.
- Klaus Finkenzeller, "*RFID Handbook Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near Field Communication*" Third Edition / Klaus Finkenzeller; translated by Dörte Müller. – 3rd ed. 1-6.
- K.V.Seshagiri Rao, Pavel V.Nikitin, Sander F.Lam, "*Antenna Design for UHF RFID Tags: A Review and a Practical Application*," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 52(12), 2005.
- X. H. Wu and Z. N. Chen, "*Comparison of Planar Dipoles in UWB Applications*," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, AP-53(6): 1973-1983, 2005.
- Y. Lee, "*Antenna Circuit Design for RFID Application*," Microchip Technology Inc., Application Note AP7 10, disponible en: <http://www.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00710c.pdf>. 2003.

SOCIO ECONÓMICO

PRÁCTICAS PARA LA INTEGRACION SOCIO-LABORAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD

PRACTICE FOR SOCIAL-LABOUR INTEGRATION OF PEOPLE WITH DISABILITIES

Autores:

Flores, Yatnelly; Tapias, Gabriel; Oviedo, Libia

Universidad Nacional Experimental del Táchira. Jardín Botánico del Táchira

Corresponding Author: yatnellyf@gmail.com

RESUMEN

El proyecto de Investigación "Programa de Integración Socio-Laboral para personas con Discapacidad", tuvo como propósito la aplicación de estrategias para la formación y capacitación de personas con discapacidad intelectual para su incorporación socio laboral, a través de proyectos estructurantes: Aspecto socio-familiar, Aspecto Escuela, Aspecto Psicológico, Inserción Laboral y Proyecto Productivo; desarrollados en áreas del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, Municipio San Cristóbal, estado Táchira, para el periodo 2007-2014. Del año 2007 al 2011, hubo resistencia de las empresas para cumplir con la Ley para personas con Discapacidad, pero al iniciar inspecciones el CONAPDIS para verificar el cumplimiento del texto legal, con sanciones firmes y severas, el sector privado asume con fuerza la incorporación laboral e inicia la retroalimentación entre el Programa en cuestión y el sector privado. Salvadas estas barreras, finalmente se logró incorporar en empresas privadas: seis (6) en empresas metal mecánica, cuatro (4) en áreas verdes, tres (3) en comedor industrial, catorce (14) en supermercados, uno (01) en farmacia; todos desarrollando actividades repetitivas y mecánicas con todos los beneficios de ley, quedando bajo la responsabilidad de los docentes del programa, Charlas de Sensibilización previo a la incorporación y adiestramiento del personal con discapacidad contratado en campo. La permanencia de estos jóvenes equivale en este momento a un 70 % de la población atendida en este proyecto, en una fase mayor a dos años. Esta propuesta sobrepasó las expectativas, convirtiéndose en programa permanente de la Universidad, con coordinación y personal para este único fin.

ABSTRACT

The research project "Social-labour Integration Program for People with Disabilities", was intended to implement strategies for the training of people with intellectual disabilities for their social and labor integration, through structural projects like: Social-familiar aspect, School aspect, Psychological aspect, Job Placement and Production Project; developed in areas of the Botanical Garden of the National Experimental University of Táchira, San Cristobal Municipality, Táchira State, for the 2007-2014 period. From 2007 to 2011, there was reluctance of companies to fulfill with the law for people with disabilities, but when CONAPDIS inspections started to verify compliance with the statute, with firm and severe penalties, the private sector assumes strongly the labor incorporation and starts a feedback between the program in question and the private sector. Passed these barriers, finally it was managed to incorporate in private companies: six (6) in metal mechanical companies, four (4) in green areas or landscaping, three in (3) Industrial dining room, fourteen (14) in supermarkets, one (01) in pharmacy; all developing repetitive mechanical activities with all the benefits of the law, being under the responsibility of teachers in the program, with Sensitization speeches prior to the incorporation and training of the employed in the field before hired. The permanence of these young people at this time is equivalent to 70% of the population served by this project, more than two years phase. This proposal exceeded expectations, becoming permanent program of the University, with coordination and staff for this only purpose.

Palabras clave: Jardín Botánico, estrategias, discapacidad intelectual, inserción laboral, empresa.**Key words:** Botanical Garden, strategies, intellectual disability, employment, business.

INTRODUCCION

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), es el primer texto constitucional venezolano que establece desde su exposición de motivos, “la garantía de la autonomía funcional de los seres humanos con discapacidad o necesidades especiales” y consagra desde su preámbulo, la igualdad de derechos para todos los ciudadanos, sin ningún tipo de discriminación, considerando así a las personas con discapacidad (Pestana, 2005; Prato, 2010).

En este sentido, la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), entendiendo su responsabilidad y compromiso social con el entorno regional y nacional asume el Proyecto de Investigación denominado “Programa de Integración Socio –Laboral para personas con Discapacidad”, el cual se enmarca en el compromiso de Ley para personas con Discapacidad (Gaceta Oficial N° 38.508 de Enero 2007) donde refiere los derechos de estas personas en cuanto educación, inserción, reinserción laboral y reorientación ocupacional; todo ello como compromisos del estado venezolano.

La Universidad Nacional Experimental del Táchira, en concordancia con este marco jurídico, desde el año 1998 bajo la dirección del Dr. Omar Tapias con el apoyo de un equipo de trabajo, con interés en el área (Tapias 2001/2013), se inicia como pionera en la materia a nivel nacional, asume dicho proyecto, para lo cual utiliza las instalaciones del Jardín Botánico del Táchira, ubicado en área aledaña de esta Alma Mater, para atender a un grupo de treinta y dos (32) jóvenes y adultos con discapacidad intelectual, en búsqueda de lograr una convivencia y proceso de aprendizaje significativo, que propicie condiciones para el desarrollo socio-laboral del individuo bajo las premisas de “aprender a hacer, convivir y participar”, con miras a la consecución de empleos dignos, justos y acordes a su condición humana.

A tal efecto Nirye (2009) destaca “Aceptar que cada alumno y alumna son distintos, tratar y asumir esas diferencias para enriquecer el proceso de enseñanza – aprendizaje, es difícil...el éxito se ubica en la coherencia de las estrategias didácticas y la actitud del profesorado respecto a las ideas, experiencias,

estilos de aprendizaje, ritmos, capacidades intereses, y otros... el cual marcará de manera relevante las características del ambiente. Es asunto de la educación que hacer ante tal diversidad”.

Siguiendo lo anterior, se elaboró instrumentos de evaluación para el ingreso de aspirantes, así como para el avance en el desempeño individual y colectivo de estas personas, en miras a lograr nuevas metas dentro de un programa que debía transformarse y fortalecerse, que permitiera el logro de nuevos objetivos consustanciados con los recientes preceptos legales.

De la revisión bibliográfica realizada en relación al tema, en Venezuela se hace énfasis en la inserción de personas con discapacidad a las universidades como estudiantes regulares para las diferentes opciones de formación profesional, pero existe escasa literatura local en cuanto a la atención a discapacidad intelectual así como inserción socio - laboral. En cuanto a estadísticas o cifras de personas con discapacidad a nivel nacional, no es sino en el año 2001 cuando el Instituto Nacional de Estadística (INE), elabora un primer censo en el estado Táchira, en el que se caracteriza la población con discapacidad según grupos de edades, sexo, tipo de deficiencia, problema o tipo de discapacidad. Por otra parte, en cuanto a instituciones a nivel nacional que refieran al tema, existe el Consejo Nacional para Personas con Discapacidad (CONAPDIS), en cuyo portal electrónico describe la historia de este colectivo de personas con alguna limitación física, intelectual o sensorial.

De acuerdo a Verdugo (1995) en “Una política coherente para la rehabilitación de las personas con minusvalía”, destaca que toda política dirigida para personas con discapacidad deberá sostenerse en tres principios fundamentales:

1. Prevenir la discapacidad, impedir que se agrave y aminorar sus consecuencias.
2. Garantizar una participación completa y activa en la vida social de las personas con discapacidad.
3. Ayudar a las personas con discapacidad a llevar una vida independiente y autónoma, según sus deseos.

Estos parámetros señalados por Verdugo (1995), son asumidos en el proyecto que desarrolla la UNET

desde el Jardín Botánico, valorando la inserción laboral como mecanismo que garantiza una participación más activa en la vida social de las personas con discapacidad, dándole el camino para una vida independiente y autónoma, lo que a la larga impediría se acentúe su condición.

Asimismo, Nirye (1989) señala que hay que poner al alcance de todas las personas con necesidades especiales, unos modos de vida diaria lo más parecido posible a las formas y condiciones de vida del resto de la sociedad, para que el exterior no sea nada inalcanzable ni distinto a la cotidianidad, dando mayor confianza y pertinencia a la persona con discapacidad.

El proyecto de Investigación denominado “Programa de Integración Socio –Laboral para personas con Discapacidad”, dispuso como propósito brindar una formación integral a esta población, cuya base es la integración, planteada no sólo como un derecho humano sino también constitucional, como se refiere en el artículo 21 del texto constitucional y principios de la Ley para Personas con Discapacidad, atendiendo las premisas de atención a la diversidad, con especial énfasis en el desarrollo de las potencialidades y capacidades de toda persona sin importar sus limitaciones.

MÉTODO

El Programa de Integración Socio Laboral para Personas con Discapacidad, se implanta dentro de un esquema curricular de trabajo audaz, versátil y proactivo, basado en un escenario laboral real, promoviendo en los participantes a través de actividades mecánicas y repetitivas, la consolidación de procesos secuenciales en los que se vean los resultados de su esfuerzo y dedicación, que visto holísticamente propicia situaciones para superar algunas dificultades asociadas a la discapacidad intelectual, compromisos motores, interfaz verbal y autoestima, que superados favorezcan la incorporación de los participantes al campo laboral. Todo ello a través del fortalecimiento de cualidades y superación de dificultades.

El presente trabajo se realizó entre el año 2007-2014, en donde se atendieron treinta y dos (32) jóvenes con diferentes diagnósticos: autismo, compromisos intelectual de leve a moderado, algunos de ellos

asociados a Síndrome Down y a problemas de psicomotricidad, con el propósito de capacitarse para su posterior integración socio-laboral, se llevó a cabo en las instalaciones del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, estableciéndose durante dicho periodo relaciones institucionales con doce empresas privadas, cuya actividad comercial varía desde prácticas de jardinería, industria metal mecánica, comedores industriales, panaderías, hipermercados, hasta farmacias, concretando acciones de incorporación con siete de ellas.

Se establecieron cinco proyectos manejados transversalmente, que bajo la investigación acción promovieran y consolidaran competencias laborales bajo un perfil pre establecido, para lo que se vale de los recursos que provee el Jardín Botánico y la curiosidad innata que manifiestan los participantes por dicho espacio (Prato, 2010).

Tales proyectos son: *Aspecto socio-familiar, Aspecto Escuela, Aspecto Psicológico, Inserción Laboral y Proyecto Productivo*, los cuales versan en aprendizaje significativo, el cual consiste en que un estudiante relaciona la información nueva con la que ya posee; reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en el proceso para el logro de objetivos (Quiroga, 2005).

De esta manera, se conquistaron espacios que permitieron redimensionar el aspecto familia, psicológico y empresarial, pudiendo mostrar a las personas con discapacidad como seres sensibles, emprendedores, dispuestos a aprender, desarrollar conocimientos y habilidades, capaces de asumir las responsabilidades que se les planteen según sus potencialidades y que en consecuencia pueden desenvolverse dentro del mundo socio-laboral, mostrando ser personas soñadoras, productivas, capaces de ayudarse y de ayudar a los demás.

RESULTADOS

Se construyó un esquema didáctico basado en cinco aspectos estructurantes y transversales para facilitar el análisis y construcción de la premisa planteada, la cual consiste en la Incorporación Socio Laboral de las personas con Discapacidad a sectores productivos, los cuales se detallan seguidamente.

Aspecto socio-familiar: Considerando que la familia es fundamental en el proceso de formación de las personas con discapacidad, se hizo imprescindible conocer la situación particular de cada joven, fomentando la educación, colaboración, el compromiso y la corresponsabilidad en los miembros del núcleo familiar, con el fin de alcanzar las metas propuestas a corto, mediano o largo plazo. Para ello se construyó un plan de visita bimensual a la casa de cada persona con discapacidad, caracterizándole con la ayuda de sus familiares en los siguientes criterios: movilidad y transporte, hábitos para dormir y alimentarse, rutinas de higiene personal, responsabilidad en los quehaceres del hogar, uso de equipos eléctricos y electrónicos, planes de descanso y recreación familiar, relaciones interpersonales con familiares y vecinos. En la mayoría de los casos se dio apoyo a la familia a través de psicólogos u orientadores de la universidad. Asimismo, se creó una asociación de representantes, la cual se mantuvo mientras el programa nutrió el proceso de incorporación, mostrándose como debilidad o amenaza, su desaparición posterior.

Cabe destacar, que dentro del grupo de participantes del Programa, hubo un sub-grupo de jóvenes (cuatro), que se encuentran en condición de orfandad, jóvenes con grandes posibilidades para formarse y capacitarse en miras a una incorporación laboral, pero que no fue posible hacerlo, por la falta de familiares directos o facilitadores comprometidos realmente que pudiesen hacer seguimiento a esos casos particulares, mostrándose ello como una debilidad de las instituciones públicas, las cuales fungen como responsables o encargados de la tutela de personas que por razones diversas quedaron sin abrigo familiar. Esta variable amerita elaborar un seguimiento especial y la articulación de una serie de acciones para ejercer efectos vinculantes entre la institución que legalmente les representa y la institución que les recibe para su capacitación, pues aunque se hizo algunos esfuerzos no se logró el objetivo propuesto, (incorporación socio laboral) por lo que el grupo atendido en un 100 % bajo el plan de este proyecto, finalmente fue de 28 participantes.

Aspecto Psicológico: Se discutieron, elaboraron y evaluaron instrumentos que permitieron realizar un seguimiento y una valoración permanente, facilitando no sólo la certificación laboral de los

participantes, sino la atención profesional que orientó constantemente las actitudes y aptitudes de la población atendida, tanto en la etapa de formación y capacitación, integración y reorientación laboral.

Aspecto Escuela- Proyecto Productivo: a partir de cada componente o laboratorio existente en el Jardín Botánico se elaboró una maya curricular, mediante la implementación de una serie de estrategias, herramientas y acciones didácticas, que propició la internalización de hábitos socio-laborales que condujeran a la integración de la persona con discapacidad en el contexto laboral real.

Cada mañana, los participantes del Programa de Integración Socio Laboral llegaban al Jardín Botánico temprano para guardar sus útiles personales, cambiarse de ropa e iniciar a las 08:00 a.m. trabajo en las áreas asignadas, con el plan de trabajo previamente establecido por los responsables del programa. Tal jornada en la mañana quedó establecida de 08:00 a.m. a 11:45 a.m., 12:00 a 01:00 p.m. descanso y de 01:00 p.m. a 04:00 p.m. Lo anterior, con el propósito de promover competencias que perfilaran al participante como un empleado con variadas fortalezas, por lo que en esta etapa se valoró calidad del trabajo, rapidez, resistencia, motivación, ritmo de trabajo, puntualidad, independencia, iniciativa, hábitos de seguridad, disciplina, colaboración, responsabilidad, relaciones interpersonales y reacción ante observaciones y críticas.

Considerando, que se trabajó con una población con características biológicas distintas, no se pudo cronometrar el tiempo que duró este periodo de capacitación, o formación laboral, sino se evaluó de manera individual el desempeño, que varió en gran medida por el apoyo familiar que ha recibido el joven desde su niñez.

Simultáneamente, en la etapa de formación se fue desarrollando trabajos manuales con material reciclaje y orgánico como proyecto productivo, a fin de que los participantes del Programa de Integración Socio Laboral para personas con Discapacidad socializaran con el resto de la comunidad universitaria, al exponer el resultado de sus trabajos en un tipo bazar, y generar opciones de compra, cuyo objetivo era generar ingresos económicos para el

bienestar del grupo y promover actitudes en la que pudiesen desarrollar en el futuro, una actividad comercial independiente que pueda hasta brindarles su manutención.

Considerando, que en la incorporación laboral debe haber mucha prudencia para la postulación del participante, se decidió buscar una práctica laboral (pasantía) fuera del Jardín Botánico, pero dentro del campo universitario.

En base a ello, se programaron prácticas laborales (simulando pasantías) en diferentes áreas del campo universitario (Biblioteca, cafetín del edificio A, Servicios Generales) con el objeto de que se generará en los participantes del programa motivación para cerrar su periodo de formación y capacitación, y dependiendo de sus resultados promoverlo al contexto laboral.

Bajo esta propuesta, se logró sensibilizar algunos miembros de la comunidad universitaria al conocer nuestros participantes y establecer relación de trabajo con ellos, allí las personas con discapacidad plantaron en práctica todo lo que aprendieron durante la fase de formación y a la vez les generó motivación hacia el ejercicio de sus labores y responsabilidades.

Superados y consolidados los criterios establecidos en los instrumentos de evaluación tanto en el Jardín Botánico como en el lugar asignado para las prácticas laborales, los participantes del Programa de Integración Socio Laboral para Personas con Discapacidad fueron progresivamente promovidos al contexto laboral en diferentes empresas.

Inserción laboral: es un tránsito difícil, por lo novedoso de este tema y sus implicaciones en nuestro país, pero conociendo bien el perfil del aspirante, se genera la selección del cargo que a bien pudiera desempeñar dentro de las oportunidades que se han definido en empresas privadas, sin importar la actividad económica que esta desarrolla.

En tal sentido se llevó un trabajo casi simultáneo, es decir, a la vez que el participante fue afianzando competencias, se inició visitas a empresas privadas, dado que nuestro participante se ajustaría a cualquier responsabilidad laboral que implicara actividades repetitivas o mecánicas como surtir, ordenar, limpiar, vigilar, amasar, y así lograr el objetivo del programa.

No se abordó el sector público, dado que generalmente se maneja de manera centralizada el ingreso de personas a nómina y en otros casos, los cargos se manejan bajo acción política, por lo que salió de nuestro de ámbito de acción.

Naturalmente, para la consecución de cada empleo se cumplió con los todos los parámetros que exigían las empresas, (entrevista, evaluación médica) y ésta contrataba o no de acuerdo a sus intereses. Donde se cumplía con los criterios de selección de manera positiva, se hizo evaluación de cargos disponibles para perfilar la persona a una responsabilidad que de acuerdo a sus características pudiera cumplir sin mayor dificultad. Y antes de que la persona con Discapacidad iniciara labores como trabajador formal de la empresa, se brindó Charlas de Sensibilización hacia la nómina total de la empresa, a los fines de no promover distancias sino más bien contacto respetuoso con el nuevo integrante de ese núcleo empresarial. Finalizado este proceso, se dio adiestramiento en campo de la persona con Discapacidad, adecuándolo a su nueva responsabilidad en un tiempo promedio de quince días (15), tiempo que varió de acuerdo a la condición y fortalezas de la persona con discapacidad y del contexto empresarial.

Posteriormente, de acuerdo a las variables que se presentaron en el proceso de adaptación de la persona con discapacidad y el engranaje que se dio entre las partes involucradas, se hicieron visitas periódicas para subsanar las debilidades presentes y se asistió a la empresa en lo que respecta en este particular.

Todo lo anterior, obedece a que debe haber mucha cautela para la postulación de la persona con discapacidad en el contexto laboral, uno para no defraudar a la empresa, a quien se le ha vendido la idea de personal calificado y otro para no crear mayores frustraciones a la persona con discapacidad, que por condición humana y natural teme a lo desconocido. Ambas circunstancias, se enfrentaron durante la ejecución de este proyecto, pero con el apoyo familiar y empresarial pudo solucionarse. Por lo que cabe destacar, que conquistar al posible empleador, es un proceso tan serio como capacitar al posible aspirante.

En este particular, la Ley para Personas con Discapacidad en su Artículo 28 cita lo siguiente:

Los órganos y entes de la Administración Pública y privada, así como las empresas públicas privadas o mixtas, deberán incorporar a sus planteles de trabajo no menos de un cinco por ciento (5 %) de personas con discapacidad permanente, de su nómina total, sean ellos ejecutivos, ejecutivas, empleados, empleadas, obreros u obreras. No podrá oponerse argumentación alguna que discrimine, condicione o pretenda impedir el empleo de personas con discapacidad. Los cargos que se asignen a personas con discapacidad no deben impedir su desempeño, presentar obstáculos para su acceso al puesto de trabajo, ni exceder de la capacidad para desempeñarlo. Los trabajadores o las trabajadoras con discapacidad no están obligados u obligados a ejecutar tareas que resulten riesgosas por el tipo de discapacidad que tengan.

Tras la promulgación de esta Ley, se abre un abanico de posibilidades que permitieron la consolidación de espacios laborales en igualdad de condiciones, sin menoscabo de la condición humana, para la obtención de empleos dignos y justos. Tales empleos, antes del anuncio del texto jurídico, sólo dependían de la buena voluntad de quienes creyeran en la honestidad, responsabilidad y eficiencia de las personas con limitaciones físicas, sensoriales o intelectuales, para lo que vale destacar que sólo una persona fue incorporada en el año 2004.

Ante lo anterior, cabe destacar que inicialmente, el programa a través de la universidad (1998), brindaba apoyo, atención socio –educativa, recreativa y protección en algunos casos. Tras la promulgación de dicha ley, cristalizar una incorporación laboral para lograr un trabajo digno, con garantía social, no quedaba a la buena voluntad del empresario u propietario de algún establecimiento, casos que cabe señalar eran aislados, sino un cometido obligante por parte de los sectores productivos del país, cambiando paradigmas y objetivos del programa.

El trabajo de incorporación laboral con los participantes del Programa de Integración Socio Laboral para Personas con Discapacidad, se inició en

el año 2007, fecha de la promulgación de la Ley para Personas con Discapacidad, pero es año y medio después, en el 2009 con la inserción de cinco jóvenes con compromiso intelectual, que se cristalizó el objetivo propuesto, tras el seguimiento y vinculación entre la empresa y la universidad. Tal situación obedeció a que si bien ya se había promulgado la ley que amparaba este proceso, el estado estableció un lapso de dos años como plazo para el cumplimiento de la misma.

A tal fin, inspectores del CONAPDIS con la información suministrada por el antiguo Ministerio del Poder Popular para el Trabajo y Seguridad Social visitarían empresas, para constatar adecuación de espacio físico, incorporación de personas con discapacidad al campo laboral, eliminación de barreras tanto para los trabajadores como para usuarios y clientes del ente, estableciendo en caso de no cumplimiento, un lapso de tiempo para progresivamente lograr el cumplimiento de ley, en caso contrario establecería la sanción correspondiente.

Desde el 2007 hasta el 2011, se hizo manifiesta la resistencia de las empresas para cumplir este articulado, no es, sino hasta que en el 2011, cuando el Consejo Nacional para Personas con Discapacidad (CONAPDIS), es adscrito al Ministerio del Poder Popular para las Comunas y Protección Social; según decreto 8.114 publicado en Gaceta Oficial N° 39.666 de fecha 04 de mayo del 2011 que inicia sanciones firmes y severas, por lo que el sector privado asume con fuerza la Ley para personas con Discapacidad. Salvadas estas barreras, se lograron incorporar: seis (6) en empresas metal mecánica, cuatro (4) áreas verdes, tres (3) comedor industrial, catorce (14) en supermercados (1) farmacia. Su permanencia e incorporación equivalen en este momento a un 70 % de la población atendida en este proyecto, en una fase que supera los dos años.

Estas personas han mostrado poder desempeñarse en cualquier cargo, que amerite actuaciones repetitivas o actividades mecánicas, sin embargo las siete empresas en estudio disponían en su mayoría para este fin, vacante en el área de limpieza y mantenimiento, no por discriminación sino por falta de formación y experiencia en este transitar de sus gerentes. Sin embargo, lograr acceder a una

entrevista, ser admitido en una empresa, aperturar una cuenta bancaria, portar un uniforme, son los más gratos momentos de es ser, pues en la persona con Discapacidad Intelectual la humildad e ingenuidad son su principal característica.

Trabajar, acceder a un salario, hace que cualquier persona pueda soñar en comprar o adquirir cosas que permitan mejorar su calidad de vida, vincularse con personas distintas a ellos, y ser reconocido como persona útil, capaz y hasta proveedor de su núcleo familiar les da felicidad. De los casos estudiados, varios de ellos hoy son único sostén de la familia.

Pero lastimosamente, no todos pueden lograrlo y no por incapacidad, sino por el condicionamiento que algunos puedan hacer de ellos, por su aspecto físico, timidez o condición exterior de discapacidad.

Durante el desarrollo de este proyecto, para lograr el objetivo planteado que no es más sino la Incorporación Laboral de Personas con Discapacidad, fue necesario abordar en reiteradas oportunidades la familia para tratar de romper los miedos propios que existen ante la incertidumbre de un nuevo y distinto transitar, pero es un riesgo que debe correrse si se quiere lograr la necesaria independencia de ese ser querido. Es naturaleza de este proyecto, no sólo apoyar la familia desde el inicio de su capacitación, sino que ya incorporado, se asiste a la familia para sugerir los aportes que el núcleo familiar debe seguir para garantizar la sustentabilidad del empleo adquirido y la independencia real del individuo.

Las jornadas en las empresas algunas veces se toman duras y no propiamente por la persona con discapacidad, sino por la actitud que pueden tener los que les rodean haciendo bromas de mal gusto, comentarios fuera de lugar que dañan el proceso, ello y otras cosas llevaron a asumir el acompañamiento de los discentes a nivel de empresas, acompañamiento que hoy es periódico en cada una de las personas incorporadas.

La Ley para Personas con Discapacidad, en su artículo 29 señala con cierta timidez lo siguiente “las personas con discapacidad intelectual deben ser integradas laboralmente, de acuerdo con sus habilidades, en tareas que puedan ser desempeñadas por ellas, de conformidad con sus posibilidades, bajo

supervisión y vigilancia” Pero debe agregarse, bajo la supervisión, seguimiento, reorientación y vigilancia tanto de la empresa como del estado, para dirigir objetivamente las circunstancias que puedan presentarse.

En el desarrollo de este proyecto de investigación-acción, para el sector empresarial, se organizó un esquema de trabajo que implica análisis de puestos, acompañamiento en las entrevistas, adiestramiento del contratado en campo, charlas hacia el personal y jefes inmediatos previos a la incorporación laboral y el compromiso de que la UNET asistirá en cada ocasión que sea necesario para dar cumplimiento a la re inserción y re orientación laboral que destaca la Ley para Personas con Discapacidad en el artículo 30. En este aspecto, de reorientación, hasta el momento se ha hecho seguimiento a cinco (5) jóvenes, por una o dos semanas de regreso al Jardín Botánico, lo que ha permitido su permanencia. Tras conversaciones con el grupo Integración Táchira (Zona educativa-Táchira) y actores independientes, involucrados en procesos como este, se dice que esta reorientación ha sido poco apropiada por la mayoría de empresas, por desconocimiento y asumen una finalización de contrato para resolver situaciones adversas influenciadas por variables más propias de la empresa, que de la diversidad biológica del empleado. Y la persona con discapacidad y su familia por desconocer este precepto de reorientación, no apela a ello, dejando un sentimiento de fracaso en los involucrados, afianzando en algunos casos “tu no puedes”.

Según Pestana (2005) Las personas que poseen algún tipo de limitación física, sensorial o intelectual, son llamadas personas con discapacidad; en algunos casos son vistas sólo como un ser enfermo, incapaz de incorporarse a la sociedad y desarrollarse en los espacios educativos, laborales o familiares; se piensa comúnmente que una persona que no oye, no ve o no camina, no es capaz de integrarse a la sociedad y desarrollar sus otros sentidos hasta desenvolverse igual o mejor que una persona sin discapacidad.

DISCUSIÓN

Cada vez que sea necesario, debe afianzarse que nadie puede asumir acciones de incorporación laboral como hechos de solidaridad, pues la persona debe ubicarse en puestos de trabajo de acuerdo a su

condición, de manera que el trabajador cumpla con la responsabilidad asignada y por esta devengue un salario. Varias empresas abordadas, lo asumen como una dación para personas “menos desfavorecidas” y brindan un trabajo, pero sino se rompe tal esquema, no se podrá con la barrera impuesta denominada discriminación.

No cabe duda, que esta labor requiere mayor compromiso por parte del contratante, inversión de tiempo en las primeras de cambio, de hecho, los legisladores debieron en su momento pensarlo, a la vez que dentro de su enunciado sólo exige un 5 % de personas con discapacidad y no un 10 u 15%.

Luego de larga travesía, la persona con discapacidad generalmente se muestra más honesta, responsable, eficaz y eficiente que cualquier otro trabajador convencional, por lo que ganan estima y admiración.

Hasta ahora, el estado ha sido garante de la seguridad social de un grupo importante de personas con discapacidad, pero también debe decirse, que en el sector público, pocas instituciones han asumido este compromiso de incorporar personas con discapacidad a las nominas, sin que se haga llamado de atención serio sobre este particular.

Briceño, (1981), reporta que todas las condiciones de vida de la persona con necesidades educativas especiales, tanto en el hogar como en la escuela y la comunidad, debe ser contemplada como un derecho exigible por todos los ciudadanos, en la medida que supone condiciones más favorables para el desarrollo y también por razones de justicia social".

Consolidar y garantizar la sostenibilidad del programa que desarrolla la UNET, bajo trabajos en el marco de investigación – acción, permitirá seguir brindar a mayor número de personas la posibilidad de desprenderse sin traumas del núcleo familiar, pues en la mayoría de los casos trata de sobreprotegerse al joven con el objeto de resguardarle y sin querer, se les inhibe de independizarse y obtener oportunidades de vida que le permita su manutención y en consecuencia sentirse personas capaces, útiles y aceptadas por la sociedad. Camino loable para enaltecer la condición humana de los jóvenes y adultos con discapacidad

Gasset e Incera (2005) establecen que “El derecho al trabajo de las personas con discapacidad intelectual es un hecho indiscutible en la sociedad actual. Sin embargo, el derecho a formarse tras finalizar la escolaridad obligatoria, no se ha convertido todavía en un derecho tangible para los jóvenes discapacitados”.

De la misma manera la situación laboral de las personas con discapacidad, a pesar del avance en las medidas implantadas en los últimos años, obviamente dista de una situación de igualdad respecto del resto de la población. Es imprescindible prever un amplio abanico de actuaciones, que van desde la sensibilización a empresarios y la creación de nuevas ayudas, hasta la profundización en el conocimiento del fenómeno del desempleo en este grupo de ciudadanos.

Es por ello que se invita a entes públicos y privados a hacerse partícipes de esta labor y poder construir un país, atendiendo y entendiendo a cada ser dentro la diversidad, pues para el crecimiento y desarrollo de un país, no sólo se necesita incorporación de tecnologías, sino la promoción y formación de seres humanos más tranquilos, felices y equilibrados, para proyectar bienestar a un conglomerado de personas que por no reconocerse como diferentes, no han podido complementarse y lograr una sociedad más respetuosa, justa y menos agresiva.

CONCLUSIONES

La atención y apoyo familiar a la persona con discapacidad favorece el proceso de incorporación socio laboral, pues desde los primeros años de vida se le promueve al individuo a través de asistencia médica y acompañamiento del núcleo familiar las cualidades que este tiene para participar activamente en diferentes contextos, afrontando con menos dificultad las inseguridades propias de abordar lo desconocido, en un medio en que generalmente se ve la discapacidad como enfermedad y no como condición humana.

Monks y Boxel, (1992) señalaron que el desarrollo humano está en gran parte determinado por aprendizajes sociales. "El desarrollo, si es visto como cambios que implican el comportamiento dentro de un grupo social, es un proceso de toda la vida".

Los jóvenes del Programa de Integración Socio Laboral para Personas con Discapacidad, cuyas familias poseen mayores posibilidades económicas y un nivel de instrucción superior al grupo promedio, son jóvenes con mayores fortalezas dentro el contexto socio laboral. Estos logros se atribuyen a una atención médica y familiar temprana, aunada a las oportunidades de estimulación e integración de índole académica, deportiva y recreativa a los que éstos tuvieron acceso.

Las prácticas de formación socio laboral deben mantenerse en constante evolución atendiendo las individualidades de cada participante del programa de Integración Socio laboral para personas con Discapacidad.

El personal responsable de la incorporación laboral debe establecer acercamiento con los compañeros de trabajo inmediatos a la persona con discapacidad, y no sólo con los responsables gerenciales de la empresa, para evitar abusos en el trato hacia él. Igualmente, hacer ver las fortalezas del nuevo trabajador que se incorpora, para que no se le de atención que termine minusvalizando las condiciones que ya en esencia posee.

Los contratantes generalmente ubican las personas con discapacidad en cargos relativos a servicios generales, desconocen y desconfían en asignar una labor distinta a esta. Por eso se hace necesario el acompañamiento en la selección de puestos entre la institución que los forma y la empresa contratante.

La concreción de una oportunidad laboral hace que los miembros del núcleo familiar le den a la persona con discapacidad mayor reconocimiento y participación en las decisiones de hogar, al ser éste coadyuvante en los gastos que se generen. Y al sentirse reconocido por familiares y amigos la persona con discapacidad consolida su auto concepto mejorando así su propia estima.

REFERENCIAS

Aguilera, Y.; Aguilera, M.; Marsal, M. Informe sobre la integración de personas con discapacidad a la educación superior en el Paraguay. 2005.

Anuies "Manual para la integración de personas con discapacidad a la educación superior". México. 2004.

Aliza, El contacto con la naturaleza una buena terapia para la salud mental. Fondo Editorial IPASME. Caracas, Venezuela. 2010.

Aramayo, M. "Universidad y diversidad. Hacia una educación superior de calidad para las personas con discapacidad". Ediciones de la Biblioteca EBUC. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 2005.

Briceño, C. Bases para una Política. Revista Educación Especial N° 4. 1981.

Gasset, L. Y Incera R. "Formación para la inserción laboral: Un proyecto conjunto entre la Facultad de Formación de Profesorado y Educación de la Universidad Autónoma de Madrid y la Fundación Prodis". Revista Síndrome de Down. 22: 125-131, 2005.

Ley para personas con Discapacidad (Gaceta Oficial N° 38.508) Enero, 2007.

Ministerio del Poder Popular del Despacho de la Presidencia y Seguimiento de la Gestión de Gobierno. Consejo Nacional para Personas con Discapacidad. Historia de la Discapacidad en Venezuela. (Documento en Línea) Disponible: <http://www.conapdis.gob.ve/historia>. (Consulta: 2015, Febrero 10). 2015.

Ministerio del Poder Popular de Planificación. Instituto Nacional de Estadística. Población total por tipo de deficiencia, problema o discapacidad Obtenido de: http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com_content&view=category&id=95&Itemid=9Venezuela. 2001.

Monks, F., Van Boxtel, H.W. Los adolescentes superdotados: una perspectiva evolutiva. En J. Freeman (ed.) los niños superdotados. Aspectos psicológicos y pedagógicos. Madrid: Santillana – Aula XXI. 1998.

Nirye, C. La Integración en la Escuela Ordinaria. Edit. Kapeluz. Madrid, España. 2009.

Peredo, C. "Integración de personas con discapacidad a la educación superior en el Perú". Editorial Oveja Negra Ltda y R.B.A., Proyectos Editoriales, S.A. 2005.

Pestana, L. Integración de personas con discapacidad en la Educación Superior en Venezuela. Instituto Intrnacional de Educación Superior Para América Latina y el Caribe de la UNESCO. (IESALC/UNESCO) Obtenido de Word Wide Web Site: www.unexpo.edu.ve/ocori/pdf/discapitados_iesalc.pdf (Documento en Línea). 2005.

- Prato, A. Estrategias para la Formación y Capacitación de Personas con Discapacidad en el Jardín Botánico del Táchira. Trabajo de grado de maestría no publicado. Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas, San Cristóbal. 2010.
- Quiroga, Elsa. El nuevo contexto Educativo, la significación en el aprendizaje de la enseñanza. Universidad de Chile. Santiago de Chile. Instituto Internacional de Educación Superior Para América Latina y el Caribe de la UNESCO. (IESALC/UNESCO) Obtenido de Word Wide Wen Site: www.unexpo.edu.ve/ocori/pdf/discapacitados_iesalc.pdf. (Documento en Línea). 2004.
- Rodríguez, N. "Integración de personas con discapacidad a la educación superior en el Ecuador". Ediciones B, S.A. Quito, Ecuador. 2004.
- Tapias, G. Programa de Integración Socio Laboral para Personas con Discapacidad. (Documento en Línea) Trabajo presentado en XX Congreso Venezolano de Botánica, Táchira. Disponible Universidad Nacional Experimental del Táchira y Sociedad Botánica de Venezuela. 348, 2013.
- Tapias, G. El Jardín Botánico del Táchira, un Bien Jurídico Ambiental. Obtenido de Word Wide Wen Site: <http://curly.unet.edu.ve/pjbunet/pdf/parquenaturalparamillo.pdf>
- U.N.E.S.C.O. Políticas y Prácticas para la Educación Especial. Documento Ley Orgánica de Educación (Gaceta Oficial N° 5.929 Extraordinaria del 15 de agosto de 2009). 1989.
- Verdugo, M. A., Jordán de Urríes, F. B., Bellver, F., y Martínez, S. Investigación en Discapacidad: una invitación para el futuro. Ponencia presentada en I Jornadas Científicas de Investigación sobre Personas con Discapacidad. España Obtenido de Word Wide Wen Site: <https://campus.usal.es/~inico/investigacion/jornadas/jornada1/confer/con7.html>.

SOCIO ECONÓMICO

DIAGNÓSTICO DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA DE LA UNET EN FUNCIÓN DE LOS PROCESOS EDITORIALES Y LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES

DIAGNOSIS OF THE SCIENTIFIC DISCLOSURE OF UNET WITH REGARD TO EDITORIAL PROCESSES AND INTERNATIONAL STANDARDS

Autores:

Villalobos, Salvador; Chacón, José

Universidad Nacional Experimental del Táchira - Venezuela

Corresponding Author: svilla@unet.edu.ve

RESUMEN

En el presente estudio se abordó el análisis de la gestión en I+D+I (Investigación, Desarrollo e Innovación), concretamente aquella ligada a la actividad editorial, a través del diagnóstico del estado actual de la edición científica en la UNET, tomando como referencia los procesos editoriales que se llevan a cabo y los estándares internacionales que aseguran el éxito de la función divulgativa, todo ello bajo el enfoque de la planificación estratégica. Para dichos fines, se decidió consultar a investigadores, además del talento humano que labora en la plataforma editorial de la Universidad. A partir de ello y de las referencias documentales, se realizó la triangulación de la información para establecer perfiles de significancia en cada una de las dimensiones de la investigación a través del paradigma cualitativo-cuantitativo. Se constató que aunque existe un bajo índice de visibilidad científica en la institución objeto de estudio, hay evidencia de una plataforma editorial formal en crecimiento que debe administrar eficientemente sus recursos y adecuar normas y procedimientos con respecto a los estándares internacionales.

ABSTRACT

This present study is set out to analyze of R+ D+I (Research, Development & Innovation) management, particularly linked to editorial activity, through the diagnosis of the current state of scientific publishing in UNET, taking reference to editorial processes and international standards under the strategic planning approach. For such purposes, it was decided to consult researchers also human talent working in the publishing platform of the University. From this and the documentary references, triangulation information was performed to establish profiles of significance in each of the dimensions of the research through qualitative-quantitative paradigm. It was found that although there is a low level of scientific visibility in the institution under study, there is evidence of a formal publishing platform for growth but must efficiently manage their resources and adequate rules and procedures regarding international standards.

Palabras clave: edición científica, gestión I+D+I, gestión editorial, estándares internacionales, planificación estratégica.

Key words: scientific publishing, management R+D+I, editorial management, international standards, strategic planning.

INTRODUCCIÓN

La actividad editorial, independientemente si atiende al sector privado o público, debe ser eficiente, efectiva y además eficaz, al igual que cualquier organización. Este planteamiento radica en que cada día la demanda que pesa sobre esta labor debe atenderse de acuerdo a criterios de calidad; a fin de que satisfaga cabalmente las necesidades que surgen en el contexto en el que se desenvuelve, haciendo de este modo pertinente su práctica. Décadas atrás, solo la revisión por pares y la originalidad del texto eran garantías de calidad de los contenidos de las revistas especializadas tal y como señala Romanos (2008). Sin embargo, de acuerdo a Rozemblum, Unzurrunzaga, Banzato y Pucacco (2015), en los actuales momentos la certificación de las publicaciones es mucho más compleja pues se realiza a través de la medición de una serie de parámetros e indicadores que, de acuerdo al tipo de instancia que evalúa dichas iniciativas editoriales, puede variar en número, peso y exigencia.

En este orden, sea hace indispensable abordar la gestión editorial a través de la planificación estratégica de las actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I), específicamente aquellas ligadas a la divulgación del conocimiento. Dicha planificación, en palabras de David (1997), es “el arte y la ciencia de formular, implementar y evaluar decisiones multifuncionales que le permitan a una organización lograr sus objetivos” (pág. 8). Por ello, es un factor clave en el éxito de la organización, ya que de acuerdo con Bringas, (1997), es un proceso de dirección institucional que permite estructurar un número determinado de actividades, acciones y operaciones para asegurar el futuro exitoso de la institución a tenor de las circunstancias presentes y futuras.

No obstante, algunos de los procesos que llevan a cabo las instituciones académicas o científicas pudiesen no estar adaptados totalmente a los requerimientos de la comunidad editorial científica, es decir, buena parte de las exigencias de instancias certificantes como ministerios, índices nacionales e internacionales, repositorios, entre otros entes u organismos no estarían siendo satisfechas en buena medida. En otras palabras, según Daft y Marcic

(2005), toda organización está diseñada de manera deliberada no sólo en su estructura, sino en los sistemas que la conforman y hasta en la concepción de sus metas; por tanto, no sólo responde a quienes la dirigen o a sus empleados sino a sus usuarios y pares. Sin embargo, como bien describe Gross (2009), las organizaciones, independientemente de su campo de actuación, hacen muy poco para cambiar la realidad de este escenario. Destaca el autor que la verticalidad de sus estructuras, “recargadas de matrices yuxtapuestas y contingentes, tornan toda tarea en más compleja y engorrosa. Estas reliquias de la era industrial son inadecuadas para los actuales procesos operativos (Párr.1)”.

Estos factores podrían afectar en un futuro la presencia de los productos de I+D+I de la UNET en repositorios de prestigio a nivel internacional lo que sería negativo si se considera una prioridad institucional.

La presencia o ausencia de una revista en diferentes portales de revistas nacionales, temáticos, multidisciplinarios, comerciales o institucionales se ha vuelto una cuestión de Estado: gestores, editores y autores reconocen que la inclusión y la indización en éstos, está sirviendo como criterio de evaluación en los sistemas de investigación de la región. (Rozemblum et al. 2015. Pág. 67).

Por tal razón se debe diagnosticar el proceso de edición científica, ya que éste se ve afectado por agentes externos que deben ser tomados en cuenta, tales como: visibilidad, impacto, normativas internacionales, Estados, convenios, redes científicas, pares, entre otros.

En este orden de ideas, es preponderante dar respuesta a las exigencias de los actores externos tales como Fonacit, Observatorio Nacional de Revistas Científicas (ONRC) y/o Revencyt, al igual que índices internacionales como Latindex, Redalyc y Scopus. Es importante destacar que en los últimos meses, se ha hecho un esfuerzo en adaptar la plataforma tecnológica de la UNET y capacitar a los editores para implantar el uso del Open Journal System (OJS) para la Revista Científica UNET y la Revista Scitus; por lo que este software gestor de

Villalobos, S.; Chacón, J.

publicaciones podría ser de vital importancia para cohesionar la propuesta con la realidad actual, los recursos disponibles y los resultados esperados. Aunado a lo anterior, es preponderante ampliar el acceso libre e insertar las iniciativas editoriales en bases de datos abiertos y a proyectos que alienten este tipo de políticas como lo están haciendo otras universidades entre las que destacan, la Universidad Central, Universidad de Los Andes o la Universidad de Oriente.

En el plano internacional, existen numerosas iniciativas como el Public Knowledge Project (PKP, 2010) que promueve la participación de bibliotecarios, editores, investigadores y alumnos en una mancomunidad guiada en la actualidad por instituciones inglesas y canadienses de connotado prestigio que buscan mejorar la calidad de la divulgación científica y el acceso público al

conocimiento en aras de solucionar los problemas que atraviesan las sociedades del mundo.

Una investigación de esta misma casa de estudios realizada por Márquez (2012), estableció, entre muchas conclusiones, que algunos de los elementos más apreciados a la hora de evaluar la calidad en la gestión asociada a procesos de investigación son los concernientes a la divulgación, es decir, la visibilidad de la producción científica, el número de libros editados, la cantidad de PCS indizadas (publicaciones científicas seriadas con índice) y el nivel de citación de dichos trabajos. En definitiva, adaptarse a los estándares académicos previstos en el modelo de Sistema del Conocimiento propuesto por Bueno (2002), integrado por una serie de actores del campo de la investigación, el desarrollo y la innovación. Véase gráfico 1.

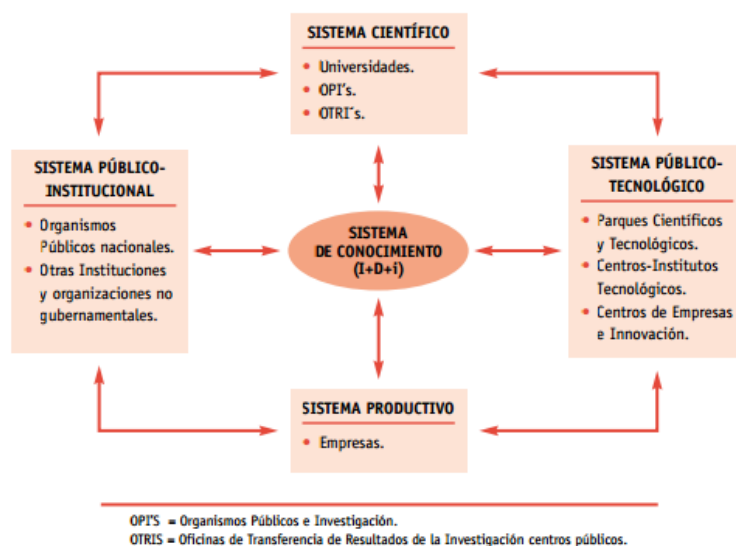


Gráfico 1. Sistema de conocimiento

Fuente: Bueno (2002)

A pesar de estas exigencias, es necesario precisar que existe una discusión en torno a los sistemas de medición y su homologación. Por ejemplo, Rozemblum *et al.* (2015), reconoce que “existe una sobrevaloración en la utilización de los indicadores de impacto y una crítica con respecto a los sesgos de inclusión en las bases de datos, especialmente cuando estos indicadores son utilizados por los sistemas de evaluación científica“. No obstante, continúan siendo los parámetros dominantes a la

hora de evaluar la calidad formal de la divulgación del conocimiento.

Con base en lo anterior y en aras de diagnosticar la mayor cantidad de factores intervinientes en la edición científica, se decidió incluir una serie de elementos, pasos, procesos, funciones, recursos, estructuras, actividades, normas, actores, características que involucran rasgos cuantitativos y

cualitativos presentes en el proceso editorial. A saber:

Gestión del proceso editorial: es la actividad gerencial que involucra elementos, funciones, procesos, recursos, actores y estructuras administrativas que rigen la planificación, control, toma de decisiones y evaluación de los procesos inherentes a la función divulgativa de la actividad científica de la universidad.

Actividades del proceso editorial: Son todas aquellas actividades inherentes al proceso de producción editorial académico-científica. La cantidad y selección de las mismas obedece a las características de cada dependencia, sin embargo, hay unas prototípicas que le son comunes a la mayoría de editoriales universitarias, tales como: corrección ortotipográfica y de estilo, arbitraje, edición y diagramación, ISBN /ISSN, Depósito Legal, catalogación de la fuente, impresión y comercialización, entre otras.

Factores que aseguran el éxito del proceso editorial: Son aquellos rasgos distintivos, atributos o características que marcan la diferencia y garantizan el éxito o no del proceso editorial. En líneas generales se pueden establecer en tres grandes grupos: calidad, imagen y prestigio, cada uno de ellos con sus respectivos indicadores asociados a la actividad divulgativa propia de la ciencia.

Estándares internacionales

Para el caso de este estudio, se decidió tomar como referencia una serie de descriptores que se emplean en el contexto internacional y que han sido adoptados por entes u organizaciones evaluadoras para garantizar la homologación de criterios asociados a la calidad, pertinencia, acceso, visibilidad, evaluación y metodología de los productos editoriales del ámbito científico, cuyos criterios serán denominados en este trabajo estándares internacionales. Al respecto, tal y como afirma Delgado, Rodríguez y Jiménez (2006), los Estados e instancias evaluadoras, se han dedicado a “construir políticas nacionales que incentiven la producción de investigación y aumenten la difusión nacional e internacional de la ciencia que se genera... sienten la necesidad de evaluar el rendimiento de la actividad científica y su impacto

en la sociedad” (pág. 12). Para los mismos autores, la mayoría de los entes coinciden en la necesidad de evaluar la divulgación científica, y “aunque sus propósitos, perspectivas y, por tanto, los criterios que propugnan, pueden ser distintos, en esencia resultan sorprendentemente coincidentes” (Delgado *et al.* 2006. Pág. 12). Esto concuerda con la apreciación de Chavarro (2013) quien concluyó, luego de un análisis comparativo entre los criterios de calidad editorial, destiñ y de contenido de Latindex con respecto a RedALyC, SciELO, Scopus y WoS, que “en términos de calidad editorial las revistas que están en uno y otro sistema de indexación son muy similares” (Pág.2).

Se puede inferir que al ser aplicados dichos estándares en las dependencias editoriales, hacen que los procesos de gestión y prácticas institucionales contribuyan al logro de resultados y a la mejora de los productos divulgativos que inciden en la validez y veracidad del conocimiento generado. Como los estándares editoriales son indicadores *per se*, su principal propósito consiste en orientar, apuntalar, monitorear y controlar las actividades y funciones de los actores del proceso divulgativo, así como también, ofrecer información valiosa para la toma de decisiones acertadas. Los principales, que a su vez se transforman en criterios indispensables a la hora de evaluar la actividad editorial científica son:

- *Difusión del conocimiento a nivel mundial:* se debe garantizar que todos los resultados de la investigación sean accesibles al resto de la comunidad científica internacional.
- *Revisión por pares:* la actividad de investigación y sus respectivos productos divulgativos deben ser evaluados “por pares” con competencias técnicas, académicas y de reconocida trayectoria.
- *Índices de calidad:* deben valorarse los criterios basados en el impacto sobre el resto de la comunidad internacional de los productos divulgativos (artículos, tesis, ponencias, etc.).

No obstante, a partir de estos criterios generales, se desprenden otros por cada una de las instancias evaluadoras de reconocido prestigio. Aquí dos ejemplos en el contexto iberoamericano:

Latindex

Creado por la Universidad Autónoma de México (UNAM) en la década de los noventa del siglo XX,

el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal conocido como Latindex, nació con el objetivo de difundir, hacer accesible y elevar la calidad de las revistas académicas editadas en la región, a través del trabajo compartido. La estructura de Latindex está conformada por tres niveles: Directorio, Índice y Catálogo. En la primera instancia del directorio se incluyen todas las PCS que tengan ISSN, mientras que el Índice incorpora las publicaciones que están disponibles en línea. Por su parte, la instancia donde se evalúa la calidad editorial es el Catálogo que se compone de un sistema de información cualitativa que muestra el grado de cumplimiento de las revistas académicas y científicas iberoamericanas, ante la batería de características de calidad editorial diseñadas por Latindex. Para ingresar a este nivel las revistas deben cumplir con un conjunto de ocho características obligatorias y al menos 17 de las restantes características, sobre un total de 33 para las revistas impresas y 36 para las digitales. (Rozemblum, et al. 2012). Criterios Latindex 2017:

- Mención del cuerpo editorial
- Contenido (artículos originales)
- Generación continua de contenidos
- Identificación de los autores
- Entidad editora
- Mención del director
- Mención de URL de la revista
- Mención de la dirección de la revista
- Navegación y funcionalidad
- Mención de periodicidad
- Acceso a los contenidos
- Acceso histórico al contenido
- Membrete bibliográfico al inicio del artículo
- Miembros del consejo editorial
- Afiliación institucional de los miembros del consejo editorial
- Afiliación de los autores
- Recepción y aceptación de originales
- ISSN
- Definición de la revista
- Sistema de arbitraje
- Evaluadores externos
- Autores externos
- Apertura editorial
- Servicios de información
- Cumplimiento de la periodicidad
- Contenido original
- Instrucciones a los autores
- Elaboración de las referencias bibliográficas
- Exigencia de originalidad
- Resumen
- Resumen en dos idiomas
- Palabras clave
- Palabras clave en dos idiomas
- Metaetiquetas
- Buscadores
- Servicios de valor añadido

Scopus

A diferencia de la anterior, Scopus es una base de datos comercial que, además de ofrecer información y acceso de las revistas como hace Latindex:

...presta un servicio de análisis de citas que permite calcular diferentes indicadores bibliométricos. Para seleccionar las revistas a incluirse en su base, Scopus utiliza cinco criterios mínimos de elegibilidad y luego, a través de una evaluación de expertos en la temática de cada revista, analiza 14 criterios cuali y cuantitativos, reunidos en cinco categorías". (Rozemblum, et al. 2012).

Dichos indicadores bibliométricos son los empleados por instancias a nivel internacional como Estados, ministerios, instituciones académicas y científicas, organismos multilaterales para medir la producción científica de las instituciones y de los investigadores que forman parte de ellas. Al igual que Latindex, Scopus posee unos requisitos básicos que se resumen en contenido revisados por pares, proceso de revisión público, tener ISSN y publicarse regularmente, contar con resúmenes y títulos de los artículos en inglés, referencias en alfabeto romano y debe tener una declaración de ética y buenas prácticas. Una vez se cumplan estos criterios se evalúan los siguientes aspectos:

- Atendiendo a la política de la revista: política editorial convincente, tipo de revisión por pares, diversidad geográfica de los editores, diversidad geográfica de los autores,
- Contenido: contribución académica al campo de conocimiento, claridad de los resúmenes, calidad y conformidad con los objetivos de la revista, claridad de los artículos.
- Relevancia de la revista: citas de los artículos de la revista en Scopus, relevancia del editor.

- Regularidad de la publicación: sin retrasos o interrupciones en la frecuencia de publicación.
- Disponibilidad *on line*: contenido completo de la revista disponible en línea, página principal de la revista disponible en inglés, calidad de la página principal de la revista.

Todos estos aspectos se reúnen en 19 indicadores, cuya importancia recae mayoritariamente en la

visibilidad, descriptor que alcanza el 47 % de los aspectos evaluados según Rozemblum *et al.* (2015).

Para estos mismos autores, en los criterios de evaluación de varios índices como Redalyc, Claclalia, Latindex y Scopus, entre otros, destacan la calidad de la gestión editorial con 33 %, la formalidad 22 % y la indización de la publicación 10 %, entre los demás factores medidos. Véase gráfico 2.

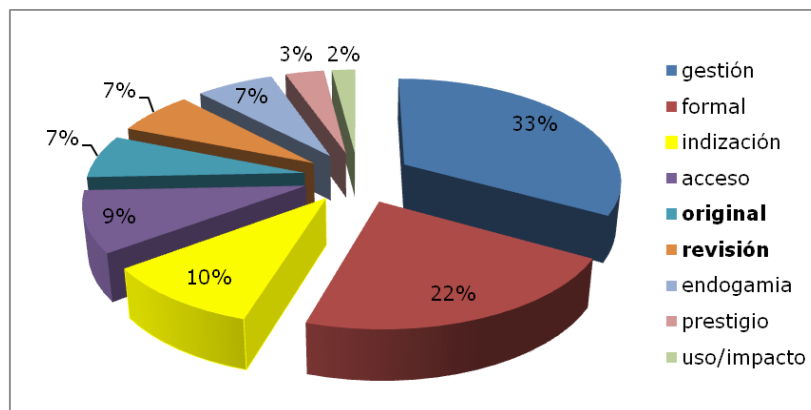


Gráfico 2. Distribución porcentual de indicadores de bases por subcategorías

Fuente: Rozemblum *et al.* (2015)

A pesar de la rigurosidad en la evaluación y certificación de las publicaciones científicas, un estudio elaborado por Díaz y Ortiz (2014), sobre las revistas electrónicas de La Universidad del Zulia (LUZ) en Venezuela, demostró que las revistas científicas del núcleo humanístico de LUZ, en su mayoría, cumplen con el 100 % de los principales indicadores de Latindex o Scopus, razón que evidencia que las iniciativas editoriales de las principales casas de estudios superiores del país cumplen con las exigencias de la comunidad científica. En tal sentido, es necesario constatar si la divulgación científica de la UNET se realiza adecuadamente en función de los procesos. Para los fines de este estudio, se decidió abordar al grupo de docentes investigadores, identificados a partir de este momento como N1, quienes son los usuarios (autores y destinatarios) de los procesos editoriales, es decir, quienes generan el producto científico y su respectiva divulgación. Asimismo, estos 368 docentes se encuentran clasificados bajo la figura de investigadores activos (con proyectos en ejecución), o investigadores inactivos (cierre técnico, cierre definitivo o en situación de permiso o

editoriales y los estándares internacionales que rigen dicha actividad.

MÉTODO

Para el caso de esta investigación se estudiaron dos poblaciones. En la Universidad Nacional Experimental del Táchira laboraban, para el año 2017, 469 docentes de planta (pregrado), distribuidos en diferentes departamentos y carreras. De este total, 368 profesores se encontraban inscritos en programas de investigación (grupos, unidades o laboratorios), lo que representa un 78,46 % de profesores dedicados a actividades de I+D+I.

postgrado) de acuerdo a información suministrada por el Decanato de Investigación de la UNET (2017).

Estos se dividieron en dos estratos, quedando conformados por 169 profesores activos, que equivalen al 45,92 % de la población y 199 profesores inactivos, que equivalen al 54,08 % de la población de docentes adscritos a programas de

investigación. Paralelamente, se consultó una segunda población, de 4 individuos que tienen poder de decisión o realizan procesos administrativos del área editorial y divulgativa (identificados a partir de este momento como N2).

A los efectos de la presente investigación, se decidió trabajar con una muestra como parte representativa para el grupo N1. Para el cálculo de dicha muestra, se empleó la fórmula de proporciones cuando se conoce la población y se considera finita; igualmente para la selección de los elementos de estudio se utilizó la técnica de muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional, dado el hecho de que para los fines de esta investigación la estratificación es preponderante con relación a ciertas características distintivas que se observan dentro del grupo N1 tales como condición actual del investigador, entre otras. Aunado a ello, se mantuvo el principio aleatorio en la selección de los individuos para ser encuestados en cada subgrupo.

La estratificación se realizó partiendo del total de docentes investigadores (368) de acuerdo con la condición de activos (169) e inactivos (199) en proyectos de investigación. Para calcular la muestra de docentes investigadores, activos o no, del Decato de Investigación, se le aplicó el mismo peso que tiene cada grupo en la población a la muestra obtenida una vez aplicada la fórmula de proporciones para población finita la cual se expone a continuación:

$$n = \frac{Zc^2 \times N \times p \times q}{Z^2 \times p \times q + (N - 1) \times \varepsilon^2}$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra

Zc = Coeficiente, nivel de confianza crítico

N= Tamaño de la población de estudio

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

ε = error máximo admisible

Se asumió para este estudio un nivel de confianza del 95 %, equivalente a 1,96 de Zc y un margen de error estándar de ± 5 %. Adicionalmente, se estimó una probabilidad de éxito y probabilidad de fracaso de 50 % respectivamente ($p = 50$ %, $q = 50$ %).

$$n = \frac{1,96^2 \times 368 \times 0,5 \times 0,5}{1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 + (368 - 1) \times 0,05^2} =$$

$$n = \frac{353,4274}{1,8779} = 188,20$$

Sustituyendo los valores en la ecuación presentada, se obtuvo una muestra de 188,20 docentes investigadores, que para el caso de la investigación se ajustó la muestra a 189 docentes y que, al tratarse de una muestra aleatoria estratificada con afijación proporcional, tomando el mismo peso de cada grupo en la población en la muestra, se procedió a calcular la proporción de docentes a encuestar por cada condición. Lo que implicó tomar el 45,92 % de 189, para una muestra de 86,79 profesores activos y tomar el 54,08 % de 189 para una muestra de 102,21 profesores inactivos, quedando, una vez hecho el ajuste, una muestra conformada por 87 profesores activos y 103 profesores inactivos.

Para abordar los elementos de estudio de ambos grupos se elaboraron dos listados, el primero para los investigadores activos y el segundo para los investigadores inactivos. Una vez elaborados los listados se decidió abordar los elementos de estudio de cada uno mediante el muestreo aleatorio simple utilizando los números *random*, otorgándole una numeración que va desde el 1 hasta el 169 en el listado de investigadores activos, del cual se tomaron solo 87 elementos; y desde el 1 hasta el 199 para el caso del listado de los investigadores inactivos, del cual se tomaron 103 elementos.

Por último, se estableció para el grupo identificado como N2, al tratarse de una población finita y reducida (solo 4 individuos), la aplicación de un censo por lo cual la muestra representa el total de la población.

Para diagnosticar el estado actual de los procesos editoriales en la Coordinación de Divulgación y Publicaciones y, por ende, en la UNET, se decidió realizar primeramente una búsqueda documental para la identificación de actividades estratégicas y necesarias para garantizar la divulgación del conocimiento; todo ello, producto de la experiencia administrativa y académica que, durante más de 7 años, acumuló el investigador al frente de dicha función; tomando como referencia, desde una perspectiva comparativa, los indicadores editoriales

de instancias evaluadoras a nivel internacional, al igual que los criterios de valoración de algunos de los índices más empleados por las publicaciones científicas como Scopus y Latindex.

En otro orden, para el grupo N1 se utilizó como técnica de recolección de datos la encuesta y como instrumento el cuestionario. Para llevar a cabo dicho cuestionario, se decidió emplear preguntas cerradas con varias opciones de respuesta, tales como: dicotómicas, selección múltiple y escalamiento tipo Lickert. Un cuestionario similar, sustituyendo las preguntas del perfil investigador y agregando elementos para indagar en el componente administrativo, se aplicó a modo de censo al grupo N2 para luego hacer un análisis comparativo a través de los perfiles de significancia por cada dimensión de la investigación. Finalmente, se calculó el coeficiente de confiabilidad de consistencia interna a ambos instrumentos, mediante la aplicación del método estadístico Alpha de Cronbach (1951) calculando la varianza de los ítems.

Donde:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \times \left| 1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right|$$

α : alpha de cronbach

k: número de ítems

V_i : varianza de cada ítem

V_t : varianza total

Al instrumento Núm. 1, se le aplicó desde la pregunta 21 a la pregunta 39 y de la 53 a la 67 para un total de 34 preguntas dando como resultado un valor de Alpha de Cronbach de 0,994, valor que indica que el nivel de exigencia fue superado.

RESULTADOS

A continuación, se presentan las dimensiones de la investigación a través de los perfiles de significancia.

Dimensión: Planificación

La UNET, a través del Decanato de Investigación, cuenta desde el año 2010 con una instancia a cargo de la actividad editorial denominada Coordinación de Divulgación y Publicaciones encargada de

gestionar las publicaciones científicas de la institución, incluidos libros y revistas. Para tal función están adscritos 3 empleados administrativos y 1 coordinador. En opinión de los consultados, la Coordinación facilita la actividad editorial y la divulgación a partir de que sus metas y objetivos se planifican en función de las necesidades de la institución y los requerimientos del entorno. A pesar de esta imagen robusta desde el punto de vista organizacional, los consultados manifestaron la existencia de debilidades administrativas, específicamente de orden presupuestario y de recursos humanos. Con respecto al talento humano, existe evidencia de personal calificado y con el perfil profesional para cumplir sus funciones. No obstante, dichos trabajadores manifiestan la necesidad de contar con programas actualizados de formación y capacitación.

Dimensión: Organización

Tanto las políticas editoriales de la Coordinación de Publicaciones como las normas de publicación de las revistas científicas son percibidas por los investigadores como adecuadas en favor de la divulgación. Sin embargo, al ser consultados los empleados de la plataforma editorial sobre si dichos lineamientos institucionales y cuerpo normativo responden a los estándares internacionales como Latindex o Scopus, éstos aseguraron que obedecen medianamente, principalmente con respecto a la homologación de criterios de arbitraje, conformación de comités editoriales o porcentaje de autores externos en las PCS, lo que sugiere falta de adecuación a los requerimientos de la comunidad científica externa.

Dimensión: Coordinación

La dependencia posee instancias para la toma de decisiones con respecto a las iniciativas editoriales que se presentan. Las más significativas son el Comité Editorial del Fondo Editorial UNET (FEUNET) y los Comités Editoriales de cada revista científica. Según la mayoría de los consultados, dichas instancias toman sus decisiones con total apego a la norma, de manera transparente y con base en las necesidades e intereses de la institución. Se evidenció la existencia de un proceso de arbitraje científico para todas las publicaciones editadas en la

UNET, cuyo nivel de estandarización es mayor o menor de acuerdo con la revista.

Dimensión: Control y Evaluación

Se evidenció que la actividad editorial está sometida a la continua supervisión y control por parte del Decanato de Investigación y de los entes con competencia administrativa y de auditoría interna. Así mismo, la Coordinación emite periódicamente informes de gestión y da respuesta oportuna ante los hallazgos y recomendaciones de la instancia auditora.

Dimensión: Revisión Técnica

Se constató que la actividad editorial de la UNET cumple con el rigor científico que caracteriza al mundo de la ciencia. Todas las revistas evalúan a partir del criterio “doble ciego” y otras, además de este criterio, añaden la exigencia de que sean revisores externos tal y como establece la norma de la revista Scitus. Por ello, en esta dimensión se observó falta de homologación de criterios. Se infiere que es necesaria la implantación de criterios comunes guiados para todas las revistas científicas.

Dimensión: Edición

En esta parte de la investigación se evidenció que la dependencia editorial realiza todos los procesos y funciones inherentes a la edición científica. Para tal fin, el talento humano adscrito a la Coordinación, diseña, diagrama y hace el montaje de textos, fotografías, gráficos y artes editoriales. Además de ello, asesora a los autores sobre correcciones del texto, derechos de autor, uso de imágenes y formatos de publicación, finalizando su tarea con las pruebas de preimpresión o preantalla antes de que los trabajos salgan a imprenta o sean publicados en versión electrónica. Es importante señalar que la dependencia no cuenta con la infraestructura tecnológica para imprimir las iniciativas editoriales por lo que debe contratar dicho servicio con empresas privadas.

Dimensión: Procesos Administrativos

En esta dimensión se constató la presencia de actividades de orden administrativo y financiero

ejecutadas por la Coordinación de Divulgación y Publicaciones. Las primeras de ellas referidas a la gestión y tramitación de requisitos y registros editoriales indispensables para la formalización de los productos divulgativos, tales como: Depósito Legal, ISBN, ISSN y Catalogación de la Fuente. En segundo lugar, se observó la realización de procedimientos inherentes a la administración de los recursos financieros, tecnológicos y humanos.

Dimensión: Perfil del Investigador

El perfil de profesor investigador de la UNET quedó descrito de la siguiente forma: el 55,3 % de los docentes investigadores de la UNET son Asistentes y Agregados con Dedicación Exclusiva, lo que permite inferir que la mayoría de ellos cuenta con el perfil de investigador producto de sus maestrías o doctorados. El 94 % de los docentes investigadores de la UNET señalaron pertenecer a una unidad o línea de investigación del Decanato de Investigación UNET, lo que demuestra que a nivel de estructura administrativa se presenta un alto grado de formalidad de la actividad investigativa.

No obstante, la realidad actual no se corresponde con los dos datos anteriores, dado que el 54,20 % de los docentes investigadores admiten estar inactivos en la labor científica, es decir, sin ningún proyecto ejecutado actualmente. Así mismo, solo el 38,9 % de los docentes investigadores ha realizado entre 1 y 2 investigaciones durante los últimos cinco años, el 58,9 % de los docentes investigadores tiene menos de 2 publicaciones y el 48,40 % no ha asistido a ningún congreso, simposio o seminario en este mismo período de tiempo. Esta baja productividad investigativa se evidencia claramente en uno de los indicadores más emblemáticos del sector universitario como lo es el Programa de Estímulo a la Investigación e Innovación (PEII), pues en la convocatoria del año 2016 apenas el 22,10 % de los docentes investigadores consultados de la UNET fueron acreditados y, en su mayoría, como investigadores A1 y A2.

Dimensión: Calidad del Producto Editorial

Se constató a través de la investigación que la Coordinación de Divulgación y Publicaciones edita libros, memorias, revistas, Cds y otros productos

divulgativos. Durante su trayectoria editorial de más de 30 años, la UNET ha publicado más de 100 títulos y actualmente cuenta con 4 revistas científicas, dos de ellas adscritas formalmente, una en coedición (por renovar contrato) y otra como iniciativa independiente departamental. Las dos publicaciones científicas seriadas avaladas por el FEUNET son la *Revista Científica UNET* (Multidisciplinaria) y *Scitus, Revista de Investigación en Ciencias Sociales*, ambas arbitradas. Dichas revistas son indexadas y se distribuyen en acceso abierto. Sin embargo, una vez realizado el estudio, se pudo constatar que el 75 % de los docentes investigadores encuestados aseveran que algunas políticas actuales de la UNET restringen el intercambio de información o impiden la reproducción parcial o total de los contenidos, incluso sin fines comerciales, política que se puede cotejar en las páginas de crédito de los libros y algunas revistas producidas por la UNET cuyo texto dice: “Se prohíbe la reproducción parcial o total de los contenidos”. Se infiere de lo anterior que no se ha corregido en el texto de las páginas preliminares lo que en la norma y práctica ya es una realidad.

Igualmente, el estudio evidenció que el 90,5 % de los investigadores aprueban la creación de nuevas revistas científicas, especialmente en Tecnología e Ingeniería; en este escenario, en opinión del 40 % de los investigadores, actualmente la oferta editorial no es representativa con respecto a las áreas de conocimiento de pregrado y postgrado de la UNET.

En respuesta a la realidad planteada por los docentes investigadores, la comunidad científica está de acuerdo con adecuar las normativas y procedimientos con respecto a los estándares internacionales, incorporando los cambios experimentados en los índices a las publicaciones científicas de la UNET. En lo que respecta a la adecuación de normas y procedimientos, el autor observó a través de la revisión documental que existe una marcada tendencia al uso de las revistas y publicaciones no periódicas por parte de la comunidad de investigadores de la UNET de manera preponderante, pues menos del 10% de los autores son externos. Así mismo, un 75% de los consultados negó la existencia de editores de otras universidades. En consecuencia, se puede inferir que la estandarización de las normas y procedimientos de la

divulgación científica de la dependencia objeto de estudio no se ha alcanzado por lo que deben establecerse porcentajes bajos de participación de autores internos para cambiar dicha realidad.

Dimensión: Calidad del Servicio

Los datos más significativos que se encontraron pueden ser agrupados en la celeridad del arbitraje, publicaciones procesadas anualmente y alcance de la divulgación del producto y su conservación en el tiempo. Se llegó a la conclusión de que los investigadores (en un 41,6 %) estiman que el tiempo que se dedica a esta actividad en la UNET es más lento con respecto a otras editoriales. Se evidenció que el tiempo promedio de arbitraje para artículos científicos es superior a los 180 días, mientras que para los libros el tiempo de respuesta supera el año. Se infiere que esta falta de respuesta oportuna podría obedecer a que la UNET no otorga incentivos a los árbitros o que existe falta de seguimiento administrativo al proceso de revisión.

En otro orden, el 90 % de los investigadores reclaman la necesidad de implementar un repositorio institucional como herramienta tecnológica e informática para optimizar el nivel de visibilidad de la producción científica y editorial cuya administración debe estar a cargo de la biblioteca universitaria Dr. Lorenzo Monroy según el 89,50 % de los consultados.

Dimensión: Imagen

Con respecto a los soportes o formatos que emplea la universidad para divulgar el producto editorial, el 57,90 % de los investigadores aseguran que éstos responden a los estándares del mercado. En este orden de ideas, el uso de los formatos electrónicos con respecto al aumento de la calidad del producto es visto positivamente según 78,90 % y reduce los tiempos y costos de edición en opinión del 73,20 % de los consultados. En referencia a la imagen que reflejan los productos, la mayoría (72,70 %) de usuarios de la plataforma editorial concuerdan que los libros y revistas están a la altura de las exigencias del mercado editorial y el 70,5 % opina que han sido diseñados con base en aspectos técnicos y creatividad.

Dimensión: Prestigio

Los ítems analizados en la dimensión prestigio sugieren que la Coordinación de Divulgación y Publicaciones a través del producto editado bajo el nombre del Fondo Editorial UNET cuenta con una valoración positiva por parte de los autores y del entorno según el 72,10 % de los consultados. En opinión de los consultados, a partir de la creación de la Coordinación de Divulgación y Publicaciones en el año 2010 se ha apreciado un crecimiento significativo y mejora de la actividad editorial (68,80%) y el aumento en la oferta de publicaciones ha incidido en la mejora de los indicadores académicos de la UNET (63,20 %).

CONCLUSIONES

Se llegó a la conclusión de que existe evidencia de una plataforma editorial adscrita formalmente a la estructura administrativa de la UNET que cuenta con personal capacitado para cumplir dichas funciones y cuya debilidad radica en su número reducido, ya que un aumento a corto o mediano plazo de la oferta editorial pudiese impedir satisfacer la demanda de contenidos divulgativos y de otra índole que le asigna el Decanato de Investigación. Todos los empleados consultados manifestaron la necesidad de que la UNET ofrezca programas de formación y mejoramiento profesional tanto para el personal administrativo, de apoyo, como al personal docente e investigadores por lo cual se recomienda hacer énfasis en las siguientes áreas: corrección de estilo, Open Journal System (OJS), diseño editorial, arbitraje, normativas internacionales, entre otros. El presupuesto asignado por parte del Estado debe aumentar en el corto plazo si no se quiere seguir afectando la visibilidad del producto científico y, por ende, los índices académicos de la institución en el escenario nacional e internacional.

Para adecuar en el corto plazo las normas y procedimientos que regulan la actividad editorial de la UNET se debe poner en marcha definitivamente la propuesta de normas de funcionamiento para la Coordinación de Divulgación y Publicaciones (2010), documento aprobado en primera discusión por parte del Consejo del Decanato de Investigación (CODEIN) y que debe ser elevado ante el Consejo Universitario de la UNET para convertirse en norma.

Este documento recoge en buena medida un marco regulatorio de la actividad ajustado a los estándares internacionales y que podría actualizarse con algunos cambios de reciente data en la norma editorial científica.

En otro orden, se concluye en cuanto a las actividades correspondientes a los procesos editoriales que en el caso de la revisión técnica la dependencia realiza las dos actividades básicas, representadas por la corrección ortotipográfica y de estilo además del arbitraje. La primera, un requisito indispensable, no se exige en todos los casos según se constató en los diferentes expedientes de publicaciones a los que se tuvo acceso en el proceso de revisión documental lo que supone falta de seguimiento administrativo. En el caso del arbitraje, hay varios hallazgos significativos: disparidad de criterios normativos (externo, interno, doble ciego) entre los diferentes tipos de publicaciones, inexistencia de un sistema o herramienta informática para facilitar dicho proceso, aunado a los inconvenientes a la hora de establecer ternas arbitrales debido a la falta de incentivos, carencia de base de datos de expertos, entre otras debilidades. Dichos aspectos, enmarcados en las actividades de edición, permean en la calidad y prestigio de las publicaciones por lo que su seguimiento garantiza un producto divulgativo de calidad.

Por otro lado, en el grupo de actividades correspondientes a la edición se evidenció que la Coordinación de Publicaciones realiza la mayoría de tareas que llevan a cabo otras dependencias editoriales de sus características, tales como: tramitación de depósito legal, ISBN e ISSN; catalogación de la fuente, órdenes de impresión. No obstante, se recomienda que el inventario y la comercialización de los productos editoriales sean asumidos por otras dependencias de corte administrativo como la Coordinación de Promoción y Mercadeo.

En otro orden, en la revisión documental de experiencias divulgativas de universidades en Venezuela y el mundo se observó una marcada tendencia a la diversificación de las revistas científicas lo que contrasta con la realidad de la UNET, cuya oferta editorial es limitada y, en opinión del autor y encuestados, escasa y no representativa

del universo de conocimiento que se discute y desarrolla en el plano científico internacional. Al respecto se recomienda diversificar las publicaciones científicas en áreas como Tecnología e Ingeniería, Agropecuaria, Arquitectura, Artes y Ciencias de la Salud.

Aunado a lo anterior, es preponderante establecer políticas de libre acceso como las de licencias Creative Commons y la puesta en marcha de un repositorio institucional que conserve el archivo histórico de la producción científica de la Universidad y que coadyuve en incrementar su visibilidad e impacto.

En opinión de los investigadores, la identidad corporativa de los soportes de las publicaciones de la UNET está a la altura de las exigencias del mercado editorial nacional e internacional lo que se convierte en una fortaleza de la actividad divulgativa que posibilita que dichos contenidos compitan de manera exitosa.

Se constató que las revistas han recibido índices nacionales e internacionales (Revencyt y Latindex) y su inclusión en el registro Nacional de Revistas Científicas del Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ONCTI) por lo que dichas publicaciones cumplen con los estándares internacionales y las exigencias de la comunidad científica. No obstante, se debe hacer un esfuerzo para mejorar su participación en otros índices de prestigio para optar a calificaciones de Revistas tipo A y, a su vez, garantizar su presencia en repositorios importantes.

Para concluir, se infiere que al poseer una estructura editorial consolidada y con una administración asentada en prácticas eficientes, además de adaptar sus normas y procedimientos a los estándares internacionales se pueden estrechar las brechas que actualmente existen con pares de otras regiones del mundo y aumentar la visibilidad de la investigación en espacios destinados a almacenar, gestionar, divulgar, compartir y preservar la producción científica de la institución.

REFERENCIAS

- Bringas J. Dirección estratégica universitaria. La Paz. Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana CEUB. 1997.
- Bueno, E. Gestión del conocimiento en universidades y organismos públicos de investigación. España: Universidad Autónoma de Madrid / Dirección General de Investigación / Consejería de Educación / Comunidad de Madrid. Recuperado en: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/16_GestionConocimientoUniversidadesOPIS.pdf. 2004.
- Daft, R. y Marcic, D. Introducción a la Administración. 4ta edición. Thompson Editores (capítulo 6). México. 2005.
- Delgado, E; Ruiz, R; Jiménez, E. La edición de revistas científicas: directrices, criterios y modelos de evaluación. Universidad de Granada. Grupo de Investigación EC3: Evaluación de la Ciencia y de la Comunicación Científica. Recuperado en: <https://www.revistacomunicar.com/pdf/2011-04-Delgado.pdf>. 2006.
- Díaz, M. y Ortiz, Z. Indicadores de calidad para la visibilidad de las revistas científicas electrónicas de la Universidad del Zulia. En Enl@ce: Revista Venezolana de Información de Tecnología y Conocimiento. Recuperado en: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/enlace/article/view/18870/18843>. 2: 91-111, 2014.
- Gross, M. La nueva estructura organizacional para crear el mercado interno de conocimientos. Disponible en: <http://manuelgross.bligoo.com/content/view/642149/La-nueva-estructuraorganizacional-para-crear-el-mercado-interno-de-conocimientos.html>. 2009.
- Latindex. Criterios de evaluación. Recuperado de: <http://www.latindex.org/latindex/inicio>. 2017.
- Márquez, A. Proceso de gestión del conocimiento en ciencia y tecnología en el Decanato de Investigación de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. Tesis no publicada. Universidad Católica Cecilio Acosta. Maracaibo. 2012.
- PublicKwoledgeProyect. Multi-university initiative developing (free) open source software. Recuperado en: <https://pkp.sfu.ca/>. 2010.

Villalobos, S.; Chacón, J.

Romanos, S. La revista científica: Panorama internacional, latinoamericano y argentino. Universidad de Buenos Aires (UBA). Buenos Aires. 2008.

Rozemblum, C; Unzurrunzaga, C; Pucacco, C; Banzato, G. Parámetros de evaluación para la inclusión e indización de revistas científicas en bases de datos locales e internacionales. Análisis sobre su aporte a la calidad de las publicaciones de Humanidades y Ciencias Sociales. Memorias de las VII Jornadas de Sociología de la UNLP. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.1406/ev.1406.pdf. 2012.

Rozemblum, C; Unzurrunzaga, C; Pucacco, C; Banzato, G. Calidad editorial y calidad científica en los parámetros para inclusión de revistas científicas en bases de datos en Acceso Abierto y comerciales. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/pacla/v4n2/v4n2a01.pdf>. 2015.

Universidad de Sevilla. US. Cómo incluir revistas en WOS y Scopus: Criterios de evaluación. 2016.

Universidad Nacional Experimental del Táchira. Propuesta de normativa de funcionamiento para la Coordinación de Divulgación y Publicaciones. Decanato de Investigación. San Cristóbal. 2010.

SOCIO ECONÓMICO

IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ETAPA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS. CASO: TERRAZAS DEL VALLE MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO TACHIRA.

ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE HOUSING CONSTRUCTION STAGE. CASE: TERRACES OF THE VALLE MUNICIPIO INDEPENDENCIA, TACHIRA STATE.

Autores:

Pérez, José; Carrero, Darcy

Universidad Nacional Experimental del Táchira. Departamento de Ingeniería Ambiental.

Corresponding Author: dcarrero@unet.edu.ve

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los impactos ambientales que se generan durante la etapa de construcción de viviendas. Se tomó como guía para la evaluación ambiental el Decreto 1257 (1996), referido a "Normas sobre evaluación ambiental de actividades susceptibles a degradar el ambiente. El enfoque de la investigación corresponde a un estudio cuantitativo, enmarcado en una investigación descriptiva. En cuanto al diseño de la investigación responde a un estudio de campo y documental. De campo, necesario para describir, evaluar e interpretar las causas y efectos ocasionados por las actividades de construcción de viviendas; y documental porque se requirió obtener información de diferentes fuentes como libros, revistas publicadas, documentos impresos entre otros. También, la investigación, obedece un estudio técnico destinado a predecir, identificar y evaluar los impactos ambientales. Una vez levanta la información se obtuvo que los impactos ambientales negativos relevantes fueron: riesgos en la salud de los trabajadores y comunidad por emisión de partículas; disminución de calidad del aire por aumento del tráfico de vehículos pesados en el área de construcción; ocurrencia de accidentes laborales en los trabajadores; accidentes viales y peatonales por el tránsito de vehículos pesados; intensificación de procesos erosivos y generación de residuos sólidos entre otros; como impactos ambientales positivos se obtuvo: generación de empleos directos e indirectos; aumento de la economía del sector; intercambio comercial local y regional. Se concluye que es fundamental que la comunidad se involucre y participe en el cumplimiento ambiental de las obras que se realicen en su comunidad; el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas (MINEA) debe velar por el cumplimiento de las normativas técnicas y ambientales de los proyectos de edificación a través de programas de vigilancia control y supervisión establecidos en los EsIAS; los proyectos de edificación deben cumplir con programas de seguridad y salud en el trabajo; el sitio de bote de escombros provenientes de obras de construcción debe ser notificado a la Alcaldía y al Área Administrativa correspondiente del MINEA para el aval y la mitigación de impactos ambientales.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the environmental impacts that are generated during the construction phase of homes. Decree 1257 (1996) was taken as a guide for environmental evaluation, referring to "Norms on environmental evaluation of activities susceptible to degrading the environment. The focus of the research corresponds to a quantitative study, framed in a descriptive investigation. Regarding the design of the research responds to a field study and documentary. Field, necessary to describe, evaluate and interpret the causes and effects caused by housing construction activities; and documentary because it was required to obtain information from different sources such as books, published magazines, printed documents among others. Also, the research is based on a technical study aimed at predicting, identifying and evaluating environmental impacts. Once the information was collected, it was found that the relevant negative environmental impacts were: health risks for the workers and community due to the emission of particles; decrease in air quality due to increased traffic of heavy vehicles in the construction area; Occurrence of work accidents in workers; road and pedestrian accidents due to the transit of heavy vehicles; intensification of erosive processes and generation of solid waste among others; positive environmental impacts were obtained: generation of direct and indirect jobs; increase in the economy of the sector; local and regional commercial exchange. It is concluded that it is essential that the community be involved and participate in the environmental compliance of the works carried out in their community; the Ministry of People's Power for Ecosocialism and Water (MINEA) must ensure compliance with the technical and environmental regulations of building projects through monitoring and control oversight programs established in EsIAS; building projects must comply with occupational safety and health programs; The site of the debris canister coming from construction works must be notified to the Mayor's Office and the corresponding Administrative Area of MINEA for the endorsement and mitigation of environmental impacts.

Palabras clave: impactos ambientales, medidas preventivas y mitigantes, desarrollo sostenible, educación ambiental.

Key words: environmental impacts, preventive and mitigating measures, sustainable development, environmental education.

INTRODUCCIÓN

Desde la era primitiva la especie humana ha reunido esfuerzos, ideas e ingenio para construir un lugar óptimo para el desarrollo de la vida en familia, partiendo desde cuevas, hasta los modernos complejos residenciales de la actualidad, siendo la vivienda digna un derecho humano así como lo establece la Organización Panamericana de la Salud, (OPS, 2011:42) esta organización manifiesta una reflexión jurídica sobre los derechos humanos, planteado en tres enfoques:

“... los derechos de segunda generación empezaron a ser reivindicados a finales del XIX; son los derechos económicos, sociales y culturales que exigen disponer de cuantiosos medios económicos para garantizarlos, y en consecuencia sólo podrán satisfacerse gradualmente de acuerdo al momento histórico y a las posibilidades de cada estado, ellos son el derecho a la educación, salud, alimentación, vivienda y al trabajo...”.

Lo expuesto, por la OPS (2011), refleja el derecho que tienen los individuos a disfrutar de una mejor calidad de vida para la población. Ahora bien, se debe resaltar, que el desarrollo y modernización de la construcción de edificaciones, mundialmente es considerada como una de las principales fuentes de contaminación ambiental, pues produce enormes efectos negativos al ambiente tanto de manera directa o indirecta. Enshassi; Kochendoerfer y Rizq (2014), expresan que cualquier proyecto de desarrollo para mejorar la calidad de vida conlleva a generar impactos positivos y negativos; así que los proyectos de construcción de edificaciones deben planificarse de manera tal que produzcan menores impactos negativos y mayores impactos positivos, de tal manera que trate de integrar elementos sociales, económicos de manera armónica con los diferentes intereses entre las actividades del sector de la construcción y la protección del ambiente. En este contexto, en la región tachirense en las últimas décadas se ha presentado un considerable crecimiento en la construcción de edificaciones que van desde complejos familiares hasta comerciales y turísticos Murzi, (2006), lo que ha conllevado a la necesidad de evaluar los impactos ambientales generados por las actividades en la construcción de

edificaciones (Enshassi et.al., 2014). De lo expuesto, se deduce que cualquier actividad de construcción debe ir previamente acompañada de un Estudio de Impacto Ambiental Socio Cultural (EsIASC) de modo que se puedan previamente generar medidas para proteger la salud y el ambiente. Espinoza (2007) comenta que una manera de evaluar impactos ambientales es a través de EsIASC los mismos son empleados a nivel mundial como herramienta de evaluación ambiental, ya que facilitan la implementación de acciones o medidas que protegen el ambiente.

En Venezuela, en el año 1999, en la Constitución de la República, en su Artículo 129 expresa que: “Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ir acompañados de estudios de impacto ambiental y socio cultural...” Por su parte, Conesa (1997) expresa que un EsIASC es un documento técnico de carácter interdisciplinar que se encarga de predecir, identificar, valorar y generar medidas preventivas o correctivas debido a los efectos ambientales que las acciones antrópicas pueden causar sobre el ambiente y el ser humano. Con base a lo expuesto anteriormente, se deduce que los EsIASC identifican un conjunto de actividades impactantes en donde se generan medidas y acciones capaces de ser efectivas para reducir impactos ambientales y garantizar el desarrollo sostenible de la población y del ambiente. Así mismo, las Normas Sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente contenidas en el decreto N° 1.257 (1996), en su Artículo 3, refiere que un EsIASC es un:

“Estudio orientado a predecir y evaluar los efectos del desarrollo de una actividad sobre los componentes del ambiente natural y social y proponer las correspondientes medidas preventivas, mitigantes y correctivas, a los fines de verificar el cumplimiento de las disposiciones ambientales contenidas en la normativa legal vigente en el país y determinar los parámetros ambientales que conforme a la misma deban establecerse para cada programa o proyecto.”

En este sentido, el siguiente trabajo, tiene como objetivo evaluar los impactos ambientales asociados a las actividades realizadas durante la construcción

de edificaciones, tomando como caso de estudio, Terrazas del valle, en el municipio Independencia del Estado Táchira bajo lineamientos del Decreto 1257 (1996) y haciendo énfasis en: a) identificación de las actividades generadas en la fase construcción; b) identificación de factores ambientales: físico naturales, resaltando información hidrológica, climática, edáfica; biológicos, resaltando fauna, flora y demás factores ambientales del medio; también se describen los aspectos socio-económicos y culturales característicos del área objeto a estudio y sus alrededores; c) la identificación y evaluación de impactos con sus respectivas metodologías de evaluación y finalizando con d) las medidas propuestas para reducir impactos ambientales.

MÉTODO

El camino metodológico empleado presenta un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, ya que el estudio está orientado a trabajar sobre las realidades mostradas (Hernández, Fernández y Baptista, 2010); también obedece a un estudio técnico destinado a predecir, identificar, y evaluar las consecuencias o efectos ambientales que determinadas actividades pueden causar al ambiente y a la salud de las personas. El diseño de investigación es de campo y se apoya con revisión de fuentes documentales referida a evaluación de impactos ambientales establecidas por Conesa (1997) y Canter, (1998).

Para la aplicación de la metodología de evaluación ambiental se procede de la siguiente manera; se identifican las actividades capaces de generar impactos ambientales (fase previas y de construcción de edificaciones, tabla 1); luego se realiza la búsqueda documental, planos topográficos (originales, modificados) variables ambientales, urbanas entre otros; así mismo, se realizan, visitas de campo y se explora el marco legal Venezolano vigente con competencia en el tema de estudio.

Esta indagación de información permite definir de forma concreta las actividades realizadas en la construcción de edificaciones. Luego, se procede a identificar los factores ambientales de la caracterización ambiental. La caracterización ambiental de un proyecto permite al equipo de

trabajo que realiza el EsIASC, conocer las características generales y particulares del sitio del proyecto. En el caso de la investigación, se procedió a incluir los componentes ambientales, en cuanto a recursos (aire, agua, suelo) y socio culturales (población, vías de comunicación, servicios básicos, entre otros) todo ello, con la finalidad de poder identificar los componentes ambientales afectados por las actividades generadas en la fase de construcción.

Seguidamente, se aplica el método de Redes o Encadenamiento para la identificación de los impactos ambientales socio-culturales; Canter (1998) menciona que el impacto ambiental, refiere a determinar la existencia de un cambio en alguna de las condiciones ambientales por efecto de una acción o actividad generada por la ejecución de un proyecto.

Para Canter (ob.cit); Conesa (ob.cit) el método de diagrama de redes y/o encadenamiento, busca integrar las causas que originan los impactos ambientales y sus consecuencias a través de interrelaciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales que reciben el impacto ambiental, jerarquizando los impactos ambientales en primarios, secundarios y terciarios.

Una vez obtenida la matriz, se seleccionan los impactos ambientales que mayor número de interrelación posean (en el caso del trabajo se seleccionaron aquellos con más de tres interrelaciones entre sí; una vez que se realiza este procedimiento se genera como producto la lista larga de impactos ambientales. Bajo este método de identificación de impactos ambientales, se facilita la tipificación y relevancia de los impactos ambientales en el entorno ecológico.

La ventaja de usar éste método, figura en poder observar todo el conjunto de efectos o impactos ambientales de forma jerárquica, proporcionando así una relación de interdependencia de las actividades del proyecto, con los factores ambientales impactados. Una vez obtenida la lista larga de impactos ambientales, se hace necesario emplear la matriz de pares comparados con la finalidad de

depurar los impactos ambientales de la lista larga. Por su parte, Garmendia, A; Salvador, *et.al* (2005), exponen que esta matriz de pares comparados, consiste en establecer una interrelación entre los efectos o impactos ambientales determinados en la lista larga, designando una valoración de cero “0” y uno “1”, en función de su importancia; el cero (0) se usa para denotar impacto de menor importancia y el uno (1) para el impacto ambiental de mayor importancia; luego del análisis de está matriz, se efectúa la sumatoria de filas obteniéndose un valor numérico por cada impacto ambiental, la sumatoria de cada valor produce un valor total; esté valor se divide entre el número total de impactos ambientales provenientes de la lista de impactos ambientales obtenida del diagrama de redes y encadenamiento; una vez realizada esta operación se obtiene el promedio de impactos ambientales que sirve de guía para la selección de los impactos ambientales definitivos.

Ahora bien, a cada uno de los impactos ambientales, obtenidos de la matriz de pares comparados se

genera su respetiva medida ambiental. En cuanto a la generación de las medidas, se procedió según lo establecido en el Decreto 1257, Artículo 3, que establece que: “...se debe proponer las correspondientes medidas preventivas, mitigantes y correctivas...” para cada impacto ambiental; en el caso de la investigación, se procedió a generar las respectivas medidas según el caso.

RESULTADOS

Producto del desarrollo de actividades y de la caracterización del EsIASC (fase de construcción) se generan los siguientes resultados: a) la identificación de actividades realizadas etapa de construcción de edificaciones; b) descripción de la caracterización ambiental del medio físico natural y medio socio económico c) identificación de impactos ambientales a través de listas largas (tabla 2) y listas cortas pares comparados (tabla 3); d) medidas más resaltantes (ver tabla 4).

Tabla 1. Etapas y Actividades para la ejecución de proyectos de obras de edificación

Etapas	Actividades a realizarse en el transcurso del proyecto
Diseños, Estudios y permisos de Ley	Levantamiento topográfico del sitio del terreno
	Estudios geológicos y geotécnicos
	Elaboración de planos (arquitectónicos, instalaciones eléctricas, aguas blancas, aguas servidas, aguas de lluvia, CANTV)
	Factibilidad del servicio eléctrico (permiso de Ley)
	Factibilidad del servicio de agua potable y saneamiento (permiso de ley)
	Permisos Municipales referidos a (Variables Urbanas; Variables Ambientales)
Construcción	Deforestación (baja, media, alta)
	Remoción de capa vegetal
	Movimiento de tierra (corte y banqueo)
Etapas	Actividades a realizarse en el transcurso de la construcción
Construcción	Transporte equipos y materiales
	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo
	Replanteo topográfico
	Excavación para fundaciones
	Construcción de edificaciones
	Excavación para redes de servicios
	Construcción de servicios de red
	Acondicionamiento de base vial
	Construcción de aceras y brocales
	Pavimentación de vías y áreas de estacionamiento
	Conformación de áreas verdes
	Limpieza general , Carga y bote de escombros
	Conformación de áreas verdes

Caracterización ambiental: la caracterización del medio físico natural se realizó en el sitio donde se pretende realizar el proyecto mediante un análisis de las condiciones naturales del mismo, se determinó según el mapa climático de Koeppen (1936), según la ubicación el sitio presenta un clima tropical lluvioso de sabana, reflejando temperaturas medias de alrededor de 18 °C. Las precipitaciones anuales varían desde los 700 mm en años secos y 1300 mm en los años más lluviosos. Vale la pena resaltar que debido al cambio climático, estas precipitaciones anuales han estado variando debido a la influencia del evento La Niña. Alzate, D; Rojas, E; Mosquera, J y Ramón, J. (2015), de igual manera hay variaciones el periodo seco, por lo que se recomienda ser tomado en cuenta al momento de poner en práctica cualquier proyecto. Los vientos soplan desde el noreste y la humedad relativa en la zona es cercana al 80% generando neblinas en algunos casos desde horas de la noche hasta el amanecer cuando no hay insolación y la temperatura va descendiendo, según lo establecido por Corporación de los Andes (CORPOANDES, 2005).

Con respecto a la hidrología en el sector a estudio Terrazas del Valle se identificó un flujo de

escorrentía cercana al área del proyecto llamada zorca o zorquera, quebrada donde se observó que presenta características físicas de contaminación por descargas de aguas servidas de población aledaña; este cuerpo de agua es un afluente del río torbes. Los suelos presente en el sitio del proyecto, de forma general son de textura arcillosa de media a fina, con plasticidad moderada y una profundidad media, presenta lutitas y areniscas en una formación de terraza, y por sus características se pueden clasificar según su uso en suelos tipo V y VI, por lo que se hace necesaria la construcción mediante fundaciones de losa flotante, ideales para evitar la generación de grietas y asentamientos diferenciales en la estructura de edificación, aunado a ello el terreno cuenta con una pendiente natural alrededor del 15% generando así facilidad de drenaje, según lo determinado por CORPOANDES (2005). Con referencia al recurso flora, se aprecia áreas intervenidas con abundante maleza y gramíneas influenciado por la intervención antrópica expuesta en el área del proyecto; además, se observó, intervenciones en los alrededores como consecuencia de actividades comerciales, agrícolas y pecuarias, en el área de estudio. Con respecto al recurso fauna, se muestra la tabla 2, la fauna del área objeto de estudio.

Tabla 2. Registro de especies de fauna observadas y existentes en el área de estudio

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Cristo Fue	Pitangussulphuratus	Familia Tyrannidae, habita en árboles y espacios abiertos, se alimenta de lombrices, insectos, otros, su canto es fuerte y ruidoso.
Colibri	Colibrisp	Son atraídos por los colores de las plantas de sus flores, se alimentan de sabia, polen e insectos
Mapanare Falsa	Corallusruschenbergerii	Familia Viperidae, se alimentan de reptiles y de mamíferos, no es venenosa, es agresiva.
Coral	Micrurussp	Se alimentan de otros reptiles, lagartijas y mamíferos habita en áreas rocosas, en esta zona es típica es venenosa.

Igualmente, se realizó la caracterización al medio socioeconómico y cultural; para el caso de la investigación se describieron los factores involucrados de forma directa o indirecta con el proyecto, albergando aspectos sociales, económicos, y culturales, conociendo que los principales afectados y/o beneficiarios son la población cercana y habitantes del área de estudio. Bajo esta mirada de

análisis en la zona, se obtuvo información sobre la presencia de servicios públicos como electricidad, agua potable y aseo urbano, líneas de comunicación como CANTV, televisión por cable entre otros; se observó asimismo, la existencia de instituciones educativas (Institución educativa Juan German Roscio, Liceo Román Cárdenas, Unidad educativa estatal Francisco de Miranda y Colegio Santa

IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ETAPA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

Pérez, J.; Carrero, D.

Mariana de Jesús); centros religiosos y de interés público (Capilla de adoración católica, paisaje del Páramo del Duende, el Monumento del Cristo, la camineria del Libertador entre otras); centros médico-asistenciales (ambulatorio local); comercio (restaurants, abastos, ventas de víveres, estaciones de servicio, entre otras); con respecto al transporte público, se evidencio la línea de transporte Santa Rita y el Valle, líneas de taxis particulares, y con

referencia a las vías de acceso existen vías rurales y estatales con condiciones de regular a buen estado. Una vez descrita la caracterización del proyecto, se procedió a determinar los impactos ambientales por medio del método de redes de encadenamiento; a continuación en la figura 1, se aprecia los impactos o efectos ambientales primarios, secundarios y terciarios generados en la etapa de construcción de viviendas, caso: terrazas del Valle, municipio independencia, Estado Táchira.



Figura 1. Redes y encadenamientos de efectos o impactos ambientales

A partir de la matriz de redes y encadenamiento, se obtuvo la lista larga de impactos ambientales, tal

como se observa en la tabla 3, mostrada a continuación.

Tabla 3.- Lista larga de impactos ambientales y socioculturales

Nro	Impacto ambiental	Nro	Impacto ambiental
1	Disminución de la calidad mineral del suelo	14	Generación de GEI por el uso de la maquinaria
2	Generación de empleo directo e indirecto	15	Aumento del tráfico por el paso de vehículos pesados
3	Impacto visual negativo por modificaciones en el terreno	16	Modificación de la topografía del terreno por movimientos de tierra
4	Beneficios económicos a los contratados	17	Interrupciones en la continuidad del servicio de agua potable por la instalación de las tuberías
5	Disminución del valor paisajístico del terreno	18	Interrupciones en la continuidad del servicio eléctrico por la instalación de las acometidas
6	Degradación biológica del suelo	19	Cambio en el uso de las tierras
7	Modificación de las cadenas tróficas	20	Acumulación de residuos orgánicos en la zona
8	Mejora en la economía local y regional	21	Acumulación de residuos inorgánicos en la zona
9	Generación de residuos orgánicos por remoción de la capa vegetal	22	Pérdida de la fauna y flora silvestre
10	Generación de ruidos por la maquinaria y herramientas utilizadas	23	Estrés e incomodidad en los vecinos por el ruido generado etapa de construcción
11	Generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos producto de la alimentación de los trabajadores	24	Compactación del suelo por paso de vehículos pesados y construcción de estructuras
12	Generación de material particulado por actividades de construcción o movimientos de tierra	25	Alteración de las propiedades físico, químicas y biológicas del suelo
13	Generación de escombros producto de la construcción	26	Beneficios económicos a los vendedores y distribuidores de los materiales de construcción
27	Aparición de enfermedades respiratorias en los trabajadores y vecinos de la zona	37	Afectación de cuerpos de agua, cercano a la obra por generación de residuos sólidos, líquidos y gaseosos
28	Disminución de la calidad del aire por el aumento en la concentración de material particulado (PM) y gases de efectos invernadero (GEI)	38	Contaminación de cuerpos de agua por generación de lixiviados de sustancias tóxicas y peligrosas
29	Generación de hábitat propicio para insectos y roedores	39	Afectación a la recarga de los acuíferos
30	Alteración del paisaje por inclusión de elementos de poco valor estético	40	Riesgos a la salud de los trabajadores y de la comunidad por material particulado en la zona
31	Riesgo de accidentes viales y peatonales por tránsito de vehículos pesados	41	Conflictos sociales por la ocurrencia de accidentes viales, laborales entre otros
32	Derrame de desechos tóxicos y peligrosos por mantenimiento de las maquinarias y vehículos usados	42	Aumento en el valor de las tierras dentro del área de influencia
33	Intensificación de los procesos erosivos	43	Generación de residuos provenientes actividades administrativas
34	Revalorización de la zona	44	Aumento del tránsito vehicular por labores en la edificación.
35	Acumulación de residuos especiales	45	Alteración del paisaje
36	Aparición de riesgos de enfermedad de origen laboral		

Una vez realizada la lista larga de impactos ambientales, se procedió a reducir y valorar los impactos ambientales por el método de pares comparados, el mismo consistió en enfrentar solo los impactos ambientales negativos determinados

previamente (tabla 3) y así obtener la lista definitiva de impactos ambientales Garmendia *et.al.*, (2005). A continuación se muestra la figura 2 de pares comparados.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	%	Aprox.	Orden
1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14	1.70	2	4	
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.85	1	5	
3	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	21	2.55	3	8		
4	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	29	3.55	4	2		
5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	16	1.95	2	4		
6	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	20	2.43	2	4		
7	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	16	1.95	2	4		
8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	26	3.16	3	8		
9	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	21	2.60	3	8			
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.24	0	0			
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.97	1	5				
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.97	1	5				
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.85	1	4			
14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1.58	2	4			
15	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	15	1.82	2	4			
16	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1.58	2	4			
17	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1.82	2	4			
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	3.77	4	2			
19	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.85	1	5				
20	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	38	2.19	2	4			
21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.24	0	0				
22	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	29	3.53	4	2		
23	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	26	3.16	3	8			
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	4.01	4	2			
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	3.77	4	2			
26	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.46	1	5			
27	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1.82	2	4			
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	36	4.38	4	2			
29	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	3.28	3	8			
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	4.14	4	2			
31	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1.95	2	4			
32	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20	2.43	2	4			
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	4.26	4	2			
34	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1.58	2	4			
35	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1.58	2	4			
36	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	3.04	3	8			
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.61	1	1				
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	38	4.62	5	1			
39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	40	4.87	5	1			
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	38	4.62	5	1			
41	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	3.04	3	8			
TOT																																							822	100					

Figura 2. Matriz de pares comparados

La matriz de pares comparados expuesta en la figura 2, generó como resultado la selección definitiva de los impactos ambientales; estos impactos ambientales relevantes seleccionados se les determinaron las medidas según los casos (preventivas, mitigantes o correctivos). Entre los impactos ambientales finales generados de la lista corta se distinguen los siguientes:

1. Disminución de calidad el aire por generación de material particulado (MP) y gases de efecto invernadero (GEI)
2. Problemas legales por la ocurrencia de accidentes laborales;
3. Mejora en la economía local y regional;
4. Intensificación de procesos erosivos;
5. Estrés e incomodidad en los vecinos y trabajadores por el ruido generado ;
6. Aumento del tráfico por el paso de vehículos pesados;

7. Alteración del paisaje por inclusión de elementos poco estéticos;
8. Generación de residuos orgánicos por remoción de capa vegetal;
9. Beneficios económicos a los contratados (empleados de la construcción);
10. Derrame de desechos tóxicos y peligrosos por mantenimiento de la maquinaria y vehículos usados;
11. Aumento en el valor de las tierras dentro del área de influencia.

Finalmente, a esta lista corta de impactos ambientales, se le diseñaron las medidas correspondientes, por ello se presenta en la tabla 4, la relación de los impactos ambientales, tipo de medida según la naturaleza y descripción de cada medida.

Tabla 4. Medidas del EsiASC –

Impacto Ambiental	Tipo de Medida según naturaleza	Descripción de la Medida
Derrame de desechos tóxicos y peligrosos por mantenimiento de la maquinaria y vehículos usados	Preventiva	Se deberá realizar un adecuado mantenimiento de las maquinarias y equipos de construcción cuidando evitar que los residuos de gasoil y desechos de hidrocarburos producto de los cambios de aceite, se infiltren al suelo o sean descargados en los drenajes. El constructor no debe descargar residuo de aceites, contenedores vacíos de hidrocarburos, entre otros al suelo, cuerpos de agua o red de alcantarillado. Las actividades de mantenimiento se deben realizar en un plantel impermeabilizado cercano al área de trabajo o realizar el cambio de aceites y lubricantes en talleres mecánicos cercanos al área del proyecto. El residuo colectado será almacenado en recipientes adecuados, para ser enviado a sitios de reciclaje. Los hidrocarburos recuperados podrán ser regenerados o reutilizados en otras actividades que no dañen el ambiente, o entregados a un centro de acopio o a la empresa distribuidora, con el fin de no contaminar el suelo o agua, ni afectar la vegetación.
Problemas Legales por la ocurrencia de accidentes laborales;	Preventiva	Programa de Seguridad y Salud en el trabajo Toda persona que se encuentre en el sitio de la obra (trabajador o visitante) deberá estar permanentemente provista de un casco de seguridad para trabajar, visitar o inspeccionar el trabajo. El casco debe ser metálico o plástico de suficiente resistencia para proteger la cabeza contra impactos, riesgos eléctricos, salpicaduras de sustancias químicas, calor radiante, efectos de las llamas. Cuando el casco presente desperfectos reemplázelo de inmediato. Se debe capacitar a todo el personal en relación con: riesgos a cada oficio, prevención de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo, y protección del medio ambiente Dotar a los trabajadores de los equipos, implementos e indumentaria de protección personal, tales como: botas de seguridad, lentes de protección de acuerdo al riesgo, tapa oídos, entre otros. Dotar los frentes de trabajo con implementos para atender emergencias (botiquín, camilla rígida, extintor). Se cumplirá estrictamente con la reglamentación y normativa técnica establecida por las autoridades sobre seguridad laboral e higiene ocupacional. - Se debe tener un programa de seguridad y salud en el trabajo, acorde con la legislación vigente y adaptada a las condiciones del sitio donde se desarrollarán las labores. Este programa deberá ser conocido por los trabajadores del proyecto
Intensificación de Procesos erosivos	Mitigante	Deforestar solo lo estrictamente necesario para evitar que los suelos queden desprovistos de cobertura y ser más fáciles a erosionar; Re vegetación con especies adecuadas al clima y terreno, sin empleo de medidas agresivas como maquinaria pesada o surcos a favor de pendiente. Instalar barreras vivas (vetiver y otras plantas de raíces profundas) que impidan el arrastre de materiales de construcción y sobrantes, por escorrentía.
Generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos caracterizados como domésticos producto de la alimentación de los trabajadores	Preventiva	Los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos generados en el proceso constructivo deben ser recopilados periódicamente, en un sitio acondicionado para tal fin, separados, dirigidos al reciclaje y/o reutilización en la medida que sea práctico y económicamente viable y el resto dispuesto en bolsas plásticas para su recolección por el aseo urbano.
Generación de residuos sólidos (concreto, bloques, madera, cabillas, envases de pinturas, material de excavación entre otros)	Preventiva	La disposición de escombros debe ser antecedida de una adecuada selección de sitio de bote y/o manejo, donde existan las menores probabilidades de ocasionar problemas asociables a contaminación de suelos y aguas, y obstrucción de cursos de agua, variación de los patrones de escurrimiento de las áreas de bote, insalubridad en el sitio de bote, condiciones para la proliferación de vectores de enfermedades), evitando la disposición de escombros en sitios cercanos a drenajes. El sitio de bote debe ser notificado a la Alcaldía y al Área Administrativa correspondiente de MINEA para su aval.
Alteración del paisaje por inclusión de elementos poco estéticos	Correctiva	Se recomienda crear espacios verdes como caminerías, sitios de esparcimiento, parques entre otros; de tal manera de reducir el efecto visual negativo por alternación del paisaje.
Disminución de calidad el aire por generación de MP y GEI	Correctiva	A la Salud de los trabajadores Los trabajadores deberán tener equipo e indumentaria adecuada que los protege de la liberación de gases tóxicos y partículas (lentes de seguridad, máscaras para gases tóxicos, bragas, guantes, botas de seguridad y tener ubicado el centro de salud más cercano, además establecer la ruta de acceso más corta y segura. -A la atmósfera .- El riego periódico con agua de las superficies de tránsito disminuye de forma apreciable la concentración de partículas de polvo en suspensión. Los riegos se pueden realizar, sobre las vías y en áreas de movimiento de tierras. El agua crea una película húmeda

T abla 4. Medidas del EsIASC (continuación)

		sobre las superficies creando la cohesión entre las partículas e impidiendo su emisión y suspensión en el aire. El dueño del proyecto deberá prever un vehículo cisterna con dispositivo de riego y de manera adicional un sistema de almacenamiento de agua y mangueras para prever cualquier situación en el camión cisterna. Se realizarán los riegos de sitios que generen material en suspensión de manera frecuente, especialmente durante el periodo seco, para lo cual el Ingeniero Inspector o arquitecto desarrollará un cronograma de riego que indique los sitios, la hora y la frecuencia del mismo. .- La maquinaria empleada en la obra, deberá de recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de ruido y gases por algún elemento desajustado o vencido en su vida útil (filtros), esto también es económicamente recomendable porque optimiza el consumo de combustible. Además de las actividades de construcción deberán de quedar sujetas a realizarse estrictamente en un horario diurno, ya que la fauna silvestre puede verse afectada por las actividades nocturnas. .- Revisión preventiva y mantenimiento correctivo de los sistemas de inyección y/o carburación de las máquinas y automotores, como también de los sistemas catalizadores de gases por parte del personal mecánico que certifique que estos sistemas cumplan con las normativas de regulación y los estándares del fabricante. .- Para el transporte de materiales se deberán cubrir los camiones con lonas y de ser posible transportar los materiales húmedos para mitigar el efecto producido por las emisiones de polvo y partículas debido al tránsito de vehículos y maquinarias por los accesos desprovistos de capa de rodadura se recomienda en épocas secas el humedecimiento periódico con agua de dichas vías. .- Bajo ninguna circunstancia se permitirá el riego con aceite quemado u otros elementos contaminantes.
Estrés e incomodidad en los vecinos y trabajadores por el ruido generado	Preventivo	El ruido es emitido por la (s) maquinaria (s) en funcionamiento y los vehículos de transporte de carga en movimiento; algunas máquinas generan elevados niveles de presión acústica acompañados de vibraciones mecánicas que afectan las áreas aledañas a las obras. Los niveles de ruido, a 100 metros del frente de trabajo, no podrán sobrepasar los 65 dB (A) entre la 6:30 am hasta las 7:00 pm aproximadamente (Decreto 2217 (1992). Normas sobre el control de la contaminación generado por ruido). Las acciones de la empresa contratista, se realizarán de forma que los niveles de ruido, no superen los 65 dB (A) durante periodos de la actividad. .-El mantenimiento de la maquinaria, equipos, y vehículos (revisión de los silenciadores para la eliminación o mitigación de ruidos), es un medio para minimizar la generación de ruido.

DISCUSIÓN

Los impactos ambientales, sociales y culturales generados en la etapa de construcción de edificaciones, varían en función de distintos factores ambientales como el clima, la topografía del terreno, la ubicación del proyecto, la extensión territorial afectada, el tiempo de duración de la construcción y operación de la edificación, y de la envergadura del proyecto entre otros; aunque un número considerable de los impactos ambientales, se pueden generar frecuentemente en otras construcciones de forma general, no representan un patrón estricto de comportamiento en la construcción de edificaciones Enshassi, Kochendoerfer, Rizq (2014). Para el caso específico de éste estudio, en la etapa de construcción se determinó que existe niveles considerables de intervención antropológica (remoción de capa vegetal, corte y banqueo, tránsito de vehículos pesados entre otros) que genera impactos ambientales al medio físico natural y medio social; estos impactos determinados en el estudio concuerden con Mejía, Giraldo y Martínez (2013:110) donde expresan que los residuos de construcción pueden:

“...contener diferentes sustancias que bajo ciertas condiciones pueden llegar a ser biodegradadas y convertirse en sustancias contaminantes en diferentes formas: i) gaseosa, que va al aire, ii) lixiviados, que van a aguas superficiales y subterráneas, o iii) en forma de sedimentos para los suelos”.

Con lo expresado por los autores, y debido a la creciente necesidad de construcción de edificaciones para la sociedad, es necesario crear sensibilización y educación ambiental, en los trabajadores de la construcción, así como también velar que los organismos públicos encargados del ambiente como MINEA, hagan cumplir las normativas ambientales vigentes desde el inicio de cada obra. Así lo plantea Serrano; Quesada; López; Guillen y Orellana (2015) de la Facultad de Arquitectura y urbanismo de la Universidad de Cuenca, Ecuador, en su trabajo titulado Sobre la evaluación de la sostenibilidad de materiales de construcción, donde recomiendan metodologías del ciclo de vida para valorar el entorno y el impacto del proyecto, determinando si un proyecto es factible desde el campo

medioambiental. Este análisis del ciclo de vida es relevante debido a que se pueden determinar los impactos ambientales, se optimizan los recursos, y se minimizan residuos, proporcionando un ambiente saludable tanto en el interior como con su entorno inmediato.

Posterior a la descripción de la caracterización medio ambiental y socio cultural, se logró determinar los impactos asociados a la construcción de edificaciones, resaltando la afectación del recurso suelo, producto de las distintas actividades contempladas en la fase de construcción, modificación de la topografía natural, la disminución de su capacidad de infiltración, aireación, retención de humedad y en general la alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Con igual importancia se apreció la afectación al recurso aire por la generación de material particulado (MP) y gases de efecto invernadero (GEI) producto de las actividades generadas por el uso de las maquinarias etapa de construcción disminuyendo indudablemente la calidad de los recursos en la zona y afectando la calidad de vida de la población y trabajadores.

Por su parte, Czikowski; Gil y Strier (2017) en su trabajo sobre Construcción Sustentable realizado en Argentina analizaron el rol de la construcción y su impacto ambiental en la generación de gases de efecto invernadero producto del consumo de energía del sector residencial y comercial con la finalidad de generar construcciones sustentables, más económicas y apoyan a disminuir los gases de efecto invernadero; para ello recomiendan utilizar en la etapa de construcción de viviendas materiales aislantes del calor y frío disminuyendo el uso de calentadores y/o aires acondicionados según sea el caso ayudando al ahorro energético.

También, es de resaltar que este tipo de proyectos generan demanda de recursos como energía y agua; en el caso del agua, el uso de este vital líquido es esencial para la preparación del concreto, e instalaciones provisionales; morteros, para la construcción de sobre pisos, paredes y frisos, baños provisionales con duchas entre otros, afectando la disponibilidad de agua potable a los habitantes cercanos al área del proyecto. Para González,

Guzmán, Llàcer y Marrero (2015:12) los proyectos de edificaciones de viviendas “...no tienen instalaciones de energías renovables o tratamiento de aguas residuales, lo que es fundamental para desarrollar una menor huella en el ciclo de vida de las edificaciones”.

Por otra parte, se produce, estrés e incomodidad en los habitantes cercano al área objeto de estudio debido a la generación de ruido, por aumento del tráfico vehicular pesado, y por el uso de equipos y maquinaria de construcción que generan ruido; así mismo, se generan residuos de tipo orgánicos e inorgánicos, por lo que es conveniente realizar una clasificación adecuada con la finalidad de reducir la generación de los mismos Roa (2010).

También se produce en este tipo de construcción la degradación del paisaje, generación de empleo y revalorización de las tierras; impactos relevantes generados en la construcción de edificaciones caso: Terrazas el Valle. Estos impactos ambientales, concuerdan con lo descrito por Rodríguez *et al* (2006) donde expresa que: “El desarrollo urbano es un proceso que tiene efectos significativos sobre los recursos naturales y la biodiversidad, como aumentar el consumo de energía y la producción de residuos entre otras implicaciones”. Así mismo, Espinoza *et. al* (2012) manifiestan que las construcciones, afectan el paisaje y merman la visibilidad y calidad paisajística e incrementará la fragilidad de los ecosistemas en forma significativa.

Como se ha expuesto, los impactos ambientales determinados en la etapa de construcción de un EsIASC, van a depender de la magnitud del proyecto, de los equipos, maquinaria utilizados y de la ubicación, lo que convierte a cada proyecto en un estudio diferente; sin embargo, se encontraron otras similitudes como las reflejadas por Mejía *et.al.*, (2013) quien en su estudio obtuvo como impactos ambientales la disminución del suelo agrícola, menos especies de flora en la zona, alteración del hábitat para ciertas especies animales y la erosión del terreno. De igual forma el mismo autor a lo largo de su estudio determino como efectos ambientales la contaminación del aire por gases de combustión, producción de desechos sólidos, degradación de aspectos estéticos y contaminación sónica debido a

la maquinaria; aspectos similares obtenidos en este estudio. En tal sentido, es conveniente resaltar que los impactos ambientales socioculturales determinados en la lista corta, se aprecian con mayor frecuencia e intensidad en los asentamientos urbanos. Las s áreas metropolitanas son territorios en los que se desarrollan permanentes intervenciones, causantes muchas de ellas de fuertes distorsiones ambientales, que profundizan el desequilibrio planteado en la relación ambiente natural-artificial. Por su parte Mejía (ob.cit) comenta que no existe un proyecto que no cause problemas en el medio ambiente, siempre habrá un precio que pagar, ante lo expuesto, la solución está en minimizar los daños y aumentar al máximo los beneficios relacionados con el proyecto”.

Para finalizar, es conveniente sensibilizar y crear conciencia a trabajadores y a los ciudadanos y cambiar la cultura de consumo errada que atenta al ambiente y al entorno. Roa (2010) expone que la calidad de vida de las generaciones del mañana dependerá, en gran medida, de la capacidad del hombre para encontrar en los próximos años los mecanismos acertados que permitan satisfacer en forma continua y equitativa las necesidades humanas. Exposición que concuerda con el principio de desarrollo sustentable, y que Quintana; (2011), expone que: la sustentabilidad es la equidad ecológica, económica y social, tanto para las presentes como para las futuras generaciones humanas.

CONCLUSIONES

Los EsIASC, son de gran importancia para reducir los impactos ambientales y generar el control a proyectos que deseen realizarse; En Venezuela, se utiliza como herramienta metodológica de evaluación ambiental el Decreto 1257 (1996), referido a Normas sobre evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente; el organismo competente de ejercer vigilancia y control es el MINEA, que junto con los ciudadanos deben ejercer la supervisión y vigilancia de las actividades susceptibles de impactos ambientales.

Para el caso del Estado Táchira, el MINEA, exige que los EsIASC, deben ir acompañados de oficios

debidamente certificadas por el Consejo Comunal y/o avaladas por la asamblea de ciudadanos con la finalidad de obtener la aceptación de la comunidad para la construcción en el área del proyecto en función del beneficio colectivo (Ley Orgánica de Consejos Comunales, 2009) .

La realización e implementación de las medidas propuestas del EsIASC representan una solución para mitigar los daños causados por cualquier tipo de proyecto en la zona y medios de interacción, además apoya al desarrollo sostenible.

En los proyectos edificacionales, la fase de construcción representa un punto intensivo de afectación de los recursos naturales con intensidad variable en función a la magnitud del proyecto y las condiciones propias de la zona (clima, topografía, características edafológicas, entre otras). Por lo que resulta imprescindible la actuación apegada a las leyes de los funcionarios de organismos del Estado en especial del MINEA, para el fiel cumplimiento de las medidas ambientales a través de los programas de vigilancia y control ambiental.

Durante la evaluación de las condiciones ambientales, sociales y culturales se logró evidenciar que, a pesar del grado de afectación de los recursos naturales también se generan impactos positivos. Dentro de los cuales vale la pena mencionar la generación de empleo directo e indirecto, intercambio comercial en la zona, generación de vivienda, aumento de la valorización de las propiedades del sector, apoya el aumento la economía, entre otros, que se traducen como beneficios para la comunidad.

Al momento de realizar un EsIASC, se recomienda la búsqueda y utilización de las leyes, decretos, normas, ordenanzas y acuerdos internacionales que correspondan según el tipo de proyecto, obteniendo así las bases legales necesarias para realizar un estudio de impacto ambiental de calidad y en cumplimiento de la legislación ambiental.

Se recomienda que exista interacción entre la comunidad, entes gubernamentales, empresas privadas e instituciones universitarias para generar alianzas estratégicas en la realización de proyectos

ambientales, para apoyar la reducción en el grado de afectación a los factores ambientales generado por las actividades antrópicas.

REFERENCIAS

- Alzate, D; Rojas, E; Mosquera, J; Ramón, J. Cambio climático y variabilidad climática para el periodo 1981-2010 en las cuencas de los ríos Zulia y Pamplonita, Norte de Santander – Colombia. *Revista Luna Azul*, (40), 127-153. *Revista Luna Azul* [Internet]. 2015;(40):127-153. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321733015010>. [Fecha de Consulta 05/01/2018]. 2015.
- Canter, L. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: Técnicas para la Elaboración de Estudios de Impacto. McGraw-Hill, Madrid, España. 1998.
- Conesa, V. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundiprensa. España. 1997.
- Corporación de los Andes. Ministerio de planificación y desarrollo. Dossier Municipal Independencia. Capacho Nuevo, Táchira, Venezuela. 2005.
- Czajkowski,C; Salvador, G y Strier, D. Construcción sustentable. Eficiencia energética en la construcción: oportunidades para incrementar el confort del hábitat, ahorrar energía y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. *[Libro en línea]* Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/320024706_Construccion_sustentable [Consulta: 8 de enero, 2018]. 2017.
- Decreto 1257. Normas sobre Evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente. Venezuela. (1996, 13 de marzo). Gaceta Oficial, 35.946, Abril 25, 1996.
- Enshassi, A; Kochendoerfer, B; & Rizq, E. Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción [Revista en línea]*, 29(3), 234-254. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002> [Consulta: 1 de octubre, 2017]. 2014.
- Espinoza. G. Gestión y Fundamentos de Evaluación ambiental. Santiago de Chile. Banco

- Interamericano de Desarrollo (BID) y Centros de Estudios para el Desarrollo (CED). 2007.
- Espinoza, C; González, O; Vargas, R. La evaluación del impacto ambiental y el desarrollo sustentable. Estudio de caso: San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca. Revista Chapingo. Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62924537007>. [Consulta: 27 de junio de 2016]. 2012.
- Garmendia, A; Salvador, A; Crespo, C; Garmendia, L. Evaluación de Impacto ambiental. Pearson-Prentice Hall: Madrid, España. 2005.
- González-Vallejo, P., Solís-Guzmán, J., Llácer, R., Marrero, M. La construcción de edificios residenciales en España en el período 2007-2010 y su impacto según el indicador Huella Ecológica. Informes de la Construcción, 67(539): e111, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.14.017>. [Consulta: 8 de Enero de 2015]. 2015.
- Hernández, R; Fernández, C. y Baptista, P. Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill. Cuarta Edición: México. 2010.
- Mejía, E; Giraldo, J; Martínez, L Residuos de construcción y demolición revisión sobre su composición, impactos y gestión. **Revista CINTEX**, [S.l.], v. 18, p. 105-130, may 2017. ISSN 2422-2208. Disponible en: <http://pascualbravo.edu.co:5056/cintexpb/index.php/cintex/article/view/52>. [Fecha de acceso: 27 Enero de 2018]. 2013.
- Murzi, P Transformación territorial de san Cristóbal (Venezuela) en la segunda mitad del siglo xx. Un proceso y diferentes autores. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. [Revista en línea]. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-41.htm> [Consulta: 2 de octubre, 2017]. 2006.
- Organización Panamericana de la Salud “OPS”. Agua y Saneamiento. Documento en línea. Disponible en: http://www.paho.org/tierra/images/pdf/agua_y_saneamiento_web.pdf. [Consulta: 20 de marzo, 2016]. 2011.
- Roa, J Fundamentos básicos de los procesos ambientales para ingenieros. San Cristóbal, Venezuela: FEUNET. 2010.
- Rodríguez, J; Oñate J; Pereira, D. Una Revisión Bibliográfica de Manuales y Guías de Evaluación Ambiental Estratégica del Planeamiento Urbanístico. [Documento en línea]. Disponible: http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/jonate/Investigacion/AOR/AOR-6.pdf [Consulta: 29 de Mayo de 2015]. 2006.
- Serrano, A; Quesada, F; López; Guillem, V; Orellana, D Sobre la evaluación de la sostenibilidad de materiales de construcción: **Revista de Arte y Sociedad** [Revista en Línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5227715>. [Consulta: 29 de Enero de 2018]. 2015.

CIENCIAS EXACTAS

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DEL AGUA RESIDUAL DE UNA GRANJA PORCINA EN EL MUNICIPIO TORBES, TÁCHIRA

DETERMINATION OF PARAMETERS OF WASTEWATER IN A PIG FARM LOCATED IN THE MUNICIPAL TORBES, TÁCHIRA

Autores:

Cárdenas, Marcos; Espinosa, Sindy; Cárdenas, Mayra

Unidad de Investigación Ambiente y Desarrollo Sostenible,
UNET

Corresponding Author: mcardenasg@unet.edu.ve

RESUMEN

La crianza de cerdos ofrece al consumidor un producto de abundante contenido proteico y lipídico. Sin embargo, las actividades que tienen lugar generan residuos cuyo manejo y disposición generan un reto a los productores. En la presente investigación se buscó determinar algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos de un efluente residual en una granja porcina del municipio Torbes, estado Táchira; para ello se abordó un estudio de caso, con enfoque cuantitativo y diseño de campo no experimental, donde se procedió a cuantificar caudal a través del método volumétrico y tomar muestras simples y compuestas del agua residual generada en las actividades de limpieza durante siete días no continuos en cuatro semanas, a las cuales se les practicaron análisis de laboratorio siguiendo protocolos estandarizados. Se encontró que la DBO_{5,20} integrada promedio oscila entre 2.840,64 y 12.160,82 mg·L⁻¹, la DQO promedio entre 6.403,7 y 24.350,0 mg·L⁻¹, los sólidos totales entre 396,10 y 1156,00 mg·L⁻¹, los sólidos suspendidos entre 21,97 y 45,93 mg·L⁻¹, los sólidos sedimentables entre 55,33 y 74,33 mg·L⁻¹, pH entre 5,7 y 6,2, conductividad de 1519 a 1287 μS·cm⁻¹, Coliformes totales y fecales en 7,8*10¹⁰ y 4,4*10¹⁰ NMP·(100mL)⁻¹ respectivamente; mientras que el caudal fue en promedio 2,53 m³·d⁻¹ (31,63 L·cerdo⁻¹). Se concluyó que las aguas residuales requieren un sistema de tratamiento, por cuanto se está incumpliendo la legislación venezolana en materia de descargas residuales a cuerpos de agua que, a su vez, puede estar provocando daños ambientales.

ABSTRACT

Pig farming offers the consumer a product of abundant protein and lipid content. However, the activities that take place generate waste representing a disposal challenge to producers. In the present investigation the principal objective was to determine some physical, chemical and microbiological parameters of a residual effluent in a pig farm in the municipality Torbes, Tachira; for this matter a case of study was boarded with quantitative approach and a non-experimental design field, where we proceeded to quantify flow through the volumetric method and take simple and composite samples of wastewater generated in the cleanup for seven non-consecutive days in four weeks, in which were performed laboratory analysis, following standardized protocols. It was found that the average integrated BOD_{5,20} ranges between 2840.64 and 12160.82 mg·L⁻¹, the average COD between 6403.7 and 24350.0 mg·L⁻¹, total solids between 396.10 and 1156.00 mg·L⁻¹, suspended solids between 21.97 and 45.93 mg·L⁻¹, solid settleable between 55.33 and 74.33 mg·L⁻¹, pH between 5.7 and 6.2, conductivity 1519-1287 mS·cm⁻¹, total and fecal coliforms in 7,8·10¹⁰ and 4,4·10¹⁰ MPN·(100mL)⁻¹ respectively; while the average flow rate was 2.53 m³·d⁻¹ (31.63 L·pig⁻¹). It was concluded that a wastewater treatment system is require, because the values founds are violating the Venezuelan legislation of waste discharges into water bodies that in which case, may be causing environmental damage.

Palabras clave: agua residual, cerdos, granja porcina, parámetros.

Key words: parameters, pigs, pig farm, wastewater.

INTRODUCCIÓN

La porcicultura no industrializada se sostiene, como indica Castro (1992), en el desarrollo de prácticas artesanales orientadas a la reproducción, cría y engorde de cerdos con fines agropecuarios, favoreciéndose de la enorme adaptabilidad climática, amplia dieta nutricional, propicia tasa de conversión alimento-carne y, principalmente, la cantidad de productos derivados a partir de sus tejidos. Sin embargo, esta actividad pecuaria genera, inevitablemente, residuos y efluentes que traen al productor la necesaria planificación de medidas que regulen los impactos generados sobre el ambiente y las personas.

Sobre los daños o impactos provocados por las granjas porcinas, Bustos y García (2007) destacan como más comunes y significativos los siguientes: malos olores generados por la descomposición de la materia orgánica, proliferación de vectores biológicos como moscas, salinización de los suelos por los altos valores de conductividad en los efluentes, otras formas de contaminación de los suelos, alteración de las características naturales de las aguas, deterioro del paisaje y significativo uso de las aguas subterráneas.

De lo anterior, resulta imperativo mencionar que, si bien holísticamente los medios naturales y sociales son susceptibles a degradarse a causa de prácticas inadecuadas en la porcicultura, usualmente es el recurso hídrico quien resulta impactado de forma directa por cuanto éste, generalmente, adopta la figura de receptor exclusivo del residuo generado. De hecho, Espinosa (2015) y Durán (2016) identifican al componente hídrico como uno de los más afectados por el inadecuado manejo de los efluentes residuales generados en dos granjas porcinas ubicadas en el estado Táchira (Venezuela).

Es por ello que las actividades de porcicultura, industrializada o no, deben contemplar dentro de ellas el manejo adecuado de los residuos producidos en las mismas, para lo cual resulta útil el diseño y construcción de sistemas de tratamiento del agua residual generada en la producción, tomando en cuenta, en primer lugar, las características más

resaltantes del efluente a depurar, las particularidades del entorno y del productor (Escalante, 2002).

Sabiendo entonces que resulta básico conocer los anteriores elementos, más la necesidad de mitigar los potenciales daños ambientales generados por la crianza de cerdos sobre el entorno y dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente, tal como expresaron los propietarios, la presente investigación tuvo como objetivo cuantificar algunos de los principales parámetros físicos, químicos y microbiológicos del efluente líquido generado en un fundo agropecuario ubicado en el sector Agua Dulce del municipio Torbes, estado Táchira. Este establecimiento se dedica a la reproducción, cría, levante y engorde de porcinos con fines comerciales. Las aguas residuales allí generadas son descargadas directamente, sin antes ser sometidas a tratamiento alguno, al arroyo Agua Dulce, formación hídrica que limita con la propiedad, observándose una notoria afectación de este recurso: malos olores, presencia de color, quejas de los habitantes de la comunidad.

Con la información aquí documentada se podrá realizar, posteriormente, el adecuado y certero diseño de un sistema de depuración del efluente residual que podría implementar el productor agropecuario. De igual manera, al no existir publicaciones arbitradas sobre las características de aguas residuales en granjas porcinas tachirenses, los resultados plasmados en la presente investigación servirán como referencia para la confección de otras plantas de tratamiento de instalaciones porcinas en la región donde, por razones económicas o técnicas, no se pueda determinar el grado de contaminación de los vertidos líquidos.

MÉTODO

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño de campo no experimental. Se estableció como unidad o caso de estudio específico una granja porcina ubicada en la localidad de Vega de Aza, sector Agua Dulce, municipio Torbes en el estado Táchira.

Para conocer el proceso productivo de la granja y el manejo de las aguas residuales, se realizó observación directa a la jornada laboral durante dos semanas, previo al inicio de la toma de muestras. Adicionalmente, se realizaron entrevistas no estructuradas al personal encargado de la producción para documentar las actividades de crianza y limpieza en la granja porcina.

Posteriormente se realizó la toma de muestras del efluente residual del caso de estudio. En la Tabla 1 se sintetiza la información del proceso de muestreo, los parámetros determinados y análisis de laboratorio utilizados en la Unidad de Investigación Ambiental y Desarrollo Sostenible y Laboratorio de Investigaciones Microbiológicas de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. Los días de toma de muestras del primer ciclo fueron 10, 12, 14, 18 y

20 de noviembre del 2014, mientras que los días 1 y 8 de diciembre del mismo año fueron para el segundo periodo.

Las alícuotas fueron colectadas desde las 7:15 a.m. hasta las 9:45 a.m. (jornada de limpieza), en envases de vidrio previamente esterilizados, desde una tanquilla a donde son conducidas las aguas residuales de las instalaciones de crianza de los cerdos y refrigeradas en una cava con hielo para su traslado a los mencionados laboratorios.

Adicionalmente se hizo la determinación del caudal (Q) del agua residual al momento de tomar cada una de las muestras, implementando para ello el método volumétrico (FAO, 1997) a través de la ecuación $Q = V/\theta$ (donde V: volumen del recipiente, θ : tiempo de llenado).

Tabla 1. Descripción del proceso de muestreo y métodos de laboratorio realizado sal agua

	Parámetro	Tipo y frecuencia de muestras	Réplicas	Período de análisis	Método*
Primer ciclo de muestreo	DBO _{5,20}	Dos muestras simples diarias durante cinco días	Triplicado	Primera semana de muestreo (tres días) y segunda semana de muestreo (dos días).	Requerimiento químico de oxígeno, yodométrico, modificación de azida
	DQO				Reflujo cerrado de dicromato, colorimétrico.
	Sólidos totales	Una muestra compuesta durante cinco días	Triplicado		Secado a 103 °C, incinerado a 550 °C, filtración, cono imhoff
	Sólidos volátiles				
	Sólidos fijos				
	Sólidos suspendidos				
	Sólidos sedimentables				
	Sólidos Disueltos		Única		
	pH				
	Conductividad				Electrométrico (uso de pHmetro digital)
			Conductímetro digital.		
Segundo ciclo de	Fósforo	Una muestra compuesta diaria durante dos días	Triplicado	Tercera semana (un día) y cuarta semana (un día).	Uso del ácido ascórbico
	Coliformes fecales y totales		Única		Fermentación en tubo múltiple

*APHA *et al.*, (1992); Cárdenas *et al.*, (2011)

El primer ciclo para los análisis correspondientes a DBO_{5,20}, DQO, sólidos, pH y conductividad, se realizó en cinco días no continuos distribuidos en dos semanas. En dichas jornadas se tomaron cinco muestras simples (puntuales), con intervalos de 40 minutos entre cada una durante el proceso de lavado de los corrales, iniciando a los 10 minutos de comenzar el mantenimiento y finalizando 10 minutos

antes de completar tres horas de aseo. Con tres de las mencionadas muestras se preparó una tipo compuesta para la determinación de los parámetros indicados en la Tabla 1.

El segundo ciclo de muestreo se realizó tomando tres muestras simples al día, con diferencia de una hora entre cada una, se preparó una muestra compuesta y

se hicieron los análisis de fósforo, coliformes totales y fecales. Esta jornada se desarrolló durante dos días no continuos distribuidos en dos semanas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró que el establecimiento en estudio es de tipo familiar, con 30 años de antigüedad, el cual sostiene, principalmente, actividades de tipo pecuaria del rubro porcino; comprendiendo labores vinculadas a la reproducción, cría y levante de cerdos de razas criollas (cruce de Landrace y Yorkshire), con una capacidad máxima instalada de producción de 300 cerdos y una plantilla de cinco trabajadores, aunque actualmente opera al 25% de su capacidad. Su ubicación es la vía principal del Sector Agua Dulce, kilómetro uno, municipio Torbes, Táchira.

Manejo de la producción

Un lechón pasa a la sección de levante cuando ha cumplido 60 días desde el nacimiento y presenta una masa corporal no menor a 25 kg, permanece en esta clasificación durante un tiempo mínimo de 60 días adicionales (Figura 1).

Posteriormente, los cerdos con al menos 50 kg, se trasladan al área de ceba donde permanecerán bajo esta clasificación hasta que alcancen 100 kg, momento en que se destinan al sacrificio. En estas fases se debe garantizar un suministro de alimentos óptimo a las necesidades de crecimiento: cuando se trata de animales en etapa de levante, éstos requieren abundantes nutrientes y proteínas, mientras que aquellos en etapa de ceba, se les brinda una alimentación rica en carbohidratos. Además, se complementa con un suministro abundante de agua limpia cada día.

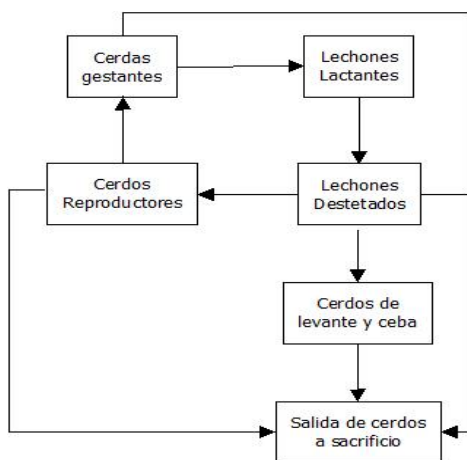


Figura 1. Trazabilidad del ciclo de producción de la granja.

La mayor parte de la producción requiere un suministro intensivo de alimentos concentrados que representan un alto costo, por ello, siempre que las condiciones lo permitan, se hace uso de recursos alternativos para complementarla alimentación. La ingesta complementaria (conocida como masagüa) se prepara a partir de los desperdicios de comida provenientes de las viviendas vecinas y de la misma granja; éstos son mezclados con tubérculos (papa, yuca, zanahoria) y cocinados con el fin de eliminar posible transmisión de enfermedades.

Antes del apareamiento, el personal debe determinar las características reproductivas de cada animal, considerando especialmente a las hembras con más de 150 días de edad. Tanto machos como hembras reproductoras se seleccionan tomando en cuenta aquellos con mejores atributos y aspectos corporales. El método de reproducción desarrollado en la granja es la monta natural.

Una vez que los óvulos han sido fecundados inicia el período de gestación, el cual dura entre 112 y 114 días (tres meses, tres semanas y tres días). La identificación del estado de gestación se efectúa a partir de la apreciación directa sobre la conducta de la cerda y la ausencia del celo. Reconocida la condición de preñez, la cerda es sujeta de ciertos cuidados por parte del personal: brindar condiciones adecuadas para que los embriones sobrevivan, acondicionar a las cerdas para una gestación saludable, un parto sin problemas y producción óptima de leche para garantizar lechones sanos. Al respecto, las actividades realizadas en esta fase comprenden revisiones diarias del estado de salud general de la cerda.

Posteriormente, al momento del parto se intensifican los cuidados en el manejo de los animales, ya que la supervivencia de los lechones depende en gran parte de la atención oportuna a las crías recién nacidas y la madre. Entre los cinco y diez días antes del parto se lavan las hembras gestantes, prestando especial atención al lavado de las mamas y la vulva, se acondiciona el lugar del parto, al cabo de los 112 días y hasta el día del parto se le alimenta con afrecho de trigo y pasto verde, para evitar estreñimiento.

Una vez llegado el día del parto se coloca viruta de madera en la lechonera. Se debe garantizar una temperatura a los lechones de 30 °C, instalándose un bombillo de 250 vatios. Al iniciar el parto, las crías se reciben con las manos muy limpias y desinfectadas. Una vez se encuentren limpios y en buenas condiciones, se trasladan a la fuente de calor instalada.

Durante todo el proceso productivo anteriormente descrito, debe garantizarse un espacio higiénico dentro de los corrales, para ello se realizan a diario operaciones de mantenimiento que suelen durar entre tres y cuatro horas. Éstas consisten en retiro de las deyecciones, limpieza del suelo, comederos y bebederos, haciendo uso para ello de agua y

herramientas manuales. De igual forma se realiza la aplicación de las vacunas reglamentarias.

Aguas residuales

En las actividades de limpieza mencionadas, es donde se genera la principal descarga de efluentes residuales en un día de jornada laboral, ya que se utiliza abundante agua para el mantenimiento de las instalaciones donde se encuentran los animales. De esta forma se conducen a las tuberías de drenaje, sólidos y materia orgánica disuelta y suspendida. Su cuantificación, junto a la de otros parámetros físicos, químicos y microbiológicos, se realizó, primeramente, por medio de la toma de muestras del efluente producido en el lapso de aseo en los corrales y, posteriormente, con la realización de análisis en laboratorio.

Al respecto, durante los dos ciclos de muestreo realizados, el tiempo de limpieza osciló entre 3:00 y 3:30 horas y la cantidad de animales en las instalaciones fue de 80.

Caudal

Los resultados del caudal medido durante el periodo de estudio no tuvo elevadas variaciones entre los días de muestreo, obteniendo un promedio total diario de $2,53 \pm 0,50 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ (Figura 2). Con el número de cerdos al momento de la cuantificación, se determinó que el efluente generado unitario es de $31,63 \text{ L} \cdot \text{cerdo}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Este valor, según Chao, *et al.* (2012), no debería exceder los $15 \text{ L} \cdot \text{cerdo}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ considerando solo las actividades de lavado de corrales. De igual manera, Rebolledo & López (1982), citado por Quintero & Velasco (2002), presentan gastos unitarios promedio de $10 \text{ L} \cdot \text{cerdo}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, en una granja con 5.335 animales. Al comparar con ambas referencias, es evidente el exceso de agua en la producción porcina aquí estudiada, lo cual representa un uso no eficiente del recurso en las actividades de limpieza.

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DEL AGUA RESIDUAL

Cárdenas, M.; Espinosa, S.; Cárdenas, M.

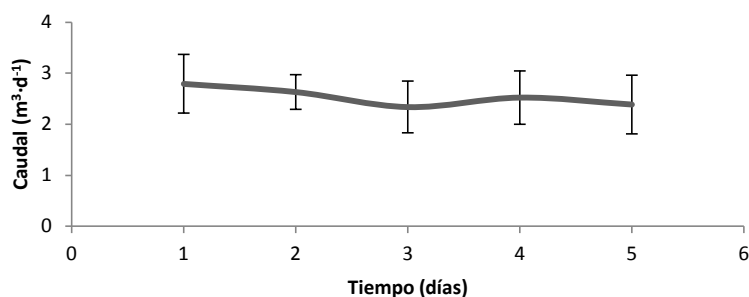


Figura 2. Medición de caudales diarios

El consumo elevado puede estar asociado a los bajos o inexistentes costos del servicio de agua potable, lo cual contribuye al despilfarro y por ende a más generación de aguas residuales (Metcalf & Eddy, Inc., 1995; Roa, 2001). Asimismo, el hecho de que en la granja estudiada haya solo 80 cerdos al momento de realizar la toma de datos, puede traer como consecuencia mayor aporte unitario de efluente residual que aquellos generados por instalaciones de más capacidad (Metcalf & Eddy, Inc., 1995; Barrientos, 2015).

Demanda bioquímica de oxígeno ($DBO_{5,20}$) y demanda química de oxígeno (DQO)

Al observar los resultados de los indicadores de contenido de materia orgánica del agua residual (Figura 3 y 4), se pueden detallar las altas concentraciones tanto de material biodegradable

como químicamente oxidable al compararse, por ejemplo, con efluentes de origen doméstico donde son típicas concentraciones de 200 a 220 $mg \cdot L^{-1}$ (Romero, 2004). La fecha donde más se observó presencia de materia orgánica, se corresponde al primer día de muestreo, el cual fue el lunes 10/11/2014. La alta concentración de estos parámetros el lunes, está asociado al hecho de que los domingos no se realizan actividades de limpieza; es decir, hubo 48 horas aproximadamente sin lavado en los corrales, ocurriendo la acumulación de deyecciones de los animales en las instalaciones. Por el contrario, el resto de los días, solo hubo una diferencia de 24 horas aproximadas entre cada jornada de mantenimiento. Ambas curvas, presentan un comportamiento casi idéntico, con lo cual se confirma la existencia de una correlación entre ambos parámetros por ser indicadores del contenido de materia orgánica en el agua residual.

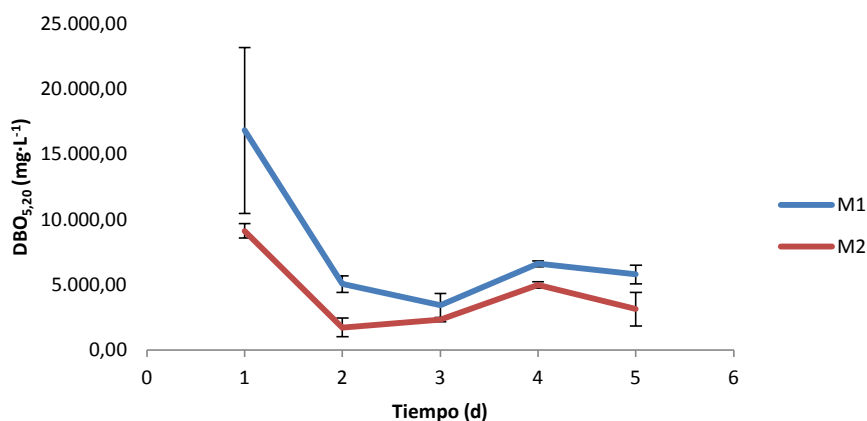


Figura 3. Mediciones de la $DBO_{5,20}$ promedio

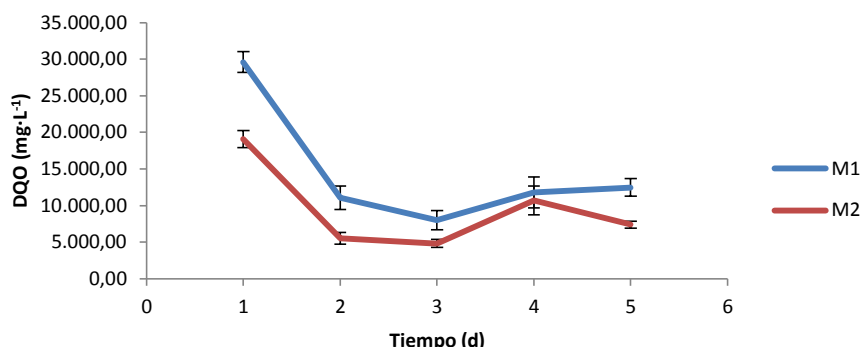


Figura 4. Mediciones de la DQO promedio

Con la finalidad de verificar el efecto del caudal en la concentración de la materia orgánica biodegradable del agua residual, se procedió a determinar el promedio integrado de la $DBO_{5,20}$

(Romero, 2004), encontrándose que en todos los días de muestreo el promedio diario integrado, resultó menor que el promedio diario simple (Tabla 2).

Tabla2. Concentraciones de $DBO_{5,20}$ integrada

Días	M ₁		M ₅		$DBO_{5,20}$ integrada (mg·L ⁻¹)
	$DBO_{5,20}$ (mg·L ⁻¹)	Caudal (m ³ ·d ⁻¹)	$DBO_{5,20}$ (mg·L ⁻¹)	Caudal (m ³ ·d ⁻¹)	
1	16.835,60 ± 12.092,23	2,19	9.131,90 ± 559,24	3,38	12.160,82
2	5.051,80 ± 641,49	2,29	1.718,50 ± 714,33	3,18	3.113,98
3	3.795,50 ± 925,19	1,95	2.240,00 ± 128,29	3,10	2.840,64
4	6.611,10 ± 222,20	1,99	4.981,50 ± 256,63	3,24	5.601,56
5	5.798,50 ± 714,33	1,80	3.131,90 ± 1.282,99	3,16	4.099,62

Adicionalmente, se destaca que las muestras codificadas como M₁ siempre obtuvieron valores mayores que las denominadas M₂. De hecho, el promedio general de $DBO_{5,20}$ y DQO para las muestras M₁ fue de $7.544,43 \pm 5508,57$ mg·L⁻¹ y $14.583,72 \pm 8.569,17$ mg·L⁻¹ respectivamente, mientras que las M₂ fue $4.255,54 \pm 2.833,78$ mg·L⁻¹ y $9.517,02 \pm 5.819,43$ mg·L⁻¹. Esta situación es debida a que la primera fue tomada alrededor de las 7:15 a.m., donde se espera mayor arrastre del materia acumulado en los corrales en las actividades de lavado, mientras que la segunda fue aproximadamente a las 8:45 a.m., donde ya había transcurrido casi dos horas de limpieza. El promedio general, tomando en cuenta los promedio diarios, fue de $5.563,32 \pm 3.843,28$ mg·L⁻¹ para la $DBO_{5,20}$ integrada y $12.050,37 \pm 7.112,14$ para la DQO.

Las altas desviaciones estándar en las mediciones de las concentraciones de materia orgánica, son reflejo de las variaciones que existen en la granja porcina

los días de la semana, lo cual puede traer mayor o menos acumulación de material en las celdas de los cerdos que, posteriormente, es arrastrado en las actividades de limpieza como efluente líquido. De esta manera, se ratifica que para las aguas residuales que no sean domésticas, las variaciones y características dependerán del tipo de actividad que allí se realice y del consumo particular del agua (Roa, 2001).

Al comparar los resultados obtenidos con los valores permitidos de descarga de aguas residuales del artículo 10 del Decreto 883 (1995), en todos los casos se superó la concentración máxima permisible tanto de la $DBO_{5,20}$ como de la DQO debido a que ambas no deberían exceder los 60 mg·L⁻¹ y 350 mg·L⁻¹ respectivamente.

Las altas concentraciones de materia orgánica encontradas en el estudio pueden estar afectando negativamente el equilibrio ecológico del arroyo

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DEL AGUA RESIDUAL

Cárdenas, M.; Espinosa, S.; Cárdenas, M.

Agua Dulce, al cual es vertido este efluente, por cuanto la oxidación microbiológica de estos compuestos puede provocar la disminución del oxígeno disuelto hasta concentraciones críticas, generando condiciones anaeróbicas que afectan las formas de vida naturales y la cadena trófica (Roa, 2001). El cociente $DBO_{5,20}$ integrada/DQO, utilizando los promedio generales, es de $0,45 \pm 0,05$ razón por la cual puede considerarse el agua residual como oxidable mediante procesos biológicos de tratamiento (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Ph

El agua residual resultó ser ligeramente ácida (Tabla 3). Al respecto, varios autores afirman que el pH de heces frescas de los cerdos oscila entre 6 y 8 (Castrillón *et al.*, 2004) mientras que en la orina dependerá de la alimentación (Ruiz *et al.*, 1995; Ochoa & Bouda, 2007). El valor de pH del primer día de muestreo, que correspondió a un lunes, tiende a ser más ácido que el resto, lo cual puede estar asociado a la formación de CO_2 por la descomposición biológica de la materia orgánica acumulada en los corrales desde el día sábado.

Tabla 3. pH en el agua residual

Día	M ₁	M ₂
1	5,74	5,96
2	5,95	6,06
3	6,75	6,11
4	6,55	6,10
5	6,45	6,21

El 30% de las mediciones registradas están ligeramente por debajo del rango permitido de pH de 6 a 9 (Decreto 883, 1995). El promedio general, tomando en cuenta los promedios diarios, arrojó un pH de 6,02.

Fósforo reactivo

Para el día 6 (semana 3) se consiguió como resultado $4,45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, mientras que para el día 7 (semana 4) se obtuvo $2,89 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. El contenido de este elemento químico es común en la alimentación de los cerdos y, por ende, en el material fecal. El promedio general de este parámetro fue de $3,67 \pm 1,11 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Conductividad eléctrica

Este parámetro muestra la presencia de sales provenientes de la orina y heces de los cerdos en el agua residual (Tabla 4), sobre todo el primer día de muestreo por la acumulación del mencionado material en los corrales. Al obtener valores superiores a $517 \text{ } \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ y compararse con valores de referencia de calidad de agua potable en el exterior ($400 \text{ } \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$; Decreto 32327-S, 2005) y resultados de nacientes de agua (102,19 a $165,60 \text{ } \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$; Rodríguez, 2009), se confirma la considerable presencia de sales en los efluentes líquidos. El promedio general de la conductividad eléctrica fue de $1156,40 \pm 326,52 \text{ } \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Tabla 4. Resultados de la conductividad eléctrica

Día	M ₁ ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	M ₂ ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)
1	1.519	768
2	872	541
3	756	594
4	1.348	517
5	1.287	615

Se puede observar que también se mantiene el comportamiento con respecto la materia orgánica; es

decir, mayor presencia de sales en las muestras M₁ al compararse con las M₂ (Tabla 4), lo cual es debido a

la mayor concentración de materia en las celdas de los cerdos en los primeros minutos de la limpieza, quedando menos cantidad hacia el final del mantenimiento. La elevada conductividad en el efluente puede provocar aumento de la salinidad del cuerpo de agua. A su vez, si éste es utilizado como fuente para el riego de pastizales o cultivos, puede transportar sales hasta el suelo, afectando con ello su fertilidad (Metcalf & Eddy, 1995).

Sólidos

Al igual que con la materia orgánica, la mayor concentración de sólidos fue un día lunes (primer muestreo), donde la acumulación por dos días en los corrales de material fecal, restos de alimentos, virutas de madera, entre otros, trajo como resultado mayor arrastre de éstos hacia el drenaje durante el lavado al inicio de la semana (Tabla 5).

Tabla 5. Concentraciones de los distintos tipos de sólidos

Sólidos	Día 1 (mg·L ⁻¹)	Día 2 (mg·L ⁻¹)	Día 3 (mg·L ⁻¹)	Día 4 (mg·L ⁻¹)	Día 5 (mg·L ⁻¹)	Promedio general
Totales	1.156,15 ± 55,43	529,58 ± 113,98	423,640 ± 16,22	396,100 ± 45,79	668,130 ± 57,66	634,72 ± 310,49
Totales volátiles	1.144,90 ± 55,45	526,48 ± 113,50	421,59 ± 16,15	393,89 ± 45,55	665,97 ± 57,54	630,58 ± 306,72
Totales fijos	11,25 ± 0,06	3,11 ± 1,14	2,04 ± 0,15	2,22 ± 0,69	2,16 ± 0,12	4,20 ± 4,16
Suspendidos totales	45,93 ± 6,11	23,44 ± 1,29	21,97 ± 1,05	22,56 ± 0,34	20,38 ± 0,10	26,84 ± 10,71
Suspendidos volátiles	45,87 ± 6,12	23,31 ± 1,35	20,34 ± 0,91	22,76 ± 0,91	20,54 ± 0,82	26,56 ± 10,87
Disueltos	1.110,23	506,14	401,67	373,55	647,75	607,84 ± 300,71
Sedimentables	74,330 ± 8,33	55,330 ± 6,51	56,670 ± 12,42	55,670 ± 7,57	66,330 ± 17,16	61,66 ± 8,40

En el caso de los sólidos, el 99,35% de los totales se pueden considerar materia orgánica (sólidos totales volátiles). Estos materiales disueltos y suspendidos también pueden contribuir con la disminución del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua receptor. Mientras que el 0,65% restante corresponde a sólidos inorgánicos (totales fijos).

El Decreto 883 (1995) establece valores máximos de descarga solamente para los sólidos suspendidos (80 mg·L⁻¹) y sólidos sedimentables (1 mL/L). Al hacer la comparación con los resultados de la granja

porcina, se evidencia la conformidad de la descarga en el parámetro sólidos suspendidos, pero el incumplimiento para los sedimentables.

Coliformes totales y fecales

Fueron los parámetros microbiológicos presentes en el agua residual de la granja porcina. Sus resultados (Tabla 6) reflejan que existe una gran cantidad de bacterias indicadoras de agentes patógenos (por el orden de 10¹⁰) que predominantemente provienen de las deyecciones de los cerdos.

Tabla 6. Coliformes totales y fecales

	Coliformes totales NMP·(100mL) ⁻¹
Muestra	
Día 6	11,0*10 ¹⁰
Día 7	4,5*10 ¹⁰
Muestra	Coliformes fecales NMP·(100mL) ⁻¹
Día 6	6,8*10 ¹⁰
Día 7	2,0*10 ¹⁰

En el caso de la normativa venezolana (Decreto 883, 1995), se establece que el valor máximo permitido de descarga a cuerpos de agua es de 5000 NMP·(100mL)⁻¹ para los coliformes totales y de

1000 NMP·(100mL)⁻¹ para los fecales. Al comparar los valores encontrados en las descargas de la granja porcina y la norma, se evidencia un incumplimiento legal. Al respecto, la significativa presencia de

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DEL AGUA RESIDUAL

Cárdenas, M.; Espinosa, S.; Cárdenas, M.

bacterias coliformes, constituye un riesgo, no solo para las formas de vida autóctonas del mencionado arroyo Agua Dulce por ser indicadores de tipo patógeno, sino también debe interpretarse como un riesgo sanitario para las personas que pueden entrar en contacto con el cuerpo de agua.

En general, el hecho de que existan altas concentraciones de materia orgánica, sólidos y microorganismos indicadores de agentes patógenos en la granja porcina estudiada, es una situación que también se ha reportado en otras instalaciones similares del Táchira y de otras regiones de Venezuela (Quintero & Velasco, 2002; Duran, 2016). Adicionalmente, se mantiene en todos los parámetros que se cuantifican en términos de concentración, el hecho de que el primer día de muestreo tiene los valores más altos, lo cual se asocia a la acumulación durante 48 horas de las deyecciones, orina y restos de alimentos en las celdas de los cerdos que, posteriormente, fueron arrastrados en el agua residual.

Ante la evidencia del incumplimiento de la legislación ambiental y los potenciales daños o impactos que pueden derivarse sobre los medios

físico natural y social en la comunidad, resulta necesario desarrollar una propuesta ingenieril de tratamiento al efluente generado en la granja porcina estudiada. Este sistema de depuración, conocidos los parámetros existentes en el agua residual, debe incorporar operaciones físicas de sedimentación para remover sólidos suspendidos, totales y materia orgánica, procesos biológicos de oxidación aeróbica o anaeróbica de la materia orgánica disuelta (la presencia de fósforo puede favorecer el desarrollo del ecosistema microbiano necesario para ello) y un proceso químico de desinfección para eliminar microorganismos patógenos. De manera adicional, dependiendo de los procesos definitivos que se seleccionen y diseñen, posiblemente se requieran procesos de neutralización del agua residual y de tratamiento de los lodos generados en el sistema como subproductos.

Finalmente, considerando que la granja posee una tasa actual de producción de agua residual de $31,63 \text{ L} \cdot \text{cerdo}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, fue posible presentar los parámetros obtenidos como aportes unitarios de contaminación (utilizando el promedio general) con la finalidad de compararlos con otras granjas porcinas (Tabla 7).

Tabla 7. Aportes unitarios por cerdo al día

Parámetro	Aporte unitario de la granja en estudio ($\text{g} \cdot \text{cerdo}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)	Aporte unitario de referencia ($\text{g} \cdot \text{cerdo}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)*
DBO _{5,20}	187,55	92
DQO	381,15	315
Sólidos Totales	20,08	225
Sólidos Totales Volátiles	19,95	176
Sólidos Totales Fijos	0,13	49
Sólidos Suspendidos	0,85	186
Sólidos Disueltos	19,22	39
Sólidos Sedimentables	$1,95 \text{ L} \cdot \text{cerdo}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	$3,3 \text{ L} \cdot \text{cerdo}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$

Fuente: Quintero & Velasco (2002)

Al comparar los resultados de la presente investigación con los de Quintero & Velasco (2002), se puede denotar que existen mayores aportes unitarios de materia orgánica en la granja en estudio pero menores cantidades de sólidos (Tabla 7). La primera situación puede estar ligada a diferencias en la alimentación y cantidad de los animales, mientras que la segunda a los efectos de dilución debida a un excesivo gasto de agua.

CONCLUSIONES

Se determinaron los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del efluente residual generado en la granja porcina en estudio, a partir de reiteradas muestras y análisis de laboratorio del agua que es actualmente descargada en el arroyo Agua Dulce. Se demostró que existe despilfarro e ineficiente uso del agua en las actividades de lavado de los corrales donde se crían los cerdos. Los promedios generales

de los demás parámetros mostraron el incumplimiento de los límites máximos permisibles para descargas establecidos en el Decreto 883 (1995) con respecto a DBO_{5,20}, DQO, sólidos sedimentables, coliformes totales y fecales, lo cual puede estar causando daños al medio físico natural y al medio social.

Tanto el caudal como de los parámetros de contaminación obtenidos, son la base fundamental para la realización del diseño de una planta de tratamiento de agua residual para la granja porcina estudiada, la cual debe incorporar operaciones y procesos de sedimentación, oxidación biológica y desinfección, de manera prioritaria. Asimismo, pueden servir como guía para la confección de otros sistemas de depuración en granjas porcinas donde no sea factible hacer la determinación de sus concentraciones particulares de contaminantes en el efluente.

REFERENCIAS

- APHA, AWWA, WPCF. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Madrid: Casa del Libro. 1992.
- Cárdenas, M.; Lara, M.; Ramírez T. Guía de laboratorio de Ingeniería Ambiental I. San Cristóbal: Universidad Nacional Experimental del Táchira. 2011.
- Castrillón, O.; Jiménez, R.; Bedoya, O. Poquinaza en la alimentación animal. *Revista Lasallista de Investigación*, 1(1):72-76, 2004.
- Castro, M. Manual agropecuario: tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Bogotá: COMARPE C.A. 1992.
- Chao, R.; Sosas, R.; Díaz, Y. Gasto de agua de limpieza y tratamiento del residual en naves de ceba porcina. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(3):69-72, 2012.
- Crites, R; Tchobanoglous, G. Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana, S.A. 2000.
- Barrientos, A. Puesta en marcha y evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales en el Frigorífico Tierra Santa C.A., ubicado en La Grita, municipio Jáuregui, estado Táchira. San Cristóbal: Universidad Nacional Experimental del Táchira. 2015.
- Bustos, S.; García, C. Evaluación territorial del peligro ambiental y la vulnerabilidad en una comuna rural con actividad agroindustrial porcina intensiva. Estudio de caso: comuna de San Pedro, región metropolitana. Santiago de Chile: Universidad de Chile. 2007.
- Durán, J. Presideño del sistema de tratamiento de efluentes generados en la granja porcina "Agropecuaria Los Chucos" ubicada en el municipio Andrés Bello, estado Táchira. San Cristóbal: Universidad Nacional Experimental del Táchira. 2016.
- Escalante, V. Tratamiento de aguas residuales de una granja porcícola en el estado de Campeche. *Memorias del XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Cancún. 2002.
- Espinosa, S. Presideño de un sistema de tratamiento para el agua residual generada en la actividad porcina de la granja Los Clementinos del municipio Torbes, estado Táchira. San Cristóbal: Universidad Nacional Experimental del Táchira. 2015.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía. Obtenido de Word Wide Web Site. <http://www.fao.org/docrep/t0848s/t0848s00.htm#Contents>. 1997.
- Metcalf & Eddy, Inc. Ingeniería de las aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. 1995.
- Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. 1995.
- Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Decreto 883. *Gaceta Oficial* 5.021, 1995.
- Ochoa, L.; Bouda, J. Patología clínica veterinaria. Primera edición. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. 2007.
- Quintero, J.; Velasco, N. Evaluación de una alternativa tecnológica para un sistema de producción de cerdos bajo el enfoque de tratamiento y aprovechamiento de los efluentes generados. Caracas: Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. 2002.
- Rebolledo, D.; López A. Diagnóstico de la infraestructura de una granja porcina y

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DEL AGUA RESIDUAL

Cárdenas, M.; Espinosa, S.; Cárdenas, M.

caracterización físico-química de los efluentes. Caracas: Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. 1982.

Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto 32327-S. Gaceta No. 84, 2005.

Roa, J. Fundamentos básicos de los procesos ambientales para ingenieros. San Cristóbal: FEUNET. 2001.

Rodríguez, J. Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en

conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre del 2008. Revista Pensamiento Actual. 9(12-13):125-134, 2009.

Romero, J. Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño. Tercera edición. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería. 2004.

Ruiz, S.; Coy, P.; Pellicer, M.; Ramírez, A. Manual de prácticas de fisiología animal. 1995.

AGROPECUARIA

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DE *TRICHODERMA* SPP.
(ASCOMYCOTA: HYPOCREACEAE) CON RAPDS E ITS-RFLPSMORPHOLOGICAL AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF *TRICHODERMA* SPP.
(ASCOMYCOTA: HYPOCREACEAE) WITH RAPDS AND ITS-RFLPS

Autores:

Becerra, Sioly; Vera, Rosa; Pérez, Mayra; Moreno, Bridget

Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET).
Decanato de Investigación. Laboratorio de Investigaciones
Genéticas. Av. Universidad, Paramillo, San Cristóbal, estado
Táchira.

Corresponding author: bridgetmoreno099@gmail.com

RESUMEN

Trichoderma se destaca por ser un microorganismo hiperparásito con la capacidad de estimular el crecimiento vegetal que lo hace promisorio en el manejo integrado de enfermedades. Actualmente se emplean las técnicas de biología molecular para identificar especies por ser más eficientes y rápidas, produciendo resultados específicos y estables. Se estudiaron 10 aislamientos de *Trichoderma* spp. los cuales se caracterizaron morfológicamente por medio de micrometría utilizando claves morfológicas. En el caso de los marcadores moleculares se utilizaron 5 oligos para análisis RAPDs y los iniciadores ITS1e ITS4 para el estudio ITS-RFLP. La digestión se realizó con HindIII, EcoRI, BglII, Sau 3AI, KpnI. Con la caracterización morfológica se obtuvieron 5 especies: *Trichoderma longibrachiatum* (LIG 006), *T. harzianum* (LIG 022, LIG 043, LIG 044), *T. atroviride* (LIG 053), *T. asperellum* (LIG 046, T3, T5, T6) y *T. strigosum* (T7). El análisis de RAPDs con los oligos OPA 02, OPA 07, OPA 09, OPA 13 y OPC-01 generaron la formación de dendrogramas por el método jerárquico UPGMA, detectando variabilidad genética entre los aislamientos de *Trichoderma*, estableciendo similitudes entre ellos en cuanto a especie y localidad geográfica. En el análisis ITS-RFLPs solo se obtuvo digestión con las enzimas EcoRI y Sau 3AI, pero sin lograr establecer polimorfismo entre las cepas. Se comprobó la eficiencia del análisis molecular mediante ITS para identificar de los 10 aislamientos estudiados, las 6 especies que se muestran a continuación: *T. ghanense*; *T. parceramosum* y *T. longibrachiatum*, *T. asperellum*, *T. atroviride* y *T. hamatum*.

ABSTRACT

Morphological and molecular characterization of *Trichoderma* spp. (Ascomycota: Hypocreaceae) with RAPDs and ITS-RFLPs. *Trichoderma* spp. stands out for being a hyperparasite microorganism with the ability to stimulate plant growth that makes it promising in integrated disease management. Molecular biology techniques are currently used to identify species for being more efficient and faster, producing specific and stable results. Ten isolates of *Trichoderma* spp. which were characterized morphologically by means of micrometry using morphological keys. In the case of the molecular markers 5 oligos were used for RAPDs analysis and ITS1-ITS4 primers for the ITS-RFLP study. Digestion was performed with HindIII, EcoRI, BglII, Sau 3AI, KpnI. With the morphological characterization, 5 species were obtained: *Trichoderma longibrachiatum* (LIG 006), *T. harzianum* (LIG 022, LIG 043, LIG 044), *T. atroviride* (LIG 053), *T. asperellum* (LIG 046, T3, T5, T6) and *T. strigosum* (T7). The analysis of RAPDs with the OPA 02, OPA 07, OPA 09, OPA 13 and OPC-01 oligos generated dendrograms by the hierarchical UPGMA method, detecting genetic variability among the isolates of *Trichoderma*, establishing similarities among them in species and geographical location. In the ITS-RFLPs analysis only digestion with the enzymes EcoRI and Sau 3AI was obtained, but without establishing polymorphism between the strains. The efficiency of the molecular analysis by means of ITS was verified to identify of the 10 isolations studied, the 6 species shown below: *T. ghanense*; *T. parceramosum* and *T. longibrachiatum*, *T. asperellum*, *T. atroviride* and *T. hamatum*.

Palabras clave: *Trichoderma*, morfología, variabilidad genética, polimorfismo, especies.

Key words: initiators, morphology, genetic variability, polymorphism, species.

INTRODUCCIÓN

El hongo *Trichoderma* sp. se encuentra clasificado como Ascomiceto, perteneciente a la familia Hypocreaceae, orden Hipocreales, del reino Fungi (Jacklitsch *et al.*, 2009). A estas especies se les atribuyen una gran cantidad de cualidades como lo son su capacidad biocontroladora de fitopatógenos, promotor del crecimiento de algunas especies vegetales, excelentes agentes biofertilizantes y la activación de los mecanismos de defensa de las plantas, lo que hace su incorporación promisorio en el manejo integrado de los cultivos (Martínez *et al.*, 2013; Guigón y González, 2004; Infante *et al.*, 2009; Jacklitsch *et al.*, 2009), esto ha conducido al conocimiento de las diferentes especies de este género por la diversidad de respuestas observadas en laboratorio y campo. Actualmente se están empleando técnicas más precisas para el estudio e identificación de especies de *Trichoderma* como lo son los marcadores moleculares, los cuales se han utilizado en diversas investigaciones para la detección de variabilidad genética, caracterización de poblaciones, diagnóstico temprano de microorganismos en tejidos vegetales y animales, selección asistida por marcadores para detectar resistencia, estudios de evolución, y otros más. Entre las técnicas más importantes basadas en el uso de marcadores moleculares se encuentran RAPD (ADN polimórfico amplificado al azar), PCR iniciada con microsatélites (MP-PCR), AFLP (polimorfismo de longitud de fragmentos amplificados), DAF (amplificación de huellas del ADN) (Solís y Andrade, 2005), ISSR (inter - microsatélite) (Thul *et al.*, 2011), QTLs (Gabriel *et al.*, 2016) y los ITS (espaciadores transcritos internos) (Ayala *et al.*, 2008, Becerra *et al.*, 2006). Sagar *et al.*, (2011) determinaron variaciones genéticas en aislamientos de *Trichoderma* usando marcadores RAPD utilizando oligos OPB-09, OPB-10, OPC-10 y logrando detectar un alto nivel de diversidad genética entre los aislamientos estudiados. Choi *et al.*, (2003) caracterizaron morfológica y

molecularmente 24 aislamientos de *Trichoderma* spp. Por medio de observaciones morfológicas agruparon 17 aislados como *T. virens*, 3 como *T. harzianum* y 4 cepas como *T. longibrachiatum*. Los análisis RAPDs detectaron alta variabilidad genética y las comparaciones de las secuencias del ADN ribosomal mostraron elevados niveles de similitud entre *T. virens* y *T. harzianum* y menor identidad entre estos y *T. longibrachiatum*. En el Cepario del Laboratorio de Investigaciones Genéticas (LIG) de la UNET se encuentra una colección de *Trichoderma*, algunos de los cuales han sido estudiados como agentes de biocontrol contra diferentes fitopatógenos, como promotores del crecimiento vegetal y como activadores de la resistencia sistémica en diferentes cultivos; de todos los estudiados, 10 de ellos se han destacado en estas tres áreas, por lo que se hace necesario conocer en detalle la taxonomía de estos aislamientos y así poder incorporarlos en los programas de manejo de los cultivos de importancia agrícola. En este trabajo se realizó un estudio preliminar basado en la identificación morfológica de estos 10 aislamientos, luego se determinó la existencia de variabilidad genética y su relación con la localidad geográfica basado en los estudios moleculares con RAPDs, por último, se corroboró la diversidad existente mediante ITS-RFLP, para posteriormente y mediante secuenciación de las regiones ITS, determinar las especies a las que pertenecían cada uno de los aislamientos estudiados.

MÉTODO

En el presente estudio se utilizaron 10 aislamientos de *Trichoderma* spp., seis correspondientes al Laboratorio de Investigaciones Genéticas (LIG) y cuatro al Laboratorio de Control Microbiológico (LCM) de la UNET (Tabla 1). Cada una de estas cepas fue reaislada en medio de cultivo PDA (Papa-Dextrosa-Agar) y purificadas mediante la técnica de cultivos monospóricos para garantizar la pureza de los mismos.

Tabla 1. Descripción del origen de las cepas utilizadas para la caracterización morfológica y molecular de *Trichoderma* spp.

Código	Hábitat	Cultivo	Procedencia
LIG 006*	Suelo	Cebolla	Villa Páez- Mcpo. Rafael Urdaneta – estado Táchira
LIG 022*	Plantas	Pimentón	Cagua, estado Aragua.
LIG 043*	Suelo	Tomate- Pimentón	Municipio Seboruco-Santa Filomena, estado Táchira.
LIG 044*	Suelo	Tomate- Pimentón	Municipio Seboruco-El Ático, estado Táchira.
LIG 046*	Suelo	Tomate- Pimentón	Municipio San Cristóbal-Palo Gordo, estado Táchira.
LIG 053*	Suelo	Frutales	Municipio Simón Rodríguez - Santa Lucía, estado Táchira.
T3**	Suelo y raíces	Papa	Pueblo encima, Mcpo. Jáuregui, estado Táchira.
T5**	Suelo y raíces	Papa	Municipio José María Vargas, estado Táchira.
T6**	Suelo y raíces	Papa	Municipio José María Vargas, estado Táchira.
T7**	Suelo y raíces	Papa	Pueblo encima, Mcpo. Jáuregui, estado Táchira.

*Cepario del LIG. ** LCM

Obtención de cultivos onospóricos de *Trichoderma* spp

Los cultivos monopóricos de *Trichoderma* se prepararon siguiendo la metodología de Álvarez *et al.*, (2004). Cada cepa se estrió por agotamiento en placas con agar-agua y se incubaron en condiciones de laboratorio (+/- 22 °C). A las 24 h y con ayuda del estereoscopio se ubicaron esporas individuales que fueron transferidas mediante micro-manipulación a nuevas placas con medio agar-agua, obteniendo así cultivos puros de cada cepa.

Cultivo en medio líquido y obtención de micelio y esporas de *Trichoderma*

Dos discos de agar con micelio de cada una de las cepas puras de *Trichoderma* spp. fueron inoculados por separado en 250 ml de medio mínimo (KH₂PO₄, NaCl, NH₄, KNO₃, MgSO₄, CaCl, dextrosa, microelementos, vitaminas) y se incubaron por un lapso de 8 días. El micelio y las esporas fueron recuperados por filtración al vacío, congelados en un mortero de porcelana con nitrógeno líquido y preservado a -20°C para la extracción del ADN.

Identificación morfológica de los aislamientos de *Trichoderma* spp

La identificación morfológica de los 10 aislamientos de *Trichoderma* spp. se realizó tomando material biológico de cada cepa que fueron sembradas en cápsulas de Petri con medio PDA, incubadas por 2 a 3 días a 28°C hasta obtener suficiente inóculo. De cada cápsula se inoculó un disco de agar con micelio

a un nuevo medio PDA, para dejar crecer por 3 y 6 días, con lo que se obtuvo micelio y conidios del hongo. Para cada aislamiento se describieron características como color, olor y crecimiento de las colonias y micelio. Se realizó un montaje de las estructuras fúngicas en agua y lactofenol para observar y fotodocumentar, mediante microscopía óptica de campo luminoso (*Microscopio Leica DM 1000*). Se realizaron mediciones correspondientes con la ayuda del programa Motic Images Plus versión 2.0 (Motic China Groups CO., LTD) y LAS EZ, versión 1.5 (Leica Microsystems). Se obtuvieron datos de los conidios (forma, ornamentación, pigmentación, largo y ancho), conidióforo (tipo, presencia o ausencia de pelos y pústulas), fiálides (forma, presencia de fiálides intercalares y de manera percurrente, largo, punto medio, base y célula soporte) y clamidosporas (forma y ancho, en caso de su existencia). Se realizaron 35 mediciones para cada variable y así calcular el valor promedio. Los datos obtenidos se cotejaron con las claves morfológicas como la interactiva descrita por Samuels *et al.*, (2013) y Kubicek y Harman, (1998).

Caracterización molecular de *Trichoderma* spp

Extracción de ADN

Se realizó siguiendo el protocolo de Cunha, (2006) modificado, que incluye cuatro (4) fases a saber: lisis de las células, degradación de las proteínas asociadas al ADN, purificación y verificación de la existencia y calidad del ADN. De cada cepa se pesó 1 g de micelio y se maceró en nitrógeno líquido, se mezcló con 8 ml de buffer de extracción (NaCl 4M, Tris HCl

pH 8.8, EDTA pH 8.0); se agitó en vórtex (10–15 segundos). Se agregaron 400 µl de SDS (20%) y 80 µl de proteinasa K (20 mg/ml). Se incubó a 65°C (1h), se centrifugó a 12500 $\times g$ (10min). Se tomaron 7,5 ml del sobrenadante y se transfirieron a un nuevo tubo. Se agregaron 500 µl de fenol- cloroformo- isoamilalcohol (25:24:1), se incubó a 4°C (30min), se centrifugó a 12500 $\times g$ (10 min). Se recuperó el sobrenadante y se le agregó 0,1 volúmenes de acetato de sodio 3M, pH 7 y 0,54 volúmenes de isopropanol frío, se agitó por inversión y se llevó a refrigeración (4°C) por 30 min. Se centrifugó a 12500g (10 min),

y se eliminó el sobrenadante, obteniendo el pellet de ADN que se lavó con etanol (frío) al 70 y 100% recuperando un pellet limpio de sales y humedad. Se secó en la estufa (37°C) y se hidrató con 50 µl de buffer TE.

Cuantificación de ADN

Se utilizó el protocolo de Sagar *et al.*, (2011) midiendo la absorbancia de la solución de ADN obtenido en la etapa anterior a 260nm y luego se aplicó la siguiente fórmula:

$$[\text{ADN}] \left(\frac{\text{ng}}{\mu\text{l}} \right) = \text{Absorbancia } 260 \times \frac{\text{Volumen de agua destilada } (\mu\text{l})}{\text{Volumen de la muestra de ADN } (\mu\text{l})} \times \text{Factor de conversión } (0,05) \times 1000$$

Amplificación con marcadores RAPD

La mezcla de reacción de amplificación para los RAPDs fue preparada con buffer 5x, MgCl₂ (25mM), dNTPs 10 mM (dATP, dGTP, dTTP, y dCTP), 40 pmol/µl de cada oligonucleótido marca OPERON (Tabla 2), Taq ADN polimerasa (5u/µL), ADN (20ng/µL) y se completó el volumen de la

mezcla de reacción hasta 25ul con agua desinoizada. El contenido de la reacción se modificó sobre la base del protocolo de Lana, (2004). Para la amplificación se utilizó el siguiente perfil térmico: 94°C, 5 min; luego tres etapas de 92°C, 1 min; 35°C, 1 min y finalizado en 72°C, 2 min. Esto fue repetido por 40 ciclos para finalizar con 72°C, 5 min.

Tabla 2. Secuencia y contenido de CG de los oligos utilizados para el análisis de *Trichoderma* spp. con RAPDs.

Oligonucleotido	secuencia 5'-3'	Contenido CG (%)
OPA 02	TGCCGAGCTG	60
OPA 07	GAAACGGGTG	60
OPA09	GGGTAACGCC	60
OPA13	CAGCACCCAC	60
OPC 01	TTCGAGCCAG	70

Análisis ITS-RFLP

Para la amplificación de la región ITS de los genomas de las diferentes cepas, se utilizó la siguiente master mix: buffer 5x, MgCL₂ (25Mm), dNTPs (10mM), ITS1 (TCCGTAGGTGAACCTGCGG) e ITS 4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC), (5mM c/u), ADN Taq polimerasa (5 U/ml), ADN (20ng/µL), y agua ultra pura hasta 50 µL. El perfil térmico empleado fue 95°C, 5 min; 35 ciclos seguidos de 95°C, 30 seg, 57°C, 30 seg y 72°C, 1 min, finalizando con un ciclo de extensión a 72°C, 7 min.

Una vez amplificados los fragmentos correspondientes a la región ITS se procedió a digerirlos con 5 endonucleasas (*HindIII*, *EcoRI*, *BglIII*, *Sau3A I*, *KpnI*) siguiendo las pautas del fabricante *Pharmacia Biotech*. Los productos obtenidos fueron visualizados por electroforesis en geles de agarosa 1,2%. Para la comprobación de la calidad del ADN y productos de PCR (RAPDs e ITS-RFLPs) se utilizó electroforesis en geles de agarosa al 1%, con 1,5 µL de Bromuro de Etidio (10mg/ml). Se utilizó un voltaje de 100 V y la visualización se realizó en un trans-iluminador de luz ultravioleta marca DyNA Light™ a 302 nm de longitud de onda. Para el análisis de los resultados

tanto de RAPDs como de ITS-RFLPs se construyeron dendogramas a partir de matrices binarias que fueron comparadas mediante INFOSAT versión 1.1 (método jerárquico UPGMA) para la elaboración de los respectivos dendogramas.

Secuenciación de fragmentos ITS obtenidos.

Purificación de ADN a partir de geles de agarosa

Los productos de amplificación correspondiente a la región ITS se purificaron a partir del gel de agarosa utilizando el QIAquick® Gel Extraction Kit (Qiagen), siguiendo las instrucciones de la casa comercial, y se precipitaron adicionando 2,5 volúmenes de etanol absoluto y 0,1 volúmenes de acetato sódico 3 M pH 5,2 a la muestra. Finalmente, el ADN se resuspendió en H₂O destilada estéril.

Análisis de secuencias

Las muestras de ADN fueron enviadas a la unidad de secuenciación del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y el análisis de las secuencias se realizó mediante el programa LASERGENE de la empresa DNASTar (software libre). Las secuencias obtenidas se compararon con secuencias de otras especies de *Trichoderma* incluidas en el GenBank utilizando la herramienta BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*) disponible en la base de datos del Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI): <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación morfológica de los aislamientos de *Trichoderma* spp

Producto de la clasificación morfológica de los 10 aislamientos de *Trichoderma*, se logró caracterizar las cinco especies que se presentan en la Figura 1, Tabla 3. Los aislamientos LIG 022, LIG 043 y LIG 044 fueron identificados como *Trichoderma harzianum*, LIG 046, T3, T5 y T6 como *Trichoderma asperellum*, LIG 006 *Trichoderma longibrachiatum*, LIG 053 *Trichoderma atroviride* y T7 como un posible *T. strigosum*. En general, las características diferenciales más predominantes observadas en los 10 aislamientos siguiendo las pautas de las claves morfológicas de Samuels *et al.*, (2013) y Kubicek y Harman, (1998) fueron: *T. longibrachiatum* (LIG006) (Figura 1A): mostró conidios anchos y conidióforos con ramificaciones separadas. Según la ISTH (International Subcommittee on *Trichoderma* and *Hypocrea*) (s/f), la forma conidial puede variar de globosa, elipsoidal, obovoidal a cilíndrica, con el extremo basal más o menos afilado y truncado. A nivel macroscópico pigmentó el medio PDA de color amarillento, característica ausente en otras especies (Samuels *et al.*, 2013; Kubicek y Harman, 1998). Según Jacklitsch, (2009), esta especie se encuentran en la sección *Longibrachiatum*. *T. longibrachiatum* está filogenéticamente relacionado con *T. reesei* (teleomorph *Hypocrea jecorina*) (Nordberg *et al.*, 2014).

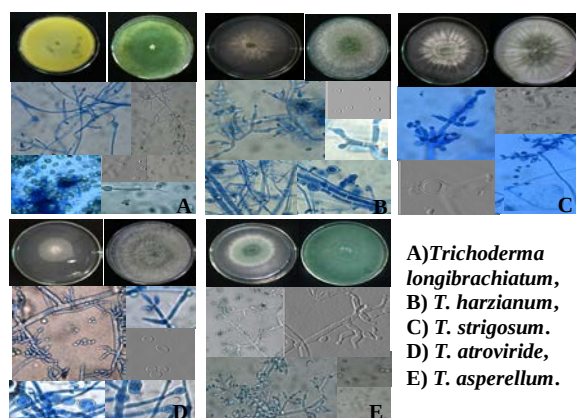


Figura 1. Estructuras fúngicas de las especies caracterizadas según las claves morfológicas de Samuels *et al.*, (2013) y Kubicek y Harman, (1998).

T. harzianum (LIG 022, LIG 043 y LIG 044) (Figura 1B): mostró micelio algodonoso, con crecimiento en círculos concéntricos. Sin capacidad para teñir el medio, y muy suave olor a coco. Desarrolló conidios lisos de forma subglobosa a ovoidal (Guigón *et al.*, 2010, Jacklitsch *et al.*, 2006), conidióforo con eje central diferenciado, ausencia de fiálides de manera percurrente y pocas clamidosporas de forma globosa. *T. strigosum* (T7) (Figura 1C): colonias de crecimiento rápido, conidios de forma oblonga a elipsoidal, con

ornamentación lisa y pigmentación verde grisáceo, conidióforos con fiálides cortas y anchas, agrupadas en una célula ancha, clamidosporas de forma globosa, intercalares y terminales. *T. atroviride* (LIG 053) (Figura 1D): se encuentra en la sección *Trichoderma* (Kubicek y Harman, 1998), colonias de crecimiento moderado y en anillos concéntricos, micelio ralo, conidióforos con eje central más o menos largo y fiálides separadas por una larga distancia, clamidosporas: Forma globosa y subglobosa, abundantes a los seis días.

Tabla 3. Identificación morfológica de *Trichoderma* spp. utilizando claves referenciales*

Identificación del aislamiento	Nueva caracterización*
LIG 006	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>
LIG 022	<i>Trichoderma harzianum</i>
LIG 043	<i>Trichoderma harzianum</i>
LIG 044	<i>Trichoderma harzianum</i>
LIG 046	<i>Trichoderma asperellum</i>
LIG 053	<i>Trichoderma atroviride</i>
T3	<i>Trichoderma asperellum</i>
T5	<i>Trichoderma asperellum</i>
T6	<i>Trichoderma asperellum</i>
T7	<i>Trichoderma strigosum</i>

*Samuels *et al.*, (2013) y Kubicek y Harman, (1998).

T. asperellum (LIG 046, T3, T5 y T6) (Figura 1E): colonias con crecimiento moderado, micelio algodonoso, conidios de forma subglobosa a ovoidal, con ornamentación finamente rugoso y pigmentación de verde a verde grisáceo, conidióforos con eje central diferenciado, ramas laterales generalmente opuestas y fiálides en verticilo, fiálides intercalares ausentes.

Caracterización molecular de *Trichoderma* spp. Amplificación con marcadores RAPD.

Los análisis de RAPD para estudiar la caracterización molecular de *Trichoderma* spp. mostraron patrones de fragmentos robustos y reproducibles con los 5 oligonucleótidos usados. Al

considerar a todas las cepas como un conjunto se observaron 78 bandas (Figura 2, Tabla 4), que mostraron 100% de polimorfismo. Esto concuerda con lo demostrado por Sagar *et al.*, (2011) usando los oligos OPB-9, OPB-10 y OPC-01. Devi *et al.*, (2012), también lograron agrupar y diferenciar las especies *T. harzianum*, *T. virens*, *T. asperellum* y *T. longibrachiatum*, demostrando en ambos casos las bondades de la utilización de herramientas moleculares para los estudios de diversidad y caracterización en las especies del género *Trichoderma*. El número de bandas por iniciador utilizado en esta investigación varió entre 11 (OPA-07 y OPA-13) y 25 (OPA-02).

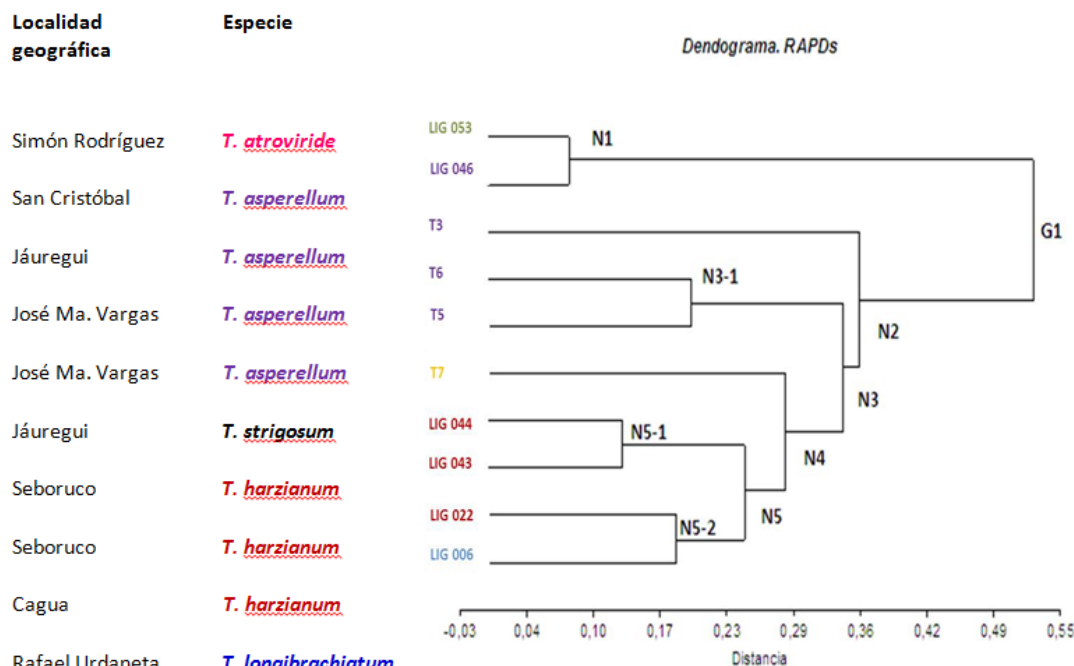


Figura 2. Dendrograma UPGMA obtenido con el análisis de RAPDs de ADN genómico en 10 aislamientos de *Trichoderma* spp.

Tabla 4. Bandas polimórficas obtenidas con cada primer en el análisis RAPDs

Primer	Bandas polimórficas	Bandas totales
OPA 02	25	25
OPA 07	11	11
OPA 09	14	14
OPA 13	11	11
OPC 01	17	17

Resultados similares fueron encontrados por Shanmugam *et al.*, (2008) al obtener 100% de bandas polimórficas en *Trichoderma* spp. con OPA-2, mientras que Siameto *et al.*, (2011) obtuvieron 7 bandas polimórficas en *T. harzianum* con OPA 13, concordando con lo obtenido en esta investigación. Hermosa *et al.*, (2000) realizaron un estudio de relaciones filogenéticas entre 34 aislamientos de *Trichoderma* spp. obteniendo un grado de relación del 99% entre *T. asperellum* y *T. atroviride*, lo que se ajusta a lo observado en este estudio (Figura 1). Por otra parte Kubicek y Harman, (1998); Druzhinina *et al.*, (2004), realizaron estudios morfológicos y moleculares, logrando separar estas especies en diferentes secciones. Choi *et al.*, (2003) y Hermosa *et al.*, (2000), basados en la

caracterización morfológica y molecular, lograron establecer similitud entre *T. longibrachiatum* y el grupo donde se encontró a *T. harzianum*. Según los resultados (Figura 2) también se pudo constatar la capacidad de los marcadores RAPD para agrupar los 10 aislamientos de *Trichoderma* considerando la localidad geográfica donde fueron colectados (Tabla 1). Zhang *et al.*, (2005) y Oskiera *et al.*, (2015) usando metodologías moleculares, lograron agrupar especies del género *Trichoderma* pertenecientes a la misma localidad geográfica.

Análisis ITS-RFLP

Fragmentos amplificados de aproximadamente 600pb fueron obtenidos de las regiones ITS (Figura

3), en correspondencia con Chakraborty *et al.*, (2011). Por su parte, Castle *et al.*, (1998) reportaron fragmentos de aproximadamente 700 pb.

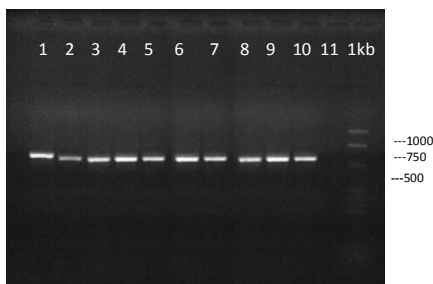


Figura 3. Visualización en gel de agarosa al 1% del fragmento obtenido al amplificar los 10 aislamientos de *Trichoderma* spp., con los iniciadores ITS 1 e ITS 4. 1= LIG 006, 2= LIG022, 3= LIG 043, 4= LIG 044, 5= LIG 046, 6= LIG 053, 7= T3, 8= T5, 9= T6, 10= T7, 11= control negativo y 1kb (marcador de peso molecular).

Al digerir estos fragmentos con las enzimas de restricción mencionadas en el apartado de métodos, no se logró detectar diferencias entre los 10 aislamientos evaluados (Figura 4). Se encontró que para *EcoRI* se obtuvieron dos bandas de aproximadamente 350pb y 150pb, con *Sau 3AI* tres bandas (350pb, 150pb y 50pb) y para *Hind III*, *Bg III* y *Kpn I* no se observaron fragmentos digeridos. No se encontró polimorfismo en los patrones de digestión, lo que hace intuir que se trata de regiones conservadas dentro de las diferentes especies

estudiadas. Resultados similares fueron obtenidos por Castle *et al.*, (1998), quienes usando *EcoRI*, observaron dos fragmentos monomórficos de 350pb. Latha y Mukherjee, (2002) observaron la expresión de diferentes patrones de bandas al utilizar la enzima de restricción *Sau3AI* y Kamala *et al.*, 2015, encontraron variaciones interespecíficas en los 65 aislamientos que ellos evaluaron basados en el polimorfismo en los patrones de digestión.

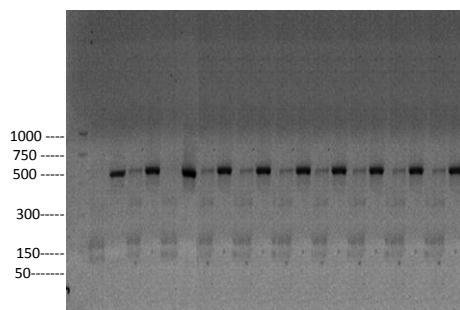


Figura 4. Digestión con la endonucleasa de restricción *Sau 3AI* de los fragmentos amplificados con los oligos ITS1 e ITS4 para los 10 aislamientos de *Trichoderma* spp.

Análisis de secuencias de fragmentos ITS de *Trichoderma*

Después de realizar la clasificación morfológica (Tabla 3), se estudiaron las especies de *Trichoderma* a nivel molecular. Los productos de las amplificaciones ITS1-ITS4 fueron comparadas con las secuencias depositadas en *GenBank* y *Trichoblast*. Los resultados se muestran en la tabla 5. En ella se observan los cambios en la determinación

del nivel de especie donde LIG 006 mostró 100% de homología con *T. ghanense*, aunque también con *T. parceramosum* (93%) y *T. longibrachiatum* (< 90%). LIG 022, LIG043 y LIG044, antes descritas como *T. harzianum*, se mostraron como *T. asperellum* (100%). LIG053 se reafirma como *T. atroviride* y T5 y T6 se confirman como *T. asperellum* (100% de identidad). Por último, T3 fue clasificado como *T. asperellum* y T7 mostró mayor homología con *T. hamatum*.

Tabla 5. Identificación molecular de 10 aislamientos de *Trichoderma* spp. usando secuencias producto de espaciadores transcritos internos (ITS1-ITS4).

Código	Caracterización morfológica	Caracterización molecular*	Nº de accesoión*
LIG 006	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	<i>T. ghanense</i> ; <i>T. parceramosum</i> y <i>T. longibrachiatum</i>	KC576714.1
LIG 022	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma asperellum</i>	KC859434.1
LIG 043	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma asperellum</i>	JN104486.1
LIG 044	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma asperellum</i>	JQ040322.1
LIG 046	<i>Trichoderma asperellum</i>	<i>Trichoderma asperellum</i>	KC576729.1
LIG 053	<i>Trichoderma atroviride</i>	<i>T. atroviride</i>	JN104486.1
T3	<i>Trichoderma asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>	GU589846.1
T5	<i>Trichoderma asperellum</i>	<i>Trichoderma asperellum</i>	KC859433.1
T6	<i>Trichoderma asperellum</i>	<i>Trichoderma asperellum</i>	KC561073.1
T7	<i>Trichoderma strigosum</i>	<i>T. hamatum</i>	KF018424.1

*Blast (NCBI), Trichoblast

Esto demuestra que los análisis morfológicos pueden ser usados solo como una aproximación presumible que, de ser posible, debe ser validada por métodos moleculares (Savitha y Sriram, 2015; Bae *et al.*, 2017). Lisboa *et al.*, (2017) lograron la identificación de diversas especies de *Trichoderma* partiendo de 51 aislamientos usando fragmentos ITS1-5.8S-ITS2 rDNA, basados en secuencias de 500 y 600 pb. En este estudio los oligos usados fueron ITS1 e ITS4 que amplificaron fragmentos entre 600 y 700 pb que también permitieron la clasificación a nivel de especie. La combinación de los datos moleculares y fenotípicos permitieron obtener resultados taxonómicos más confiables en los 22 *Trichoderma* spp usados por Kamala *et al.*, 2015, al igual que los resultados presentados en esta investigación.

CONCLUSIONES

- De acuerdo con la caracterización morfológica, se logró reclasificar las 10 cepas de *Trichoderma* obteniendo cinco especies, *Trichoderma longibrachiatum* (LIG 006), *Trichoderma harzianum* (LIG 022, LIG 043, LIG 044), *Trichoderma atroviride* (LIG 053), *Trichoderma*

asperellum (LIG 046, T3, T5, T6) y *Trichoderma strigosum* (T7).

- El análisis RADP permitió detectar la variabilidad genética existente entre los 10 aislamientos de *Trichoderma* estudiados y logró establecer similitudes entre ellos, tanto por especies como por localidad geográfica.
- Las enzimas de restricción utilizadas en este estudio no fueron útiles para establecer polimorfismos entre los 10 aislamientos de *Trichoderma* evaluados.
- Se logró amplificar fragmentos entre 600 y 700 pb en todos los aislamientos estudiados mediante ITS, que permitieron detectar 6 especies de los análisis moleculares.

AGRADECIMIENTOS

Al Decanato de Investigación de la Universidad Nacional Experimental del Táchira por el apoyo parcial en el financiamiento de la investigación y al Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) por colaborar en la secuenciación de los fragmentos ITS de los diferentes *Trichodermas*.

REFERENCIAS

- Álvarez, E.; Ospina, C.; Mejía, J. y Llano, G. Caracterización morfológica, patogénica y genética del agente causal de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en guanábana (*Annona muricata*) en el Valle de Cauca. Fitopatol. Colombiana. 28:1-8, 2004.
- Ayala, M.; Argel, L.; Jaramillo, S. y Marín, M. Diversidad genética de *Peronospora sparsa* (PERONOSPORACEAE) en cultivos de rosa de Colombia. Acta biológica Colombiana 13 (1): 79-94, 2008.
- Bae, S.; Park, Y.; Bae, H.; Jeon, J.; and Bae, H. Molecular identification, enzyme assay, and metabolic profiling of *Trichoderma* spp. J. Microbiol. Biotechnol. 27(6): 1157-1162, 2017.
- Becerra, V.; Paredes, M.; Rojo, C. y France, A. RAPD e ITS detectan variación molecular en poblaciones chilenas de *Beauveria bassiana*. Agricultura Técnica (CHILE) 67(2): 115-125. 2006
- Castle, A.; Speranzini, D.; Rghei, N.; Alm, G.; Rinker, D. and Bissett, J. Morphological and molecular identification of *Trichoderma* isolates on North American Mushroom farms. Applied and Environmental Microbiology 64(1): 133-137, 1998.
- Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI). Base de datos. [en línea]. Disponible en: <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>. [consulta: 22 de enero 2016].
- Chakraborty, B.; Chakraborty, U.; Sunar, K. and Dey, P. RAPD profile and rDNA sequence analysis of *Talaromyces flavus* and *Trichoderma species*. Indian Journal of Biotechnology 10(4): 487-495, 2011.
- Choi, I.; Hong, S. and Yadav, M. Molecular and morphological characterization of green mold, *Trichoderma* spp. Isolated from oyster mushrooms. Mycobiology 31(2): 74-80, 2003.
- Cunha, R. Estrutura genética de populações de *Crinipellis pernicioso* e *Moniliophthora roreri* utilizando Marcadores RAPD e SSR. Trabajo de Grado Dr. Agronomía (Genética y mejoramiento de plantas). Universidad de Estadual Paulista. São Paulo. 128, 2006.
- Devi, P.; Prabhakaran, N.; Kamil, D.; Pandey, P. and Borah, J. Characterization of Indian native isolates of *Trichoderma* spp. and assessment of their bio-control efficiency against plant pathogens. African Journal of Biotechnology 11(85): 15150- 15160, 2012.
- Druzhinina, I.; Chaverri, P., Fallah, P., Kubicek, C. and Samuels, G. *Hypocrea flaviconidia*, a new species from Costa Rica with yellow conidia. Studies in Mycology 50: 401-407, 2004.
- Gabriel, J.; Veramendi, S.; Pinto, L.; Pariente, L.; y Angulo, A. Asociaciones de marcadores moleculares con la resistencia a enfermedades, caracteres morfológicos y agronómicos en familias diploides de papa (*Solanum tuberosum* L.). Rev.colomb.biotechol. XVIII(1): 17-32, 2016.
- Guigón, C. y González, P. Selección de cepas nativas de *Trichoderma* spp. con actividad antagonica sobre *Phytophthora capsici* Leonian y promotoras de crecimiento en el cultivo de Chile (*Capsicum annum* L.). Rev. Mex. de Fitopatología 22 (1): 117-124, 2004.
- Guigón, C.; Guerrero, V., Vargas, F.; Carvajal, E.; Ávila, Dolores, G.; Bravo, L.; Ruocco, M.; Lanzuise, S.; Woo, S. y Matteo, L. Identificación molecular de cepas nativas de *Trichoderma* spp. su tasa de crecimiento *in vitro* y antagonismo contra hongos fitopatógenos. Rev. Mex de Fitopatología 28(2): 2010.
- Hermosa, M; Grondona, I; Iturriaga, E; Diaz, J; Castro, C; Monte, E and Garcia, I. Molecular characterization and identification of biocontrol isolates of *Trichoderma* spp. Applied and environmental microbiology 66(5): 1890-1898, 2000.
- Infante, D; Martinez, B; González, N y Reyes, Y. Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. Revista de Protección Vegetal La Habana, Cuba 24(1): 14-21, 2009.
- ISTH (International Subcommission on *Trichoderma* and *Hypocrea*) (s/f). Disponible en: <http://www.isth.info/morphology.php> [consulta: 22 de enero 2018].
- Jaklitsch, W. European species of *Hypocrea* part I. The green spored species. Studies in mycology 63: 1-91, 2009.
- Jacklitsch, W; Samuels, G; Dodd, S; Sheng, B. and Druzhinina, I. *Hypocrearufa/Trichoderma viride*: a reassessment, and description of five closely related species with and without warted conidia. Studies in mycology 55: 135-177, 2006.

- Kubicek, C. and Harman, G. *Trichoderma & Gliocladium*, volume 1, Basic biology, taxonomy and genetics. Taylor & Francis. 293, 1998.
- KamalaT.; Indira, S.; Chandradev, K. and Kennedy, K. Phylogeny and Taxonomical Investigation of *Trichoderma* spp. from Indian Region of Indo-Burma Biodiversity Hot Spot Region with Special Reference to Manipur. BioMed Research International, Article ID 285261, 21 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/285261>. 2015.
- Lana, T. Caracterização genética e fisiológica de *Crinipellis pernicioso*. Trabajo de grado Doutorem Agronomía (Microbiología Agrícola). São paulo, Brasil. 106, 2004.
- Latha, J. and Mukherjee, P. Molecular characterization of ex-type strains of *Trichoderma* spp. from two Indian type culture collections. BARC Newsletter. 145-149, 2002.
- Lisboa, D.; Santos, C.; Barbosa, R.; Magalhães, O.; Paiva, L.; Moreira, K.; Lima, N. and Souza, C. Requalification of a Brazilian *Trichoderma* Collection and Screening of Its Capability to Decolourise Real Textile Effluent. Int. J. Environ. Res. Public Health 14(4): 373, 2017.
- Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. [en línea]. Rev. Protección Veg. 28(1): 1-11.
- Nordberg, H., Cantor, M., Dusheyko, S., Hua, S., Poliakov, A., Shabalov, I., Smirnova, T., Grigoriev, IV., Dubchak, I. The genome portal of the Department of Energy Joint Genome Institute: 2014 updates. Nucleic Acids Res. D26-31. 2014.
- Oskiera, M; Szczech, M; and Bartoszewski, G. Molecular identification of *Trichoderma* strains collected to develop plant growth-promoting and biocontrol agents. Journal of Horticultural Research. 23(1): 75-86, 2015.
- Sagar, M; Meah, M; Rahman, M and Ghose, A. Determination of genetic variations among different *Trichoderma* isolates using RAPD marker in Bangladesh. J. Bangladesh Agril. Univ. 9 (1): 9-20, 2011.
- Samuels, G.; Chaverri, P.; Farr, D.; and McCray, E. *Trichoderma* Online, [en línea]. Systematic Botany & Mycology Laboratory, ARS, USDA. Disponible en: <http://nt.ars-grin.gov/taxadescriptions/keys/FrameKey.cfm?gen=Trichoderma> [consulta: 22 de enero 2016]. 2013.
- Savitha, M. and Sriram, S. Morphological and molecular identification of *Trichoderma* isolates with biocontrol potential against *Phytophthora* blight in red pepper Pest. Management in Horticultural Ecosystems 21(2): 194-202, 2015.
- Shanmugan, V., Sharman, V. and Ananthapadmanaban. Genetic relatedness of *Trichoderma* isolates antagonistic against *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* inflicting carnation wilt. Folia Microbiol. 53 (2): 130-138, 2008.
- Siameto, E., Okoth, S., Amuqune, N. and Chege, N. Molecular characterization and identification of biocontrol isolates of *Trichoderma harzianum* from Embu district, Kenya. Tropical and Sub tropical agrosystems 13(1): 81-90, 2011.
- Solís, L. y Andrade, A. ¿Qué son los marcadores moleculares?, [en línea]. Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana. Disponible en: <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol18num1/articulos/moleculares/index.htm> Consulta: 13 de jun. 2015]. 18(1), 2005.
- Thul, S; Darokar, M; Shasany, A. and Khanuja, S. Molecular profiling for genetic variability in *Capsicum* species based on ISSR and RAPD markers, [en línea]. Molecular Biotechnology. Disponible en: <http://www.nutrahelix.com/pdf/1.pdf> [consulta: 13 de jun. 2015]. 51(2):137-47, 2011.
- Zhang, C.; Druzhinina I.; Kubicek, C. and Xu, T. *Trichoderma biodiversity* in China: evidence for a North to South distribution of species in East Asia. FEMS Microbiol Lett. 251(2):251-257, 2005.

Vol.
1
1987

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Efectos de tratamientos químicos y físicos en la germinación de kudzu tropical. (<i>Pueraria phaseoloides Benth</i>) - Pérez, A.	3
Estudio de la <i>Fasciola hepatica</i> en el estado Táchira, Venezuela. Incidencia y prevalencias en la zona sur del estado Táchira. - Perruolo, G.; Perdomo, E. y Silva, J.	14
Coleópteros Coprófagos y Necrófagos (<i>Coleoptera: Scarabaeidae</i>) del estado Táchira, Venezuela. - Havranek, D.	20
Utilización de la Cachaza líquida preservada en la alimentación de cerdos en crecimiento y acabado. - Bautista, O.	23
Nuevo Tripanosoma de peces de agua cálidas en Venezuela. (<i>Protozoa kinetoplastida</i>). - Perruolo, G.	32
Algunas consideraciones sobre Paja Cabezona o Maciega (<i>Paspalum virgatum</i> L.) - Pérez, L.; Pacheco, J.	36
Catálogo de los Scarabaeidae (<i>Coleoptera</i>) Coprófagos y Necrófagos, del estado Táchira, Venezuela. - Blanco, J.	39
Diseño y Construcción de un tubo de Calor. - Nieto, O. y Salcedo, R.	47
Análisis experimental de esfuerzos en una cámara de combustión de combustible sólido. - Bortone, C.	54
Evaluación preliminar del factor "C" en la ecuación universal de pérdidas de suelo bajo diferentes prácticas de manejo en el cultivo del café. - Useche, R. y Méndez, J.	67
El Potasio en los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar en el Valle de Ureña, Edo. Táchira. - Gamboa, J.; Núñez, J.; Gamboa, M.	76
Estudio de la calidad de la miel de abeja comercializada en la Ciudad de San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela. - Casanova, R.	82

Vol.
2
1988

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Respuesta del Corocillo <i>Cyperus rotundus</i> L. a la aplicación directa de glyphosato sobre tubérculo. - Pérez, L.	3
<i>Culicoides</i> (Diptera: Ceratopogonidae) del estado Táchira, Venezuela. Parte I. - Perruolo, G.	17
Leguminosas que incrementan el valor nutritivo de algunos pastizales del estado Táchira. - Vera, A.	21
Datos ecológicos para <i>Coloides castanea</i> (<i>Coleoptera: Scarabaeidae: Hybosorinae</i>). - Havranek, D.	31
Catálogo de los Scarabaeidae (<i>Coleoptera</i>) Coprófagos y Necrófagos del estado Táchira, Venezuela Parte II. - Blanco, J.	39
Fraccionamiento del Azufre en algunos suelos pertenecientes al bosque seco montano bajo del estado Táchira, Venezuela. - Gamboa, J.; Chacón, L.; Gamboa, M.	49
Adaptación informacional en la abeja doméstica <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae). - Tapias, O.; Valderrama, N.	55
Eficiencia del riego de la caña de azúcar en el área Ureña - San Antonio. - Torres, S.	65
Factibilidad para la instalación de una planta productora de carbón activado. - Torres, A. y Zambrano, L.	77
Algunos Scarabaeinae neotropicales nuevos o pocos conocidos. - Martínez, A.	85
Odanata del estado Táchira. - De Marmels, J.	91
Aplicación en edafología del paquete estadístico BMDP. 1: Transformación del Superfosfato triple en dos suelos del estado Táchira. - López, A.	113

Vol.
3
1989

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Método heurístico para obtener soluciones básicas a los problemas de transporte en programación lineal. - Porras, R.	5
Caracterización morfológica de algunas especies de <i>Algubo</i> , existentes en Maracay, estado Aragua, Venezuela. - Acevedo, R.	15
Efecto de la materia orgánica en la solubilidad de la roca fosfórica. - Reyes, I.; Gamboa, J.	19
Prevalencia por Geohelmintos en escolares de San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela. - Molina, A.	27
Manejo de un Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiencia. - Barbosa, C.	35
Evaluación de dos fungicidas sistémicos para el control de la Roya del Café. - Escobar, C. y Bustamante, E.	41
Prevalencia de <i>Stefanuros dentatus</i> en cerdos sacrificados en el matadero de San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela. - Morales, O.	47
Morfometría de abejas africanizadas en el estado Táchira, Venezuela. - Perruolo, G.	51
Coleopteros, coprófagos y necrófagos (<i>Scarabaeidae, Silphidae</i>) atraídos a cebos, en bosques venezolanos. - Havranek, D.	55
Estrategia de defensa de la colmena de abejas <i>Apis mellifera</i> , L. (Hymenoptera: Apidae). - Tapias, O.	65

Vol.
4
1990

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Enfermedades parasitarias de las abejas <i>Apis mellifera</i> L. en el estado Táchira, Venezuela. - Casanova, R. y Perruolo, G.	2
Enfermedades parasitarias de las abejas <i>Apis mellifera</i> L. en el estado Táchira, Venezuela. - Casanova, R. y Perruolo, G.	12
Efecto residual a nivel de invernadero de tres rocas fosfóricas del estado Táchira, Venezuela, usando maíz (<i>Zea mays</i> L.) como planta indicadora. - López, A.; Casanova, E.; Chacón, L.; Paz, M.; Guerrero, J.	29
Sensibilidad artística y vocación. - Mora, P.	49
Bionomía de la fauna Anophelica en Socopó, estado Barinas, Venezuela. - Perruolo, G.; Briceño, J.; Briceño, R.; Carter, K.; Gascón, L.; Mazzarri, M.; Segovia, L.; Vizcarrondo, J.; Zerpa, N.	60
Respuesta de la gallinas ponedoras a niveles variables de energía-proteína en la unidad avícola de la UNET. - Romero, I.	73
Separación mecánica y manual de carne y residuos en peces de agua dulce <i>Hoplosternum littoralis</i> y <i>Hoplias malabaricus</i> . - Sánchez, H.	82

Vol.
5
1991

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Diseño y construcción de un fundidor extractor de cera de abejas (<i>Apis mellifera</i> L.) -Báez, F.; Méndez, H.; Casanova, R.; Méndez, J.	1
Análisis micobiológico del queso pasteurizado. -Carreño, M.	11
Identificación de algunos virus de la caraota (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) por métodos serológicos y plantas indicadoras en algunos cultivos en el estado Táchira. -Durán, F.	25
Comportamiento a nivel de invernadero del Biofertilizante PHS frente a otras fuentes de fósforo usando maíz (<i>Zea mays</i> L.). -López, A.; Paz, M.; Chacón, L.; Guerrero, J.	37
Evaluación de la efectividad agronómica residual a nivel de invernadero del biofertilizante PHS usando maíz (<i>Zea mays</i> L.) como cultivo indicador. -López, A.; Paz, M.; Chacón, L.; Guerrero, J.	45
La matemática No-Determinista y la derivación en espacio topológico. -Mirabal, R.	53
Distribución geográfica de las garrapatas que atacan al ganado en el estado Táchira, Venezuela. -Perruolo, G.; Morales, O.; Sánchez, J.	61
Adaptación informacional de la abeja <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae) Parte II. -Tapias, O.; Balderrama, N.	71
Caracterización del proceso de cromado sobre una base metálica. -Duque, L.; Contreras, J.	89
Diseño y construcción de un prototipo de la máquina de fatiga rotativa. -Barrios, J.; Duque, H.	90

Vol.
6
1992

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Tres métodos para controlar la Palomilla de la cera, <i>Galleria mellonella</i> L., en panales almacenados de cera de abejas. -Casanova, R.	15
Escarabajos (<i>Coleoptera. Scarabaeidae</i>) Coprófagos y Necrófagos atraídos a cebos en el estado Táchira, Venezuela. -Havranek, D.	17
Configuración histórica del espacio regional y estrategias para su desarrollo. -Martens, J.	27
El Género <i>Pteridium</i> (<i>Polypodiaceae</i>) en el estado Táchira, Distribución geográfica y comentarios de interés. -Pérez, L.; Pacheco, J.	41
Inventario del nivel de motivaciones de las necesidades de logro, afiliación y poder en los productores de El Nula, estado Apure, Venezuela. -Thielen, J.	51
Pruebas de patogenicidad de <i>Fusarium</i> sp. en plantas de tomate. -Vásquez, R.	67

Vol.
7
1993

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Toxicidad del Néctar de la planta <i>Ryania speciosa</i> Valh (Flacourtiaceae), sobre abejas <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae). -Casanova, R.; Olivares, B.; Mendoza, C.	5
Estructura del Capital total tangible y su relación con la rentabilidad en fincas ganaderas de doble de doble propósito en los municipios García de Hevia y Panamericano del estado Táchira, Venezuela. -Díaz, F.	13
Detección y determinación de taninos en Pulpa de Café secada al ambiente. -González, N.; Ramírez, J.; Aldana, J.; Clifford, M.	23
Incidencia e impacto económico de la despigmentación en un rebaño Brahman registrado. -Montoni, D.; Chacón, M.; Mago, M.	33
El aprendizaje cooperativo y el autoconcepto académico: sus efectos sobre el rendimiento en estudiantes universitarios. -Pernia, I.	41
Distribución geográfica de los Murciélagos (Mammalia: Quiropteros) en el estado Táchira. -Perruolo, G.; Morales, O.	51

Vol.
9(1)
1997

(Edición Especial)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Anatomía / Morfología	1
Biotechnology / Genética	29
Docencia	44
Ecología	46
Etnobotánica	72
Fisiología / Fotoquímica	76
Jardín Botánico	96
Taxonomía / Sistemática	103

Vol.
9(2)
1997

Vol.
10(1)
1998

(Edición Especial)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Gestión educativa en el jardín botánico de Caracas: Un modelo de aula abierta. - Tecenvi, A.	1
Taxonomía y Biodiversidad. - Aristiguieta, L.	4
El nicho ecológico vegetal: de la fotosíntesis al hiperespacio. - Fariñas, M.	8
Taller: Permisología e información sobre fitodiversidad en Venezuela (Workshop: Permission Policy and Information on Phytodiversity in Venezuela). - Gaviria, J.; Zambrano, O.; Silva, A., Castellanos, E., Ruiz, Th.; De Martino, G. y Sánchez, I.	13
La selva de bejucos ejemplo de bosque natural inestable de la Guayana Venezolana: Avance de Investigación. - Hernández, L.	16
Proyecto libro rojo de las plantas de Venezuela. - Llamoza, S. y Rojas, F.	21
Análisis de las técnicas utilizadas en el estudio fenológico de la vegetación. - Ortiz, R.	24
Presentación y conservación de especies en el palmetum del jardín botánico de Caracas, Venezuela. - Stauffer, F.	30
Jardines Botánicos, conservación de la biodiversidad y política ambiental venezolana. Advertencia necesaria. - Trujillo, B.	34
Corredores ecológicos en los andes de Venezuela - Yerena, E.	42

(Edición Especial)

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Bolívar y la Religión Católica. - Ballesteros, L.	29
El sistema socio-económico de Bolívar. - Carrillo, T.	31
Bolívar, política, y ética. - Chávez, A.	35
Bolívar y autonomía universitaria. - Díaz, T.	39
Origen de la sociedad bolivariana - Higuera, G.	43
Bolívar y el poder moral - Labarca, P.	55
Bolívar universitario - Lombardi, A.	77
Bolívar escritor ante el espejo de la crítica - Mora, P.	79
Fundamentos para una charla sobre Bolívar en cuanto que escritor - Paredes, P.	87
Bolívar y la unidad hispanoamericana - Rodríguez, L.	89
Los andinos en el marco de la identidad nacional la independencia por estos Lares - Sandoval, M.	91
Bolívar en San Cristóbal - Villamizar, I.	95

Vol.
8(1)
1999

Vol.
8(2)
1999

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

Comportamiento Agro-Ecológico del <i>Pteridium aquilinum</i> , en el estado Táchira, Venezuela. - Pérez, L.; Pacheco, J.	5
Una respuesta para la Reforma de la Academia de las Universidades - Ramírez, O.	19
Distribución geográfica de <i>Pieridae</i> (Insecta: Lepidóptera) en el estado Táchira, Venezuela. - Rey, F.	37
Inventario de las plantas Medicinales del estado Táchira, Venezuela. - Vera, A.	55

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

Utilización del ramio (<i>Bohemeria nivea</i>) en la alimentación de conejos en crecimiento y engorde. - Bautista, O. y Zambrano, L.	5
Valores en educación superior y su jerarquía de valores en un grupo de estudiantes, universidad nacional experimental del Táchira - Bortone, R.	23
Evaluación del ingrediente activo coumafos para el control de <i>Varroa jacobsoni</i> en colonias con cría de abejas africanizadas (<i>Apis mellifera</i> L.), ubicadas en el municipio montes, estado Sucre -Venezuela. - Casanova, R.; Barrios, L.; Mendoza, C.	45
Relación entre las abejas <i>Apis mellifera</i> L. y la planta "fruta aguacero" <i>Ryania speciosa</i> Vahl., en el Parque Nacional Mochima, municipio Sucre, Estado Sucre, Venezuela. - Casanova, R.	55
Densidad estelar hacia el polo sur galáctico - Molina, R.; Stock, J. y Ontiveros E.	63
Fluctuación poblacional de <i>Lutzomyia</i> spp. (diptera: psychodidae) en zonas endémicas de leishmaniasis en el estado Táchira. Venezuela. - Perruolo, G.; Moncada, A. y Tapias, O.	75

Vol.
12(1)
2000

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Evolución del comportamiento "Grooming" contra <i>Varroa jacobsoni</i> (acarid:dermanicidae) en abejas africanizadas ((Hymenoptera:apidae) en el estado Táchira-Venezuela - Casanova, R.; Hevia, A.	1
Nueva especie de <i>Lepthospaeria</i> Venezolana. - García, E.	11
Caracterización florística de las parroquias Coquivacoa y Olegario Villalobos del municipio Maracaibo, Estado Zulia. - Rey, F.	19
Clasificación automática de espectros estelares tomados con prisma objetivo - Molina, R.	39
Supervivencia de <i>Boophilus microplus</i> en pastizales del estado Táchira, Venezuela - Perruolo, G.	53
Induce de especificidad de la abeja <i>Apis mellifera scutella</i> Latreille, en diferentes meses del año. - Tapias, O.; Monsalve, J.	73
Comportamiento de la roya del café (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk & Br.) sobre nueve líneas de catimor en la finca Tuquerena, Rubio, estado – Táchira. - Vivas, A.; Barragán, G.	93

Vol.
12(2)
2000

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Bledo (<i>Amaranthus spp</i>) como ingrediente en dietas para conejos en crecimiento y engorde. - Bautista, E.; Barrueta, H.	1
Daños causados a <i>Varroa jacobsoni</i> (acarid:dermanicidae) por comportamiento "grooming" de abejas africanizadas (Hymenoptera:apidae) - Casanova, R.	19
Crecimiento y fertilidad post-parto de hembras mestizas lecheras en un rebaño del norte del estado Táchira, Venezuela. - García, J.	29
Fisonomía de la vegetación y especies vegetales de interés pícola, de altos de Paramillo. San Cristóbal, estado Táchira. Venezuela. - Tapias, O.	61

Vol.
13(1)
2001

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Categorías de la identidad corporativa de las instituciones universitarias - Márquez, I.	1
Aplicación de redes neuronales en espectros estelares - Molina, R.; Rosales, M.	13
Evaluación colorimétrica de 28 muestras de miel de abejas <i>Apis mellifera</i> L., provenientes de siete zonas de vida del estado Táchira - Mendoza, L.; Casanova, R.	27
Estudio morfológico de <i>Sclerotium cepivorum</i> Berk, agente causal de la pudrición blanca del ajo - Moreno, I.; Acevedo, R.	51
Uso de recursos localmente disponibles para la construcción de nidos artificiales de abejas sin aguijón (Meliponinae) - Moreno, F.; Cardozo, A.	71
Plan de manejo para la conservación de las abejas sin aguijón (Meliponinae) en explotaciones madereras. Caso explotaciones del sur del estado Portuguesa. - Moreno, F.; Díaz, L.; Cardozo, A.	79
Dinámica poblacional de <i>Culicoides insignis</i> (Diptera:ceratopogonidae) en el estado Táchira. Venezuela - Perruolo, G.	95
Tendencia de vuelo de la abeja <i>Apis mellifera scutellata</i> Latreille. (Hymenoptera:apidae) hacia diferentes sectores geográficos en Altos de Paramillo – Jardín Botánico del Táchira, San Cristóbal – estado Táchira - Tapias, O.	113

Vol.
14(1)
2002

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Evaluación de la producción de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) y ajo porro (<i>Allium ampeloprasum</i>) asociados a la cobertura vegetal muerta con un mínimo manejo agronómico - Contreras, O. y Moreno, F.	1
Florae herbariorum tachirenses N° 1: nomina acanthaceae. - García, E.; Tapias, O.; Monsalve, G.; Marciano, E.; Acuña, E.	11
Caracterización taxonómica de la biótica líquénica del jardín botánico del Táchira, San Cristóbal. Edo. Táchira. Venezuela. - García, M.	26
Caracterización y actividad antimicrobiana del aceite esencial de las hojas de <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl) A. Gray. - González, N.; Sánchez, F.; Usubillaga, A.	45
Validación de un biosensor para la detección de mastitis a través de la conductividad eléctrica. - Zambrano, S.; Acosta, F.; Contreras, C.	55

Vol.
14(1)
2002

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Estudio comparativo de las soluciones analítica y numérica para la conducción de calor bidimensional en el estado estable en una pared compuesta - Arévalo, R.	1
Medidor de flujo basado en el principio de disipación de calor - Contreras, C.; Rodríguez, J.; Di Sipio, R.; Tarazona, J.; Contreras, J.	11
Automatización de un sistema híbrido: tres tanques y un surtidor. Parte I: Ingeniería Conceptual e Ingeniería Básica. - Montilla, M.	24
La investigación en la carrera de arquitectura-UNET: Elementos para su análisis. - Vivas, F.	43

Vol.
15(1)
2003

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Una infraestructura para la difusión de conocimiento en las PYME - Carpio, M.; Pérez, L.	1
Evaluación de parámetros sanguíneos indicadores de metabolismo energético y proteico en hembras Brahman, en la Hacienda Santa Rosa, estado Táchira. Venezuela - Mora, R.; Moreno, C.	11
Análisis de proantocianidinas en commelinaceae en el Estado Táchira. Venezuela - Arnaude, O.; González, N.	41
Evaluación de la inseminación instrumental y la fecundación natural medida a través de la efectividad de postura en abejas reinas (<i>Apis mellifera</i>) - Carvajal, C.; Ochoa, A.; Casanova, R.; Cárdenas, A.	49
Reporte de caso de infección por adenovirus bovino tipo 3 asociado a <i>Mycoplasma Boris</i> en la zona norte del estado Táchira - Moreno, C.	61

Vol.
15(2)
2003

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Identificación de patógenos causales de diarrea en terneros en la zona norte del estado Táchira. Venezuela - Mora, R.; Moreno, C.	1
El proceso de preincubación en el modelo de incubación UNET. - González, L.	9
Concentraciones minerales en suero sanguíneo de hembras bovinas Brahman en una finca del sur del estado Táchira, Venezuela. - Depablos, L.; Moreno, C.	17
Comportamiento productivo y reproductivo de búfalas Murrah en tres explotaciones lecheras del estado Táchira. Venezuela. - Zambrano, R.; Contreras, R.	35
Evaluación de la efectividad de la postura en abejas reinas de genotipo italiano <i>apis mellifera ligustica</i> y genotipo africanizado <i>apis mellifera</i> L. - Ochoa, H.; Carvajal, G.; Casanova, R.; Cárdenas, I.	45

Vol.
16(1)
2004

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Estimación del volumen ventricular izquierdo usando algoritmos genéticos - Bravo, A.	1
Sistema de información decisión de la unidad de admisión de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. Venezuela. - Marrero, C. y Moreno, T.	7
Nueva calibración de un método de clasificación estelar - Molina, R.	17
Establecimiento de un plan estratégico prospectivo para la proyección turística del estado Táchira, Venezuela. - Madriz, D.; Ramírez, B.	24
Normalización y estandarización del protocolo para propagación <i>in vitro</i> de mora de castilla (<i>rubus glaucus</i>) - Solórzano, C.; Linares, S.; Marante, R.	44
Disolución <i>in vitro</i> de fosfatos por hongos del género <i>penicillium</i> aislados de suelos del yacimiento fosfático "monte fresco", estado Táchira, Venezuela. - Valdiz, Z. y Reyes, I.	51

Vol. 16(2) 2004

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

- El poder político y el poder militar en Venezuela
- **Porras, C.**
- Pulpa de café ecológica ensilada con melaza en dietas para conejos (*oryctolagus cuniculus*) destetados
- **Bautista, O.; Álvarez, I.; Barrueta, H.**
- Efecto del ácido oxálico en el control de *varroa destructor* (*acarid:dermanicidae*) en colonias de abejas africanizadas *apis mellifera* (hymenoptera: apidae).
- **Casanova, R.; Uzcátegui, F.; Bracho, R.; Albarracín, L., Grad, N.; Perruollo, G.; Tapias, O.**
- Crecimiento y edad al primer celo de novillas mestizas Holstein levantadas en módulos de pastoreo con suplementación
- **García, A.**
- Caracterización físico – química en quesos blancos semiduros no pasteurizados, expendidos en la zona norte del estado Táchira
- **Colmenares, M.; Zambrano, M., Galiano, S.**

Vol. 17(1) 2005

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

- Implementación del método Simplet en un programa de elementos finitos basados en volúmenes de control
- **Torres, M.; Reyes, M.; Escalante, H.**
- Potencialidades productivas del estado Táchira, Venezuela.
- **Madriz, D.; Ruiz, B.; Castillo, E.; Niño, L.; Márquez, M.; Parra, M.**
- Uso de patentes para la determinación de tendencias tecnológicas. Caso de estudio: nanotecnología.
- **Amador, B.**
- Amaranthaceae del herbario Juan José Pacheco de la Universidad del Táchira, Venezuela
- **Monsalve, J.; Tapias, G.; Acuña, E.; Zapata, S.**
- Evaluación del efecto de dos programas de fertilización sobre el comportamiento de pasto estrella (*cynodon nlemfuensis*) en el periodo de lluvias en una finca comercial
- **Castellanos, L.; Chacón, C. y Moreno, A.**
- Valor nutritivo del pasto *brachiaria humidicola* (rendle) schweick a diferentes edades en condiciones de bosque seco tropical
- **Rodríguez, N.**

Vol. 17(2) 2005

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

- Nodulación de quinchoncho *cajanus cajan* por rizobios disolventes de fosfatos de calcio aislados de leguminosas del estado Táchira
- **Reyes, I.; Alcedo, Y.**
- Caracterización microbiológica y vida útil de la cuajada ácido láctica obtenida a partir de leche pasteurizada
- **Rivas, F.; Zambrano, M.; Galiano, S.**
- Caracterización bromatológica de la cuajada láctica obtenida a partir de leche pasteurizada
- **Zenini, S.; Galiano, S.; Zambrano, M.**
- Utilización de la pulpa de café ecológica ensilada y deshidratada en la alimentación de conejos *oryctolagus cuniculus* en crecimiento y engorde
- **Barrueta, E.; Enderson, CH.; Bautista, O.**
- Sustentabilidad y educación ambiental para docentes de educación básica y diversificada utilizando indicadores ambientales en la cuenca del río Táchira - Venezuela
- **Sánchez, F.; Reyes, I.**
- Sistema de adquisición dedicado a la obtención de señales cardiovasculares utilizando el computador como herramienta de monitoreo y registro
- **Granda, F.**
- El recurso humano en la PYME del estado Táchira
- **Cardozo, N.; Infante, C.; Pérez, F.; Ugueto, M.**

Vol. 18(1) 2006

TÍTULO DEL ARTÍCULO

Págin

- Concentración de nitrógeno ureico en leche (nul) bovina durante la lactancia en una finca al norte del estado Táchira
- **Moreno, C.; Mora, R.; Amaya, F.; Olivares, R.**
- Detección de *listeria* spp. en quesos blancos semiduros comercializados en San Cristóbal estado Táchira
- **Carrillo, L. y Zambrano, M.**
- Asociación de cultivos hortícola de hoja (*Lactuca sativa*, *Allium ampeloprasum* y *Coriandrum sativum*) con uso de cobertura vegetal muerta
- **Carrillo, L. y Zambrano, M., Moreno, F.; Contreras, O. y Bracho, B.**
- Efecto de la polinización artificial en el cuajado de frutos de la guanábana (*Annona muricata* L.) en la zona norte del Estado Táchira
- **Porras, D.; Briceño, W. y Molina, A.**
- SGA-V: implementación en VHDL'93 de un algoritmo genético simple
- **Niño, J.; Amaya, J.**
- Diagnóstico gerencial de la PYME tachirense. zonas Puente Real-La Ermita y Santa Ana-Rubio-Capacho
- **Madriz R., D.; Castillo P., E.; Márquez G., M.; Niño M., L.; Molina M., J.; Moreno M., M.; Quiroz V., Y.**
- Diagnóstico de la pequeña y mediana empresa manufacturera del estado Táchira bajo la norma COVENIN 1980-89
- **Márquez, G. M.; Niño, M. L.; Madriz, R. D.; Castillo, P. M.**
- Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado de san cristóbal edificaciones públicas y esenciales, lapso 1900- 1945
- **Casanova, B.**
- Adobe: tecnica constructiva, confort y ambiente
- **Useche, I.; Durán, J.**
- La vivienda indígena en el Táchira, respuesta constructiva y ambiental
- **Villanueva, L.**
- Residuos sólidos: propuestas ecotecnológicas para la industria de la construcción
- **Useche, I.; Martínez, A.; Suárez, N.; Contreras, J.; Zapata, J.**

Vol. 18(2) 2006

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Diseño de cartilla para la construcción de un modelo de vivienda en los páramos tachirenses - Delgado, D.; Useche, I.	103
Aproximación inicial a las implicaciones ambientales del crecimiento residencial, municipio independencia, Estado Táchira - Durán, J.	110
Concepto de renovación urbana en la planificación del área central de San Cristóbal - Pérez de M., T.	117
Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado de san cristóbal edificaciones públicas y esenciales, lapso 1900- 1945 - Casanova, B.	125
La bioclimática como herramienta en la intervención de edificaciones patrimoniales: "El Balcón de Bolívar" - Sánchez, S.; Ramírez, S.	134
Planificación ergo deterioro ambiental en méxico - Cabrera, V.; Tenorio, L.; Luna, J.	143
Arquitectura y desarrollo - Mosquera, J.	152
Implementación de materiales didácticos de apoyo para la enseñanza y aprendizaje del idioma ingles - Cañas, L.	162
Propiedades fractales de patrones de crecimiento en el modelo DLA mediante automatats celulares - González, J.; Rivera, H.; Tucci, K.	173
Herramienta para el procesamiento y visualización de la señal EEG - Guillén, B.; Timaure, R.; Cuadros, J.	181
capacidades tecnológicas de la pyme del sector textil del ESTADO Táchira - Amador, B.; Bautista, G.	193
Proceso de implantación de las nuevas tendencias de mantenimiento en procesos productivos - Zambrano, S.; Leal, S.	181
Simulación computacional de la hidrodinámica del flujo incompresible a través de un codo - Torres, S.; Torres, M.; Escalante, H.; Rosales, W.	212

Vol. 19(1) 2007

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Variables de medición del impacto socioeconómico de la implementación de sistemas fotovoltaicos autónomos Fumo, N.; Villamizar, P.	1
Comunicación entre InTouch® de Wonderware® y el PIC16F877 Contreras, C.; Contreras, A.; Peñaranda, N.	7
Revision documental exploratoria sobre los factores que inciden en el proceso innovativo de la pyme manufacturera venezolana Márquez, A.; Ruiz, B.	15
Construcción de un equipo para la instalación del armamento del helicóptero AS532 COUGAR Laya, A. 1; Bustamante, J. 2; Duran, D. 2; Hernández, J2.	25
Implementación del protocolo DNP3.0 para una unidad de monitoreo de variables eléctricas de potencia Contreras, C.; Zambrano, U.	33
El sector panadero, una alternativa de desarrollo para el Estado Táchira Cardozo, N.; Infante, C.; Pérez, F. y Ugueto, M.	38
Prevalencia de Balantidium coli (ciliophora:bursariidae) en cerdos del matadero municipal de San Cristóbal Estado Táchira Venezuela Bonilla, M. ; Perruolo, G.	50
Evaluación del proceso de polinización de algunos cultivos comerciales y estimación del rendimiento frutícola Salamanca, G.1; Casanova, R. 2; Osorio, M.	58
Nivel de preparación hacia la red de las alcaldías venezolanas, en su función administrativa como prestadora de servicios públicos Núñez, E.	69
Flora y vegetación de bosques húmedos montanos bajos del Parque Nacional Chorro el Indio. Táchira. Venezuela Monsalve, J1. Zapata, S2. Tapias, G3. Acuña, E4.	79

Vol. 19(2) 2007

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Clasificación espectral cuantitativa. redes neuronales artificiales en el análisis de estrellas gigantes K-M. Molina, R.	80
Evaluación de fluidos refrigerantes no perjudiciales al medio ambiente Salerno, D.	87
Implementación de laboratorios de instrumentación y control a distancia Chacón, R.	95
Algoritmo para la resolución de problemas numéricos con satisfacción de restricciones Rodríguez, D.	105
La intención de crear empresas de los estudiantes de la UNET próximos a graduarse Labarca, I.; Pérez, L.	111
Desarrollo de un microbot móvil autónomo Andrickson, J.; Yáñez, J.	120
Análisis de incertidumbre para una placa orificio según el método de COLEMAN- STEELE Alvarado, M.; Méndez, D.; Torres, M.; Escalante, H.; Rosales, W.	127
Alienación, neoliberalismo y derechos humanos Weky, L. Balbo, J.	133
Mejoras en la calidad de la producción artesanal del bloque hueco de concreto (BHC) Villanueva, L.	140

Vol. 20(1) 2008

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Clasificador difuso neuronal aplicado a casos de enfermedades hepatobiliares representadas por datos con patrones solapados Chacón, J.; Volcanes, R.; Lamed, C.	1
Características de experiencias en redes empresariales de pyme's del estado táchira Cardozo, N.; Pérez, F. y Ugueto, M.	11
Diseño básico de un ciclo rankine con fluido orgánico para una estación de flujo petrolera Velázquez, L.; Torres, M; Rodríguez, P; Escalante, H; Rosales, W.	23
Cuadro de mando integral en los procesos gerenciales de la empresa compañía anónima de administración y fomento eléctrico (CADAFE) Cabeza, Maria A.; Cabeza, Maria E.	32
Propuesta para el mejoramiento de la calidad de la enseñanza en la asignatura ingeniería de la producción I Márquez, M. y Niño, L.	41
El control metacognitivo y los mapas conceptuales para facilitar la comprensión de estructuras conceptuales complejas Ramírez de M., M.; Aspée, M.; Sanabria, I.; Tellez, N.	51
Los barrios de ranchos en el eje Palmira-San Josecito. rol urbano García, N.	62
Madurez vocacional y perfil de valores humanos en estudiantes universitarios que se cambian de especialidad Bortone, R.	72

Vol.
20(2)
2008

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Metodología para el análisis dinámico de válvulas cardíacas artificiales usando el método de los volúmenes finitos Torres, M.; Reyes, M.; Escalante, H.; Rosales, W.	73
Gestión de recursos humanos por competencias, camino para el direccionamiento estratégico de empresas. caso de estudio Cardozo, N.; Ugueto, M.; Infante, C.	79
Biodiversidad asociada con el género <i>lymnaea</i> lamarck 1801 (<i>lymnaeidae</i> : pulmonata: gastropoda), en los andes venezolanos Chacón-Ortiz, A., Guerrero, Ch. y Tovar-Rodríguez, W.	87
Culicoides travassosi forattini, 1957 (díptera:ceratopogonidae): nueva especie para VENEZUELA Perruolo, G.	95
La aplicación de estrategias de aprendizaje, deducidas e inducidas, en la comprensión lectora de inglés: pregrado de ingeniería de la Universidad Nacional del Táchira Cañas, L.	99
Sistema estructural itinerante para la atención de desastres Cánovas, J.; Marcano, M.; Villanueva, L; Rivas, N. y Murzi, H.	106
Manual para la implementación de un sistema de gestión ambiental en mataderos municipales Lara, M.; Cabeza, M.; Espinosa, C.	117
SAN CRISTÓBAL: de la metrópoli imaginadaa la metrópoli real Mogollón, L.	125

Vol.
21(1)
2009

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Caos colectivo en redes de pequeño mundo González-Estévez, J.; Cosenza, M.	1
Modelo de intercambio económico en una sociedad estratificada con interacciones locales Herrera, J. ; Cosenza,M.; Tucci, K.	8
Auto-organización en redes AD-HOC Albornoz, J.	14
Coexistencia de temperaturas granulares diferentes en una capa granular fluidizada Trujillo, L.; Roca J.; Sigalotti Di G. L.	25
Estimación de la dimensión fractal en series de tiempo de la frecuencia cardíaca fetal Ortega, J.; Infante, S.; González, X.	35
Optimización de la conectividad de redes de mapas acoplados mediante un algoritmo genético Estévez, R.; Tucci K.	46
Efecto de la densidad de vehículos de transporte público en la fluidez del tráfico: un modelo autómatas celular Márquez, J.	56
Emergencia de redes de pequeño mundo en sistemas coevolutivos de mapas caóticos acoplados Chipia, M.; Cosenza, M.	60

Vol.
21(2)
2009

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Modelado del desempeño de catalizadores de mo en hds de tiofeno empleando redes neuronales Méndez, P.; Sánchez, N.; Calafat, A.	61
Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de <i>lippia micromera schauer</i> que crece silvestre en el Estado Táchira. Venezuela González de C. N.; Pallares, J.; Ramírez, T.; Alarcón, L. Velasco, J.; Usubillaga, A.	69
Aspectos técnicos en las empresas productoras de piezas de fundición gris del Estado Táchira Peña, M.; Fuentes, J.; Gallardo, J.	76
Competencias genéricas del académico UNET: una herramienta de gestión del recurso humano Cardozo, N.; Ugueto, M.; Infante, C.; Pérez, F.; Guerrero, Y.; Guerra, K.	81
Simulación y análisis de flujo transversal a través de banco de tubos en línea usando el programa CFX Díaz, M.; Guerrero, M; Rojo, J.	93
Diseño instruccional de la asignatura metodología de la investigación Balbo, J.	101
Efecto de <i>Trichoderma</i> spp. en el control de <i>Plasmodiophora brassicae</i> en plantas de coliflor Becerra, C. y Acevedo, R.	107
Establecimiento del programa de transferencia de embriones en fresco en una finca del Estado Táchira Venezuela Montilla, J. Maldonado, J. Urdaneta, A. Garcia, J. Acosta, B.; Moreno, A. Olivares, R. Zambrano, R.	115

Vol.
22(1)
2010

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
AGROPECUARIA Desarrollo de <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) en café pergamino con tres niveles de humedad, en condiciones de laboratorio Salazar, M.; Reyes, J.; Vivas, A.; Sánchez, J. Caracterización microbiológica y físico química del fermento utilizado en la elaboración del pan andino en Venezuela Vonasek, S.; Zambrano, M. Efecto de la fertilización química y orgánica en el rendimiento de mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth) Briceño, W.; Omaña, R.	1
INDUSTRIAL Modelado y simulación del funcionamiento de una celda de combustible PEM para uso automotriz Posso, F.; Duque, W. Propuesta para la evaluación y mejoramiento de los métodos de trabajo en la PYME Márquez, M.; Pérez, F. Diseño de bloques incompletos balanceados aplicando búsqueda Tabú Rodríguez, D. Reingeniería del Sagaj para su ejecución en la Grid Castro, J.; Casique, D.; Amaya, J.	25
EXACTAS Identificación y evaluación de los impactos ambientales en el proceso de producción de etanol Araujo, E.; Carrero, D.	34
	43
	51
	60

Vol.
22(2)
2010

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
AGROPECUARIA Determinación de biomasa forrajera en residuos de cosecha de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp. híbrido) Moreno, A.¹; Cárdenas, L.; Zambrano, R.²; Darghan, E.¹; Delgado, L.²; Montilla, J.²	68
INDUSTRIAL Análisis de las capacidades locales de innovación en el estado Táchira Márquez, Alexandra; Pérez, Laura	74
EXACTAS Actividad reproductiva de <i>Hypsiboas lanciformis</i> COPE, 1870 (AMPHIBIA: ANURA: HYLIDAE) en los Andes de Venezuela Tovar-Rodríguez, William¹; Chacón-Ortiz, Andrés¹ y De Jesús-Duran, Rosa² Determinación taxonómica del orégano silvestre y sus relaciones ecológicas en la mina de Lobatera - Táchira - Venezuela Zapata, Yurli¹; Tapias, Omar¹ Seroprevalencia de <i>Toxoplasma gondii</i> (protozoo: sarcocystidae) en cerdos del matadero de San Cristóbal Táchira Venezuela Calderón, Yolimar¹; Perruolo, Gustavo¹	87 96 103
SOCIO HUMANÍSTICO La casa – patio, variaciones tipológicas en los núcleos urbanos del Táchira, Venezuela Casanova, Betania	108

Vol.
23(1)
2011

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
INDUSTRIAL ¿Existe responsabilidad social en las universidades? Infante, Cora Propuesta de gestión para el financiamiento a corto plazo en la PYME metalmeccánica del municipio San Cristóbal del estado Táchira Parra, Maira; Ruiz, Bianey; Madriz, Delia; Castillo, Elizabeth	1 9
SOCIO HUMANÍSTICO El área metropolitana de San Cristóbal. Aspectos demográficos y de división político-territorial Mogollón, Ligia Residuos de la construcción y nuevos componentes Constructivos-Ecomaterial Zapata, José G.	17 25
AGROPECUARIA Evaluación del comportamiento higiénico (CH) en poblaciones de abejas africanizadas <i>Apis mellifera</i> (L.) en Portuguesa-Venezuela Casanova, O. Raúl; Cárdenas, Iván; Albarracín, Luis Prevalencia y carga parasitaria de cultivos de cachamay (<i>Colossoma macropomum</i> CUVIER, 1818 X <i>Piaractus brachipomus</i> CUVIER, 1818) Ramírez-Mora, José Nobel¹; Eslava-Mocha, Pedro René; Agudelo, Eddy	31 36
EXACTAS Mejora del proceso de destilación artesanal para la producción de etanol Herrera, Juan Pablo.; Padilla, Victoria; Cárdenas, Mayrin; Carrero, Yvan; Alayón, Mario Complejidad estadística en series temporales: aplicación a señales EEG Escalona-Morán, M.;¹ Molina, L. A.;² Cosenza, M. G. Influencia de la topología en la distribución de riqueza en un modelo determinista de intercambio económico ¹ González-Estévez, J.;² Cosenza, M. G.;³ López-Ruiz, R.;⁴ Álvarez-Llamoza, O.	46 53
	61

Vol.
23(2)
2011

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
INDUSTRIAL Caracterización del proceso innovativo de las pequeñas y medianas empresas metalmeccánicas del estado Táchira Márquez, Alexandra; Mora, Yurby Como toman decisiones los empresarios exitosos Castillo, Elizabeth Modelado del efector final del robot alacrane para el contacto con el suelo García, Marcey¹; Martínez, Jorge²; García-Cerezo, Alfonso³ Consideraciones para el fortalecimiento de las competencias emprendedoras en el estudiante UNET Díaz, Manuel¹; Madriz, Delia² Marco integrador para el desarrollo de equipos de alto desempeño. Caso: unidad de investigación de la UNET Ugueto, Martha y Cardozo, Neyda La generación de electricidad en zonas rurales de latinoamerica utilizando celdas de combustible Posso, Fausto EXACTAS Efecto de los agroquímicos sobre las propiedades biológicas en suelos del estado Táchira Ramírez, Tibilay; González, Nélica; Meza, María; Pallares, Johana SOCIO HUMANÍSTICO Política social en el IX plan de la nación y el plan de desarrollo económico – social 2001-2007 Weky, Luis AGROPECUARIA Evaluación de la fertilización nitrogenada sobre oferta y composición química de pasto azul (setaria anceps) ²Zambrano, Ramón; ¹Montoya, Betty; ²Zambrano, Arlinda; ³Moreno, Alejandro; ¹Montilla, Juan	69 79 88 101 110 122 132 140 148

Vol.
24(1)
2012

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Propiedades mecánicas de la fundición gris producida por empresas del Táchira, Venezuela Peña, Milexa¹; Fuentes, José¹; Gallardo, José²; Zapatero, José³ El trabajo académico del estudiante UNET. Impacto y pertinencia Pérez, Freddy; Ugueto, Martha; Cardozo, Neyda Diagnóstico gerencial de la microempresa manufacturera del estado Táchira, Venezuela Márquez, Mervin; Madriz, Delia; Sierra, Maritza; Parra, Maira Arquitectura de Automatización Basada en Holón Industrial Andrickson, José¹; Chacón, Edgar². Amaya, Jhon³; Pabón, María⁴; Ramírez, Alba⁵ Ambiente organizacional en las unidades académicas de la UNET Sánchez, Lilian; Guerra, Karina; Ugueto, Martha; Muñoz, Miguel; Cardozo, Neyda; Pérez Freddy; Infante, Cora Estudio comparativo de la influencia del abastecimiento de agua en las actividades económicas de la Fria, Venezuela y Mairena del Aljarafe, España Lara, Mayra¹; Cárdenas, Ana¹; Zambrano, Lisbeth¹; Navarro, Jesus² Mapas conceptuales y manipulación sensorial de modelos físicos elementales: una estrategia para la enseñanza-aprendizaje de dinámica rotacional Téllez, Neira¹; Ramírez, María¹; Sanabria, Irma¹; Aspeé, Mario¹ Tripleto de Ca II como calibrador de los parámetros atmosféricos T _{eff} , Log (g), [Fe/H] Molina, Ramón	1 13 21 31 45 55 63 75

Vol. 24(2) 2012	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
AGROPECUARIA	Producción de etanol en cultivos de caña de azúcar en fase plantilla (<i>Saccharum spp. híbrido</i>) Labrador, José¹; Contreras, Quiliano²; Hernández, Edith³; Herrera, Juan¹; Alayon, Mario¹; López, Yulixe²; Márquez, Leonardo, y Becerra Yohana³	90
	Vida productiva en un rebaño bovino doble propósito en Venezuela. I. Modelo de Cox Zambrano, Ramón¹; Chirinos, Zuleima²; Bracho, Belkys²; Yáñez, Luis¹; Vito, José¹; Moreno, Alejandro¹	98
	INDUSTRIAL Modelo de optimización de sistemas de eventos discretos utilizando redes de Petri Durán, Nelson	105
EXACTAS	Programación lineal ante el reto de la transcomplejidad del proceso de producción de quesos Morris, Lloyd.; Salazar, Olga.; Quiñones, Yeanette	113
	Germinación y desarrollo de <i>Lippia micromera</i> Schauer en el sector Cazadero Minas de Carbón de Lobatera, Táchira- Venezuela Zapata Yurli; Tapias Gabriel	121
	SOCIO HUMANÍSTICO Macrosectorización del riesgo de inundación en la cuenca del río Torbes Useche, Ivan; Chacón, Leandro; Criollo, Rosa; Salas Zulay	127

Vol. 25(1)	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
INDUSTRIAL	Enfoque para la reconstrucción del ventrículo izquierdo en angiografía rotacional por rayos X Bravo, Antonio¹ y Medina, Rubén²	1
	El rol de la universidad en el desarrollo de interacciones con el entorno productivo González, Yanireth; Márquez, Alexandra; González, Salvador	19
	Arquitectura de control en labview para laboratorio de control, mediante plc twido Andrickson, J.; Ramírez, A.; Pabon, M.; Barón, G.; Rangel, J.	28
EXACTAS	Desempeño ambiental de la agroindustria rural de caña panelera en el municipio Junín, estado Táchira, Venezuela Solórzano C., C.; Carrero, Y.; Padilla, V.; Alayón, M. y Herrera, J.	38
	Efecto de <i>Trichoderma</i> , de sus metabolitos no volátiles y extractos de plantas sobre <i>P. brassicae</i> Becerra C., C.; Escalante O., M. y Pérez R., M.	46
	Contaminación por parásitos caninos de importancia zoonótica en playas del estado falcón, Venezuela Perruolo, L. Gustavo; Chacon-Ortiz, Andres; Agudelo, Eddy; Orellana, Andrés; Tovar, William	54
EXACTAS	Empleo de programas en labview para la dilución y mezcla de bebidas alcohólicas artesanales Herrera, Juan Pablo.; Padilla, Victoria; Moreno, Mayerllyn	58

Vol. 25(2)	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
2013	Responsabilidad Social Universitaria La agricultura ecológica y su impacto socio-ambiental en agrosistemas de café. Caso de estudio: Cooperativa Quebrada Azul, municipio Andrés Bello, estado Mérida (Venezuela) Castillo, Maicol y López, Roberto	1
	Diseño de estrategias de neuromarketing para la Universidad Nacional Experimental del Táchira Pacheco, Mónica del Carmen	13
	Fortalecimiento de la responsabilidad social universitaria en los docentes de la UNET Rodríguez, Karena	20
2014	Orientación educativa y responsabilidad social universitaria garantía para la consolidación de una carrera profesional Delgado Muñoz, Ana Rita	28
	Análisis de la aplicabilidad de los derechos humanos: desde una mirada internacional, nacional, local y del consultorio jurídico - Universidad Simón Bolívar, extensión Cúcuta Illera, Mercedes	37
	Comunidades de aprendizaje para el desarrollo de la agroindustria rural en caña panelera del estado Táchira Solórzano, Carmen Sol; Carrero, Yvan; Padilla, Victoria; Herrera, Juan ; Alayón, Mario y Vivas, Marisabel	45
2015	Entornos Virtuales Software educativo para la integración en la lectura de niños con discapacidad visual (baja visión) Fernández, Luisenia	56
	Problemas de contextualización de transferencia de conocimiento virtual entre países: un estudio de caso Vega, Lurelis; Rondón, Blanca; Matos, Nixdor; Berrios, María del Socorro; Monsalve, Trina	61
	Transdisciplinariedad en las Ciencias Sociales Escritura académica, una práctica transdisciplinaria y colaborativa Guerrero, Rosmar; Guerrero, Nathalia	68
2016	Actitud de los docentes de ciencias básicas ante la incorporación de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje Ramírez, Grellys; Vivas, Marisela	73
	Configuración del patrón cognitivo en la elaboración del proyecto de investigación Rondón, Blanca; Sánchez, Marina; Berrios, María; Bastidas, Trina; Matos, Nixdor	83
	La síntesis estereognóstica como definición de la transdisciplinariedad Miguel Martínez Miguélez	91

Vol. 26(1)	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
2014	AGROPECUARIA Validación de un Protocolo de Plastinación como una técnica alternativa para la preservación de material biológico en el Laboratorio de Anatomía Animal de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. Pernia, Jazael; López, Alejandro; Acosta, Bladimiro	1
	SOCIO HUMANÍSTICO Intervención de frentes de agua urbanas en América Latina. Principios de sostenibilidad Ruiz Ferrer, Isis; Pérez de Murzi, Teresa	8
	Tutorial de Metodología de la Investigación, dirigido a estudiantes de Ingeniería Informática de la UNET Ruiz, Yovanni; Moreno, Teresa; Leguizamón, Andrés y Velandia, Rocio	20
2015	Diagnóstico de la asignatura Geometría Descriptiva para diseñar un material de instrucción basado en TIC Machado González, José Ramón	34
	Caracterización de residuos y desechos sólidos de la Clínica Médico-Odontológica del Instituto de Previsión Social del Personal Académico de la UNET (IPPUNET) Carrero, Darcy; Peña, Luimart; Rangel, Zulay; Paz, Martin y Rodríguez, Karena	42
	INDUSTRIAL Influencia de la Extensión Universitaria UNET en el desarrollo endógeno del estado Táchira Guerrero, Yadira y Ramírez, Jenny	53
2016	CIENCIAS EXACTAS Carbonatos Orgánicos Cíclicos como Monómeros: Síntesis y Caracterización Monsalve, Meribary; Contreras, Jesús	67
	Calibración de un Algoritmo para la determinación de periodos en Estrellas Variables Periódicas Velásquez, Raúl; Vivas, A. Katherina y Sánchez, Néstor	80

Vol.
26(2)
2014

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
AGENDA HÁBITAT. INDICADORES CLAVE DE VIVIENDA PARA EL MUNICIPIO SAN CRISTÓBAL, ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA García, Norma; Pérez, Teresa	91
CARACTERIZACIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA Márquez, Alexandra; Ruiz, Bianey	101
SIMULACIÓN TRIDIMENSIONAL MEDIANTE EL SOFTWARE ANSYS CFX 12.1 DEL FLUJO DE AIRE A TRAVÉS DE LA CAVIDAD DE UN PERFIL 2415-3S CON UNA SERIE DE ÁLABES INTERNOS Mendoza, Luis D.; Velázquez Araque, L.; Casanova, Jesús	111
POLÍTICA SOCIAL EN EL IX PLAN DE LA NACIÓN Y EL PLAN DE DESARROLLO ECONÓMICO – SOCIAL 2001-2007 Weky, Luis	119
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE FRUTOS DE <i>Swinglea glutinosa</i> (Blanco) Merr González de C. N.; Araque, C.; Montilva, Z.; Velasco, J. y Usubillaga, A.	127
EVALUACIÓN DE LA COMPATIBILIDAD MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA ENTRE AISLAMIENTOS DE <i>Trichoderma</i> spp. Becerra Claudia; Escalante, Mayra y Galvis, Johana	133
RECONOCIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LOS PLATANILLOS DE LA FAMILIA HELICONIACEAE EN EL ESTADO TÁCHIRA Acuña, Elsie; Tapias, Omar; Zapata, Yurli	142
DIPTEROS FORETICOS DE <i>Dermatobia hominis</i> (Linnaeus Jr., 1781) EN PEDRAZA, MUNICIPIO SAN CRISTÓBAL, ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA Perruolo, L. Gustavo; Chacón-Ortiz, Andrés; Agudelo, Eddy; Orellana, Andrés y Tovar, William	154

Vol.
27(1)
2015

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA VARIACIÓN DE PARÁMETROS DIMENSIONALES SOBRE LOS ESFUERZOS SOPORTADOS POR ENGRANES RECTOS Vivas, Josue; García, J. Marcey	1
LA GERENCIA DE PROYECTOS COMO HERRAMIENTA DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Salazar Herrera Olga Jasmin; Morris Molina Lloyd Herbert; Castillo Romero Doris Yorlet; Guglielmi Ovalles Indira Isolina; Quiñónez Valdez, Yeanette Beatriz	14
REQUERIMIENTOS DEL ENTORNO SOCIOLABORAL PARA LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES Ugueto, Martha; Madriz, Delia	25
PLAN ESTRATÉGICO DE EXTENSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL EN EL MUNICIPIO RANGEL DEL ESTADO MÉRIDA – VENEZUELA Zambrano R. Fernando; Vivas L.; Cañas A.	41
EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y EL ESTADO NUTRICIONAL DE UN CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR BAJO FERTIRRIGACIÓN EN EL PERIODO DE PLANTILLA Moreno, Alejandro; Molina, José A.; Darghan, Enrique; Montilla, Juan; Zambrano, Ramón	53
EVOLUCIÓN DE LAS REDES VIARIAS DE LOS ALREDEDORES DE SAN CRISTÓBAL. EFECTOS EN LA CONFORMACIÓN METROPOLITANA CONTEMPORÁNEA Mogollón de Márquez, Ligia Esther	60
ANÁLISIS QUÍMICO EN LA ESTRELLA GIGANTE HD 206066 Molina, Ramón E.	70

Vol.
27(2)
2015

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
ELEMENTOS MOTIVACIONALES DEL DESEMPEÑO LABORAL: DIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA. Carrero, María; Márquez, Alexandra; González, Yanireth	85
PROPUESTA DE MIGRACIÓN A IPV6 PARA UNA RED DE COMUNICACIÓN DE DATOS. CASO DE ESTUDIO RED UNET Monsalve, Norma; Amaya, Jhon; Reyes, Douglas; Pernia, Edgar	97
ECOSISTEMAS DEL ESTADO TÁCHIRA COMO ESPACIOS PARA LA ENSEÑANZA EN BIOLOGÍA. Chacón-Ortiz, Andrés; Tovar, William; Perruolo, Gustavo; Salcedo, Marco	107
DIAGNÓSTICO FÍSICO DE LA CASA DE LA HACIENDA PARAMILLO Márquez, Manuel; Pinzón, Lourdes; Porras, María; Useche, Ivan	114
USO DE LAS NARRATIVAS TRANSMEDIA COMO UNA NUEVA FORMA DE COMUNICACIÓN EN LA ERA DIGITAL Contreras C., Juan J.	126

Vol.
28(1)
2016

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
VALORACIÓN DE MODELOS DE TURBULENCIA EN DOMINIOS COMPUTACIONALES PARA SIMULACIÓN DE UNA TURBINA HELICOIDAL Marturet, Gustavo; Gutiérrez, Edgar; y Caraballo, Simón	1
ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE BASADA EN RETROALIMENTACIÓN. LABORATORIO DE FÍSICA I DE LA UNET. Guerra, Karyna; Ramírez, María; Sanabria, Irma.	19
MELASTOMATACEAE EN LOS MUNICIPIOS FERNÁNDEZ FEO Y TORRES DEL ESTADO TÁCHIRA Zapata, Yurli	30
DISEÑO DE LAS PAILAS PARA UN CENTRAL PANELERO A VAPOR Alarcón, Karla; Alayón, Mario; Carrero, Yvan; Díaz, Carmen; Vivas, Marisabel	37
EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN PANELAS DE LOS MUNICIPIOS SUCRE, JUNÍN, AYACUCHO Y CÁRDENAS DEL ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA. Solórzano, Carmen; Montilva, Leonarda	48

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
SISTEMAS AUTÓNOMOS DE POZOS Camargo, Edgar; Aguilar, José	58
CREACIÓN DE SISTEMAS MULTIAGENTES: UN IDE BASADO EN MASINA Y FIPA Hidrobo, Francisco; Rivero, Paola; Rios, Addison	71
MOTOR DE JUEGO SERIOS EN ARMAGAc-c Aguilar, José; Altamiranda, Junior; Díaz, Francisco; Mosquera, Diego	100
PLN Y PROCESOS DE INFERENCIA EN LA IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS GENÉTICAS Y SUS MODOS DE REGULACIÓN López, José;Ramírez, Yacson; Morales, Yonathan; González, Luis	111
ROSTRO GENÉRICO PARA MÁQUINAS QUE INTERACTUAN CON PERSONAS Dapena, Eduardo; Pérez, Jesús; Rivas, Rafael; Guijarro, Alfonso	121

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

1. Generales

- 1.1. Originales e inéditos en las áreas científicas, humanísticas y tecnológicas.
- 1.2. La Revista Científica UNET se publicará periódicamente por lo menos en dos números y un volumen anual, y sus artículos podrán estar en los idiomas español o inglés.
- 1.3. Los originales no se podrán presentar posterior o simultáneamente a otra revista. Una vez recibido el material pasa a ser de exclusiva y definitiva propiedad de la Revista Científica UNET.
- 1.4. Los artículos deben ser enviados con una comunicación dirigida al Director de la Revista Científica UNET, en el que el autor responsable declare la conformidad por parte de los coautores y que el artículo enviado no ha sido publicado previamente.
- 1.5. El Comité Editorial de la Revista Científica UNET al aceptar la publicación no se hace responsable del contenido expresado en el trabajo publicado. Se acusará recibo, cuando así se solicite.
- 1.6. Aquellos originales que no se acojan a las condiciones indicadas en los requisitos de presentación que se ofrece a continuación, o que por su contenido no constituya una contribución científica original, serán devueltos al autor.
- 1.7. Los artículos deben ser presentados a doble espacio, letra tipo Times New Roman, 12 puntos, con todas las páginas y líneas enumeradas. El documento incluye texto, figuras, tablas y referencias bibliográficas, sin exceder las 20 páginas. Debe ser enviado en formato digital, ya sea en archivo Word (.doc), Portable Document File (.pdf) o Latex (.txt) sin restricciones de seguridad, y las imágenes deben ser presentadas en archivo JPG, en resolución de 300 dpi. para su posterior edición a ser considerados por la revista. Una vez aceptado el artículo se le solicitará el arte final con mayor resolución.

2. Requisitos de presentación

- 2.1. Los artículos científicos deberán contener los elementos que a continuación se indican: Portada, Resumen, Palabras Clave, Abstract, Key Words, Introducción, Materiales y Método, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimiento y Referencias Bibliográficas.
- 2.2. Los artículos científicos deberán presentarse escritos a doble espacio (excepto: Resumen, Abstract, Agradecimiento leyendas de figuras y tablas, y Referencias Bibliográficas, que serán transcritas a un solo espacio), con los siguientes márgenes: 4 cm sobre el borde izquierdo; 3 cm sobre la derecha, 4 cm en el superior y 3 cm por el inferior; tamaño carta, sin correcciones y con enumeración consecutiva.
- 2.3. La portada ha de incluir los siguientes datos: a.- El título del trabajo breve y específico, expresado en español (máximo de 15 palabras). b.- Apellido(s) y nombre(s) del(los) autor(es). c.- Dirección institucional completa del (los) autor(es) indicando además correo electrónico. d. Título del trabajo en inglés, con las mismas instrucciones del título en español. e. Resumen en español, en una sola cuartilla que no exceda un máximo de 250 palabras y seguidamente a un espacio de 3 a 5 palabras clave. f. Abstract (con iguales instrucciones que para el resumen en español), seguido por un espacio las palabras clave en inglés (Key Words). G. Título corto de encabezado, que no exceda las 5 palabras.
- 2.4. El encabezamiento de cada sección se escribirá en negritas en mayúsculas centradas en el texto.
- 2.5. Los encabezamientos subsiguientes y secciones se escribirán en negritas, en minúsculas (con la primera letra en mayúscula) y justificado a la izquierda.
- 2.6. Para las figuras, fotografías y gráficos debe usarse la denominación de Figura. Deben citarse apropiadamente en el texto, identificadas y enumeradas consecutivamente usando números arábigos. La leyenda debe ser concisa y descriptiva, debiendo colocarse debajo de la figura en negrita, tamaño 10 puntos.
- 2.7. Las tablas deberán estar enumeradas en forma consecutiva con número arábigo y se denominará Tabla. El encabezado debe ir sobre la tabla en negrita, tamaño 10 puntos. El autor podrá indicar en qué parte del texto aproximadamente deberán colocarse, pero nunca ser agrupadas al final del mismo.
- 2.8. Todas las tablas y figuras deberán ser referidas en el texto e ir acompañadas de leyendas explicativas, claras, Tabla (Ej. Tabla 1. Valores promedios de) y si es Figura (Ej. Figura 3. Dispositivo empleado para la).
- 2.9. Las tablas y gráficos deberán presentarse en Word. Los símbolos matemáticos deben ser muy claros y legibles. Los subíndices y supraíndices deben estar ubicados correctamente y las ecuaciones deben ser enumeradas en arábigo, colocadas entre paréntesis en el margen derecho. Las tablas configuradas en horizontal, deberán presentarse con la parte superior en el borde izquierdo, respetando los márgenes indicados en el apartado 2.2.
- 2.10. Las referencias bibliográficas deben ir en hojas separadas al final de cada trabajo, en forma consecutiva y ordenada alfabéticamente. En el texto debe citarse el apellido del autor y año [Ej. (Perruolo, 2008) si no forma parte del texto; pero si forma parte de este sería por ejemplo, Casanova (1999)]. Cuando se trata de dos autores debe citarse (González & Rodríguez, 2000). Cuando son más de dos autores deberá citarse (Barrio *et al.*, 2004).
- 2.11. Cuando una cita consiste en varias fuentes, deberá citarse en orden cronológico separados por punto y coma, por ejemplo (Casanova, 1999; Gonzalez & Rodríguez, 2000; Barrio *et al.*, 2004; Perruolo, 2008).
- 2.12. En caso de presentarse una cita con distintos autores que coincidan en el apellido deberá colocar la inicial del nombre, por ejemplo (González L., 2001; González Z., 2001).
- 2.13. Para la elaboración de las referencias bibliográficas deberán seguirse las siguientes normas: a.- Si se trata de revista o publicaciones periódicas: apellido (s) de autor (es) inicial del nombre (s), título del artículo, abreviatura de la revista, volumen (Número): páginas (inicial y final), Año. b.- Si se trata de libros: Apellido(s) de autor(es) inicial del nombre(s), título del libro, Edición, lugar de publicación (ciudad), casa editora, paginación, Año. c.- Si se trata del capítulo de un libro: Apellido(s) de autor(es) inicial del nombre(s), Año, título del capítulo. En: apellido(s) e inicial del nombre(s), del editor del libro, título, edición, lugar de publicación, editora, página.
- 2.14. Las citas de fuentes electrónicas se reportan indicando: a.- Apellido (s) de autor (es) inicial del nombre (s). b.- Título del trabajo y c.- La denominación "Obtenido de Word Wide Wen Site. <http://www.>, las siglas del remitente.
- 2.15. Enumere en el margen izquierdo del manuscrito todas las líneas del texto, iniciando la numeración en la primera línea del resumen.
- 2.16. Se recomienda a los autores considerar las normas internacionales de nomenclatura para cada materia, así como los símbolos, unidades y abreviaturas usadas internacionalmente.

3. Disposiciones finales

- 3.1. Los trabajos deben ser enviados al: Editor Jefe de la Revista Científica UNET. Correo Electrónico: rcunet@unet.edu.ve
- 3.2. A los autores remitentes de los trabajos que cumplan con la normativa prevista en esta, se les notificará la recepción de los mismos.
- 3.3. Los artículos serán sometidos a arbitraje para su publicación. Se debe enviar por escrito de 3 a 5 posibles personas, conocedoras del tema a tratar respectivamente.
- 3.4. El Comité Editorial remitirá una correspondencia oficial de aceptación cuando los árbitros así lo determinen, indicándose la fecha de recepción, aceptación y ubicación relativa en la Revista Científica UNET.
- 3.5. En caso de correcciones, el Comité Editorial remitirá al primer autor una copia en formato digital por correo electrónico para las correcciones que fueren necesarias, teniéndose que ser devueltas en un lapso no mayor de 15 días hábiles.
- 3.6. El (los) autores recibirán 10 ejemplares de la revista en que se haya incluido su(s) artículo(s).

RULES FOR THE AUTHORS

1. Generals

- 1.1. The UNET Scientific Magazine will consider for publication works related to the basic and applied sciences, the humanistic sciences and to all the branches of engineering.
- 1.2. Articles consisting of investigation results and upgrades, whenever they are unpublished, will be received, with a maximum of 20 pages.
- 1.3. The original versions in Spanish may be sent by national or foreign authors, the latter may be residents or not in Venezuela.
- 1.4. The originals cannot be sent to another magazine afterwards or simultaneously. Once received, the material becomes sole right and definite property of the UNET Scientific Magazine.
- 1.5. The text signed by more than one author is accepted with the presumption that all authors have revised and approved the original correspondent.
- 1.6. The Editorial Committee of the Scientific Magazine UNET when accepting the publication is not responsible for the content expressed in the published work, nor for the possible lost of the original, reason why the Committee advises the author to preserve a copy of the manuscript, both text and illustrations. Receipt will be acknowledged, when requested.
- 1.7. Originals that will not follow the above conditions, or the Instructions to follow, and that will not represent an original scientific contribution will be returned to the author.
- 1.8. The original must be accompanied by three readable copies and all the pages should be typed or printed, using some of the following word processors: Word. Written to a single column, with New Times Roman 12 points font, numbered. The number of pages must include text, figures, charts and bibliographical references. Also, it should include a 3½ disk, with the work to be published.

2. Presentation Requirements

- 2.1. The scientific articles to be published can contain the following elements: Cover, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion of Results, Conclusions, thank you notes and Bibliographical References.
- 2.2. The scientific articles should be written double spaced (except: the Abstract, thank you notes and Bibliographical References that will be written single spaced), with the following margins: 4 cm on the left border, 2.5 cm on the right, 4 cm on the top, 3 cm on the bottom; letter-sized page, single faced, without corrections and with serial numerations.
- 2.3. The cover must include the following information: a- The title of the work, brief and specific, written in Spanish (with a maximum of 15 words.). b- Last name, initial of the second last name and initial of the first name. Same for the other authors (if applicable), c- complete institutional address of the authors indicating postal address, fax, telephone and electronic mail.
- 2.4. A Spanish Summary with a maximum extension of 250 words in a single paragraph and subsequently to a space, key words in a quantity of 3 at 5.
- 2.5. The title of the work in English should consist of a faithful and exact translation of the title in Spanish, with the same instructions for this last one. Next, and to a space the Abstract (with the same instructions as for the title), the key words in a single paragraph and subsequently separated by a space (Key Words) in English.
- 2.6. The heading of each section will be written in boldfaces, uppercased and lower-cased centered in the text.
- 2.7. The headings of subsequent sections will be written boldfaced, in uppercase and lowercase, to the left of the text.
- 2.8. Figures, Photographs and Graphics should be designated as Figure.
- 2.9. Charts and figures will be referenced in the text and accompanied by explanatory legends, located at the top part for Charts (E.g. Chart 1. Mean Values of.....) and in the bottom if it is a Figure (E.g. Figure 3. Device used for the.....).
- 2.10. Charts and graphics will be presented in Word, Harvard Graphics or Excel, to a maximum size of 15x15 cm wide. The pictures will be in black and white with a maximum of 9.5 cm wide, printed in brilliant, well contrasted and clear paper. The pictures will be identified (for technical reasons do not write on the reverse of the pictures). In the case of microphotographs, point out the increase to which it has been taken.
- 2.11. Mathematical symbols should be very clear and readable. Sub-indexes and supra-indexes should be located correctly and the equations should be numbered with Arabic numbers, placed between parenthesis in the right margin.
- 2.12. Bibliographical references should go in separated pages at the end of each work, arranged in a sequenced form and alphabetically ordered. In the text, references should be cited as follows: author's last names and year (E.g. (Casanova, 1999), if the citation goes within the text, it should be cited as follows: For example: The consumption per capita of honey in Táchira State detected by Casanova (1999) was of.....).
- 2.13. For the elaboration of bibliographical references the following norms should be followed: a. - Magazines or periodic publications: author's last name (s), initial of first name (s), each author separated by coma, title of the article, abbreviation of the magazine's name, magazine's volume, number of pages of the article, year. b. - Books: Author's last name, initial of first name(s), title of the book, Edition, publication place (city), publisher, and page number, year. c. - Chapter of a book: Author's last name, initial of first name, year, title of the chapter. In: last name(s) of author(s), initial of the first name, editor of the book, title, edition, publication place, publisher and page.
- 2.14. Citation of electronic sources are reported as: a. - Last name(s) of authors, initial of the first name. b. - Title of the work and c. - Denomination "Obtained from the World Wide Web Site: <http://www>, the sender's initials.
- 2.15. Citations such as "unpublished observations", "personal communication" and "work in press" (that are not in our printing), should not be included in the list of references.
- 2.16. Authors are recommended to consider the international rules of nomenclature as well as the symbols, units and abbreviations used internationally.

3. Final Dispositions

- 3.1. Works should be sent to: Chief editor of the Magazine. Address: Avda. Universidad. Paramillo. Apartado 436. Decanato de Investigación UNET. San Cristóbal. Táchira-Venezuela. Electronic address: web-site: <http://investigacion.unet.edu.ve> E-mail: rcunet@UNET.edu.ve
 - 3.2. Remittent authors of works that fulfill the requirements will be notified by official communication date of reception.
 - 3.3. Articles will be subjected to arbitration for their publication.
 - 3.4. Referees will receive, revise and remit the articles to the Editorial Committee with the respective observations.
 - 3.5. The Editorial Committee will send official correspondence of acceptance when the referees determine this way, indicating the publication date and relative location in the Scientific Magazine UNET.
 - 3.6. In case of corrections, the Editorial Committee will send to the first author a copy and the disk for the corrections necessary to be made. The author should return it within 15 working days.
 - 3.7. The authors will receive a copy of the magazine in which their article is included, together with 10 separated papers of the published article.
-



Universidad Nacional Experimental del Táchira
Revista Científica UNET
San Cristóbal. Táchira - Venezuela
VOL 29(2): Julio - Diciembre, 2017

