

VOL.34 (1) ENERO - JUNIO, 2022

REVISTA Científica unet

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA



DEPÓSITO LEGAL: P.P. 87-0343
ISSN: 1316-869X11C
REVENCYT: RVR 001
LATINDEX CATÁLOGO
FONACIT: REG-2006000001





**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 Figueiras

María G. Ropero

**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 Ross
TRADUCCIÓN EN INGLÉS

Dorkis Yamile Cárdenas
REVISIÓN

Carolina Wong

DIAGRAMACIÓN

Samhira González
DISEÑO DE PORTADA

latindex



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: rune@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

La ciencia es uno de los determinantes del desarrollo de un país en lo económico, político, social y cultural; pero no es posible saber cómo se establecen esos vínculos entre la ciencia y las acciones concretas de progreso, si se desconocen los resultados generados en las diversas disciplinas científicas y su calidad; desde esta premisa se identifica el importante papel que cumple la producción científica de un país, no sólo como la materialización del conocimiento producido, sino como el resultado de todas las actividades académicas y científicas de los investigadores.

Es difícil medir la producción de las publicaciones científicas en su totalidad, ellas constituyen las revistas científicas, las monografías y otras, por cuanto, cuando se habla de evaluación de la investigación, se hace referencia a este tipo de producción. Por lo tanto, amerita ser evaluada con los indicadores apropiados, para analizar qué, quién, cómo, por qué y cuándo fue producida, a efectos de inferir desarrollos de la ciencia como actividad social.

Cada revista tiene una identidad particular configurada a partir de sus objetivos, el espectro temático que cubre, el predominio de ciertos autores que laboran

en determinadas instituciones, los patrones de coautoría, el tipo y cantidad de fuentes bibliográficas que se citan en las publicaciones, entre otro tipo de variables que pueden medirse cuantitativamente a través de los estudios bibliométricos.

Dichas prácticas evaluativas son una tendencia en muchos países; de hecho, a aquellos que se precian de ser económicamente más aventajados se han mantenido a la vanguardia en esta materia, sabiendo que en los resultados del sector científico radica la clave de su competitividad, y por ello la han adoptado como línea prioritaria, siendo la insuficiencia de este tipo de estudios un problema mayor en los países latinoamericanos, donde, además, hay limitaciones en materia de fuentes de datos, métodos e indicadores propios de la labor evaluativa de la actividad científica. Esa es una de las causas principales del desconocimiento de las fortalezas científicas propias y de las dificultades para alcanzar los objetivos previstos por la publicaciones científicas en muchos países en desarrollo.

Dr. Gustavo J. Perruolo
Editor Jefe

SUMARIO

- 1) HERRAMIENTA PARA PROGRAMAR ARDUINO A PARTIR DE UN 1
DIAGRAMA SECUENCIAL DE FUNCIONES (SFC)**
Castro, Pablo; Vizcaya, Juan

- 2) PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL HORNO DE COCCIÓN DE LA 17
EMPRESA CHARCUTERÍA ALEMANA, UBICADA EN EL MUNICIPIO SAN
CRISTÓBAL DEL ESTADO TÁCHIRA.**
Moreno, Joel ; Fernández, Henry

- 3) DISEÑO DE UN SIMULADOR DE TABLERO DE CONTROL DE MOTORES 34**
Castro, Pablo

- 4) SIMULACIÓN DE LA ALEATORIEDAD EN EL ÉXITO FINANCIERO 50
INDIVIDUAL**
Ibarra, Luis

- 5) EFECTO DE LA INOCULACIÓN CON MICROORGANISMOS FÚNGICOS Y LA 59
APLICACIÓN DE ROCA FOSFÓRICA SOBRE EL CRECIMIENTO DEL
PIMENTÓN**
Sánchez, Luberto; Arias, Yenny; Becerra, Claudia; Valery, Alexis

- 6) EFECTO DE Trichoderma asperellum EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS 72
DE LECHOSA (*Carica papaya L.*) cv. Maradol.**
Sánchez, Johana; Sulbaran, José; Chacón, Hernando; Arias, Karen; Ramírez, Beatriz.

- 7) EFECTO DEL SOBRENADANTE DE CULTIVOS FÚNGICOS SOBRE 80
PLÁNTULAS DE PAPA (*Solanum tuberosum*) *IN VITRO* Y EN UMBRÁCULO**
Linares, Sonia; Figueroa, Andreina; Valery, Alexis

- 8) ACERCAMIENTO REFLEXIVO HACIA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO 92
EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA DESDE
LA INTERSUBJETIVIDAD**
Olivares, Ivonn

- 9) USO ACADÉMICO DEL WHATSAPP EN EL CONTEXTO UNIVERSITARIO 113**
Díaz, Zirlis

- 10) CARACTERIZACIÓN DE BIOINOCULANTES Y SU EFECTO SOBRE EL 129
CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE DOS VARIEDADES DE LECHUGA**
Blanco, Erika; Reyes, Isbelia

SUMMARY

- 1) **TOOL TO PROGRAM ARDUINO FROM A SEQUENTIAL FUNCTION CHART (SFC)** 1
Castro, Pablo; Vizcaya, Juan
- 2) **PROPOSAL FOR THE AUTOMATION OF THE COOKING OVEN OF THE GERMAN CHARCUTERY COMPANY, LOCATED IN THE MUNICIPALITY OF SAN CRISTOBAL, TÁCHIRA STATE** 17
Moreno, Joel ; Fernández, Henry
- 3) **DESIGN OF A PROTOTYPE OF MOTOR CONTROL PANEL SIMULATOR** 34
Castro, Pablo
- 4) **SIMULATION OF THE RANDOMNESS IN INDIVIDUAL FINANCIAL SUCCESS** 50
Ibarra, Luis
- 5) **EFFECT OF THE INOCULATION WITH FUNGAL MICROORGANISMS AND THE APPLICATION OF PHOSPHORIC ROCK ON THE GROWTH OF PEPPER** 59
Sánchez, Luberto; Arias, Yenny; Becerra, Claudia; Valery, Alexis
- 6) **EFFECT OF *Trichoderma asperellum* AS BIOSTIMULANTS OF THE GERMINATION AND GROWTH OF PAPAYA PLANTS (*Carica papaya L.*) cv. Maradol IN SEED TRAYS** 72
Sánchez, Johana; Sulbaran, José; Chacón, Hernando; Arias, Karen; Ramírez, Beatriz.
- 7) **EFFECT OF THE FUNGAL CULTURE SUPERNATANT ON POTATO (*Solanum tuberosum*) SEEDLINGS IN VITRO AND GREENHOUSE** 80
Linares, Sonia; Figueroa, Andreina; Valery, Alexis
- 8) **REFLECTIVE APPROACH TO KNOWLEDGE MANAGEMENT AT THE EXPERIMENTAL NATIONAL UNIVERSITY OF TÁCHIRA FROM INTERSUBJECTIVITY** 92
Olivares, Ivonn
- 9) **ACADEMIC USE OF WHATSAPP IN THE UNIVERSITY CONTEXT** 113
Díaz, Zirlis
- 10) **CHARACTERIZATION OF BIOINOCULANTS AND THEIR EFFECT ON THE GROWTH OF SEEDLINGS OF TWO LETTUCE VARIETIES** 129
Blanco, Erika; Reyes, Isbelia

INDUSTRIAL**HERRAMIENTA PARA PROGRAMAR ARDUINO A PARTIR DE UN DIAGRAMA SECUENCIAL DE FUNCIONES (SFC)****TOOL TO PROGRAM ARDUINO FROM A SEQUENTIAL FUNCTION CHART (SFC)****Autores:**

Castro, Pablo¹; Vizcaya Juan²

¹Departamento de Ingeniería Electrónica, Decanato de Docencia, Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela.

²Laboratorio de Instrumentación, Control y Automatización (LICA), Decanato de Investigación, Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela.

Corresponding Author: pablo.castro@unet.edu.ve

RESUMEN

Las tarjetas Arduino ocupan un lugar cada vez más importante en el campo de la Ingeniería Electrónica. Son prácticas, económicas y se cuenta con una gran cantidad de información en Internet, permitiendo a los entusiastas de esta tecnología mejorar continuamente sus habilidades de programación. El lenguaje más utilizado para programar estos dispositivos está basado en C++. En el proyecto que aquí se describe se diseñó e implementó una metodología que permite programar una tarjeta Arduino con microcontrolador ATMEGA328P, partiendo del diagrama secuencial de funciones (SFC) establecido por el Estandar IEC 61131-3. En primer lugar, se diseñaron algoritmos que traducen los elementos gráficos al lenguaje C++ compatible con Arduino. Posteriormente se programó la herramienta para obtener de forma automática y en segundo plano el archivo hexadecimal, para ser programado en la tarjeta Arduino. La herramienta gráfica implementada permite programar fácilmente el Arduino partiendo del diagrama SFC, sin necesidad de conocer los detalles sintácticos del lenguaje C++. Se realizaron pruebas de funcionamiento con el simulador Proteus, parte de las cuales se presentan en este documento. En las simulaciones se obtuvieron resultados acordes con lo proyectado.

ABSTRACT

Arduino boards occupy an increasingly important place in the field of Electronic Engineering. They are practical, inexpensive, and have a wealth of information on the Internet, allowing enthusiasts of this technology to continually improve their programming skills. The most used language to program these devices is based on C++. In the project described here, a methodology was designed and implemented that allows programming an Arduino card with an ATMEGA328P microcontroller, based on the Sequential Function Chart (SFC) established by the IEC 61131-3 Standard. First, algorithms were designed that translate the graphical elements into the C++ language compatible with Arduino. Subsequently, the tool was programmed to automatically obtain the hexadecimal file in the background, to be programmed in the Arduino card. The implemented graphical tool allows to easily program the Arduino starting from the SFC diagram, without needing to know the syntactic details of the C++ language. Functional tests were carried out with the Proteus simulator, part of which is presented in this document. In the simulations, results were obtained in accordance with what was projected.

Palabras clave: Arduino, Diagrama Secuencial de Funciones, IEC 61131-3, Microcontrolador.

Key words: Arduino, Sequential Function Chart, IEC 61131-3, Microcontroller.

Recibido: 20/06/2022 **Aprobado:** 13/11/2022

INTRODUCCIÓN

El extraordinario avance en informática, electrónica, comunicaciones, y la dramática reducción de costos en las tecnologías asociadas, ha permitido automatizar en un alto porcentaje los procesos productivos de las empresas manufactureras, usando tecnologías como la robótica avanzada y la impresión 3D de productos, para mantenerse competitivas y con mayor capacidad de adaptación a los cambios que el mercado exige, respecto a un alto conocimiento en tecnología (Ynzunza Cortés *et al.*, 2017).

La Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) incluye en los planes de estudios de las carreras de Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Informática, unidades curriculares donde se integran teoría y laboratorio y se imparten los conceptos de automatización, así como los procedimientos y metodologías existentes para el diseño, análisis y mantenimiento de sistemas automatizados.

Una de las metodologías de diseño de sistemas automatizados lógicos y secuenciales más utilizado es el **GRAFCET**, Gráfico Funcional de Control Etapa/Transición, este permite realizar el modelo de representación gráfica del funcionamiento de un sistema automático, con independencia de la tecnología de control a utilizar (Balcells y Romeral, 1998).

Por lo general, el modelo gráfico del proceso secuencial obtenido con la metodología **GRAFCET** se implementa utilizando el lenguaje de programación, Diagrama Secuencial de Funciones (SFC), (IEC, 2003), en un **controlador lógico programable (PLC)**, que es una computadora de grado industrial con la capacidad de ser programada para realizar acciones de control, siendo ampliamente utilizados en la actualidad en control de procesos industriales (Petruzella, 2017).

En el Laboratorio de Instrumentación y Control de la UNET, se dispone de controladores lógicos programables (PLC) de gama baja. Éstos se

programan con los lenguajes: lista de instrucciones, diagrama de bloques y diagrama escalera (IEC, 2003). No tienen la capacidad de ejecutar el lenguaje Diagrama Secuencial de Funciones (SFC). Esto impide realizar prácticas donde se utilice el lenguaje antes mencionado para el control de procesos reales.

El trabajo es una propuesta para ser implementada en dicho laboratorio, que permitirá a los estudiantes de automatización industrial de cualquier nivel educativo: formación para el trabajo, cursos de mejoramiento profesional y nivel universitario, disponer de una herramienta de bajo costo y fácil logro, para la implementación de metodologías de diseño de sistemas automáticos secuenciales.

Esta propuesta tuvo como objetivo el desarrollo de una herramienta de software, denominada: **Herramienta SFC-Arduino**, para implementar sobre la plataforma Arduino (Arduino, 2022), la solución analítica de un automatismo, usando el lenguaje Diagrama Secuencial de Funciones (SFC), (IEC, 2003).

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto, para creación de prototipos basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está destinado a cualquier persona que realice proyectos interactivos con el mundo físico. (Arduino, 2022).

La plataforma Arduino es una tarjeta con un microcontrolador e incluye puertos que se pueden conectar con dispositivos externos (Shields), tales como relés, motores, sensores entre otros (Monk, 2012). Existen varias opciones para programar Arduino, siendo la más conocida el **Arduino IDE** o Entorno de Desarrollo Integrado, que permite programar en un lenguaje muy similar al C++, que genera archivos llamados Sketch (Bisták, 2019).

Antecedentes

Arbeláez Salazar *et al.* (2008) desarrollaron una metodología con el fin de mostrar una manera de programar microcontroladores PIC apoyándose en la metodología GRAFCET. En el artículo se presentan dos ejemplos de automatización de un

sistema de perforación de piezas, realizándose una traducción de diagrama SFC a lenguaje ensamblador. No se evidencia en el documento la programación de calificadores para las acciones ni el desarrollo de una herramienta gráfica que automatice la conversión de SFC a lenguaje de microcontrolador.

Comlanet *al.* (2022) presentaron un programa basado en el software Jgrafchart, un editor gratuito de diagramas GRAFCET. Los autores adaptaron el Jgrafchart para incluir un generador propio de código Arduino. Se muestra una prueba consistente en el sistema de control para la detección de incendios.

Castro (2014) diseñó e implementó una herramienta de software para la programación en GRAFCET de un microcontrolador PIC 18F4550 de Microchip®. Este programa, diseñado en lenguaje Java permite dibujar diagramas SFC, convertirlos a un programa equivalente en lenguaje C compatible con el compilador C18 y compilarlos, todo de forma automática, obteniéndose como resultado un archivo hexadecimal para ser transferido al PIC. Se realizaron varias pruebas de funcionamiento con ayuda del MPLAB X y el Proteus (Tojeiro,2009). Este enfoque requiere el conocimiento experto de la programación a bajo nivel de microcontroladores, limitando su uso a estudiantes y profesionales relacionados con la Ingeniería Electrónica.

MÉTODO

En la Figura 1 se muestra la metodología propuesta para la solución de problemas de control de procesos secuenciales usando la Herramienta SFC-Arduino, y su implementación en el control de equipos didácticos disponibles en el LaboratorioInstrumentación y Control de la UNET.

Al participante del curso de automatización industrial se le proporciona el enunciado de un problema de control secuencial relacionado con los modelos a escala de procesos secuenciales

presentes en el laboratorio. A continuación, dicho participante, aplicando los conocimientos adquiridos en las horas de teoría del curso, obtiene el modelo gráfico del funcionamiento del automatismo y lo transcribe al lenguaje Diagrama Secuencial de Funciones (SFC) en la Herramienta SFC-Arduino.

Una vez compilado sin errores se genera el Sketch, archivo de extensión INO, que es la traducción de los elementos gráficos del lenguaje Diagrama Secuencial de Funciones (SFC) al lenguaje C++ compatible con Arduino, esto se realiza de forma transparente, sin necesidad de conocer los detalles sintácticos del lenguaje C++. Se abre la aplicación Arduino IDE, se carga el archivo de extensión INO, se compila y se descarga sobre la tarjeta Arduino seleccionada. Finalmente, se realiza el control del equipo didáctico asignado.

Selección del hardware

Se seleccionó la **Tarjeta de desarrollo Arduino UNO**, basado en el microcontrolador Atmega328P. La razón es que el código generado para esta tarjeta se puede ejecutar sin ningún cambio en toda la familia de tarjetas de desarrollo Arduino, por ejemplo: la tarjeta de desarrollo Arduino Mega, construida con un microcontrolador modelo Atmega2560, la tarjeta de desarrollo ArduinoDue, construida con un microcontrolador núcleo ARM de 32 bits modelo, Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3,(Arduino, 2022). Y sobre las tarjetas de desarrollo compatibles Arduino, construidas y comercializadas por la comunidad de hardware y software libre y fabricantes de hardware en general.

Desarrollo de la Herramienta SFC-Arduino

Para el desarrollo de la Herramienta SFC-Arduino, se utilizó el lenguaje de programación JAVA (JAVA,2022), partiendo del diagrama secuencial de funciones (SFC) establecido por el estándar IEC 61131-3, se diseñaron algoritmos que traducen los elementos gráficos al lenguaje C++ compatible con Arduino.

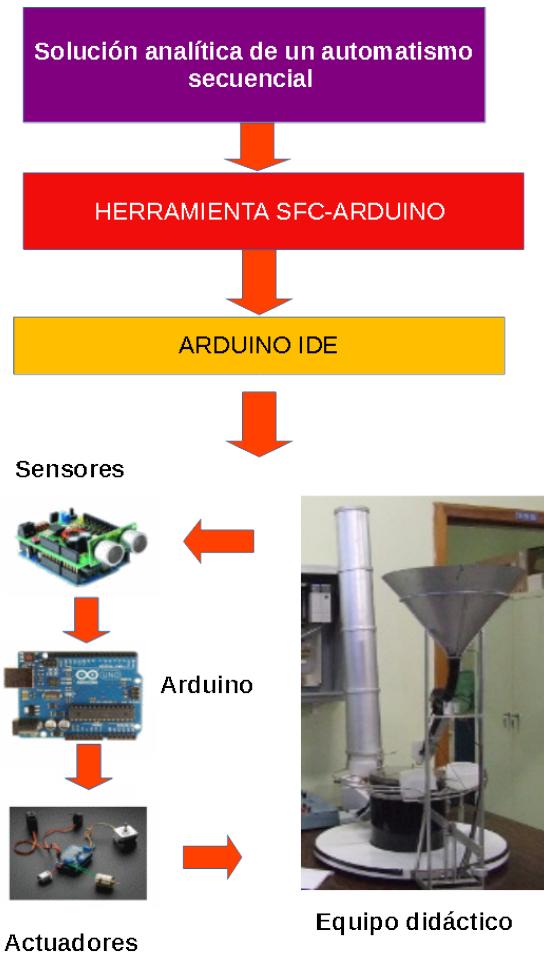


Figura 1. Metodología para el uso de la Herramienta SFC-Arduino en el Laboratorio.

La herramienta tiene la opción para obtener de forma automática y en segundo plano el archivo hexadecimal, que permite la simulación de la Tarjeta Arduino UNO en el software Proteus, (Tejeiro, 2009).

El estándar de la IEC dedicado a los lenguajes de programación de los PLC(IEC, 2003), especifica que el Diagrama Secuencial de Funciones (SFC) provee una forma de dividir el programa de un PLC en un grupo de etapas y transiciones interconectadas por enlaces directos. Un grupo de acciones se asocia a cada etapa y a cada

transición le corresponde una condición de transición.

Estructura básica de un diagrama SFC: En la Figura 2 se puede apreciar un diagrama SFC con sus elementos señalados. Los calificadores de las acciones están definidos en el estándar (IEC, 2003) y modifican la forma de ejecutar la acción. Por ejemplo, el calificador *Seten* la primera acción asociada a la etapa inicial produce la activación de la Acción 1, permaneciendo así hasta que sea desactivada con un calificador *Reset*. En la Tabla 1 se muestran los calificadores definidos en el estándar que fueron incorporados en el proyecto.

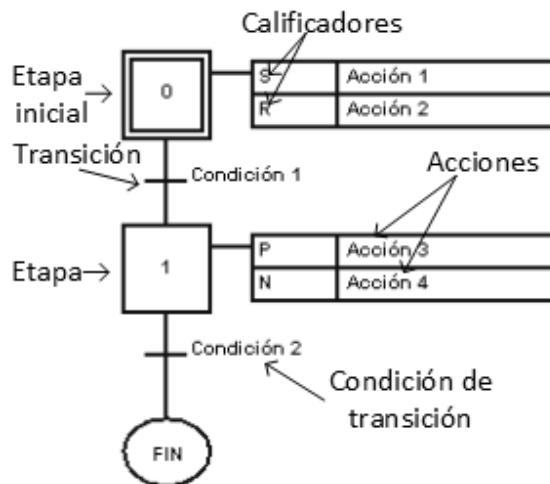


Figura 2. Estructura básica de un diagrama SFC.

Tabla 1. Calificadores implementados en la herramienta

Calificador	Descripción
N	No almacenado
R	Reset
S	Set
L	Limitado en tiempo
D	Acción con retardo
P	Pulso

Cuando comienza la ejecución del programa en SFC ilustrativo de la Figura 2, se activa la etapa inicial y las acciones identificadas como 1 y 2, cada una con el comportamiento indicado por su calificador. La etapa inicial se mantiene activa hasta que la condición transición 1 se haga válida, momento en el que el flujo del programa evoluciona hacia la siguiente etapa, desactivándose la etapa anterior y activándose la próxima. En este punto se ejecutan las acciones 3 y 4. La etapa seguirá activa hasta que se verifique la condición de transición 2 que lleva hacia el fin del programa.

La divergencia y convergencia son estructuras importantes en SFC. La divergencia de selección tiene lugar cuando el flujo de ejecución del programa sigue un único camino entre varias posibles condiciones de transición. En la Figura 3a se observa un ejemplo de divergencia de

selección; si la condición 1 se hace verdadera, se activa la etapa 1, pero si en lugar de esto, la condición 2 es la que se válida, la etapa 2 es la que se activa. Se puede decir que equivale a una operación lógica or.

En la Figura 3b se aprecia un ejemplo de divergencia simultánea. Cuando se hace verdadera la condición 1, se activan de forma simultánea las acciones 1 y 2. Cuando las etapas 2 y 3 estén activas y la condición 3 se haga cierta, el programa evolucionará hacia las etapas siguientes.

Otra estructura de interés definida en SFC es el salto. En la Figura 4 se observa un ejemplo de salto en el que, si la condición 2 se hace cierta y la condición 1 es falsa, el programa omite la ejecución de la etapa 1, pasando directamente a la activación de la etapa 2.

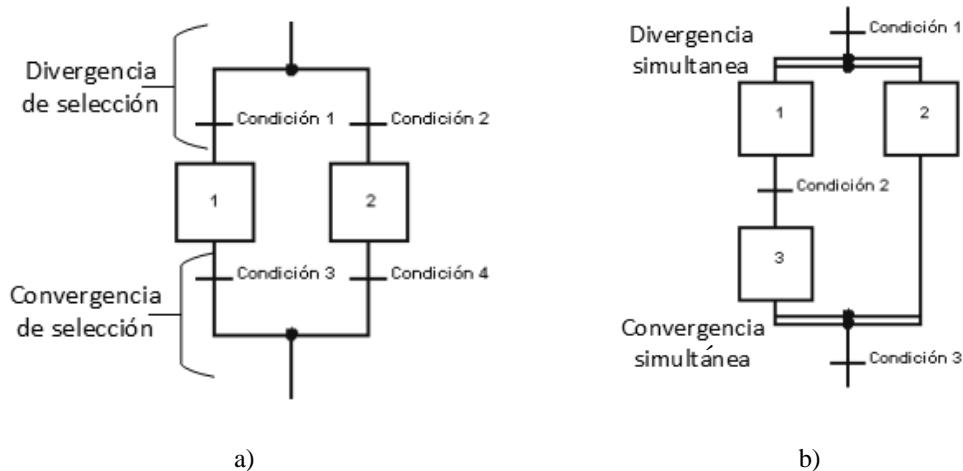


Figura 3. Divergencia y convergencia: a) Divergencia y convergencia de selección, b) Divergencia y convergencia simultánea.

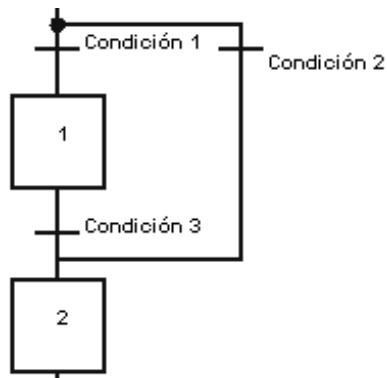


Figura 4. Salto

De las funcionalidades establecidas en (IEC, 2003) y descritas en este artículo, no se implementó la divergencia/convergencia simultánea. La divergencia de selección sí se incorporó, aunque limitada a dos caminos. Se realizaron pruebas de todas las funcionalidades, presentándose aquí los resultados más relevantes, su discusión y las conclusiones obtenidas.

Conversión de SFC a Sketch compatible con Arduino

Etapa-transición: Una etapa activa se mantiene en esta situación hasta que se verifique la condición de la transición que le sigue. Su ejecución se puede ver como un ciclo infinito,

que solo se rompe cuando se hace cierta la condición de transición. En la Figura 5 se muestra una etapa seguida de una transición y su código en C++ compatible con Arduino.

Divergencia/convergencia de selección: En este tipo de estructura, el programa toma un único camino entre al menos dos posibles rutas. En este proyecto se implementó la divergencia de selección de dos ramas. En la Figura 6 se ilustra la divergencia y convergencia de selección y su código equivalente en Arduino. El uso de la sentencia *break* garantiza que solo se activen las etapas y se consideren las condiciones de transición de uno solo de los caminos tomados al inicio de la divergencia.

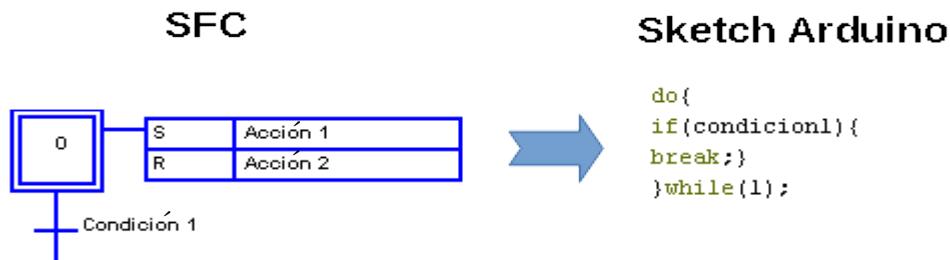


Figura 5. Etapa-transición

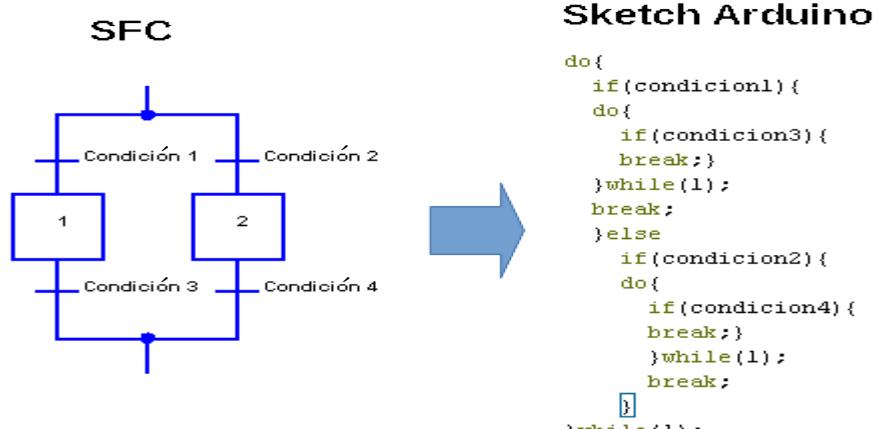


Figura 6. Divergencia/Convergencia de selección.

Salto: En la Figura 7 se aprecia la estructura de salto con su correspondiente código equivalente en lenguaje de Arduino. El programa genera las etiquetas de forma automática y las inserta justo antes de la etapa. En el ejemplo ilustrativo, si la

condición 1 es verdadera, se activa la etapa 1 y se ejecutan sus acciones, pero si la condición 2 es la cierta, el programa salta a la etiqueta tag104, evitándose la activación de la etapa 1.

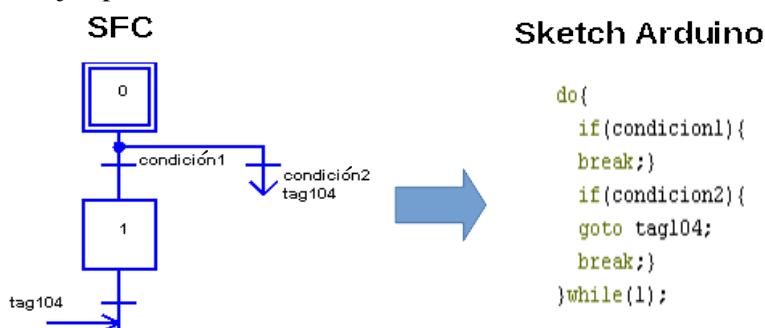
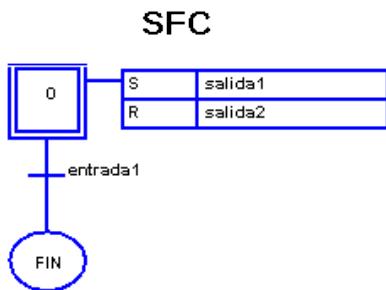


Figura 7. Salto

Acciones con calificador S y R: Una acción con este tipo de calificadores mantiene su estado aun después de que la etapa se desactive. Como se muestra en la Figura 8, se utiliza la función *digitalWrite ()* de Arduino. Esta función carga el valor lógico indicado en el segundo argumento

en la variable del primero. De este modo, la acción 1 se mantendrá en estado lógico alto incluso después de desactivarse la etapa y lo mismo sucederá con la acción 2, pero con estado lógico bajo.



Sketch Arduino

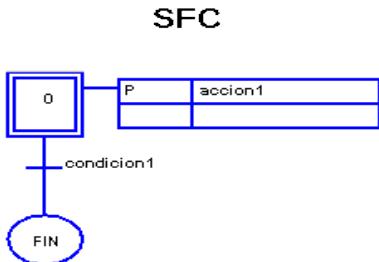
```

digitalWrite(accion1,HIGH);
digitalWrite(accion2,LOW);
do{
  if(condicion1){
    break;
  }
}while(1);
  
```

Figura 8. Etapa con acciones de calificador S y R.

Acción con calificador P: Las acciones con este tipo de calificador se ejecutan en forma de pulso, es decir, por un breve instante. Para lograr este efecto se ejecuta una escritura en estado lógico alto y de inmediato una escritura con estado

lógico bajo, utilizando la función `digitalWrite ()` de Arduino. En la Figura 9 se observa una acción con calificador P y su código Arduino equivalente.



Sketch Arduino

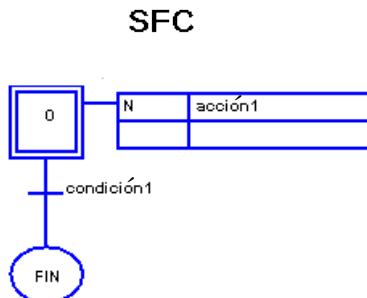
```

digitalWrite(accion1,HIGH);
digitalWrite(accion1,LOW);
do{
  if(condicion1){
    break;
  }
}while(1);
  
```

Figura 9. Etapa con acción de calificador P.

Acción con calificador N: El calificador N indica que la acción no es almacenada, es decir, solo se ejecuta mientras la etapa está activa. Cuando la condición de transición que le sigue se valida, la acción cesa su ejecución. En la

Figura 10 se muestra una etapa cuya acción tiene un calificador N. Con el empleo de la función `digitalWrite ()` se logra desactivar la acción justo al momento de validarse la condición 1.



Sketch Arduino

```

digitalWrite(accion1,HIGH);
do{
  if(condicion1){
    digitalWrite(accion1,LOW);
    break;
  }
}while(1);
  
```

Figura 10. Etapa con acción de calificador N.

Acción con calificador L: Este calificador indica que la acción se ejecutará durante un tiempo limitado. El formato utilizado es LT#tiempo, siendo *tiempo* la cantidad de segundos durante el cual se mantendrá en ejecución la acción. En la Figura 11 se puede observar una etapa con

acción de calificador L, programado para un tiempo de 2 segundos. En primer lugar, se activa la acción con el uso de `digitalWrite ()`. Posteriormente se inicializa la variable *tInicial1000* al valor devuelto por la función `millis ()` de Arduino. Esta función devuelve el

número de milisegundos desde el último reseteo de la tarjeta (Monk, 2012). Luego se ingresa al ciclo de ejecución de la etapa, donde constantemente se mide el tiempo transcurrido desde el inicio de la etapa y al detectar que ese

tiempo coincide con el indicado en el calificador, se produce la desactivación de la acción. La etapa continua activa hasta que se valide la condición 1.

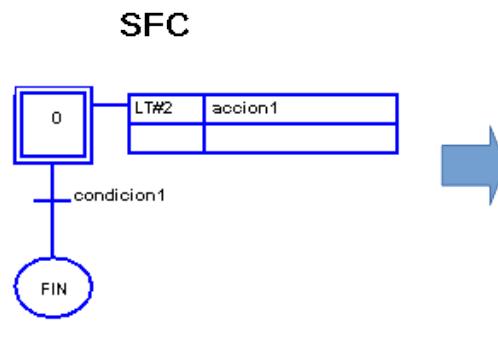


Figura 11. Etapa con acción de calificador L.

Acción con calificador D: La acción con calificador D se ejecuta con el retardo especificado. El formato es DT#tiempo, donde *tiempo* es la cantidad de segundo de retraso en la activación de la acción. En la Figura 12 se

Sketch Arduino

```

tinicio_etapa = millis();
digitalWrite(accion1,HIGH);
unsigned long tinicial1000 = millis();
unsigned long tfinal1000 = 0;
do{
  tfinal1000=millis();
  if((tfinal1000-tinicial1000)>=1000*2){
    digitalWrite(accion1,LOW);
  }
  if(condicion1){
    digitalWrite(accion1,LOW);
    break;
  }while(1);
}
  
```

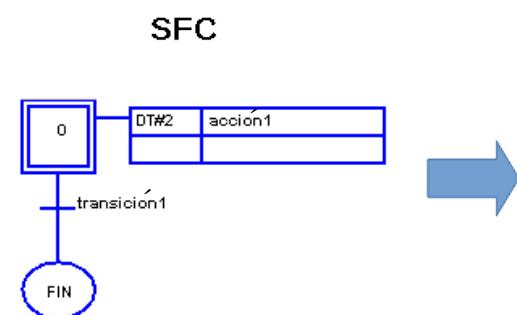


Figura 12. Etapa con acción de calificador D. Conversión automática de Sketch INO a hexadecimal

Para poder realizar la conversión automática del diagrama SFC a un archivo binario hexadecimal, programable en una tarjeta Arduino es necesario tener instalado el Arduino IDE, disponible de forma gratuita en Internet.

aprecia una acción con retardo de 2 segundos y su código equivalente en lenguaje de Arduino. Se utiliza de nuevo la función *millis ()* para monitorear y controlar el tiempo necesario.

Sketch Arduino

```

digitalWrite(accion1,LOW);
unsigned long tinicial1000 = millis();
unsigned long tfinal1000 = 0;
do{
  tfinal1000=millis();
  if((tfinal1000-tinicial1000)>=1000*2){
    digitalWrite(accion1,HIGH);
  }
  if(transicion1){
    digitalWrite(accion1,LOW);
    break;
  }while(1);
}
  
```

Se implementó un archivo de ejecución por lotes de Windows, con extensión *.bat* que toma el Sketch de extensión *ino* generado por la herramienta y a través de la línea de comandos en segundo plano, realiza la compilación. Basta con hacer clic en un botón denominado *Generar Archivo C/INO* y luego en el botón *Generar*

Archivo Hexadecimal, para la simulación de la Tarjeta Arduino UNO en el software Proteus, (Labcenter,2022).

RESULTADOS

Se desarrolló una aplicación de software, denominada: **Herramienta SFC-Arduino**, para implementar sobre la plataforma Arduino la solución analítica de un automatismo, usando el lenguaje Diagrama Secuencial de Funciones.

Descripción de la Herramienta SFC-Arduino

La Herramienta SFC-Arduino, dispone de un entorno integrado de desarrollo, extremadamente fácil de usar y con herramientas para facilitar el trabajo del usuario. En la Figura 13 se observa la pantalla inicial y en la Figura 14 se muestran los elementos que la conforman.

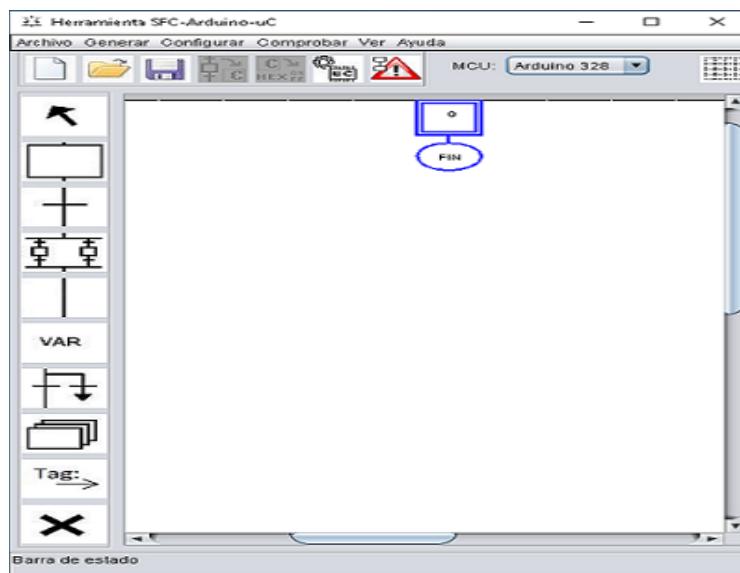


Figura 13.Pantalla inicial del entornestrano integrado de desarrollo de la Herramienta SFC-Arduino

Barra de menú

Como se observa en la Figura 14, la barra menú tiene los siguientes elementos:

Archivo, cuando se selecciona muestra las siguientes opciones:

- **Nuevo**, crea una hoja de trabajo nueva y muestra el Diagrama SFC inicial.
- **Nueva macro**, crea una macroetapa, que internamente está constituida por un diagrama SFC completo.
- **Abrir**, abre un diagrama SFC existente.
- **Guardar**, salva un Diagrama SFC en edición.
- **Salir**, cierra el entorno integrado de desarrollo.

Generar, tiene 2 opciones:

- **Archivo C/ INO**, genera el archivo C++, a partir del Diagrama SFC, para programar la tarjeta de desarrollo Arduino, haciendo uso del programa Arduino IDE.

- **Archivo HEX**, genera el archivo HEX, a partir del Diagrama SFC, para simular la tarjeta de desarrollo Arduino en el simulador de microcontroladores Proteus.

Configurar, configura los puertos de entrada y salida de la tarjeta de desarrollo Arduino y le asigna un nombre de variable.

Comprobar, verifica que el diagrama SFC esté libre de errores en la aplicación de la metodología GRAFCET (no errores de sintaxis).

Ver, tiene 2 opciones:

- **Archivo C/ INO**, visualiza el archivo C++, generado a partir del Diagrama SFC, útil para programar la tarjeta de desarrollo Arduino, haciendo uso del programa Arduino IDE.

MCU: menú desplegable para seleccionar el microcontrolador de la tarjeta Arduino a utilizar, en esta versión solo está disponible la Tarjeta Arduino UNO.

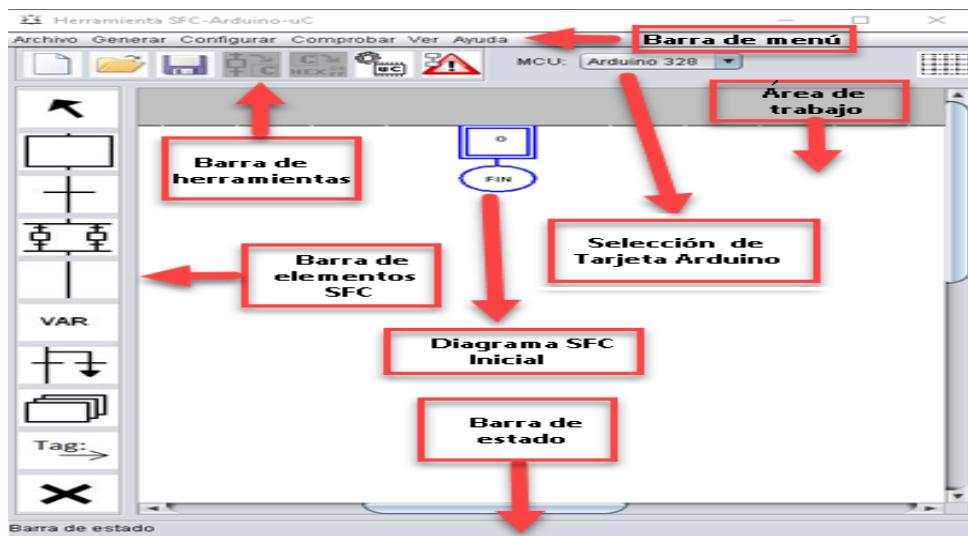


Figura 14. Elementos del entorno integrado de desarrollo de la Herramienta SFC-Arduino

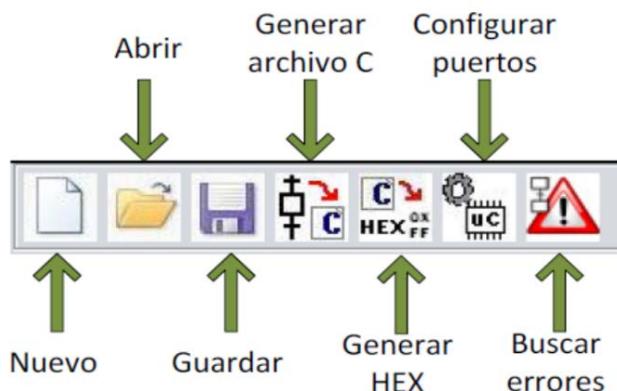


Figura 15. Barra de herramientas

Barra de herramientas

Está compuesta por iconos gráficos, que representan las funciones descritas en la barra de menú, como se observa en la figura 15.

Elaborar un Diagrama SFC

Los elementos disponibles para incluir en el área de trabajo, se encuentran en la barra de elementos SFC, ubicada en la parte izquierda de la ventana, como se puede observar en la Figura14.

Se dispone de los siguientes elementos: etapa, transición, divergencia, limitada a 2 caminos, unión entre elementos, declaración de variables globales, macroetapa y etiqueta.

Para incluir, editar y eliminar elementos en el diagrama, se selecciona el ícono con un clic en la barra de elementos, se posiciona el cursor sobre la celda donde se quiere ubicar el recurso, se le da clic y el ícono queda fijo en la posición

seleccionada. Una vez colocado el elemento, automáticamente aparece una ventana que permite editar sus propiedades.

En la figura 16, se observa la barra de elementos SFC y la función de cada ícono.

En la parte inferior del entorno integrado de desarrollo, se encuentra la barra de estados, que nos indica el resultado de la compilación y de la búsqueda de errores.

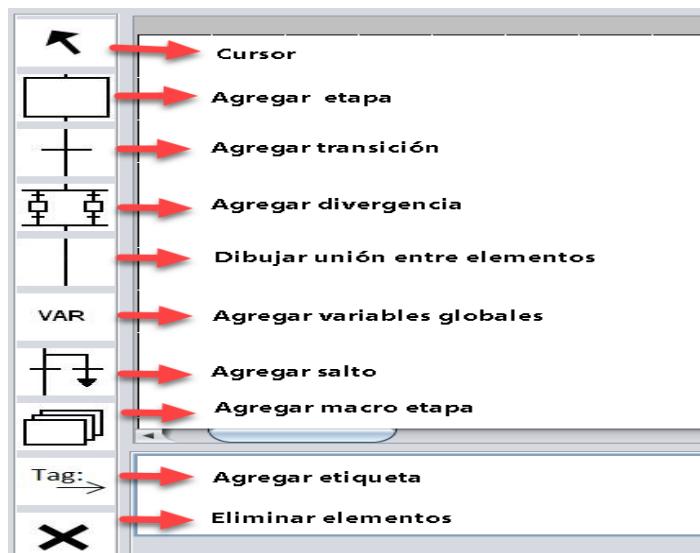


Figura 16. Barra de elementos SFC

Validación de la Herramienta SFC-Arduino

A continuación, se presentan dos de los escenarios de prueba implementados para verificar la herramienta diseñada.

Inversión del sentido de giro de un motor de inducción trifásico

Para invertir el sentido de giro de un motor trifásico se intercambian las conexiones de 2 de

sus 3 fases de alimentación. Esto se puede lograr mediante 2 contactores.

En la Figura 17 se aprecia el montaje básico para la inversión de sentido de giro. Cuando el contactor F se des energiza y si se energiza el R, el motor gira en sentido antihorario. Se implementó el diagrama SFC mostrado en la Figura 18 y el montaje en Proteus de la Figura 19.

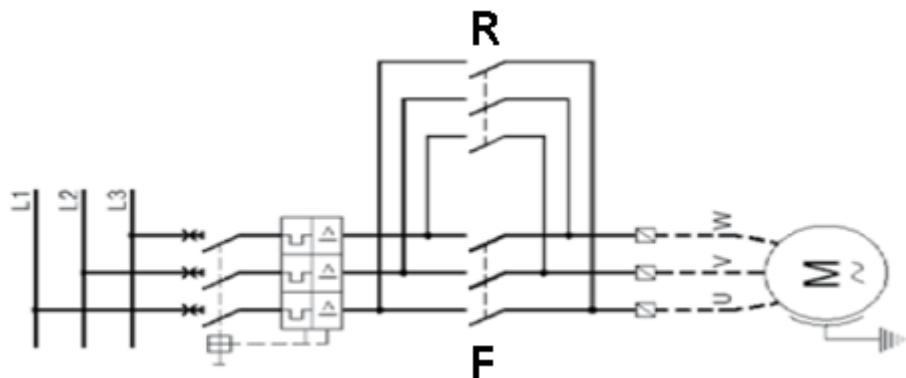


Figura 17. Diagrama de conexiones básicas para la inversión del sentido de giro del motor trifásico.

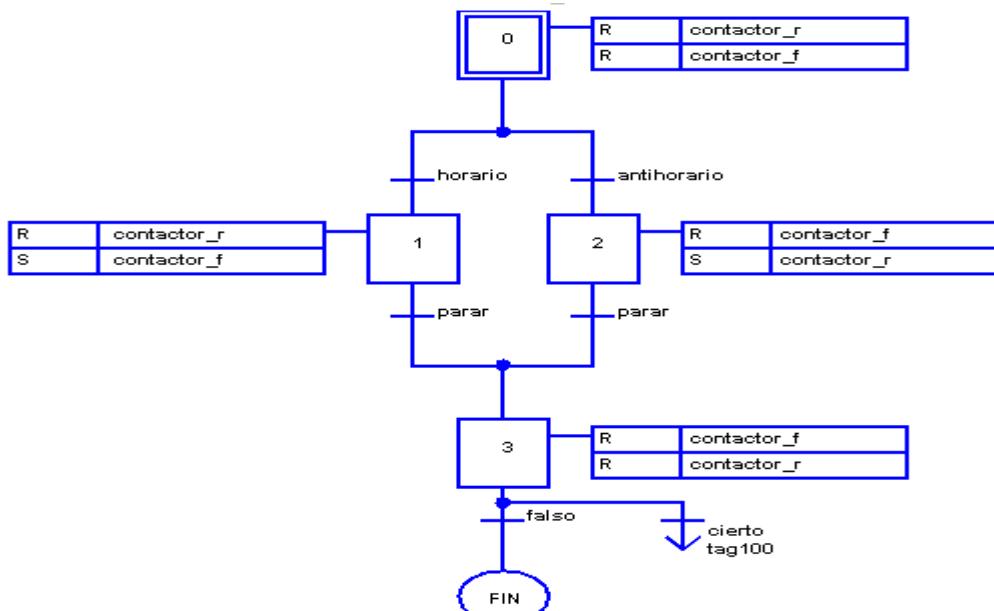


Figura 18. Diagrama SFC para la inversión de giro de un motor trifásico.

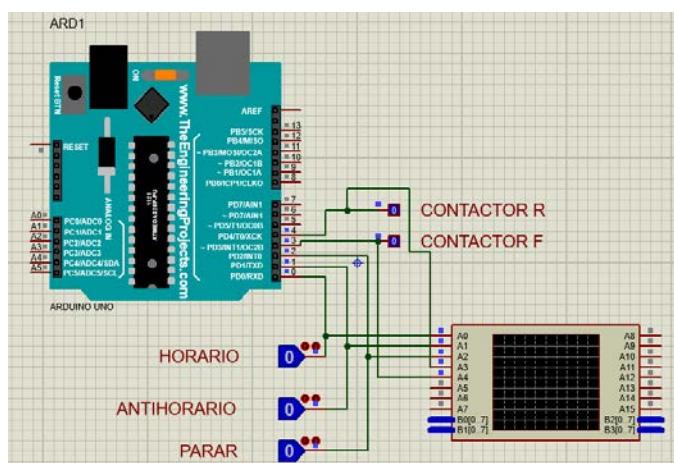


Figura 19. Montaje en Proteus para la inversión de giro del motor

En la Figura 20 se muestra el diagrama de tiempos obtenido con el analizador lógico de Proteus. Se observa que, al presionar el pulsador *horario*, se activa el contactor *F*, hasta que se

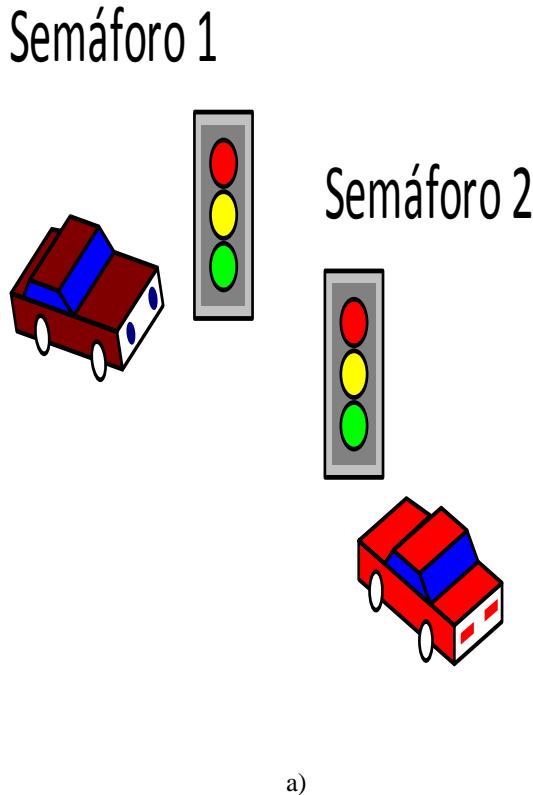
presiona el pulsador *parar*. Al presionar el pulsador *antihorario* se activa el contactor *R*, deteniéndose cuando se vuelve a presionar el botón *parar*.



Figura 20. Diagrama de tiempos para la inversión de sentido de giro del motor.

Automatización de dos semáforos en una intersección

Se trata de automatizar el encendido de las luces de dos semáforos vehiculares en una intersección simple, como se aprecia en la Figura 21a. El diagrama SFC implementado en la herramienta se observa en la Figura 21b. En la etapa inicial se



desactivan todas las luces, utilizando calificadores *R*. Al validarse la condición *iniciar*, comienza la secuencia de encendido, utilizando acciones con calificador *L*, lo que permite la temporización adecuada en el encendido de las luces.

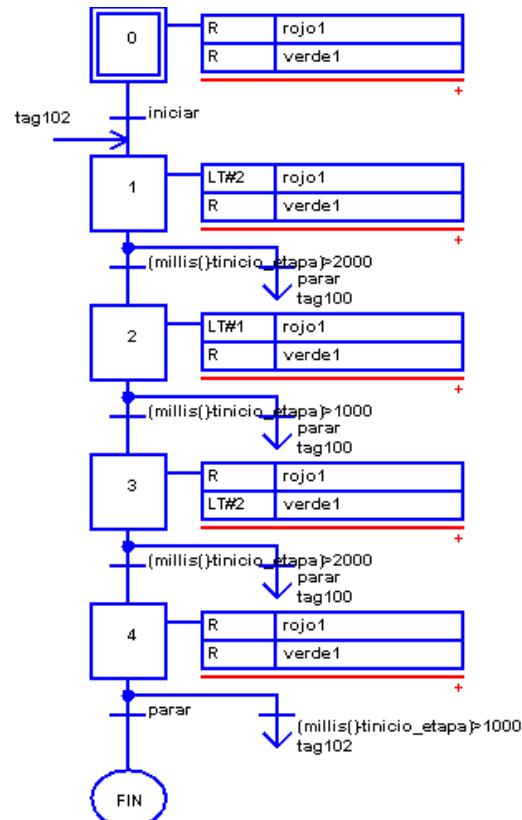


Figura 21. Automatización de semáforos: a) Diagrama ilustrativo; b) Diagrama SFC programado en la herramienta.

La línea roja debajo del cuadro de acciones que se puede ver en la Figura 21b indica que hay más acciones programadas, pero no se muestran. Para visualizarlas el usuario debe hacer clic sobre la etapa. Las transiciones programadas se validan luego de transcurrir el tiempo necesario de cada

etapa. Se incorporaron saltos en cada transición, para en todo momento permitir el apagado del sistema. En la Figura 22 se muestra el circuito simulado en Proteus, mientras que en la Figura 23 se aprecia el diagrama de tiempos obtenido con el analizador lógico.

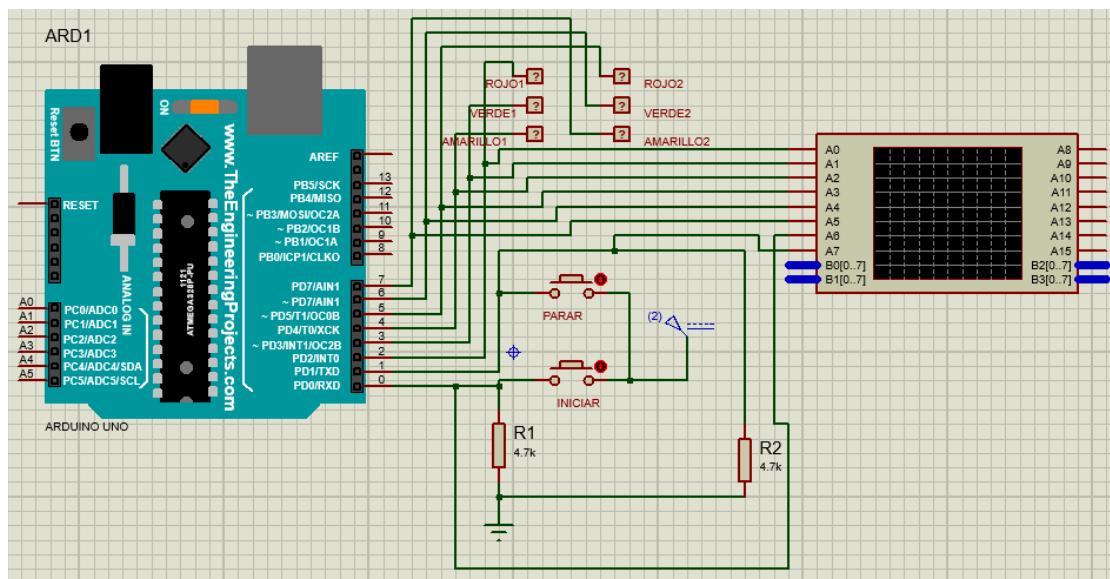


Figura 22. Montaje en Proteus para el control de 2 semáforos.

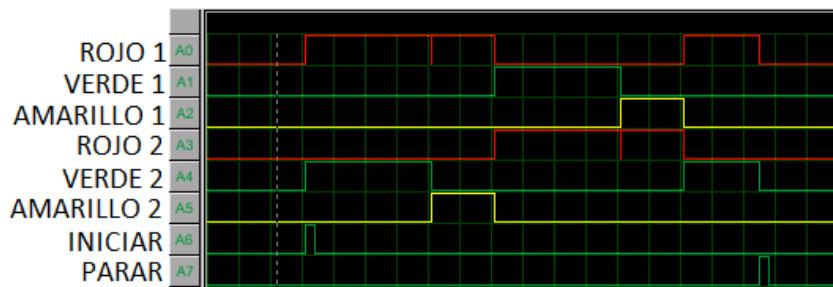


Figura 23. Diagrama de tiempos para los 2 semáforos

DISCUSIÓN

La metodología implementada para convertir el diagrama SFC en lenguaje de programación de Arduino de forma automática fue sometida a numerosas pruebas de funcionamiento. Los diagramas de tiempo obtenidos en Proteus, dos de los cuales se presentan en este documento, evidencian un comportamiento acorde a lo programado en los diagramas SFC correspondientes. Particularmente, el manejo de los calificadores temporizados *L* y *D*.

El aspecto clave que permitió la implementación las acciones temporizadas es la disponibilidad de la función *millis ()* de Arduino, en lugar de usar la función *delay ()* que detiene la ejecución del programa hasta que transcurra el tiempo de retardo.

CONCLUSIONES

Se desarrolló una herramienta de software, denominada: **Herramienta SFC-Arduino**, para implementar sobre la plataforma Arduino, la solución analítica de un automatismo, usando el lenguaje Diagrama Secuencial de Funciones (SFC).

Se logró diseñar e implementar una metodología para la conversión, de forma automática, de un diagrama SFC a lenguaje C++ compatible con el lenguaje del Arduino IDE. En particular, se implementaron los siguientes elementos gráficos: etapa, transición, divergencia, limitada a 2 caminos, unión entre elementos, declaración de variables globales, macro etapa y etiqueta. Y acciones con los calificadores: N, R, S, L, D, P.

Se desarrolló la programación necesaria para generar, de forma automática y en segundo plano, el archivo hexadecimal, para ser transferido a la tarjeta Arduino, o en su defecto, cargarlo en una simulación de Proteus. Esto se logró gracias a que el compilador incluido en el Arduino IDE puede ser utilizado desde la línea de comandos.

La herramienta gráfica implementada permite programar Arduino fácilmente, a partir del diagrama SFC del proceso, sin necesidad de conocer detalles sintácticos del lenguaje C++. Las pruebas realizadas, parte de las cuales se presentaron en este documento, arrojaron los resultados esperados. Las etapas se activan y desactivan, se ejecutan las acciones de acuerdo con sus calificadores y las transiciones se validan correctamente. La divergencia de selección y los saltos se ejecutan de forma correcta.

Se propuso una metodología para la solución de problemas de control de procesos secuenciales usando la Herramienta SFC-Arduino, y su implementación en el control de equipos didácticos disponibles en laboratorios docentes.

REFERENCIAS

- Arbeláez Salazar, O., Mendoza Vargas, J., & Muriel Escobar, J. A. (2008). Implementación de un Microcontrolador PIC con el método GRAFCET. Scientia Et Technica, 111-116. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920503021>. [fecha de Consulta 20 de Septiembre de 2022].
- Arduino. ¿Qué es Arduino? .Recuperado de <https://www.arduino.cc>. [fecha de Consulta 5 de Noviembre de 2022].
- Balcells, Jy Romeral J (1998). Autómatas programables, México, Alfaomega.
- Bisták, P. (2019). Arduino Support for Personalized Learning of Control Theory Basics. IFAC-PapersOnline, 217-221.
- Castro, P. (2014). Herramienta Gráfica para la Programación en GRAFCET de un Microcontrolador. Trabajo de grado de Maestría, no publicado, Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal.
- Comlan, M., Delfieu, D. y Assogba, N. (2022). Grafcet to Arduino: Edit and Upload Grafcets on an Arduino Boards. The International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME).Obtenido de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03562309/document>
- IEC.INTERNATIONAL STANDARD IEC 61131-3. (2003).Programmable controllers. Part 3: Programming languages.
- JAVA. Lenguaje de programación. Universidad de Cantabria. .Recuperado de <https://ocw.unican.es/course/view.php?id=26&ion=1> . [fecha de Consulta 5 de Noviembre de 2022].
- Monk, S. (2012). Programming Arduino. Getting Started with Sketches. McGraw-Hill.
- Petruzella, F.(2017). Programmable Logic Controllers. Nueva York: McGraw-Hill.
- Tojeiro, G. (2009).PROTEUS simulación de circuitos electrónicos a través de ejemplos. (1ra. ed.). Barcelona, Marcombo ediciones técnicas,
- Ynzunza Cortés, CB, Izar Landeta, JM, Bocarando Chacón, JG, Aguilar Pereyra, F., & Larios Osorio, M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. Conciencia Tecnológica, (54), ISSN: 1405-5597. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94454631006>. [fecha de Consulta 10 de Noviembre de 2022]



Pablo A. Castro G. Ingeniero Electrónico (Universidad Nacional Experimental del Táchira – UNET, Venezuela). MSc. En Ingeniería Electrónica (UNET). Profesor Asistente adscrito al Núcleo de Electricidad, Departamento de Ingeniería Electrónica (UNET). Responsable Académico del Laboratorio de Tecnología Eléctrica y Coordinador de la Asignatura Laboratorio de Tecnología Eléctrica (UNET).



Juan R. Vizcaya R. Ingeniero Electrónico (Universidad Nacional Experimental Antonio José de Sucre, Venezuela). MSc. En Ingeniería Electrónica (UNEXPO). Profesor Asociado adscrito al Núcleo de Instrumentación y Control, Departamento de Ingeniería Electrónica (UNET). Responsable Académico del Laboratorio de PSC y Coordinador de la Asignatura Instrumentación Electrónica(UNET).

INDUSTRIAL**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL HORNO DE COCCIÓN DE LA EMPRESA CHARCUTERÍA ALEMANA, UBICADA EN EL MUNICIPIO SAN CRISTÓBAL DEL ESTADO TÁCHIRA.****PROPOSAL FOR THE AUTOMATION OF THE COOKING OVEN OF THE GERMAN CHARCUTERY COMPANY, LOCATED IN THE MUNICIPALITY OF SAN CRISTOBAL, TÁCHIRA STATE****Autores:****Moreno, Joel ; Fernández, Henry**

Departamento de Ingeniería Electrónica. Universidad Nacional Experimental del Táchira, 5001 San Cristóbal, Táchira, Venezuela.

Corresponding Author: hfernán@unet.edu.ve**RESUMEN**

El presente estudio se basa en la propuesta de automatización del horno de cocción para la empresa Charcutería Alemana en San Cristóbal estado Táchira, la cual tiene varios procesos para la producción, siendo uno de ellos la cocción. La falta del sistema de control de los tiempos de cocción y temperatura de cada uno de los productos ha repercutido en la cantidad de productos terminados. La automatización como solución a la problemática se lleva a cabo iniciando con una revisión teórica sobre los sistemas de control en la calidad de los mismos debido a que el proceso se realiza de forma manual es por lo mismo su motivo; esta exploración esta soportada en la revisión de textos, manuales, normas, leyes, tesis, ensayos, informes, internet, entre otros. Se hizo uso del software Labview y Codesys así como también la herramienta que permite la comunicación entre ellos como lo es la comunicación de protocolo abierto (OPC, Open Protocol Communication).

ABSTRACT

The present study is based on the proposal for the automation of the cooking oven for the German Charcuterie company in San Cristóbal, Táchira state, which has several processes for production, one of them being cooking. The lack of a control system for the cooking times and temperature of each of the products has affected the number of finished products. Automation as a solution to the problem is carried out starting with a theoretical review of their quality control systems because the process is carried out manually, which is why; This exploration is supported by the review of texts, manuals, regulations, laws, theses, essays, reports, internet, among others. Labview and Codesys software were used, as well as the tool that allows communication between them, such as open protocol communication (OPC, Open Protocol Communication).

Palabras Claves: automatización, horno, Labview, Codesys.
OPC

Key Words: automation, oven, Labview, Codesys. OPC

Recibido: 23/06/2022 **Aprobado:** 14/11/2022

INTRODUCCIÓN

El uso de la tecnología ayuda a que el mundo sea más justo, más pacífico y más equitativo. Los avances tecnológicos pueden apoyar y acelerar el logro de las empresas e instituciones, en las áreas de producción, manufactura, distribución, milicia, docencia, salud, así como en el desarrollo sostenible. Es por ello que se debe decidir cómo aprovechar y gestionar las nuevas tecnologías. Esto ha hecho que procesos que antes se realizaban en semanas e incluso meses, hoy en día se logren en menor tiempo sin mayores esfuerzos ni complicación. Todo esto se logra mediante la automatización de los procesos, la cual se ha convertido en la columna vertebral de todos los sectores: industriales, institucionales, educacionales, entre otros.

Es por ello que, todas las grandes, medianas y pequeñas empresas en vías de crecimiento deben luchar cada día por ir de la mano con los avances tecnológicos y adaptarse a ellos, con el fin de acelerar sus procesos y, por supuesto, mantener la productividad y la competitividad en el mercado. Uno de estos casos es la empresa Charcutería Alemana, C.A., ubicada en el municipio San Cristóbal del estado Táchira, la cual se dedica desde hace más de 70 a la elaboración de embutidos, entre los cuales se pueden mencionar: chuletas, mortadelas, salchichas (varios tipos), jamón, entre otros. Es por ello que el siguiente proyecto propone la automatización del horno de cocción de la Empresa Charcutería Alemana, lo cual permitirá a la empresa cumplir con los tiempos de entrega, cubrir sus compromisos y disminuir las horas hombres de vigilancia de los procesos de cocción, así como pérdidas de productos, fatiga y estrés, entre otros.

El siguiente documento explica el principio de funcionamiento, el diseño y cálculos para la automatización de dicho proceso.

Finalmente se sintetiza que, con la automatización, las actividades de cualquier índole, ya sean administrativas, empresariales, industriales, entre otros;

pueden realizarse de una manera más eficaz, trayendo consigo mejores resultados, ya que muchas de estas labores están siendo ejecutadas por máquinas en vez de personas, siendo así más rápidos y eficientes los procedimientos

Objetivos de la automatización

Según Solbes y Garzón (2014) los objetivos fundamentales de la automatización son los siguientes:

- a. Buscar los costos más bajos en la mano de obra, material y energía.
- b. Supresión de trabajos peligrosos o pesados. Mejoría de las condiciones de trabajo.
- c. Mejor calidad y uniformidad del producto, limitando el factor humano y utilizando controles automáticos y procesos repetitivos.
- d. Realización de operaciones imposibles de controlar de manera manual o intelectualmente. Como lo serían, ensamblajes miniatura, operaciones muy rápidas, coordinaciones complejas.
- e. Minimizar el esfuerzo y los tiempos de producción.
- f. Mejorar la productividad, reduciendo los costos de manufactura mediante un mejor control de la producción.
- g. Ahorrar área en la planta haciendo más eficiente el arreglo de las máquinas y el flujo del material.
- h. Aumentar la seguridad del personal.

Ventajas de la automatización

La automatización de procesos cada vez es más común en el mercado, principalmente debido a su contribución comprobada para la reducción de los gastos de producción, mejoramiento de la calidad y la eficiencia en el proceso productivo. La aplicación de la automatización permite a las empresas diseñar, ejecutar, observar, supervisar y mejorar de forma continua los procesos de negocio, lo que hace que sea una de las más poderosas ventajas competitivas de cualquier organización. (Grup, 2016)

Automatizar, en la actualidad, es algo muy importante para poder ser competitivos en

cualquier industria; permite aumentar la capacidad de producción, dar una respuesta a requerimientos de los clientes de forma fácil y en menor tiempo, ampliar el tiempo de vigencia del proceso productivo de la empresa.

Algunas de las principales ventajas de la automatización son:

- a. La optimización de los procesos de producción: reduce el ciclo de producción, mejora la carga de equipo, disminuye los recursos de las acciones.
- b. Seguimiento y control de los resultados en tiempo real, facilita la toma de decisiones, permite la retroalimentación de resultados.
- c. Definir, configurar y estandarizar los indicadores de rendimiento en el proceso productivo
- d. Conseguir informes, en cualquier momento, consolidados con indicadores sumamente útiles para la gestión.
- e. Aumento significativo de la velocidad de ejecución.
- f. Una mayor coherencia en la aplicación de las normas de gestión empresarial.

Herramientas de la automatización

Para conseguir un proceso automatizado, se deben tener en cuenta las herramientas que como se entiende son tecnologías, las cuales al ser combinadas con mecanismos y procesos industriales pueden ayudar en el

diseño, implementación y monitoreo de sistemas de control.

En este caso, se pueden dar a conocer algunas herramientas que contribuyen con la automatización, siendo estas:

- a. Red Neuronal Artificial (ANN)
- b. Sistema de control distribuido (DCS).
- c. Interfaz hombre-máquina (HMI)
- d. Control de supervisión y Adquisición de Datos (SCADA)
- e. Controlador lógico programable (PLC)
- f. Instrumentación
- g. Robótica
- h. GRAFCET: Gráfico Funcional de Control de Etapas y Transiciones.

Las innovaciones tecnológicas siguen en crecimiento, es por esto que muchas compañías siguen desarrollando herramientas que son destinadas a mejorar los procesos de automatización, consiguiendo con ello configurar, depurar y programar, los sistemas de seguridad, robótica y control de movimiento de maquinaria.

Sistema

Se entiende por sistema a la composición de elementos que interactúan en conjunto con la intención de lograr un objetivo, el mismo está compuesto por variables de entrada, salidas y las perturbaciones, como se muestra en la Figura 1.

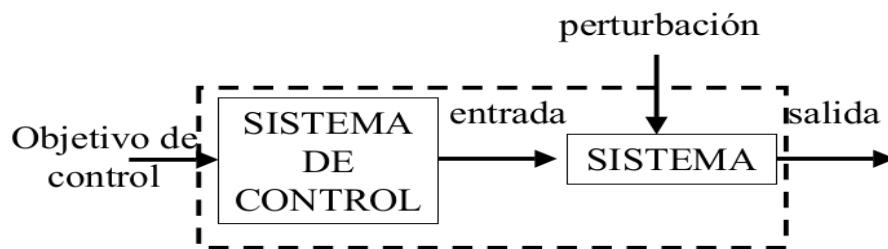


Figura 1. Sistema de control.

- **Variable de entrada:** En este punto se entiende esta variable de entrada puede afectar al sistema cuando su magnitud o condición sean modificadas.

- **Variable de salida:** En este caso, la variable de salida, a diferencia que la de entrada, su magnitud o condición se mide.

- **Perturbación:** Se encuentra que puede ser variable externa o interna, ahora se denota que si una perturbación se genera de manera externa puede constituir una entrada, mientras que si se genera de forma interna puede afectar el valor de salida.

Sistema de Control

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema, el objetivo de este sistema de control es la influencia en las variables de salida, consiguiendo de esta manera un margen de error mínimo, por conseguir valores predeterminados que minimicen los riesgos en la automatización. Para ello se consideran importantes sus elementos, los cuales permiten una correcta manipulación, estos son:

- Sensores
- Controlador
- Actuador

Lógica de Control

Es el conjunto de operaciones lógicas y estructuras de control que determinan el orden de ejecución de las instrucciones de un programa. En el paradigma Modelo Vista los datos, la interfaz de usuario y la lógica de control son los tres niveles en los que descomponen una aplicación. También se puede decir, que es la programación que se realiza para los Controladores Lógicos Programables (PLC) o para los Sistemas de Control Distribuidos (DCS) de una planta industrial. Mediante la lógica de control, estos equipos son capaces de interpretar las señales, representarlas en una pantalla de operación, y/o actuar consecuentemente en el proceso.

Es importante saber que la lógica de control se presenta de un sistema digital que requiere una secuencia de control y comienza con la suposición de la disponibilidad de variables de tiempo.

Diseño de lógica de control

El proceso del diseño lógico es una tarea compleja, actualmente se utilizan sistemas asistidos por computador para automatizar este proceso. Sin embargo, el desarrollo del mismo y el análisis del sistema no pueden ser automatizados y requieren del razonamiento mental del diseñador. La parte más complicada de este proceso es el desarrollo de algoritmos y procesos para poder lograr los objetivos deseados, el cual depende de la creatividad y experiencia del diseñador.

Un algoritmo es un procedimiento para obtener una solución a un problema describiendo los pasos sistemáticamente expuestos. Un algoritmo diseñado es un procedimiento para configurar el problema con una pieza dada de equipo.

Tipos de señales Asociadas a la lógica de control

La señal digital: Es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango. Por ejemplo, el interruptor de la luz sólo puede tomar dos valores o estados: abierto o cerrado, o la misma lámpara: encendida o apagada.

Control: Se capturan las señales con objeto de controlar el proceso, es decir, mantener las variables dentro de los valores de consigna fijados. Se requieren tres partes: Entrada de variables, un algoritmo de control y Salida de señales de actuación hacia las variables de control para corregir las variables controladas. El tipo de señales usadas en control de procesos dependen del nivel en el que se sitúe. Así, a nivel alto se utilizan señales de comunicación entre PCs o buses de campo, mientras que a nivel más bajo las señales son tensión o corriente procedentes de lecturas de variables o de actuaciones sobre válvulas, relés, etc.

Monitorización: Se capturan las señales con objeto de disponer de información del estado del proceso. No se controla el proceso, es decir, no existe actuación para modificar las condiciones. Se utilizan principalmente entradas, lectura de variables, excepto alguna salida de activación de alarmas en caso de necesidad.

Control de procesos mediante la utilización de PLC

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales. Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- a) Espacio reducido
- b) Procesos de producción periódicamente cambiantes
- c) Procesos secuenciales
- d) Maquinaria de procesos variables
- e) Instalaciones de procesos complejos y amplios
- f) Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Protocolos de comunicación

Son sistemas que hacen posible la transmisión de información entre diversos dispositivos y procesos. En otras palabras, los protocolos son conjuntos de condiciones o reglas que habilitan el intercambio de información entre dispositivos. Estos equipos, al quedar intercomunicados o pasar bloques de datos, conforman una red de comunicación. Como todo, los protocolos de comunicación industrial han evolucionado con el paso del tiempo, y los sistemas de producción también han cambiado y es por eso que es necesario modificar la forma en que las máquinas y dispositivos intercambian información.

OPC

Open Protocol Communication (OPC), es el método de conectividad de datos basado en los estándares más populares del mundo. Es utilizado para responder a uno de los mayores retos de la industria de la automatización: cómo comunicar dispositivos, controladores y/o aplicaciones sin caer en los problemas habituales de las conexiones basadas en protocolos propietarios. OPC no es un protocolo, sino más bien un estándar para la conectividad de datos que se basa en una serie de especificaciones OPC gestionadas por la OPC Foundation. Cualquier software que sea compatible con estas especificaciones OPC proporciona a usuarios e integradores conectividad abierta e independiente tanto del fabricante del dispositivo como del desarrollador de la aplicación Cliente.

Beneficios de la conectividad OPC

A primera vista, crear un *driver* propietario para dos componentes OPC (Cliente OPC y Servidor OPC) puede parecer que no sea una gran mejora, pero la experiencia ha demostrado que sí lo es. A continuación se enumeran algunos de los beneficios clave de utilizar OPC:

- a) Una aplicación Cliente OPC puede comunicar libremente con cualquier Servidor OPC visible en la red sin la necesidad de utilizar ningún *driver* específico para la Fuente de Datos.
- b) Las aplicaciones Cliente OPC pueden comunicar con tantos Servidores OPC como necesiten. No hay ninguna limitación inherente a OPC en el número de conexiones que se pueden establecer.
- c) Hoy en día OPC está tan extendido que hay un Servidor OPC disponible para prácticamente todos los dispositivos nuevos o antiguos que existen en el mercado.
- d) Las Fuentes de Datos (*hardware* o *software*) que utilizan OPC pueden ser intercambiadas o actualizadas sin la necesidad de actualizar los *drivers* utilizados por cada aplicación que comunique con ellas mediante OPC. Sólo hay que mantener actualizado el Servidor OPC para esa Fuente de Datos.

e) Los usuarios pueden elegir libremente los dispositivos, controladores y aplicaciones que mejor se ajusten a sus proyectos, sin preocuparse del fabricante del que provienen o de si comunicarán entre sí, pues la intercomunicación se da por sentado.

Otros beneficios de usar esta tecnología, tanto para el usuario final como para el desarrollador de tecnología, son:

Primero, es una tecnología escalable, dado que adquirir un *software* OPC nos permitirá crecer en el tiempo, ya que ese mismo *software* podrá comunicarse con otros nuevos, sin costes.

Segundo, disponer de una tecnología independiente de los fabricantes, lo que nos permite no atarnos a un solo proveedor.

Tercero, el mantenimiento de una arquitectura OPC es más simple que otra con muchos protocolos, porque conociendo los fundamentos de una tecnología podemos mantener una arquitectura de comunicaciones completa.

Codesys

CODESYS es un entorno de desarrollo para la programación de controladores conforme con el estándar industrial internacional IEC 61131-3 más comunes para PLCs y reguladores industriales, que permite programar autómatas de diferentes fabricantes.

Además es un software abierto muy utilizado por decenas de empresas del mundo de la automatización industrial que utilizan Codesys en sus equipos de automatización: Beckhoff, Festo, EATON, KEBA, IFM, LENZE, Schneider Electric, ABB, ESA. El *software* de programación de estas marcas está basado en CodeSys, aunque con ciertas personalizaciones.

CodeSys es una plataforma que está en continua evolución ofreciendo soluciones de automatización adaptadas a la evolución de la industria, así como un montón de

complementos como CODESYS OPC UA, CODESYS IEC 61850 Server, CODESYS Control para Raspberry Pi SL, EPLAN Exchange.

Labview

LabVIEW 2019 fue desarrollado por National Instruments (NI), simplifica el diseño de sistemas distribuidos de pruebas, medidas y control, disminuyendo su tiempo para llegar al mercado. NI sugiere combinar LabVIEW 2019 con su *hardware* comercial personalizable, el cual ha sido utilizado por ingenieros por más de 30 años para desarrollar e implementar sistemas industriales y de producción a gran escala y personalizados.

Se puede decir, que Labview (Vizcano y Sebastián, 2011) es un entorno gráfico de programación. El lenguaje utilizado para programar en él se llama “Lenguaje G, donde la “G” simboliza que es un lenguaje de tipo gráfico.

Los programas desarrollados en Labview se llaman VI’s (*Virtual Instruments*), su origen provenía del control de instrumentos, pero hoy en día su uso se ha expandido más allá. Como tiene un entorno gráfico los programas no se escriben, sino que se dibujan, labor que se facilita gracias a que Labview consta de una gran cantidad de bloques prediseñados.

Los programas se dividen en dos partes bien diferenciadas, una llamada “Panel Frontal”, y otra “Diagrama de Bloques”.

Horno Atmosférico

Un Horno Atmosférico funciona a base de gas, construido sobre planchas de acero inoxidable de 0.9 mm, recubierto con planchas de aluminio y sus medidas son 1,5 m de alto, 1.3 m de ancho por 1.10 m de profundidad. En el fondo del horno están dos dispositivos en forma de tubos con pequeños orificios conocidos como “flautas de gas”, que son encendidos mediante un chispero eléctrico y queman el gas que hace que el horno se caliente (Aquieta, 2018).

El horno atmosférico se halla formado por cinco partes fundamentales. Todas y cada una

de sus partes se pueden apreciar con claridad en la Figura 2.

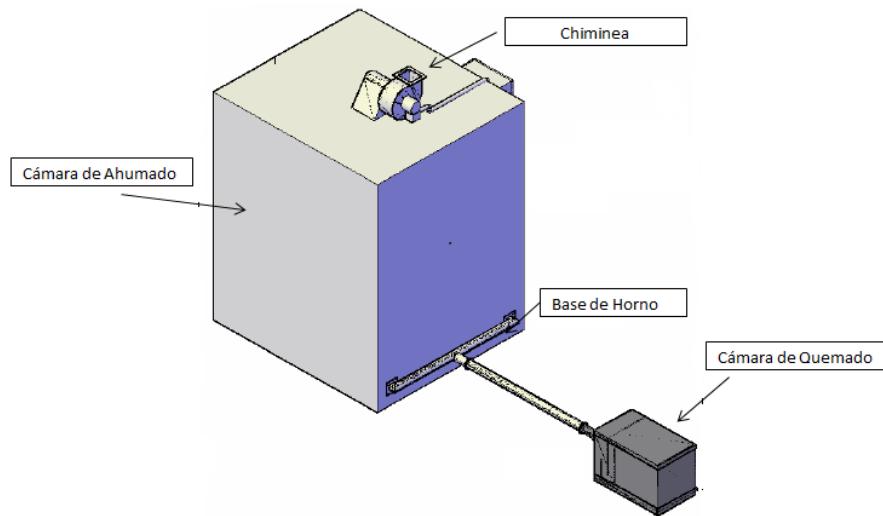


Figura 2. Horno Atmosférico (Fuente: Rúales 2008)

La cámara de ahumado: es un espacio construido en acero inoxidable, la cámara tiene una salida de humos en su parte superior y en su interior se introducen los alimentos a ahumar por la puerta habilitada para ello.

La base del horno: Es una estructura metálica en forma de rieles que se utiliza para ubicar el porta carnes.

El porta carnes: Como su nombre lo indica, es una estructura construida a base de rejillas que dispone de compartimientos donde se ubica la carne. Posee ruedas para su fácil desplazamiento, lo cual permite ubicar fácilmente la carne en el porta carnes y luego desplazarlo hacia el interior del horno.

La cámara de quemado: es un espacio cerrado con una puerta de fundición de hierro u otro material, donde contiene el aserrín especial que es encendido para producir humo, el mismo que es conducido al interior del horno y que realiza el proceso de ahumado.

La Chimenea: Ubicada en la parte superior del horno, mediante un extractor de humo que se enciende al terminar el proceso y permite evacuar el humo excedente en el interior del horno.

Norma estandarizada IEC 61131-1 y 61131-3

La norma estandarizada IEC 61131-1, proporciona las definiciones de los términos utilizados en la presente norma e identifica las principales características de interés para la selección y aplicación de los controladores programables y sus periféricos asociados; mientras que la norma IEC 61131-3, especifica los elementos comunes, el POU (Unidades de Organización de Programa) y las características de los lenguajes de programación para los controladores programables (PLC). Estos lenguajes consisten en dos textos: IL (Instrucción Lista) y ST (texto estructurado), y tres gráficos: LD (Ladder), FBP (Función Diagrama de Bloques) y SFC (Bloques de Función Secuenciales).

MÉTODO

La modalidad de investigación corresponde a al tipo proyecto factible o investigación proyectiva como plantea Hurtado (2008), consistiendo en el desarrollo de un plan que permite dar solución a un problema o necesidad de tipo práctico con un nivel de investigación del tipo descriptivo, explicativo y exploratorio, en donde los proyectos

descriptivos, muestran con mayor precisión las singularidades de una realidad estudiada.

Así mismo, se utiliza como técnicas de recolección de datos, mediante la observación para captar la realidad en estudio, como también la exploración en internet, la revisión de textos y de manuales.

De tal manera que se plantearon las siguientes fases para el desarrollo:

Fase 1. En esta fase se procedió a abordar la situación actual del horno de cocción, en lo que se refiere a: voltaje de alimentación, potencia, protecciones, funcionamiento, sensores y solenoides de control, entre otros, así como el sistema de alimentación de la empresa y carga instalada. Adicionalmente, se buscó toda la documentación con relación al fabricante, para con ello obtener la información de la puesta en marcha del mismo. Para la obtención de la información se aplicó una lista de cotejo que ayude a determinar si existen las condiciones operativas para automatizar o no.

Fase 2. En esta etapa se identificaron todos los componentes (eléctricos, electrónicos, y de proceso), revisando tanto el equipo como el manual del mismo, con el fin de identificar las variables de entrada y salida, donde pueden ser: analógicas y digitales. Éstas, dependiendo del sistema instalado en el horno, se pudieran visualizar a través de un computador. Se procesó una lista de los diferentes productos que se elaboran en la charcutería y que requieren el uso del horno en estudio, adicionalmente se obtuvo la información de los tiempos, temperaturas máximas y mínimas por cada uno de los productos y procesos requeridos para la elaboración, así como la secuencia como deben ir.

Fase 3. Una vez desarrollada la fase anterior, se procedió al diseño del programa de la lógica de control, tomando en cuenta todas las variables a controlar. En esta etapa se estudió todo material impreso y electrónico relacionado con el lenguaje de programación,

así como también el manejo y programación del *software* Codesys. Se realizaron ejercicios de práctica de control con dicho lenguaje, para luego proceder a desarrollar el programa de control que se aplicará en el proceso industrial automatizado en Labview.

Fase 4. Se procedió a estudiar la herramienta OPC con el material dado por el fabricante y pertinente al tema en la red, luego se realizarán pruebas con ejercicios en el programador de controladores Codesys y Labview, con la finalidad de establecer la comunicación en ambos. Una vez determinado los pasos para la comunicación, se procedió a aplicarlo al controlador lógico programable en Codesys. De esta manera, el *software* de PLC Codesys, monitoreará, supervisará y controlará al proceso del horno de cocción en Labview.

Fase 5. Finalmente, se realizó la prueba el funcionamiento del programa de control diseñado en Codesys con el proceso del horno de cocción en Labview, de tal manera que cualquier cambio que ocurra en el proceso lo vea Codesys y viceversa.

RESULTADOS

Etapa 1: Diagnosticar la situación actual del horno de cocción de la empresa Charcutería Alemana C.A.

La empresa Charcutería Alemana, ubicada en el municipio San Cristóbal del Estado Táchira, actualmente cuenta con un sistema manual para el horno de cocción de sus productos, el cual requiere de dos modos de operación para su actividad que son: cocción y limpieza.

1. Cocción: Este proceso se realiza mediante un tablero de control (relé, pulsadores, temporizadores y sensores de temperatura) manejado por un operador que se encarga de vigilar las diferentes etapas de cocción específicas de cada producto (secado, precalentado, ahumado, cocción y evacuación).

2. Limpieza: Lo realiza un operador mediante un sistema totalmente manual, donde se encarga de vigilar los sensores de nivel, la apertura y cierre de cada una de las válvulas y válvulas de apertura y cierre con un proceso totalmente manual a través del operador, el cual se encarga de vigilar.

Este proceso manual genera fallas en los procesos de producción, deficiencia en los productos terminados, retraso en los tiempos de entrega, aumento de costos, y por ende, malestar en el consumidor final en cuanto a calidad y disponibilidad de los productos, por lo que se propone la automatización del horno de cocción de la Empresa Charcutería Alemana, lo cual permitirá cubrir las deficiencias mencionadas anteriormente, es decir, hacer que el proceso de producción sea más eficiente.

Etapa 2: Seleccionar las variables de entrada y salida para la automatización del horno de cocción de la Empresa Charcutería Alemana C.A. Las variables de entrada y salidas del PLC, se muestra en las siguientes tablas:

Etapa 3: Desarrollar la programación de la lógica de control para la automatización del

horno de cocción de la empresa Charcutería Alemana C.A., con el software Codesys.

Para la programación de la lógica de control del proceso del horno de cocción se utiliza dos lenguajes, el primer lenguaje es el SFC para obtener una estructura secuencial establecida por etapas, el segundo lenguaje es el ST para la programación de procedimientos basado en lenguaje C.

Programación en CoDeSys

Para la programación de la lógica de control en CoDeSys se toma como referencia el manejo del programa, marcha y parada de un motor eléctrico con enclavamiento. Dicho programa de control es escrito en lenguaje SFC y ST bajo la normativa IEC 61131-3.

Para la realización de la lógica de control del ejemplo marcha y parada de un motor eléctrico, se debe tener presente tres aspectos:

1) Definir las variables de entrada y salida del PLC, por tal razón se construye una tabla, la cual debe contener el nombre de la variable y detalles relacionado con su función, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables de entrada al PLC CoDeSys.

Nombre variable	Tipo de variable	Detalle
temp	INT	Valor de la temperatura del proceso de Cocción
templavado	INT	Valor de la temperatura del proceso de Limpieza
SA	BOOL	Nivel Bajo de llenado de Tanque
SB	BOOL	Nivel Alto de llenado de Tanque
SM	BOOL	Nivel de lavado completado
Vacio	BOOL	Nivel de vacío completo del Tanque

- 2) Luego de declarar las variables en CoDeSys como globales se procedió a programar la lógica de control: se crea la estructura SFC (Figura 3) del programa principal de control y las acciones de cada etapa en lenguaje ST.
- 3) Finalmente para estructura del panel gráfico de control y supervisión en la pestaña *Visualizations*, se construyeron dos botones no retenedores (Marcha y Parada), un indicador booleano (Motor).

Al simular el programa, la salida del PLC llamada Motor es desactivada por la acción correspondiente a la etapa Motor_OFF.

Al presionar el botón Marcha en el panel de control y supervisión, el programa pasa de la etapa Motor_OFF a Motor_ON, activando la salida Motor

Para apagar el motor se presiona el botón Parada, de esta forma el programa de control

desactiva la salida Motor en la etapa Motor_OFF.

Programación de la lógica de control para el proceso del horno de cocción Se construyó un programa principal “PLC_PRG(PRG)” en la ventana de POU, partiendo del diagrama de flujo de la Figura 3 en donde se establece la programación en gráficos de funciones secuenciales (SFC) el cual controla y gestiona las acciones del proceso del horno de cocción (Figura 3). El diagrama SFC está conformado por etapas, acciones y transiciones.

Las etapas que conforman el diagrama SFC principal del proceso están construidas algunas con lenguaje ST o sub-programas SFC que controlan la gestión de varias de las

etapas y sus acciones se encuentra programada en el lenguaje ST.

Para el caso de la etapa de secado del producto 01 el sub-programa en SFC se puede ver en la Figura 4.

Etapa 4: Establecer la comunicación entre Labview y Codesys mediante la herramienta comunicación de protocolo abierto (OPC, *Open Protocol Communication*).

Se estableció una comunicación bidireccional entre CoDeSys y LabView, a través del protocolo OPC, como se muestra en la Figura 5. Esto permite el intercambio de datos en tiempo real entre el PLC (CoDeSys) y el proceso en LabView.

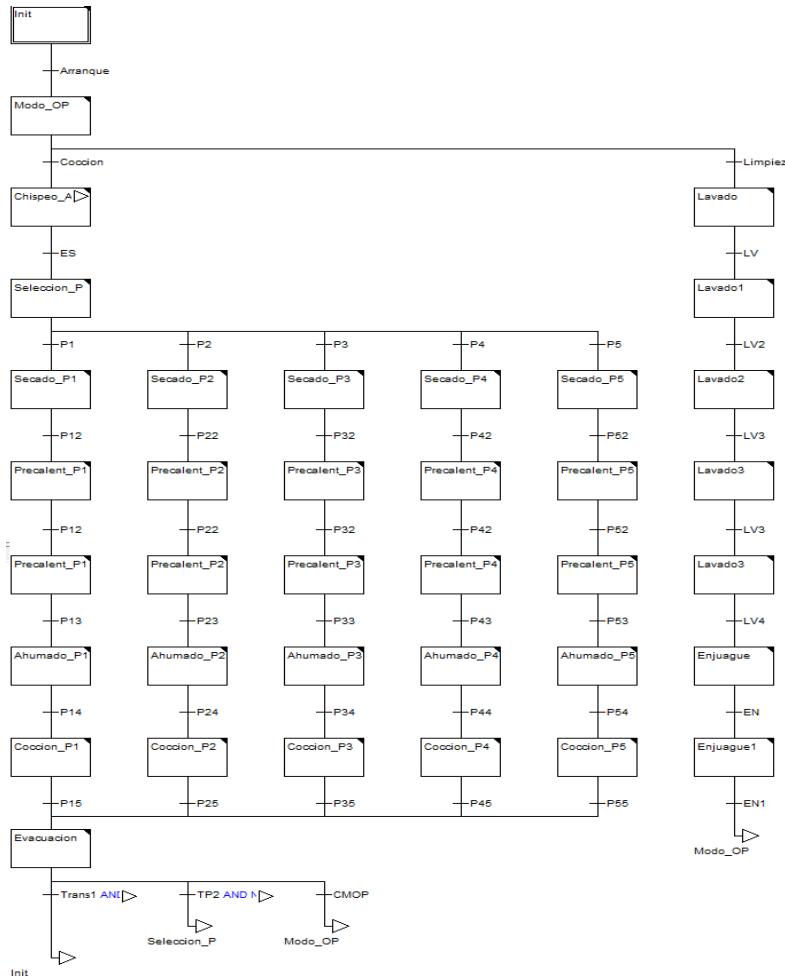


Figura 3. Diagrama SFC Principal del proceso del horno de cocción

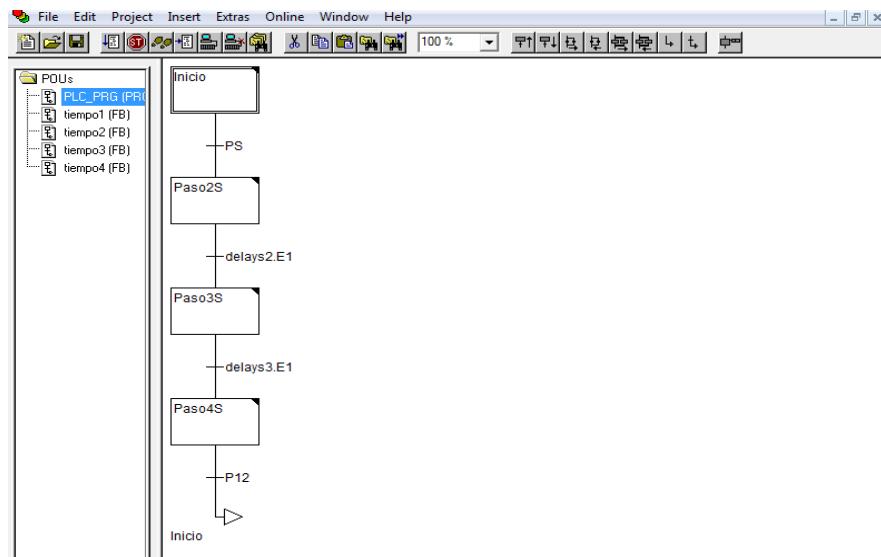


Figura 4. Diagrama SFC Etapa de Secado del producto 01 del proceso del horno de cocción



Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de comunicación entre el *software* CoDeSys y LabView.

Configuración de la comunicación entre CoDeSys y LabView

Para establecer la comunicación entre CoDeSys y Labview se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) Se abre el *software* Codesys Proyect, donde se encuentra el programa de control del PLC diseñado.
- 2) Se abre el programa del proceso desarrollado en Labview.
- 3) Se abre la aplicación del *software* CoDeSys llamada CoDeSys OPC Configurator, el cual es un servidor OPC que permite la comunicación con clientes

OPC. Por defecto aparece la siguiente configuración del servidor OPC.

- 4) En el *software* CoDeSys proyect se selecciona la opción “Online Communication Parameters”, ubicado en

la barra de menú. En el cual en localhost debe ser los mismos parámetros de la Configuración OPC.

- 5) Se abre la aplicación del software CoDeSys llamada CoDeSys PLCWinNT V2.4, el cual permite iniciar el programa del PLC.
- 6) Para iniciar el programa a través de CoDeSys PLCWinNT se configura la “target Settings” en la pestaña de recursos.
- 7) En el software CoDeSys proyect se selecciona la opción “Online login”, ubicado en la barra de menú y a continuación aparece un mensaje de confirmación de la descarga, se selecciona SI para descargar el programa y en la ventana PLCWinNT aparece el nombre del programa.

- 8) En LabView se abre un proyecto nuevo se da clic derecho y se selecciona la opción *My Computer, New, I/O Server*.
- 9) Una vez seleccionada la opción para crear un nuevo *I/O Server* se selecciona la comunicación de tipo OPC Client.
- 10) Para la configuración OPC Client *I/O Server* seleccionamos en este caso CodeSys OPC.
- 11) Ya una vez seleccionado se observa la librería de comunicación OPC agregado al proyecto lo que ahora se crea será el programa en LabView.
- 12) En CoDeSys la transferencia de datos se hace a través de *symbols* (símbolos) que son las etiquetas que diferencian a cada dato y del tipo que es. Para indicar las variables que van a tener asociado un symbol se va a la “Barra de menú” y dentro de *Project* se selecciona *Options*. Dentro del apartado *Symbol configuration* se marca la opción *Dump symbol entries* (activar entrada de símbolos). Luego se accede al apartado *Configure symbol file* y se selecciona del árbol de variables del proyecto las variables disponibles en el OPC server y se marca la opción *Export variables of object*, el resto de opciones se dejan como están por defecto.
- 13) Una vez terminado el programa en CodeSys project y verificado que no existe ningún error se repite el paso 7.
- 14) En LabView se configuran cada uno de los objetos seleccionándolo y dándole clic derecho en la opción de propiedades y en *Data Binding* se procede a configurar las variables correspondientes de acceso tipo de lectura como escritura.

Etapa 5 Validar el funcionamiento del sistema automatizado.

Con el programa de lógica de control realizado en CodeSys y el proceso del horno de cocción en LabView, se procede a simular

ambos para probar el funcionamiento del protocolo OPC.

Para establecer la comunicación con el usuario, se utiliza una interfaz gráfica en CoDeSys que represente el sistema de control y monitoreo de las variables del proceso del horno de cocción, como se puede apreciar en la Figura 6.

En la parte principal se encuentra una representación del proceso del horno de cocción, en el cual se pueden ver el horno industrial, los tanques, las válvulas, la bomba, sensores de nivel y temperatura.

En la parte derecha, hay un panel de control donde contiene tres pulsadores, los cuales son: arranque del sistema, cocción y limpieza.

También contiene diferentes indicadores y controles para ser operados en el proceso según el modo de trabajo seleccionado.

Funcionamiento y pruebas del sistema

Para la puesta en marcha del sistema automatizado se debe iniciar primero el programa de control del PLC en CodeSys Project y luego iniciar la simulación del proceso en LabView.

Una vez ambos programas estén en modo RUN, se pulsa el botón Arranque del panel de control, el cual inicia la puesta en marcha del sistema. Para seleccionar el tipo de modo de operación, el usuario debe pulsar el botón de cocción o limpieza que están en el panel.

El modo de operación tipo cocción, el cual activa el sistema de encendido del horno y la apertura de la válvula de la cámara de quemado se presenta en la Figura 7.

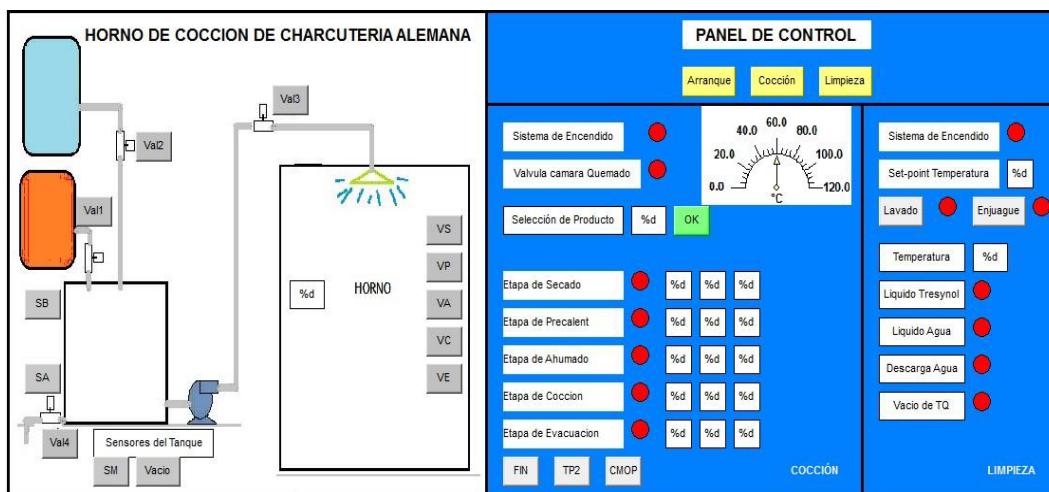


Figura 6. Panel de control y monitoreo de variables del proceso

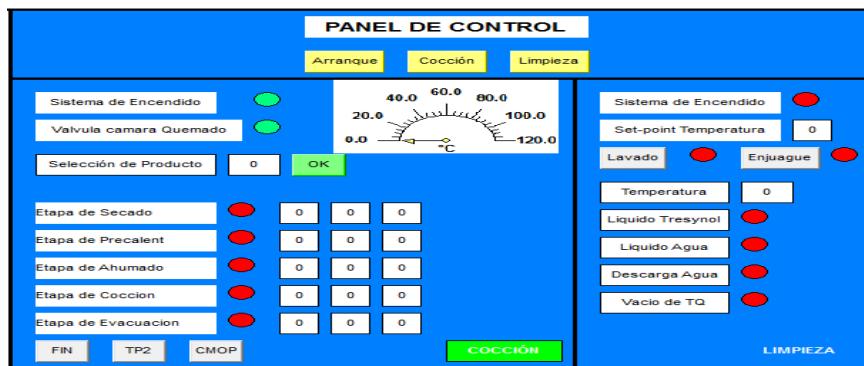


Figura 7. Horno en modo de operación Cocción

En la Figura 8 se puede observar la apertura de la válvula de secado y la temperatura alcanzada por el Horno. De igual manera, en el panel de control se indica el estado en el que se encuentra el proceso, así como se

visualiza el valor de la temperatura. También se puede observar en la Figura 9 el proceso del horno en Labview en la etapa de secado, hasta alcanzar el valor de temperatura deseado.



Figura 8. Panel de control y monitoreo de variables del proceso etapa de secado

AUTOMATIZACIÓN DEL HORNO DE COCCIÓN

Moreno, J.; Fernández, H.

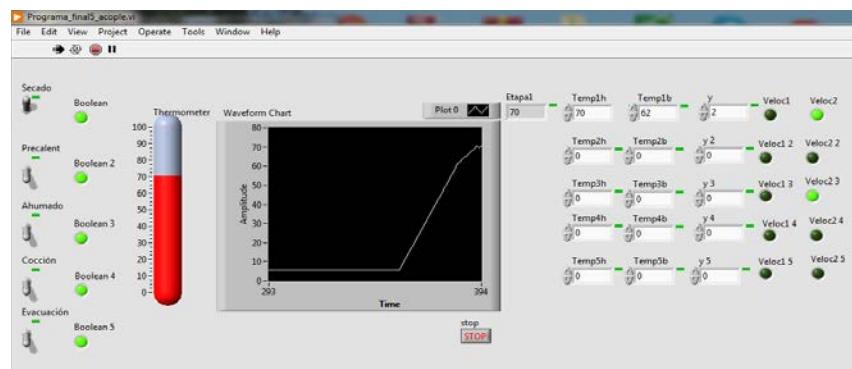


Figura 9. Proceso del Horno en LabView etapa de secado

El indicador de ahumado pasa a ser verde en el proceso en la etapa de ahumado, así como también se pueden observar los parámetros de temperatura y velocidad del ventilador del horno.

En la Figura 10 se puede observar la selección del modo de operación tipo limpieza, el cual activa el sistema de encendido del horno y el valor de Set-point de Temperatura a trabajar el sistema.

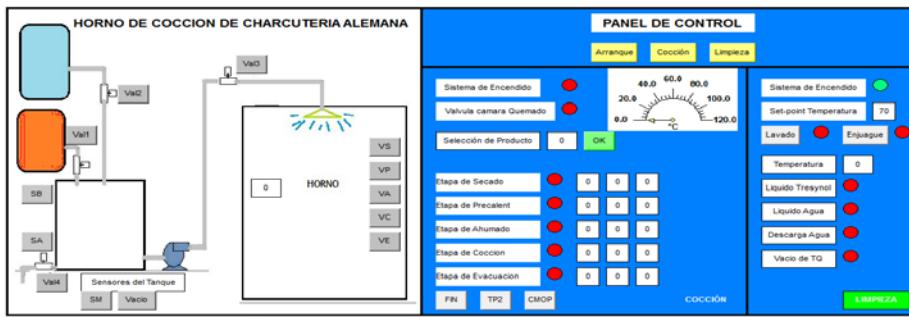
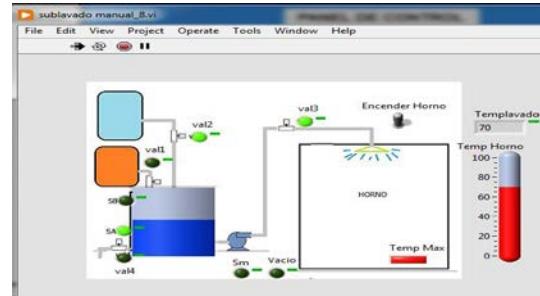
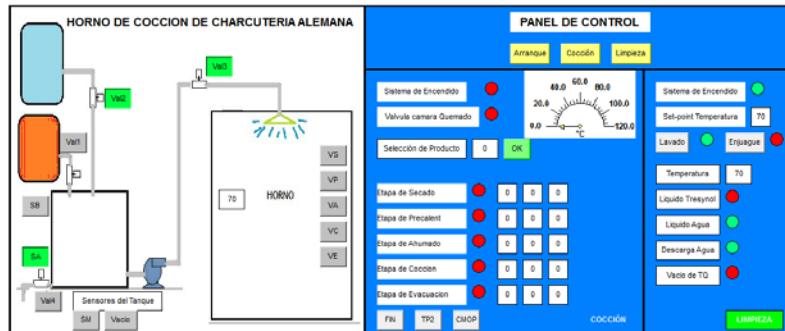


Figura 10. Horno en modo de operación Limpieza

En la Figura 11 se puede observar el proceso de limpieza en la etapa de Lavado, la apertura de las válvulas, activación de sensor de nivel y la temperatura del Horno, de igual forma en

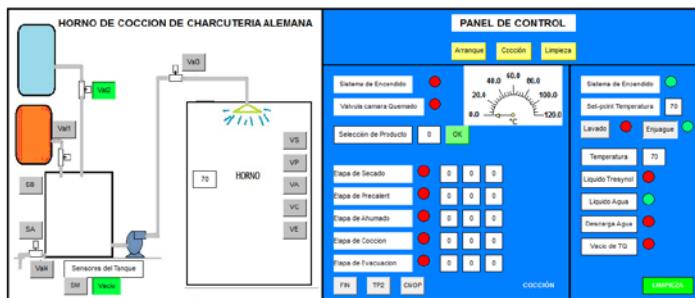
el panel de control se indica el estado en donde se encuentra el proceso de limpieza.

En la Figura 12 se puede observar el comportamiento del proceso de lavado del horno en LabVIEW.

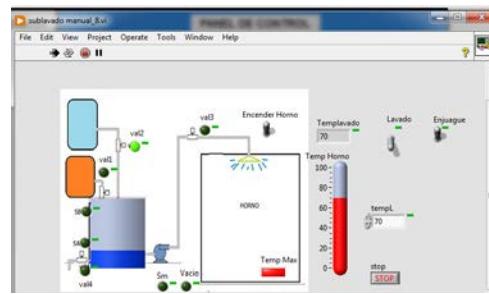


Figuras 11 y 12 Panel de control y monitoreo de variables del proceso etapa de lavado y Proceso del Horno en LabView etapa de lavado.

En la Figura 13 se puede observar el proceso de limpieza en la etapa de Enjuague, la apertura de las válvulas y la temperatura del Horno, de igual forma en el panel de control se indica el estado en donde se encuentra el proceso de limpieza.



En la Figura 14 se puede observar el comportamiento del proceso de enjuague del horno en LabVIEW.



Figuras 13 y 14 Panel de control y monitoreo de variables del proceso etapa de Enjuague y Proceso del Horno en LabView etapa de enjuague

CONCLUSIONES

El proceso del horno de cocción de la empresa Charcutería Alemana se estudió en forma general, para luego especificar los pasos que se requiere para la cocción de un determinado producto. El análisis efectuado permite conocer las condiciones normales del proceso para describir sus características principales y el comportamiento en las diferentes modo de operación.

Las variables de entrada fueron los sensores de nivel y temperatura para el horno, mientras que las de salidas fueron las apertura y cierre de válvulas de control on/off que permiten definir el tamaño de entradas y salidas a la hora de seleccionar un PLC real.

La programación de la lógica de control sobre el proceso del horno de cocción es desarrollado por una estructura graficet de secuencia única utilizando los lenguajes de programación SFC y ST bajo la normativa IEC 61131-3, en donde está formada por una secuencia ordenada de eventos y donde cada evento conforma varias etapas según el modo de operación.

La comunicación entre el proceso del horno de cocción (LabView) y el PLC (CoDeSys)

se logra por medio del protocolo OPC que permitió la comunicación bidireccional en la transferencia de datos, logrando el control y monitoreo de las variables del proceso en tiempo real, presentando un buen funcionamiento.

Se logra que la lógica de control realizado en PLC actúe de manera correcta sobre el proceso del horno realizado en LabView, pudiendo corroborar la automatización del proceso.

REFERENCIAS

- Aquieta, R. (2018). Implementación de un horno para ahumado de carne y queso para los laboratorios de agroindustria Salache. Universidad técnica de Cotopaxi Facultad de Ciencias de las Ingeniería y Aplicadas. Latacunga – Ecuador.
- Grup, M. C. R. (2016). Ventajas y desventajas de la Automatización Industrial. Recuperado de: <https://www.mcr.es/ventajas-y-desventajas-de-la-automatizacion-industrial>.
- Hurtado, J. (2008). El Proyecto de Investigación. Edición Kindle. Sypal.
- ITESCAM (s.f), Ventajas y desventajas de la automatización, Instituto Tecnológico Superior de Calkini, México, disponible en:

AUTOMATIZACIÓN DEL HORNO DE COCCIÓN

Moreno, J.; Fernández, H.

- <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r86835>. [documento en línea]
- OPC. (2018). disponible en: https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/220446/Guia-para-entender-la-tecnologia-OPC.pdf. [documento en línea]
- OPC, (2018). disponible en; <https://www.opiron.com/que-es-opc/>. [Documento en línea]

- Solbes, R. y Garzón J. (2014). Automatismos Industriales (Contenidos conceptuales y procedimentales) Instalaciones Eléctricas y Automáticas. Naulibres. Valencia, España.
- Vizcaino R y Sebastián J. (2011). Libro LabVIEW Entorno gráfico de programación. 2da edición, editorial Marcombo, Barcelona-España.



Joel Moreno. Ingeniero Electrónica UNET (2002). Magíster en Ingeniería Electrónica UNET (2009). Certificación de Estudios Avanzados en Doctorado Ingeniería Mecatrónica Universidad de Málaga, España (2010). Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Electrónica (UNET). Investigador del Laboratorio de instrumentación, control y automatización (LICA) en el área de automatización, control y sistemas de aprendizajes.



Henry Fernández. Profesor Asociado de la UNET, adscrito al Departamento de Electrónica, Núcleo Telecomunicaciones, con 20 años de servicio. Ingeniero Electrónico, estudiante de Doctorado, con Maestría en Ing. Electrónica, orientado al desempeño en el área técnica, específicamente en el diseño, desarrollo, puesta a punto, puesta en servicio y análisis de fallas en sistemas de telecomunicaciones y control de procesos.

INDUSTRIAL**DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE SIMULADOR DE TABLERO DE CONTROL DE MOTORES****DESIGN OF A PROTOTYPE OF MOTOR CONTROL PANEL SIMULATOR****Autor:****Castro, Pablo**

Departamento de Ingeniería Electrónica, Decanato de Docencia, Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela.

Corresponding Author: pablo.castro@unet.edu.ve

RESUMEN

El diseño del simulador de tablero de control de motores surgió de la necesidad de contar con una herramienta que les permita a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica y afines formarse en el tema de control de motores, especialmente en la era actual en la que la educación virtual sigue tomando fuerza, de forma indetenible. Se seleccionaron en primer lugar los elementos a incorporar en el tablero, tales como contactores, pulsadores, lámparas, entre otros. Se diseñó una interfaz gráfica programada en lenguaje Java que permite realizar el cableado y configurar los dispositivos de forma similar a un tablero real. Se diseñó un algoritmo para simular el montaje realizado de forma automática, utilizando el simulador NGSPICE. Se incluyeron funcionalidades como detección de cortocircuito y sobrevoltaje en el motor, además de otros aspectos para hacer más cómodo el trabajo en el programa, entre los que se puede mencionar el guardado y apertura de simulaciones, función de deshacer conexiones previas, herramienta de acercar y alejar vista, inclusión de etiquetas de texto, modificación de cables, etc. Las pruebas realizadas arrojaron excelentes resultados. En todos los montajes se obtuvo un comportamiento similar al de tablero reales, con un impacto muy bajo en los recursos del computador usado en las pruebas.

ABSTRACT

The design of the motor control panel simulator arose from the need to have a tool that allows Electronic Engineering and related students to train in the subject of motor control, especially in the current era in which the virtual education continues to gain strength, in an unstoppable way. Firstly, the elements to be incorporated in the panel were selected, such as contactors, pushbuttons, lamps, among others. A graphical interface programmed in Java language was designed that allows wiring and configuring the devices in a similar way to a real panel. An algorithm was designed to simulate the assembly performed automatically, using the NGSPICE simulator. Functionalities such as detection of short-circuit and overvoltage in the motor were included, in addition to other aspects to make work in the program more comfortable, among which we can mention the saving and opening of simulations, the function of undoing previous connections, a tool to zoom in and zoom out, include text labels, modify cables, etc. The tests carried out yielded excellent results. In all the assemblies, a behavior similar to that of real boards was obtained, with a very low impact on the resources of the computer used in the tests.

Palabras clave: Simulador, control, SPICE, Java.

Key words: Simulator, Control, SPICE, Java.

Recibido: 13/06/2022 **Aprobado:** 12/11/2022

INTRODUCCIÓN

La llegada de la pandemia por COVID-19 impactó enormemente la mayoría de los aspectos de la vida humana. Por recomendación de los entes sanitarios, los gobiernos en todo el mundo tomaron medidas restringiendo la movilidad. Las actividades de educación presencial en todos sus niveles, en más de 190 países, fueron cerradas (CEPAL-UNESCO, 2020). A nivel global se implementaron programas de aprendizaje a distancia (Banco Mundial, 2020). Este cambio acelerado de modalidad fue posible debido a la disponibilidad, desde mucho antes de la pandemia, de plataformas tecnológicas diseñadas para la educación.

Son muchas y muy potentes las herramientas tecnológicas disponibles actualmente para el desarrollo de materiales educativos; plataformas como Moodle o Google Classroom juegan un papel crucial en la sustitución del aula tradicional por un aula virtual.

Ante esta realidad, el desafío es aún mayor cuando se trata de materias prácticas, en especial, materias de laboratorio donde un aula virtual es necesaria, pero no suficiente. Una

alternativa en estos casos es el uso de programas simuladores. Según Carrión *et al.* (2020) los simuladores se constituyen en potentes recursos didácticos en la enseñanza, permitiendo la interacción entre el aspecto experimental y la realidad.

En la asignatura Laboratorio de Tecnología Eléctrica de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) se realizan prácticas de control de motores eléctricos. Se dispone físicamente de dos tableros, cada uno conformado por los siguientes elementos:

- Conexión trifásica de 220V, 60Hz.
- Conexión monofásica de 220V, 60Hz.
- 5 contactores de 220V, 3 polos.
- 2 bloques de contactos auxiliares temporizados con retardo al encendido (TON-Delay).
- 2 pulsadores normalmente abierto (*NO*) y 1 pulsador normalmente cerrado (*NC*).
- 2 Lámparas piloto de 220V.

Además, se cuenta con reóstatos trifásicos y motores de inducción de 220V, 60Hz. En la Figura 1 se observa una fotografía del tablero físico presente en el laboratorio.

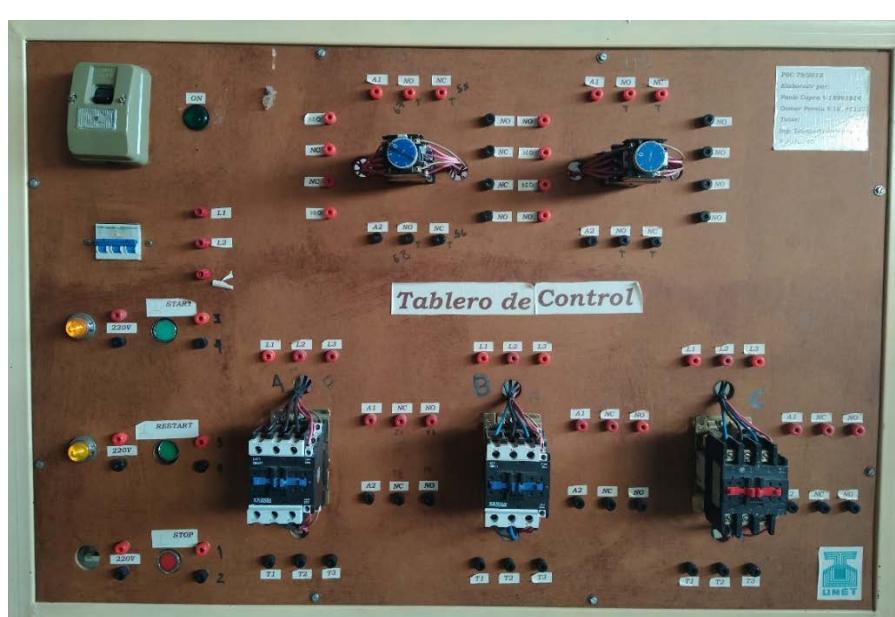


Figura 1. Tablero de control de motores del Laboratorio de Tecnología Eléctrica de la UNET

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un prototipo de simulador de control de motores que permita llevar a cabo todas las actividades de control que se realizan en el laboratorio. En primer lugar, se seleccionaron los dispositivos a incluir en el simulador, tomando como referencia los elementos y niveles de voltaje del tablero físico disponible en el laboratorio (Figura 1). Luego se diseñó la interfaz gráfica, utilizando lenguaje *Java*, en el entorno de desarrollo integrado (IDE) *Netbeans 13*. Los elementos incluidos en la interfaz gráfica están basados principalmente en los dispositivos de la línea *TeSys* del fabricante *Schneider Electric*. Posteriormente, se diseñó un algoritmo de simulación basado en el simulador de circuitos eléctricos *SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)*.

El *SPICE* es un programa de simulación para evaluar el funcionamiento de circuitos electrónicos; permite realizar análisis en el tiempo, en la frecuencia, etc. Es un estándar de dominio público a partir del cual se han desarrollado muchas versiones (González, 2018). Para este trabajo se utilizó el programa de código abierto *NGSPICE*.

Una vez finalizada la programación de la herramienta, se realizaron pruebas de funcionamiento, implementando los mismos montajes que usualmente se realizan en el laboratorio de forma presencial. Algunos resultados relevantes se incluyen en el presente documento. Finalmente, se presenta la discusión y análisis de los resultados obtenidos en el trabajo.

MÉTODO

Selección de elementos de control

En todo tablero de control de motores están presentes una serie de dispositivos que permiten realizar montajes prácticos. Para la selección de los dispositivos en este trabajo se tomó como base un tablero físico del Laboratorio de Tecnología Eléctrica de la UNET (Figura 1), que se utiliza de forma ordinaria durante la realización de las prácticas de control de motores. Los elementos de este tablero incluyen

una fuente de alimentación trifásica, un interruptor principal, 3 contactores de uso general, 2 contactores con contactos auxiliares temporizados al encendido (*TON-delay*), 2 pulsadores tipo *NO*, un pulsador tipo *NC* y 2 lámparas piloto. Además, se dispone de un reóstato trifásico y de un motor de inducción trifásico. A continuación, se describen los elementos seleccionados para incluir en el programa simulador.

Fuentes de alimentación. El tipo de servicio eléctrico a utilizar es un factor básico en cualquier instalación destinada al control de motores, pudiendo ser de corriente directa (CD) o de corriente alterna (CA). A su vez, si se utiliza CA, es necesario definir la frecuencia, el voltaje y el número de fases (Herman, 2009).

Para el simulador se definieron dos fuentes de alimentación. La primera destinada a proporcionar la energía al circuito de control, cuyos elementos principales son los contactores. El voltaje seleccionado para la primera fuente es de 220V de CA y 60Hz. La segunda fuente de alimentación incluida en el simulador es trifásica de 220V, 60Hz y su función es alimentar los dispositivos de potencia, fundamentalmente el motor eléctrico. Se incluyó un interruptor termomagnético o breaker con la finalidad de interrumpir o permitir el paso de la corriente eléctrica desde la fuente a los elementos del tablero, tanto de forma manual como de forma automática en caso de cortocircuito eléctrico.

Contactores magnéticos. Los contactores magnéticos son interruptores operados de forma electromagnética que permiten la conexión y desconexión de circuitos de una forma segura y conveniente (Herman, 2009). En el simulador se incluyeron cinco contactores cuyas bobinas operan a 220V. Cada contactor tiene un contacto tipo *NO*, un contacto tipo *NC* y tres contactos de potencia tipo *NO*. Todos los contactos cambian su estado de forma instantánea al energizar la bobina del contactor.

Botones o Pulsadores. Son dispositivos que se activan por medio de la presión de los dedos en los que dos o más contactos cambian su estado

mientras se ejerce presión sobre ellos, volviendo al estado inicial al soltar la presión (Enríquez Harper, 2007). En el simulador se incluyeron dos pulsadores de tipo *NO* y un pulsador *NC*.

Lámparas piloto. Son utilizadas para dar indicación visual de la activación o desactivación de determinados elementos o procesos en un sistema de control. Se incluyen en el simulador dos lámparas piloto con voltaje nominal de 220V.

Contactos auxiliares temporizados. A diferencia de los contactos instantáneos presentes en los contactores de uso general, el cambio de estado en los contactos temporizados ocurre con un retardo en el tiempo después del cambio en la señal de control (Petruzella, 2010). En el simulador se incluyeron dos bloques de contactos auxiliares temporizados, ambos con retardo al encendido, es decir, del tipo *Timer ON-Delay*. Este tipo de temporizador cambia el estado de sus contactos una vez transcurrido el tiempo programado, a través de una perilla graduada. Al tratarse de contactos auxiliares, estos funcionan acoplados mecánicamente a dos de los contactores incluidos en el simulador.

Reóstatos. Los reóstatos no son más que resistores variables. Su función es la de limitar la corriente, de acuerdo con la Ley de Ohm. En el simulador se incorporaron tres reóstatos idénticos cuyo valor varía de forma simultánea y su finalidad es la de ofrecer la posibilidad de realizar el montaje de arranque del motor de inducción a tensión reducida por resistencia adicional en serie con las bobinas del estator.

Motor de inducción trifásico. Entre los diferentes tipos de motores eléctricos existentes, el de inducción es por mucho el más utilizado para aplicaciones de propósito general, esto debido fundamentalmente a su bajo costo y robustez (Hoon Kim, 2017). El motor de inducción trifásico incluido en el simulador tiene sus tres bobinas del estator separadas, de forma que se puede conectar tanto en estrella como en triángulo. Para conexión estrella su voltaje nominal es de 220V, mientras que para conexión triángulo su tensión asignada es de 127V.

Relé térmico de sobrecarga. Las protecciones térmicas de sobrecarga son extensamente utilizadas para proteger a los motores de sobrecorrientes. En los relés de sobrecarga de tipo bimetálico el calor liberado por una excesiva corriente circulante produce la apertura de los contactos, desconectando de esta forma el motor (Herman, 2009). En el simulador se incorporó un relé de sobrecarga calibrado para actuar cuando se alcance una corriente equivalente a 115% de la nominal del motor.

Diseño de la interfaz gráfica del simulador

Dibujo general del tablero. La interfaz gráfica se diseñó en lenguaje Java, en el entorno de desarrollo integrado *NetBeans* versión 13. Los elementos de control seleccionados en la sección anterior, además de cualquier otro elemento gráfico, como por ejemplo etiquetas de texto y cables se dibujan en un área gráfica, empleando la API de dibujo de AWT. Con este fin, se creó una clase denominada *dibujar* que extiende de *JPanel*. Se sobre escribió el método *paint*, dentro del cual se programaron todas las tareas de dibujo necesarias. En la Figura 2 se muestra una vista del área gráfica con los elementos iniciales cargados. Para facilitar la interconexión o cableado se incluyeron bornes de conexión en cada elemento, de color rojo y negro con una identificación alfanumérica. En la Figura 3 se observa un ejemplo de bornes.

Definición de nodos. A cada borne de conexión se le asignó un número único de nodo, asociado a sus coordenadas en la pantalla. El tablero tiene 89 nodos, por lo que se creó un arreglo de 89 posiciones y se registró en cada posición del arreglo las coordenadas en la pantalla (pixeles) y el número único de nodo que corresponde a cada borne de conexión.

Algoritmo de interconexión. Para facilitar el cableado por parte del usuario, se programó un evento de tipo *Mouse-Motion Listener*. Este tipo de evento notifica cuando el usuario mueve el cursor sobre la pantalla (ORACLE, 2022b). Se sobre escribió el método *mouseMoved* para obtener las coordenadas en pantalla del puntero e invocar a un método propio, denominado

dibujar_recuadro. Este método recibe las coordenadas actuales del puntero y realiza una búsqueda en el arreglo de nodos. Si las coordenadas coinciden con alguno de los nodos

registrados o sus cercanías en este arreglo, se invoca al método *recuadro* de la clase *dibujar* al que se le envían las coordenadas del recuadro.

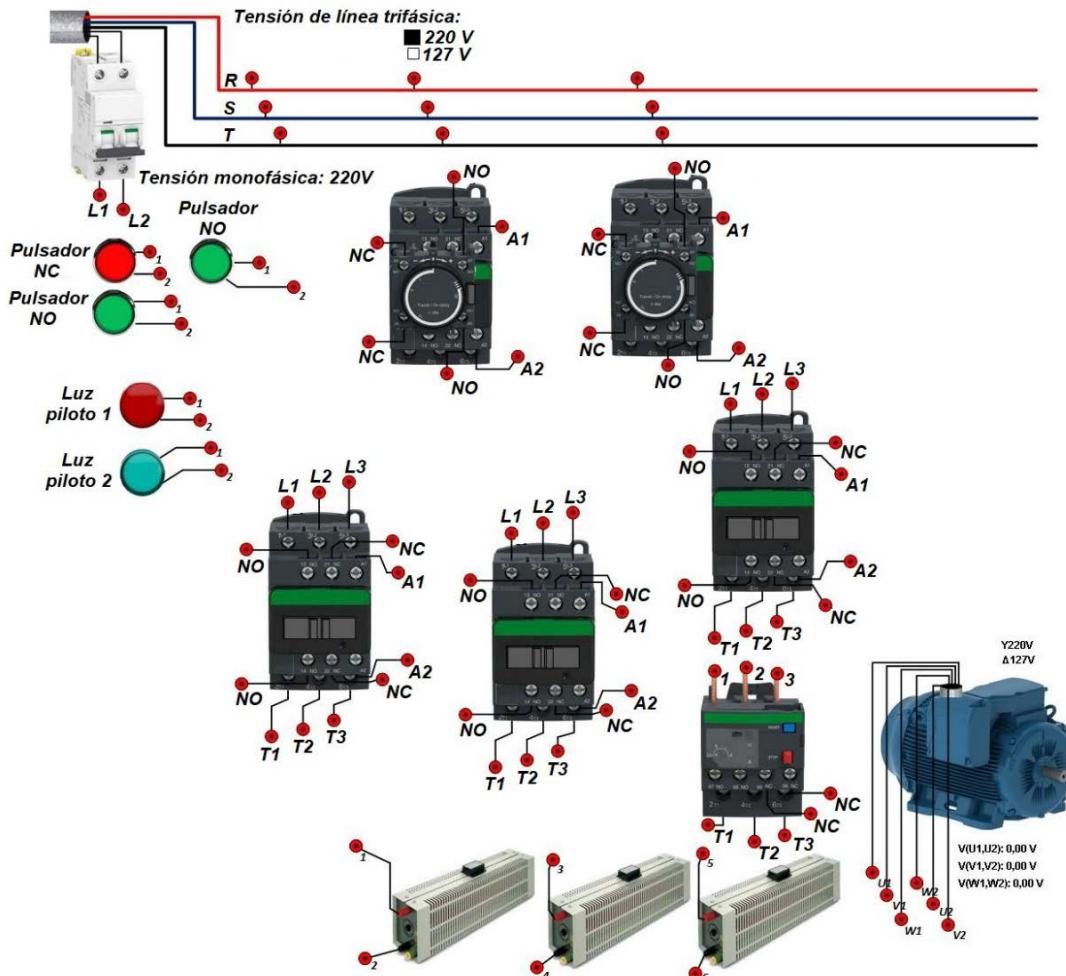


Figura 2. Vista del área gráfica que se carga al abrir el simulador.

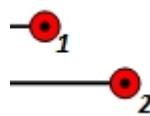


Figura 3. Bornes de conexión del simulador.

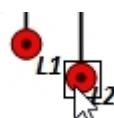


Figura 4. Detalle del recuadro al pasar el puntero del ratón sobre el borne L2.

El resultado de esta estrategia es que el usuario no necesita apuntar con el ratón a un único pixel,

sino que tiene un rango cómodo de maniobra para seleccionar el borne a conectar. En la Figura

4 se aprecia el recuadro resaltando un nodo sobre el cual está desplazándose el puntero del ratón.

Para comenzar la conexión desde el nodo resaltado, se hace clic en el mismo. Para detectar la pulsación se programó un *Mouse Listener*. Se sobreescribió el método *mouseClicked*, que es invocado cuando se presiona y suelta el ratón sobre un componente (ORACLE, 2021). Desde *mouseClicked* se llama al método propio *registrar_conector*, el cual recibe las coordenadas de la pulsación detectada. En este método se realiza una búsqueda en el arreglo de nodos y si el clic del ratón corresponde a un nodo registrado en el arreglo, se almacenan

temporalmente las coordenadas y el número de nodo.

En este punto ya el usuario puede desplazar el puntero hasta el nodo de destino. Para facilitar este proceso de cableado, al mover el ratón se dibuja una línea recta temporal, cuyo origen se mantiene fijo en el punto inicial y el trazo llega hasta el puntero, dando la sensación al usuario de llevar el cable en la mano.

Para dibujar esta línea temporal, en el método *mouseMoved* del evento *Mouse-Motion Listener* se invoca al método propio *línea* de la clase *dibujar*. Un ejemplo de la línea temporal resultante se muestra en la Figura 5.

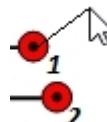


Figura 5. Detalle de la línea temporal luego de seleccionar el borne 1.

Para poder registrar los datos de cada cable o conector, se creó una estructura que incluye el número de nodo inicial, nodo final, coordenadas gráficas del nodo, color, grosor de la línea y trazado. El color, grosor y trazado pueden ser definidos y modificados por el usuario en una ventana de configuración programada en el simulador. El trazado consiste en la forma en que se dibuja el cable. En la Figura 6 se observa un

ejemplo de cable configurado de 3 formas distintas.

Se creó un arreglo denominado *conector* para almacenar en memoria todos los cables. Al hacer clic en el nodo destino, se vuelve a invocar el método *registrar_conector*, pero esta vez se registran los datos en el arreglo *conector*.

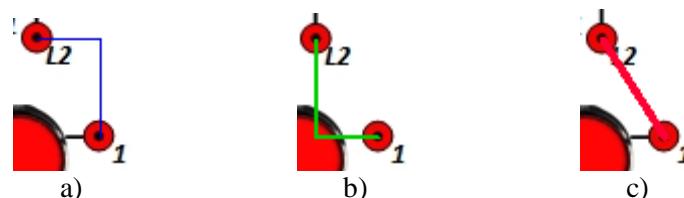


Figura 6. Ejemplo de cable con distinta configuración: a) trazado horizontal-vertical y grosor fino; b) trazado vertical-horizontal y grosor mediano; c) trazado en camino más corto y grosor ancho.

Diseño del algoritmo de simulación a nivel de circuitos

Una vez que el usuario ha finalizado de realizar las conexiones, puede proceder a simular el montaje. Cuando se ejecuta la orden de correr simulación se inicia un temporizador denominado *timer_ejecucion*. El *Timer* de *Swing* en *Java* ejecuta una o más acciones después de

transcurrido un retardo específico (ORACLE, 2022a). El *timer_ejecucion* se programó para activarse cada 250 ms hasta que se produzca la detención de la simulación. La simulación se puede detener por instrucción manual del usuario, por creación de un nuevo archivo de simulación o apertura de archivo guardado y por detección de cortocircuito. Se incorporó esta

última funcionalidad para simular el comportamiento real del interruptor termomagnético del tablero. Cada vez que transcurren los 250 ms en modo de ejecución, se

hace un llamado al método propio *analizar_circuito*. En la Figura 7 se presentan de forma gráfica las acciones ejecutadas por este método.

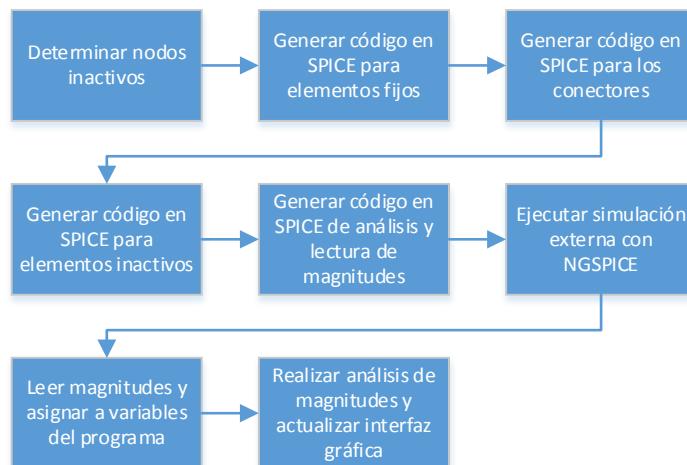


Figura 7. Secuencia de acciones del método *analizar_circuito*.

Como se puede apreciar en el diagrama de la Figura 7, el análisis consiste en generar periódicamente un archivo fuente en código de *SPICE* que represente en todo momento el circuito equivalente del tablero y simularlo en segundo plano con el programa *NGSPICE* para seguidamente tomar los resultados de la simulación y actualizar la interfaz gráfica.

Estructura del archivo SPICE. Todos los elementos pasivos del tablero son modelados como resistores. Adicionalmente se tienen cuatro fuentes de CA monofásica, tres de ellas formando en conjunto una única fuente trifásica y la otra fuente es la monofásica para alimentar a los contactores. Los contactos en condición de circuito abierto de cualquier elemento se modelan como resistores de un valor igual a $1\text{ M}\Omega$ y en condición de cortocircuito con un valor de $0,01\text{ }\Omega$. Las bobinas de los contactores, del motor, las lámparas y los reóstatos se modelan con resistores de valores intermedios.

El programa *NGSPICE* realiza el análisis de un archivo de texto, representativo de la topología de un circuito eléctrico. La primera línea del archivo es el título. Cada resistor y cada fuente ocupan una línea del archivo. El formato simplificado para la descripción de los resistores

y fuentes de voltaje de CA es el siguiente (Vogt *et al.*, 2022):

RXXXXXXX nodo_1 nodo_2 valor
VXXXXXXX nodos_1 nodo_2 valor AC
Magnitud Fase

Para el análisis del circuito en CA, se incluye una línea con la siguiente estructura:

.ac lin puntos freq_ini freq_fin

Donde *lin* indica un barrido lineal, *puntos* el número de puntos de frecuencia a simular, *freq_ini* la frecuencia inicial y *freq_fin* la frecuencia final del barrido. Para obtener los resultados de la simulación se usan los siguientes comandos:

```
.control
run
print (especificar voltajes y corrientes a monitorizar)
.endc
```

El método *analizar_circuito* genera y ejecuta de forma automática la simulación del archivo *SPICE* con las reglas descritas anteriormente. Además, recoge las mediciones entregadas por

NGSPICE y las analiza, para mantener actualizada la interfaz gráfica. A continuación, se describen las etapas que forman parte del método *analizar_circuito*.

Determinación de nodos inactivos. Para evitar problemas de convergencia en el análisis realizado por NGSPICE, aquellos nodos que no hayan sido utilizados, son conectados al nodo de referencia o nodo 0 a través de un resistor de $1\text{ M}\Omega$. De esta forma el circuito no tendrá ningún nodo flotante.

Generación de código SPICE para elementos fijos. En primer lugar, se crea el archivo de entrada del NGSPICE y se escribe en su primera línea el título de la simulación. El primer elemento es la fuente de CA monofásica. Se ubica entre los nodos 1 y 0, con 220V y fase de 0 grados.

El pulsador *NC* se modela como un resistor cuyo valor inicialmente es de $0,01\ \Omega$, equivalente a cortocircuito. En modo de ejecución, cuando se presiona el pulsador en cuestión, cambia su estado hasta que se retire la presión. Para lograr esto se sobreescribieron los métodos *mousePressed* y *mouseReleased* del evento *MouseListener* para detectar la presión y liberación de los botones, partiendo de las coordenadas del clic.

La lógica programada para generar el código SPICE de los pulsadores *NO* es esencialmente la misma, pero en condición normal el pulsador se modela como una resistencia equivalente a circuito abierto y en condición de presión del botón, se modela como una resistencia cercana a cortocircuito. Las lámparas piloto se modelan como resistores de $240\ \Omega$.

En el tablero se incluyeron 3 contactores básicos y 2 contactores con contactos auxiliares temporizados. Cada contactor tiene una bobina que se modeló como una resistencia de $240\ \Omega$, mientras que sus contactos *NO* y *NC* se modelaron como resistencias que alternan su valor entre circuito abierto y cortocircuito, dependiendo de las condiciones de la simulación.

En el relé térmico se programaron sus 3 contactos de potencia y el contacto *NC*.

Para el motor trifásico se utilizó un modelo simplificado, con bobinas puramente resistivas. El valor de esta resistencia se definió de forma que la corriente a tensión nominal sea de 7A. Este valor puede variar, ya que se programó la posibilidad de modificar el porcentaje de carga que entrega el motor. Los reóstatos incluidos en el simulador comparten siempre el mismo valor entre sí y su valor puede ser variado por el usuario, estando inicialmente configurado en $2\ \Omega$.

La fuente trifásica tiene un voltaje de línea de 220V o de 127V, según lo seleccione el usuario y una frecuencia de 60Hz. Los voltajes de la fuente están separados 120 grados cada uno de los otros dos. El valor del voltaje de esta fuente puede ser modificado por el usuario e inicialmente está configurado en 127V.

Generación de código SPICE para conectores. Todos los conectores dibujados por el usuario se encuentran almacenados en el arreglo *conector*. Cada conector se modeló como una resistencia de $0,01\ \Omega$, obteniéndose un efecto de cortocircuito, similar al de los cables reales.

Generación de código SPICE para elementos inactivos. Los nodos inactivos, es decir, los que corresponden a elementos no utilizados en el montaje que realiza el usuario, son llevados a tierra a través de resistores de $1\text{ M}\Omega$, produciendo un efecto de circuito abierto que no afecta el análisis del resto del circuito, evitando además problemas de convergencia en la simulación realizada por NGSPICE.

Generación de código SPICE para análisis de circuito y cierre del archivo. Una vez que se ha conformado completamente la topología del circuito, se incorpora el comando de análisis, que consiste en un barrido de corriente alterna a una frecuencia fija de 60Hz. Para indicarle a NGSPICE que entregue las magnitudes de voltaje y corriente necesarias, se utilizan los comandos *print*. Finalmente se cierra el archivo con el comando *.endc*.

Ejecución de simulación externa con NGSPICE. El producto de la estrategia explicada en la sección anterior es un archivo con extensión *cir*, que sirve como entrada para el programa *NGSPICE*. La ejecución se logra con un llamado automático al archivo *simular.bat*. Se trata de un ejecutable por lotes que se diseñó para recibir la ruta del simulador y la ruta del archivo con extensión *cir*, para luego ejecutar el *NGSPICE*.

Lectura de magnitudes y asignación a variables. Los resultados entregados por *NGSPICE* se leen y se cargan en una variable denominada *cadena*. A manera ilustrativa se muestra el siguiente fragmento de código que presenta la lectura del voltaje de la lámpara roja:

```
if(cadena.contains("vm(6,7) =")){
    cadena_aux=cadena.substring(9).trim();
    vclamp_roja=Float.parseFloat(cadena_aux);
}
```

La magnitud del voltaje entre los nodos 6 y 7 corresponde al voltaje de la lámpara roja. Se asigna este valor a una variable denominada *vclamp_roja*.

Análisis de magnitudes y actualización de la interfaz. Con la metodología de análisis implementada en la sección anterior se obtienen los voltajes y corrientes en variables numéricas, que son necesarios para el análisis y actualización de la interfaz gráfica. Continuando con el código ilustrativo de la sección anterior, la programación para el análisis del voltaje de la lámpara es el siguiente:

```
if(vclamp_roja>vumbral_lamp){
    dibujar.lamp_roja(encendida);
    dibujar.repaint();
}else{
    dibujar.lamp_roja(apagada);
    dibujar.repaint();
}
```

Del código anterior se desprende que la lámpara roja se muestra encendida si su voltaje supera el umbral, el cual se estableció en 200V. Para los

demás elementos del tablero se programó una estrategia similar; por ejemplo, en el caso de los contactores, si se supera el umbral de voltaje de activación de la bobina, se produce el cambio de estado de sus contactos.

RESULTADOS

Se obtuvo un prototipo de simulador de tablero que incluye los mismos elementos del tablero físico del laboratorio de tecnología eléctrica de la UNET, lo que permite realizar todas las actividades prácticas de forma virtual. En la Figura 8 se presenta la versión final del prototipo en ejecución.

A continuación, se presentan algunos montajes típicos de control de motores, sometidos a prueba en el prototipo de simulador.

Simulación del arranque del motor de inducción por enclavamiento

En la Figura 9a se observa el simulador con el cableado necesario para el arranque a tensión nominal del motor de inducción. Luego de iniciar la simulación el estado del *breaker* cambia, como se observa en la Figura 9b.

La luz roja se enciende, indicando que el motor está apagado, como se aprecia en la Figura 10a. Al presionar con el ratón sobre el pulsador *NO*, se produce un cambio en el tono del color de ese botón que se mantiene hasta que se suelte la presión, con lo que se logra el efecto de pulsación temporal (Figura 10b). Al momento de presionar e incluso después de soltar el botón, se produce el encendido de la lámpara verde y el apagado de la lámpara roja (Figura 10c).

Simultáneamente al encendido de la lámpara verde se produce el encendido del motor, indicado mediante una flecha que además señala el sentido de giro. Como se observa en la Figura 11, también se visualizan los voltajes en cada bobina del motor.

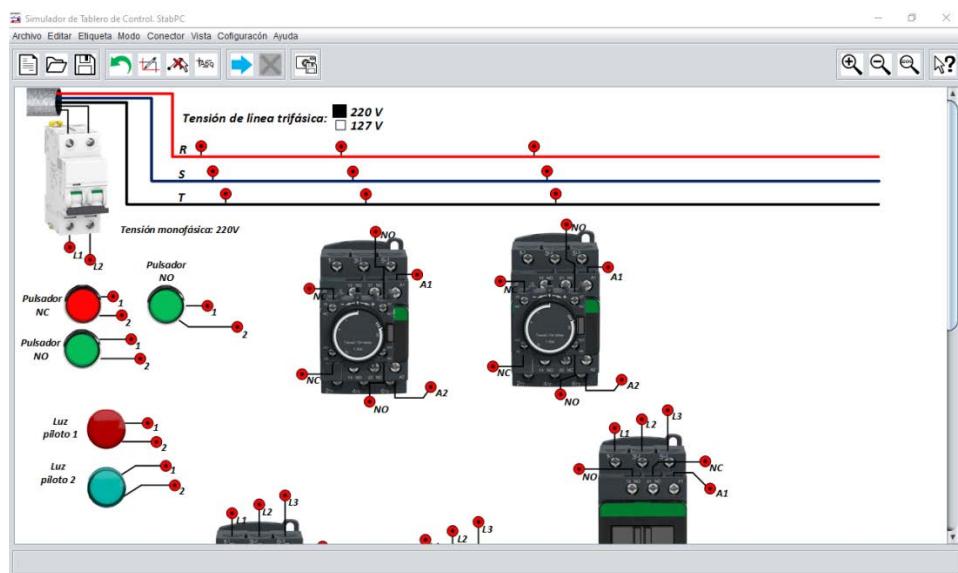
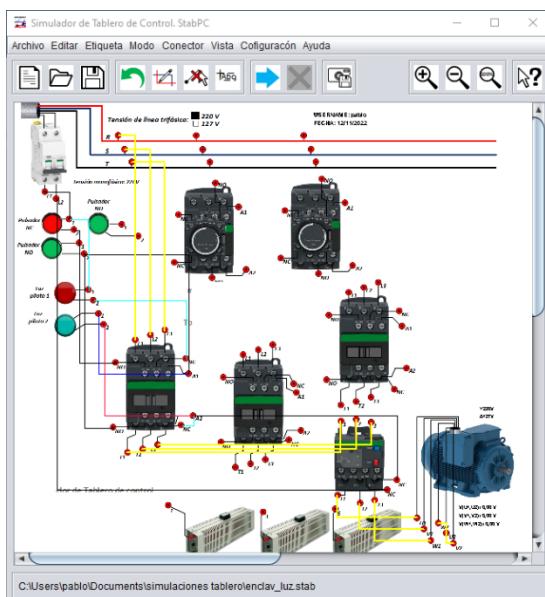


Figura 8. Versión final del prototipo en ejecución con el *zoom* ajustado a 100%



a)

b)

Figura 9. a) Montaje en el simulador del arranque a tensión nominal por enclavamiento; b) Cambio de estado del breaker

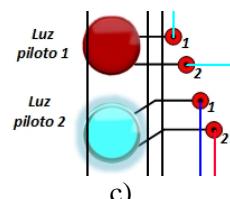
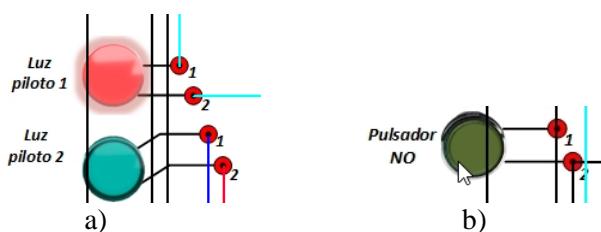


Figura 10. a) Luz roja encendida y luz verde apagada; b) Pulsador *NO* presionado; c) Luz roja apagada y luz verde encendida.

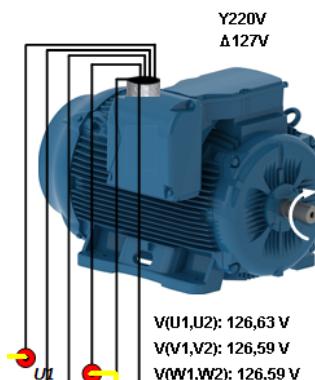
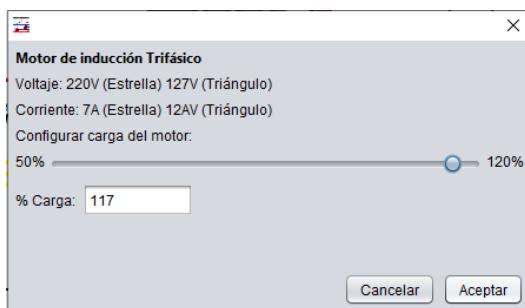


Figura 11. Motor girando luego con indicación de voltaje en sus bobinas.

Al presionar sobre el motor se abre una ventana para configurar el porcentaje de carga (Figura 12a), que por defecto está configurada en 100%. Si se cambia a un valor mayor a 115%, los

contactos del relé térmico se abren, produciendo el apagado del circuito de control, protegiendo al motor y a la instalación eléctrica (Figura 12b).



a)

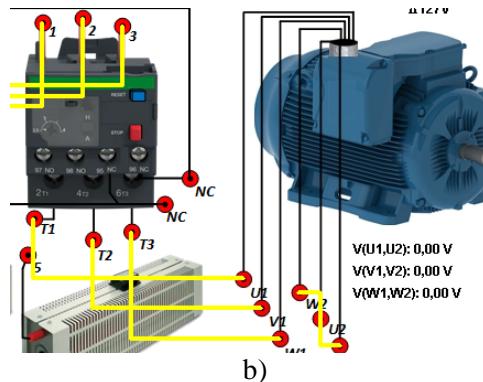


Figura 12. a) Ventana de configuración del porcentaje de carga del motor; b) Activación del relé térmico por sobrecarga en el motor.

Para volver a activar el relé térmico se detiene la simulación y se hace clic sobre el relé, abriendose la ventana de la Figura 13. Al presionar en el botón *reset* (Figura 13) se puede

continuar con la simulación, pero para evitar de nuevo el disparo de la protección, se reduce el porcentaje de carga del motor por debajo de 115%.



Figura 13. Ventana de configuración del relé térmico.

Simulación de arranque con inversión de sentido de giro del motor

El montaje se puede apreciar en la Figura 14. Luego de iniciar la simulación, al presionar el pulsador etiquetado como *avanza*, el motor empieza a girar en sentido horario (Figura 15a) y

se mantiene girando hasta que se presione el pulsador rojo. Con el motor detenido, al presionar el pulsador identificado como *retrocede*, el motor gira en sentido antihorario (Figura 15b).

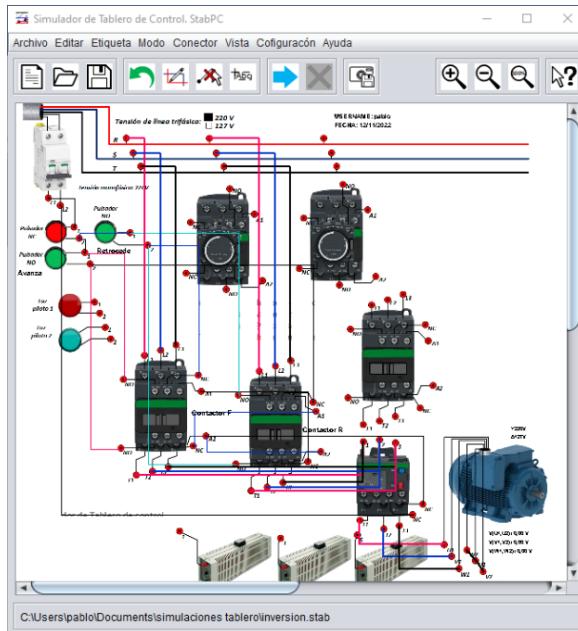


Figura 14. Montaje en el simulador del arranque con inversión de sentido de giro.

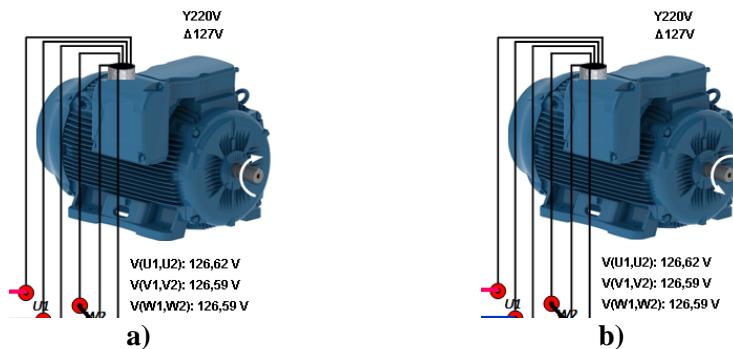


Figura 15. Motor girando: a) Sentido horario; b) Sentido antihorario.

Simulación de funcionamiento intermitente del motor de inducción

En este montaje (Figura 16a), luego de presionar el pulsador verde, el motor comienza a girar por un tiempo calibrado en el temporizador 1 y se detiene durante el tiempo definido en el temporizador 2. El motor se mantiene repitiendo este ciclo de funcionamiento hasta que se presione el pulsador rojo o que una sobrecarga genere la apertura de los contactos *NC* del relé

térmico. En la Figura 16b se aprecia la ventana de configuración del relé temporizado 1, calibrado en este caso en 3s.

Requisitos para la instalación y otros aspectos adicionales

Para instalar el prototipo de simulador se requiere: Sistema operativo Windows 7 o Windows 10 de 32 o 64 bits. Espacio de almacenamiento mínimo de 250MB.

Se programaron y verificaron las siguientes funcionalidades adicionales:

- Detención de la simulación por cortocircuito.
- Aviso de sobrevoltaje en el motor.
- Guardar una simulación y abrir una simulación previamente guardada.
- Deshacer una por una las conexiones realizadas.
- Modificar el color, ancho y trazado o eliminar cualquier cable conectado previamente.
- Insertar y eliminar hasta 10 etiquetas de texto sobre el tablero, con color y tamaño de letra seleccionable.
- Función *zoom* para acercar o alejar la vista del tablero.
- Configurar la ruta del simulador *NGSPICE* o deshabilitarlo.

- Tomar captura de pantalla en formato *JPG* y guardarla en un archivo.

También se elaboró un manual de usuario en formato de página web (*HTML*). Para ingresar se hace clic en *Temas de ayuda* del menú de ayuda, como se observa en la Figura 17. El manual se abre en el navegador predeterminado del equipo y se puede acceder a los diferentes temas a través del menú con enlaces que se aprecia en la Figura 18.

Luego de ofuscar el programa, se pasó de extensión *jar* (ejecutable de *Java*) a *exe* (ejecutable de *Windows*). Se creó un instalador y se asoció la extensión *stab* al simulador, para poder abrir los archivos creados haciendo doble clic.

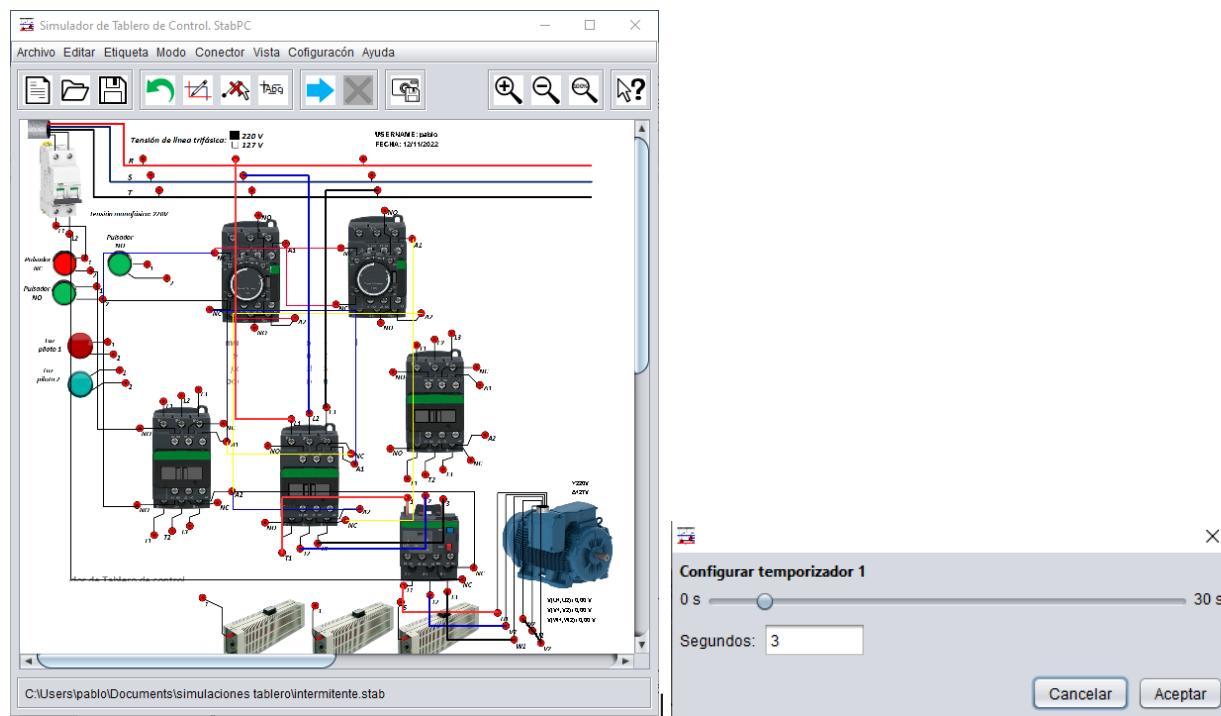


Figura 16. a) Montaje en el simulador del arranque con funcionamiento intermitente del motor; b) Ventana de configuración del temporizador 1.



Figura 17. Acceso al manual de usuario.



SIMULADOR DE TABLERO DE CONTROL

Versión 1.0.1

Temas de ayuda:

[Manejo de archivos](#)

[Configuración de Simulación \(SPICE\)](#)

[Realizar un montaje](#)

[Insertar/Eliminar etiquetas de texto](#)

[Configurar los elementos del tablero](#)

[Ejecutar simulación](#)

[Detener simulación](#)

[Guardar una captura de pantalla](#)

[Cambiar vista del tablero \(Zoom\)](#)

Figura 18. Menú de ayuda (manual de usuario) del programa.

DISCUSIÓN

Las pruebas de funcionamiento se efectuaron en un equipo con las siguientes características: procesador *core 2 duo*, 4GB de memoria RAM y Windows 10 de 64 bits. En la Figura 19a se observa un consumo de memoria RAM de

62120Kb y CPU de 1% del proceso *javaw.exe*, es decir, de la máquina virtual de Java sobre la cual se ejecuta el simulador. Luego de correr la simulación, como se aprecia en la Figura 19b, el consumo de memoria RAM se eleva a 63040Kb y el CPU a 2%.

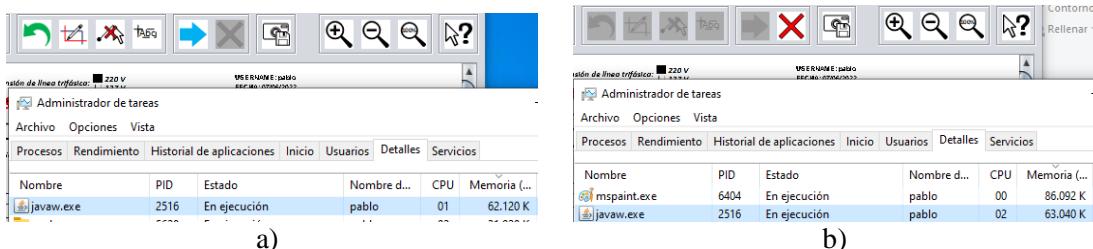


Figura 19. Consumo de recursos de *javaw.exe*: a) Antes de ejecutar la simulación; b) Durante la ejecución de la simulación.

De estos valores se desprende que el simulador y en especial el algoritmo de simulación ejecutado en intervalos de 250 ms no tiene prácticamente

ninguna repercusión en el rendimiento del equipo. No hay parpadeo en la pantalla, es decir,

el cambio entre imágenes es imperceptible para el ojo humano.

La presión de los pulsadores con el ratón mostró una respuesta suficientemente rápida. Si al hacer clic en un pulsador, la presión se suelta demasiado rápido se corre el riesgo de que en este lapso no se alcance a ejecutar el análisis (se ejecuta cada 250 ms) y por lo tanto no se ejecuten las acciones en el tablero. En los escenarios de prueba no sucedió este inconveniente.

El uso de *NGSPICE* le da al prototipo robustez y confiabilidad en los resultados de la simulación, ya que se trata de una implementación del programa *SPICE*, reconocido en términos prácticos como el estándar en la simulación de circuitos electrónicos. Para garantizar la respetabilidad del código programado en *Java*, se utilizaron técnicas de ofuscación de software. La ofuscación dificulta la alteración del software por parte de terceras personas.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo del prototipo implementado en este trabajo, se obtuvo un simulador completamente funcional para la ejecución de las prácticas de laboratorio de control de motores. La interfaz gráfica, programada en *Java* presenta elementos con aspecto real, permitiéndole al usuario realizar y modificar conexiones como si se tratara de un tablero físico. El usuario puede cambiar el color, el grosor y el trazado de los conductores, así como insertar etiquetas de texto personalizadas y guardar sus avances en un archivo con extensión *stab*.

El programa diseñado le permite al usuario simular los montajes de manera interactiva, pudiendo visualizar el cambio de estado de los diferentes dispositivos como luces piloto, contactores o el motor de inducción, así como también accionar el interruptor del tablero y presionar los pulsadores de forma completamente gráfica. El uso de un estándar en simulación de circuitos como *SPICE* le otorga al prototipo confiabilidad y robustez en los resultados.

Se verificó el funcionamiento del simulador realizando los montajes de todas las prácticas de laboratorio que se acostumbran a implementar en los tableros físicos del laboratorio de tecnología eléctrica de la UNET, con resultados apegados a los comportamientos esperados.

Trabajos futuros

Las estrategias de programación utilizadas tanto para la interfaz gráfica, como para la simulación con *NGSPICE* permiten la escalabilidad del prototipo; por lo tanto, es factible como trabajo futuro incrementar el número de dispositivos en el simulador, pudiéndose así simular montajes de control de mayor complejidad. Otro enfoque para un trabajo futuro consiste en la migración completa a herramientas basadas en aplicaciones web, es decir, implementar el simulador con su interfaz gráfica accesible desde cualquier navegador.

REFERENCIAS

- Banco Mundial (2020). COVID-19: IMPACTO EN LA EDUCACIÓN Y RESPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA. Obtenido de <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/14377159075698343-0090022020/original/Covid19EducationSummaryesp.pdf>
- Carrión Paredes, F. A., García Herrera, D. G., Erazo Álvarez, C. A., & Erazo Álvarez, J. C. (2020). Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de Química. *CIENCIAMATRÍA. Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*. 196.
- CEPAL-UNESCO. (2020). Informe COVID-19. Recuperado en junio de 2022, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45904/1/S2000510_es.pdf
- Enríquez Harper, G. (2007). Control de Motores Eléctricos. México: LIMUSA.
- González, M. L. (2018). LTSPICE. Análisis de circuitos y dispositivos electrónicos. Buenos Aires: Edulp.
- Herman, S. L. (2009). Electric Motor Controls (Novena ed.). Nueva York: Delmar Cengage Learning.
- Hoon Kim, S. (2017). Electric Motor Control. Seoul: ELSEVIER.

- ORACLE (2021). MouseListener (Java SE 11 & JDK 11). Obtenido de: <https://docs.oracle.com/en/java/javase/11/docs/api/java.desktop/java.awt.event/MouseListener.html>
- ORACLE (2022a). How to Use Swing Timers. Obtenido de <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/misc/timer.html>

- ORACLE (2022b). How to Write a Mouse-Motion Listener. Obtenido de How to Write a Mouse-Motion Listener
- Petruzella, F. D. (2010). Electric Motors and Control Systems. Nueva York: Mc Graw Hill.
- Vogt, H., Hendrix, M., Nenzi, P., & Warning, D. (2022). ngspice user manual. Obtenido de <http://ngspice.sourceforge.net/docs/ngspice-36-manual.pdf>.



Pablo A. Castro G. Ingeniero Electrónico (Universidad Nacional Experimental del Táchira – UNET, Venezuela). MSc. En Ingeniería Electrónica (UNET). Profesor Asistente adscrito al Núcleo de Electricidad, Departamento de Ingeniería Electrónica (UNET). Responsable Académico del Laboratorio de Tecnología Eléctrica y Coordinador de la Asignatura Laboratorio de Tecnología Eléctrica (UNET).

INDUSTRIAL**SIMULACIÓN DE LA ALEATORIEDAD EN EL ÉXITO FINANCIERO INDIVIDUAL****SIMULATION OF THE RANDOMNESS IN INDIVIDUAL FINANCIAL SUCCESS****Autor:****Ibarra, Luis**

Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela

Corresponding Author: lfernibar@gmail.com**RESUMEN**

Se desarrolló un modelo representativo de miles de individuos dotados de cualidades y un capital inicial, sujetos a la intemperie fortuita del destino. Durante una simulación matemática de longitud 40 años, se observó la evolución patrimonial de cada sujeto mediante una herramienta universalmente accesible y sencilla como la hoja de cálculo Excel de Microsoft. El experimento simulador permitió observar la ocurrencia de eventos contingentes afortunados o desafortunados y su repercusión en el acumulado financiero personal. El estudio mostró la disponibilidad y flexibilidad de las funciones del programa Excel para imitar el tránsito en el tiempo de miles de entidades favorecidas de cualidades, sometidas a periódicos hechos aleatorios. Se aumentó la complejidad del modelo inicial al incorporar un crecimiento progresivo del talento individual para observar la dinámica del impacto de la incertidumbre en el peculio propio. Los resultados mostraron que no necesariamente los más favorecidos o talentosos logran alcanzar el éxito medido en riqueza material y que el volátil constructo azar define secuencias de sucesos que afectan su desempeño patrimonial. Adicionalmente, este experimento reveló que aunque se asigne igualitariamente un mismo capital inicial a un grupo de sujetos, a largo plazo la mayoría despilfarra sus haberes y un muy reducido número de ellos logra capitalizar inmensas fortunas. La herramienta de software Excel permite modelar y simular diversos complejos sistemas humanos.

ABSTRACT

A representative model of thousands of individuals endowed with qualities and initial capital, subject to the fortuitous weather of destiny, was developed. During a 40-year mathematical simulation, the wealth evolution of each subject was observed using a universally accessible and simple tool such as the Microsoft Excel spreadsheet. The simulator experiment allowed us to observe the occurrence of lucky or unlucky contingent events and their repercussion on the personal financial accumulation. The study showed the availability and flexibility of the functions of the Excel program to imitate the transit in time of thousands of entities favored with distinctions, subjected to periodic random events. The complexity of the initial model was increased by incorporating a progressive growth of individual talent to observe the dynamics of the impact of uncertainty on one's own finances. The results showed that the most gifted or talented do not necessarily achieve success measured in material wealth and that the volatile random construct defines sequences of events that affect their patrimonial performance. Additionally, this experiment showed that even if the same initial capital is equally assigned to a group of subjects, in the long term most of them squander their assets and a very small number of them manage to capitalize on immense fortunes. Clearly Excel software tool allows some complex human systems to be modeled and simulated.

Palabras clave: aleatorio, simulación, coeficiente intelectual, frecuencia, distribución normal.

Keywords: random, simulation, IQ, frequency, normal distribution.

Recibido: 15/07/2022 **Aprobado:** 13/11/2022

INTRODUCCIÓN

En cualquier población biológica todos sus integrantes poseen características distintivas individuales que aun en igualdad de condiciones les permiten destacarse sobre sus congéneres. Durante años, infinidad de investigaciones sobre el comportamiento humano intentan descifrar las virtudes presentes en aquellos seres especiales que logran niveles extraordinarios de éxito durante su existencia. Escudriñar sus atributos y ejecutorias para modelarlos con el propósito de multiplicarlos en el entorno social ha sido un deseo insatisfecho y desafiante para las ciencias de la conducta. En principio, el desempeño exitoso de las personas en cualquier actividad se asume como resultado de diversos factores personales atribuibles a sus cualidades: conocimiento, talento, preparación, inteligencia, esfuerzo, dedicación, disciplina, entusiasmo, perseverancia, etc. Sin embargo, a lo largo del tiempo se observa triunfadores que no parecen haber sido premiados con poseer esas divinas cualidades particulares, sino, en ocasiones hasta todo lo contrario. En abril 2018 investigadores italianos de la universidad italiana de Catavia, liderados por Alessandro Pluchino, presentaron un estudio de simulación implementado mediante un software basado en agentes denominado Net Logo, cuyo primordial objetivo fue evaluar el azar como factor influyente en el éxito particular. Aunque inspirado en la indagación de Pluchino et al (2018), esta simulación amplía la original al incorporar el crecimiento sostenido de los atributos individuales originados en mayor experiencia a medida que transcurre el tiempo.

En general, en cualquier conglomerado humano se espera encontrar personas: comunes exitosas, comunes no exitosas, talentosas exitosas, y talentosas fracasadas. Como es de esperar, en sociedades capitalistas la acumulación de riqueza material es uno de los mayores referentes tangibles y observables del éxito. En cualquier colectividad casi todo multimillonario es asumido ganador plagado de méritos inteligentes personales. Sin embargo, durante los últimos años diversos investigadores han propuesto incluir en la receta del logro personal un

impredecible ingrediente denominado suerte: un volátil constructo externo capaz de influenciar resultados que afectan eventos por venir.

Si se observa detenidamente el comportamiento cultural de diversas sociedades, tanto los europeos continentales como los asiáticos suelen incluir la diosa fortuna entre los ingredientes determinantes del éxito personal. Las sociedades asiáticas parecen significativamente supersticiosas e invocadoras de suerte. En contraparte, la cultura estadounidense y en general las derivaciones anglosajonas, apuestan más al trabajo duro y al esfuerzo personal desvirtuando el efecto de acontecimientos venturosos en la búsqueda de la superación material. Aunque en general la especie humana parece proclive a la superstición.

Muy a pesar que las personas favorecidas por la casualidad expresen tendencia a su negación y de hasta auto convencerse que su superación es debida solo a sus brillantes cualidades, el incontrolable azar pareciera mostrarse entre los factores influyentes en el éxito personal. Según R. Frank (2016), “*los ricos minimizan la importancia de la suerte en su éxito*”. Obviamente la riqueza empodera y el poder obnubila el ego, lo que potencia atribuirse capacidades superiores de dotes y personalidad una vez alcanzado el triunfo. De acuerdo a J. Suttie (2017), “*el talento y el esfuerzo cuentan, pero factores como nacer en un buen ambiente es uno de los eventos de más suerte que le puede ocurrir a cualquiera*”. En resumen, las condiciones extraordinarias individuales importan, pero, aunque incontrolable, la suerte también parece aplicar, puesto que necesariamente no siempre los más exitosos resultan ser los mejor dotados. Durante el tránsito de vida los sucesos casuales pueden ser afortunados o desfavorables. Además, un acontecimiento puede presentarse con cierta magnitud dentro de un rango variable de valores posibles. Innegablemente el matrimonio talento-suerte pudiera contribuir a potenciar grandes logros.

De acuerdo a creencias generalizadas, la distribución del patrimonio personal es asumida

como consecuencia de diferencias naturales entre las personas según sus habilidades, competencia, inteligencia, determinación, etc. Para Pluchino (2018), “*El paradigma meritocrático aceptado históricamente en la sociedad occidental pudiera estar potenciando oportunidades, fama y honores a individuos considerados geniales, aunque su brillante logro tal vez haya sido impulsado por el errático azar*”. Se interpreta que, debido a la complejidad de medir cualidades individuales, las vigentes políticas de meritocracia utilizadas para asignar reconocimientos, fondos o recompensas, constituyen un mecanismo de retroalimentación positivo injusto que pudiera valorar conductas favorecidas más por el azar que por el esfuerzo, además, fomentando un esquema de reforzamiento caracterizado por la dinámica multiplicativa del efecto Matthew, Reiman (2016) “*el rico se hace más rico, y el pobre más pobre*”.

Es conocido que en la población diversos atributos humanos como la inteligencia presentan un comportamiento representable mediante una distribución Normal o Gaussiana. El coeficiente intelectual (CI) se puede representar mediante una frecuencia Normal con promedio de 100 y desviación de 15, sin encontrar persona alguna que pueda registrar un coeficiente de 900 o 10.000. Jeff Bezos, Bill Gates, o Alan Musk, poseedores de fortunas por encima de 100 mil millones de dólares, pudieran tener un CI superior al de sus congéneres, pero no necesariamente todos los genios llegan a ser millonarios. Es plausible sospechar que la escala del CI no sea lineal. Tal vez en convergencia con el azar un punto de CI luego de 110 pudiese representar cientos de millones de dólares de diferencia. Sin embargo, un alto coeficiente intelectual no garantiza grandes riquezas materiales. Se conoce que el fallecido Williams James Sidis, considerado por algunos el humano con mayor puntaje de CI superior a 250, superó genio en el percentil 99.9% de la población

mundial, no llegó a ser acaudalado. Tampoco el australiano Terence Tao con 230, actualmente profesor de matemática de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA), aunque muy exitoso en el campo científico.

De igual manera, ocurre con el esfuerzo medido en horas/día: ciertas personas trabajan menos o más horas diarias que otras, pero nadie puede dedicar 100 horas diarias a sus actividades. Obviamente el talento y el esfuerzo parecen necesarios para triunfar, pero no parecen suficientes: se requiere también estar en el sitio y en el instante oportuno. Es de esperar que una persona talentosa posea mejores condiciones para lograr riqueza, fama o éxito. No obstante, seres de escasos méritos también parecen vivir imprevistos que los catapultan al triunfo opulento. Resulta de interés poder determinar si el azar tiene presencia en sucesos que hacen a ciertos seres más exitosos que otros.

MÉTODO

Se dispone un experimento con un modelo de simulación para cuantificar la evolución del éxito particular de miles de personas sometidas a sucesos impredecibles que pueden afectarles positiva o negativamente. Asumiendo la abundancia financiera o capital personal como marcador de éxito en la sociedad occidental, se observará su evolución individual a lo largo del tiempo.

En la hoja de cálculo se ubica digitalmente diez mil individuos cada uno provisto de su respectivo conjunto de características personales que representan su inteligencia, habilidades, destrezas y conocimiento, denominado talento T_i asignado al azar, generado desde una variable aleatoria Normal asumida con promedio de 0.6 y desviación estándar 0.1. La Figura 1 ofrece una muestra aleatoria de talento generada desde una distribución normal y asignada a cada sujeto.



Figura 1: Distribución de los valores correspondientes al Talento

$$T_i \sim \text{Normal}(0,6 ; 0,1) \quad (1)$$

Al inicio de la simulación cada individuo recibe un capital de $C_i(0) = 10$ unidades monetarias. Durante cada uno de 80 períodos semestrales equivalentes a 40 años, cada persona observada es sometida a un evento casual con probabilidad 0,5 que pudiera serle adverso o favorable. Cada seis meses, si el sujeto es favorecido por un suceso de buena suerte con probabilidad 0,5 su capital $C_i(t)$ es doblado en relación a su talento, ello para incluir la esperada relación entre talento y oportunidad. Es decir, el patrimonio o capital del favorecido i -ésimo individuo en el semestre t se calcula según:

$$C_i(t) = 2 * C_i(t-1) \text{ si } R < T_i * (1+t*0.0125) \quad (2)$$

Donde i corresponde al individuo número $i = 1, 2, 3, \dots, 10.000$ y t representa el periodo semestral $t = 1, 2, 3, \dots, 80$

Si un evento desafortunado afecta a un individuo en el periodo t su capital es reducido a la mitad según:

$$C_i(t) = \frac{C_i(t-1)}{2} \quad (3)$$

Si un sujeto llega a un periodo totalmente descapitalizado continúa así hasta el final. La

premisa fundamental del modelo es la distribución Gaussiana del talento entre los evaluados, valor que incrementa con el paso del tiempo a lo largo de los 40 años de observación.

Es decir, el modelo incorpora un crecimiento paulatino del talento T_i , de tal modo que el individuo mejora su talento semestre a semestre, pudiendo acumular a lo largo del tiempo hasta un 10% adicional al talento asignado inicialmente, emulando el crecimiento personal por la experiencia adquirida que viene con la edad. Todos inician con igual capital de 10 unidades monetarias y durante la simulación son expuestos a circunstancias casuales que pueden beneficiar o castigar su acumulado patrimonial.

En resumen, si la buena fortuna llega el individuo puede mostrar talento para beneficiarse; pero si el evento es aciago su capital será reducido. Es de esperar que los más talentosos también tengan ventaja para mitigar o amortiguar su mal momento, aunque ante un efecto fatal se asume que las virtudes particulares definitivamente ayudarían poco.

SIMULACIÓN ALEATORIA DEL ÉXITO INDIVIDUAL

Ibarra, L.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Probabilidad de Evento Afortunado:	Capital Individual Inicial:		Capital Individual Máximo:	2.684.354,560,00	Mil Millonarios:	Cien Millonarios:	Individuos en Banca Rota	Talento Máximo	Talento Mínimo	
2	0,50	10,00		Capital Mínimo:	-	2	6	7303	0,97	0,23	
3	=MIN(REDONDEAR(INV.NORM(ALEATORIO(); 0,6; 0,1); 2);1)			=SI(ALEATORIO() <\$A\$2; SI(ALEATORIO() < \$D6; 2*\$B\$2; \$B\$2); \$B\$2/2)					=CONTAR.SI(B6:B10005;0)		
4	=CF6			= SI(E6>0,1;SI(ALEATORIO() < \$A\$2; SI(ALEATORIO() < \$D6*(1+F\$4*0,0125); 2*E6; E6); E6/2); 0)							
5	Capital Final	Individuo	Talento	Capital Periodo 1	Cap Periodo 2	Cap Periodo 3	Cap Periodo 4	Cap Periodo 5	Cap Periodo 6	Cap Periodo 7	
6	-	1	0,5	10,00	20,00	20,00	40,00	20,00	40,00	80,00	
7	-	2	0,49	5,00	10,00	5,00	2,50	1,25	2,50	1,25	
8	10,00	3	0,66	20,00	10,00	5,00	5,00	2,50	5,00	5,00	
9	-	4	0,55	20,00	10,00	20,00	40,00	20,00	10,00	5,00	

Figura 2: Funciones declaradas en la hoja de cálculo

Los valores de entrada correspondientes a la probabilidad de que a un individuo le ocurra un acontecimiento afortunado, además del patrimonio de inicio para cada sujeto, se ingresan en las celdas A2 y B2. Ver Figura 2. La secuencia numérica 1 a 80 debe ser introducida en el rango E4:CF4. Estos valores forman parte del artificio usado para incrementar el talento de los sujetos a través del tiempo.

Las flechas en la Figura 2 apuntan mostrando el contenido de su celda origen. La celda D6 contiene la expresión:

=MIN(REDONDEAR(INV.NORM(ALEATORIO(); 0,6; 0,1); 2);1)

y debe ser copiada en el rango D7:D10005.

La expresión contenida en la celda E6 de la figura 2 es:

=SI(ALEATORIO() <\$A\$2; SI(ALEATORIO() < \$D6; 2*\$B\$2; \$B\$2); \$B\$2/2)

Debe ser copiada al rango E7:E10005.

La celda F6 contiene:

=SI(E6>0,1;SI(ALEATORIO() < \$A\$2;SI(ALEATORIO() < \$D6*(1+F\$4*0,0125); 2*E6; E6); E6/2); 0) expresión a copiar en el rango F7:F10005.

Posteriormente copiar F6 en el rango G6:CF10005.

La celda E1 en la Figura 2 contiene la expresión =MAX(B6:B10005).

	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CI	CK	CL	
1				Enriquecimiento Individual Máximo:	2.684.354,560,00					=INDICE(CF6:CF10005;CI2)
2		=SI(CE6>0,1;SI(ALEATORIO() < \$A\$2; SI(ALEATORIO() < \$D6*(1+CF\$4*0,0125); 2*CE6; CE6); CE6/2); 0)		Nro. del Individuo más Rico:	7.213	Talento:	0,82			=INDICE(D6:D10005; CI2)
3				Patrimonio Total (10 mil individuos):	6.234.760.345,47					=COINCIDIR(E1;B6:B10005;0)
4	78	79	80			{=FRECUENCIA(CF6:CF10005; CH6:CH23)}				
5	Cap Periodo 78	Cap Periodo 79	Capital Final Periodo 80	Distribución Patrimonial	Frecuencia (Individuos)	% Acumulado				
6	-	-	-	0,00	7303	73,03				
7	-	-	-	5,00	680	79,83				
8	40,00	20,00	10,00	10,00	179	81,62				
9	-	-	-	20,00	183	83,45				

Figura 3: Vista de algunas funciones Excel

La celda CF6 de la Figura 3, previamente copiada contiene la expresión:
 $=SI(CE6>0,1;SI(ALEATORIO())<A2;SI(ALEATORIO())<$D6*(1+CF$4*0,0125);2*CE6;E6);CE6/2;0)$.

El rango de celdas CH6:CH24 que aparecen en la Figura 6 contiene la expresión:
 $=FRECUENCIA(CF6:CF100005;CG6:CG23)$.

Por tratarse de una matriz, debe ser cerrada pulsando simultáneamente las teclas Shift Mayúscula Enter.

RESULTADOS

La figura 4 presenta una muestra de tres ejecuciones del modelo. Los resultados fueron ordenados de mayor a menor tomando como variable el capital final logrado por cada individuo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Muestra 1			Muestra 2			Muestra 3				
2	Capital Final	Individuo	Talento	Capital Final	Individuo	Talento	Capital Final	Individuo	Talento		
3	2.684.354.560,00	7213	0,82	1.342.177.280,00	7235	0,76	671.088.640,00	7188	0,68		
4	1.342.177.280,00	2246	0,75	671.088.640,00	9238	0,70	671.088.640,00	7339	0,76		
5	335.544.320,00	2749	0,65	335.544.320,00	3560	0,67	335.544.320,00	4066	0,65		
6	335.544.320,00	4178	0,76	83.886.080,00	7066	0,63	167.772.160,00	8549	0,68		
7	167.772.160,00	1397	0,93	41.943.040,00	850	0,74	83.886.080,00	1297	0,61		
8	167.772.160,00	2477	0,77	41.943.040,00	2531	0,80	83.886.080,00	3754	0,57		
9	167.772.160,00	4423	0,77	41.943.040,00	5027	0,69	83.886.080,00	8358	0,75		
10	167.772.160,00	9598	0,63	41.943.040,00	7528	0,73	83.886.080,00	8621	0,7		
11	83.886.080,00	1757	0,67	41.943.040,00	8357	0,69	41.943.040,00	852	0,72		
12	41.943.040,00	1239	0,66	41.943.040,00	9969	0,69	41.943.040,00	2368	0,63		

Figura 4: Resultados parciales

	CE	CF	CG	CH	CI	CJ
1				Enriquecimiento Individual Máximo:	671.088.640,00	
2				Nro. del Individuo más Rico:	7188	Talento:
3				Patrimonio Total (10 mil individuos):	2.756.552.336,02	0,68
4	79	80				
5	Cap Periodo 79	Capital Final Periodo 80		Distribución Patrimonial	Frecuencia (Individuos)	% Acumulado
6	-	-		0,00	7145	71,45
7	10,00	20,00		5,00	710	78,55
8	-	-		10,00	216	80,71
9	2,50	1,25		20,00	190	82,61
10	-	-		50,00	190	84,51
11	-	-		100,00	172	86,23
12	20,00	10,00		500,00	351	89,74
13	0,31	0,16		1.000,00	169	91,43
14	-	-		10.000,00	379	95,22
15	-	-		50.000,00	243	97,65
16	-	-		100.000,00	43	98,08
17	320,00	160,00		500.000,00	81	98,89
18	-	-		1.000.000,00	34	99,23
19	10.485.760,00	5.242.880,00		5.000.000,00	35	99,58
20	-	-		10.000.000,00	14	99,72
21	-	-		100.000.000,00	24	99,96
22	-	-		500.000.000,00	2	99,98
23	-	-		1.000.000.000,00	2	100,00
24	640,00	320,00		5.000.000.000,00	0	100,00

Figura 5: Distribución de Frecuencias del Capital $T_i(0,6; 0,1)$

Luego de ejecutar numerosas corridas, se comprueba que la frecuencia de capital individual acumulado aproxima lo estipulado por el conocido principio de Pareto: al final muy pocos acaparan grandes fortunas, mientras la mayoría queda con pocas unidades monetarias. Ver Figuras 5. Cada simulación muestra que a largo plazo surgirán pocos extremadamente

acaudalados mientras la gran mayoría quedarán sumergidos en el infortunio financiero. Además, quienes terminan muy ricos no son necesariamente los más competentes. Así mismo, la imprevisibilidad de los acontecimientos puede conducir a que individuos con diferente talento logren acumular montos similares de capital.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Enriquecimiento Individual Máximo:	1.342.177.280,00			Enriquecimiento Individual Máximo:	671.088.640,00			
2	Nro. del Individuo más Rico:	4229	Talento:	0,64	Nro. del Individuo más Rico:	2629	Talento:	0,56	
3	Patrimonio Total (10 mil individuos):	9.388.734.833,98			Patrimonio Total (10 mil individuos):	1.280.318.010,47			
4									
5	Distribución Patrimonial	Frecuencia (Individuos)	% Acumulado		Distribución Patrimonial	Frecuencia (Individuos)	% Acumulado		
6	0	6092	60,92		0	8382	83,82		
7	5	857	69,49		5	507	88,89		
8	10	285	72,34		10	130	90,19		
9	20	233	74,67		20	106	91,25		
10	50	278	77,45		50	108	92,33		
11	100	229	79,74		100	99	93,32		
12	500	446	84,2		500	213	95,45		
13	1000	271	86,91		1000	84	96,29		
14	10000	532	92,23		10000	175	98,04		
15	50000	374	95,97		50000	108	99,12		
16	100000	71	96,68		100000	17	99,29		
17	500000	123	97,91		500000	31	99,6		
18	1000000	61	98,52		1000000	11	99,71		
19	5000000	62	99,14		5000000	15	99,86		
20	10000000	19	99,33		10000000	5	99,91		
21	100000000	50	99,83		100000000	6	99,97		
22	500000000	9	99,92		500000000	2	99,99		
23	1000000000	7	99,99		1000000000	1	100		
24	5000000000	1	100		5000000000	0	100		

Figura 6: Resultados al aumentar y disminuir el Talento promedio

La figura 6 muestra resultados del efecto en el capital al variar el promedio del talento de la distribución normal. La distribución del lado izquierdo de la Figura 6 se obtuvo generando talento T_i desde una normal con promedio de 0,7; mientras los resultados mostrados en la distribución de frecuencia del lado derecho se simularon desde una normal con promedio 0,5. Esto sugiere, como era de esperar, que en una población donde se desarrollen políticas que incrementen el talento individual, el patrimonio personal presentará un desplazamiento hacia la riqueza. Es decir, a mejor dotación de atributos se espera menor proporción de individuos en

condición de catástrofe financiera. Es importante destacar que al inicio de toda simulación las entidades inician con igual nivel de éxito o capital y las entidades solo se diferenciarán por su nivel de talento aunado a la consecuencia del azar. La Figura 7 presenta una muestra de la distribución de imprevistos que ocurren a cada individuo durante una simulación. Se observa que quienes logran mayor capital final fueron favorecidos por más eventos afortunados. Quienes cayeron en bancarrota fueron castigados por la mala fortuna.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Muestra Parcial de los MÁS Exitosos							Muestra Parcial de los MENOS Exitosos							
				Cantidad de Eventos						Cantidad de Eventos				
Capital Final	Individuo	Talento	Sin Cambio	Desafortunados	Afortunados	Periodos en bancarrota	Capital Final	Individuo	Talento	Sin Cambio	Desafortunados	Afortunados	Periodos En bancarrota	
671.088.640,00	7188	0,68	4	25	51	0	0	2182	0,62	3	42	34	1	
671.088.640,00	7339	0,76	2	26	52	0	0	7310	0,59	7	39	31	3	
335.544.320,00	4066	0,65	3	26	51	0	0	199	0,65	2	43	35	0	
167.772.160,00	8549	0,68	4	26	50	0	0	4073	0,69	4	39	31	6	
83.886.080,00	1297	0,61	5	26	49	0	0	6778	0,83	0	20	12	48	
83.886.080,00	3754	0,57	7	25	48	0	0	1549	0,78	1	29	21	29	
83.886.080,00	8358	0,75	5	26	49	0	0	5184	0,59	6	41	33	0	
83.886.080,00	8621	0,7	1	28	51	0	0	7310	0,59	7	39	31	3	
41.943.040,00	852	0,72	0	29	51	0	0	6875	0,49	9	38	30	3	
41.943.040,00	2368	0,63	4	27	49	0	0	8949	0,48	2	9	1	68	
41.943.040,00	7837	0,74	2	28	50	0	0	108	0,84	1	10	2	67	
41.943.040,00	8689	0,77	0	29	51	0	0	1391	0,49	12	30	22	16	
20.971.520,00	881	0,56	1	29	50	0	0	2812	0,75	2	37	29	12	
20.971.520,00	2170	0,75	1	29	50	0	0	7093	0,81	2	32	24	22	
20.971.520,00	2766	0,64	3	28	49	0	0	5002	0,59	9	34	26	11	
20.971.520,00	9461	0,83	1	29	50	0								

Figura 7: Muestra parcial de eventos/ individuo

DISCUSIÓN

Numerosas investigaciones sugieren la presencia de eventos advenedizos en el desempeño humano. Diversos autores como Frank (2016), Pluchino (2018) y otros, en diversos estudios han presentado argumentos avalando el efecto aleatorio incontrolado de la oportunidad y la suerte presentes entre los múltiples factores determinantes que direccionan el éxito personal. Los resultados obtenidos en este modelo experimental corroboran que no necesariamente los más talentosos logran éxito patrimonial, sino que también los menos dotados pueden alcanzar máximos niveles siempre y cuando la buena fortuna les favorezca. El estudio también muestra que los más exitosos son tocados por más lances venturosos que de mala suerte.

Paralelamente a este estudio el autor formuló una variación de la probabilidad de ocurrencia de eventos, en donde se incorporaron individuos hipotéticos sometidos semestralmente a uno de tres sucesos: 34% no es afectado con incidente alguno; el 33 % puede recibir un evento afortunado y el restante 33% puede pasar un

sucedido desafortunado. Estos resultados son consistentes con los hallazgos previamente señalados.

CONCLUSIONES

Esta simulación matemática reafirma que, aunque el éxito pueda ser el resultado de bondades individuales como talento, CI, actitud y esfuerzo combinado, el azaroso acontecer de eventos aportan una intangible e incontrolable dosis de buena fortuna. El azar puede surgir y afectar positiva o negativamente el logro individual. El programa Excel está al alcance como herramienta válida para realizar simulación de sistemas sociales Según R. Frank (2016): “*Aunque los vencedores no siempre sean los de mayor talento, no hay ganador sin talento y trabajo duro*”, y posiblemente, como lo muestra este experimento de simulación, también es de esperar una cadena de acontecimientos fortuitos o sortarios presentes en un mismo tiempo y espacio... ¿acaso designios divinos?

REFERENCIAS

- Frank Robert. (2016). Success and Luck: Good Fortune and the Myth of Meritocracy. Princeton University Press. Inequalities, Chance and Success in Sport Competitions: Simulations vs Empirical Data. arXiv: Physics and Society.
- Pluchino Alessandro, A. E. Biondo, A. Rapisarda. (2018). Talent vs Luck: the Role of Randomness in Success and Failure. arXiv.org. physics.soc-ph. 1802.07068v2. Cornell University.
- Reiman J., Leighton. (2016). The Rich Get Richer and the Poor Get Prison. Ideology, Class, and Criminal Justice. Routledge, NY.
- Suttie Jill. (2017). What Drives Success, Hard Work or Luck? The Greater Good Science Center. UC Berkeley.



Luis Fernando Ibarra. Ingeniero de Sistemas (ULA), MSc Ingeniería Industrial (Georgia Tech), USA. DM/IST en Sistemas y Tecnologías de la Información (U. Phoenix, USA), Diplomado en Minería de Datos, (UCV) .Profesor de Computación, Sistemas de Información Gerencial, Investigación de Operaciones y Simulación de Sistemas. Ex Vicerrector UNET. Miembro de Modeling Simulation Society (SCS).

AGROPECUARIA

EFEITO DE LA INOCULACIÓN CON MICROORGANISMOS FÚNGICOS Y LA APLICACIÓN DE ROCA FOSFÓRICA SOBRE EL CRECIMIENTO DEL PIMENTÓN**EFFECT OF THE INOCULATION WITH FUNGAL MICROORGANISMS AND THE APPLICATION OF PHOSPHORIC ROCK ON THE GROWTH OF PEPPER****Autores:**

Sánchez, Luberto; Arias, Yenny; Becerra, Claudia; Valery, Alexis

Grupo de Investigación en Biotecnología Agrícola y Ambiental. Decanato de Investigación. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Venezuela.

Corresponding Author: lasanchez@unet.edu.ve

RESUMEN

En Venezuela existen suelos agrícolas con bajo contenido de nutrientes como el fósforo; lo cual se puede corregir con el uso de fertilizantes fosfatados sintéticos, aunque estos productos utilizados de manera irracional generan un impacto negativo al ambiente. Como alternativa existe la roca fosfórica (RF), sin embargo, tiene baja solubilidad y por tanto no es eficiente al utilizarla directamente como fertilizante natural. Para aumentar la eficiencia de la RF existen métodos biológicos como el uso de microorganismos solubilizadores de fósforo, por lo cual se planteó evaluar a *Penicillium rugulosum* (IR) y *Trichoderma* sp. (VP), y el uso de RF sobre el crecimiento del pimentón (*Capsicum annuum* L.) en condiciones de umbráculo. Los tratamientos fueron: sin inoculo ni fertilización química (0-0-0), sin P₂O₅, (N-0-K), fertilización comercial (N-P-K), sin inoculo y RF (N-RF-K), *P. rugulosum* (IR), *Trichoderma* sp. (VP) y en consorcio fúngico *P. rugulosum* y *Trichoderma* sp. (IR-VP). También se evaluaron los inoculantes fúngicos con el uso de la RF. El tratamiento IR-VP demostró un incremento en la altura de las plantas superando en 22% al tratamiento N-RF-K. El mayor promedio de número de hojas se obtuvo con N-P-K (31,0) e IR-VP (30,7). El uso de la RF con las inoculaciones micrbianas en forma individual (tratamientos IR y VP), incrementaron significativamente ($P>0,05$) el peso fresco y peso seco de la planta. En conclusión, se observó el efecto benéfico del consorcio *Penicillium rugulosum* y *Trichoderma* sp. sobre el crecimiento de plantas de pimentón.

ABSTRACT

In Venezuela there are agricultural soils with a low content of nutrients such as phosphorus; which can be corrected with the use of synthetic phosphate fertilizers, although these products used irrationally generate a negative impact on the environment. As an alternative, there is phosphoric rock (RF), however, it has low solubility and therefore it is not efficient when used directly as a natural fertilizer. To increase the efficiency of RF, there are biological methods such as the use of phosphorus solubilizing microorganisms, for which it was proposed to evaluate *Penicillium rugulosum* (IR) and *Trichoderma* sp. (VP), and the use of RF on the growth of pepper (*Capsicum annuum* L.) under shade conditions. The treatments were: without inoculum or chemical fertilization (0-0-0), without P₂O₅ (N-0-K), commercial fertilization (N-P-K), without inoculum and RF (N-RF-K), *P. rugulosum* (IR), *Trichoderma* sp. (VP) and in a fungal consortium *P. rugulosum* and *Trichoderma* sp. (IR-VP). Fungal inoculants were also evaluated with the use of RF. The IR-VP treatment demonstrated an increase in the height of the plants, exceeding the N-RF-K treatment by 22%. The highest average number of leaves was obtained with N-P-K (31.0) and IR-VP (30.7). The use of RF with individual microbial inoculations (IR and VP treatments) significantly increased ($P>0.05$) the fresh weight and dry weight of the plant. In conclusion, the beneficial effect of the *Penicillium rugulosum* and *Trichoderma* sp. on the growth of pepper plants.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L., biofertilizantes, consorcios fúngicos, fósforo.

Key words: *Capsicum annuum* L., biofertilizers, fungal consortia, phosphorus.

Recibido: 29/06/2022 **Aprobado:** 25/11/2022

INTRODUCCIÓN

La agricultura convencional se ha caracterizado por el uso de recursos naturales no renovables cada vez más escasos como el suelo y el agua; al mismo tiempo, esta actividad depende de insumos sintéticos como los plaguicidas y fertilizantes (Pérez 2005). Estos insumos son utilizados en los cultivos agrícolas con la finalidad de obtener rendimientos que permita suplir la demanda de la población humana, sin considerar la sostenibilidad del agroecosistema (Burbano-Orjuela 2016).

La agricultura convencional o también denominada revolución verde tiene como finalidad producir alimentos a gran escala para mitigar el hambre a nivel mundial. Asimismo, la producción agrícola de alimentos debe continuar aumentando para alimentar la creciente población (Anand *et al.*, 2022). Sin embargo, el mal uso de esta actividad agrícola ha generado cambios producto de la intervención del hombre en la naturaleza como, pérdida de suelo por erosión, desequilibrio de nutrientes por exceso y por deficiencia, eutrofización de lagos y disminución de la biodiversidad, los cuales perjudican al ambiente y en algunos casos están alcanzando niveles irreversibles, generando un impacto negativo sobre la sostenibilidad de los ecosistemas (López y Contreras 2007; Burbano-Orjuela 2016). Esta situación ha impulsado al hombre a buscar alternativas ecológicas en los procesos de producción, bien sea para cambiarlos radicalmente o para incorporar tecnologías amigables al ambiente que permita el incremento de la producción por unidad de superficie sin aumentar considerablemente los costos económicos y ambientales (Gamboa-Angulo *et al.*, 2020).

De acuerdo con Pinilla (2010), entre las alternativas ecológicas con prácticas agrícolas que permitan mejorar la productividad de los agroecosistemas (cumplir con la meta de alimentar a miles de millones de personas en el mundo sin deteriorar el suelo), se encuentra el uso de microorganismos benéficos en los cultivos agrícolas, lo cual se apoya en la biotecnología agrícola.

El uso de estos microorganismos, específicamente los microorganismos con potencial biofertilizante, tienen la particularidad de mejorar el vigor de las plantas y aumentar la producción de los cultivos agrícolas, pues estos microorganismos promueven la fertilidad del suelo (Gamboa-Angulo *et al.*, 2020). En otras palabras, la biofertilización es una alternativa a las prácticas de fertilización química en los agroecosistemas (Anand *et al.*, 2022).

La mayor parte de los microorganismos con potencial biofertilizante establecen relaciones no patogénicas con las plantas, e incluso pueden favorecer su crecimiento, resistencia a patógenos y a condiciones abiotícas como sequía, salinidad, entre otros. Se trata de microorganismos existentes en el suelo como los hongos y las bacterias, que pueden asociarse de manera natural a las raíces de las plantas (rizósfera); también llamados microorganismos rizosféricos benéficos con capacidad de producir sustancias de crecimiento y disolución de elementos fijados al suelo (Reyes y Valery 2007; Anand *et al.*, 2022). En otras palabras, la inoculación de los microorganismos rizosféricos promueve la disolución y mineralización de nutrientes mediante ácidos orgánicos y la producción de sustancias reguladoras de crecimiento como ácido indol acético (Gamboa-Angulo *et al.*, 2020).

El uso efectivo de los microorganismos benéficos en las plantas, bien sea bacterias u hongos, es considerado un bioinsumo para lograr la sustentabilidad de los agroecosistemas (Anand *et al.*, 2022); pues constituye un medio económicamente viable y ecológicamente aceptable para minimizar en los agroecosistemas los impactos negativos causados por los fertilizantes sintéticos como, lixiviación de nitratos, contaminación de recursos hídricos y emisiones gaseosas (Moreno *et al.*, 2018). Por consiguiente, algunos de estos impactos negativos son considerados problemas ambientales a nivel regional y mundial.

Esta premisa también es considerada en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela en su artículo 305, pues establece una política de estado orientada hacia la soberanía alimentaria y mayor conciencia ambiental, es decir, desarrollar la producción de alimentos por medio de una agricultura sostenible.

Ahora bien, en los agroecosistemas venezolanos existen limitantes en algunos suelos de interés agrícola como deficiencias de nutrientes principalmente de fósforo (P) (Casanova 1996; Casanova 2005). Siendo el P uno de los nutrientes necesarios para los cultivos agrícolas, el cual en condición de déficit en la planta induce a la reducción del crecimiento, hojas de color verde oscuro acompañado de tonos morados o rojizos en las hojas más viejas, causando así disminución en los niveles de productividad y rendimiento (Solórzano 2001). Esta condición de deficiencia es superada normalmente con la aplicación de fertilizantes fosfatados de síntesis química, lo cual contrasta al desarrollo sostenible por los altos costos económicos, baja eficiencia (5-30%) y acumulación de fosfatos en el ambiente. Dado lo anterior, se requiere utilizar en los agroecosistemas fertilizantes naturales a modo de alternativa ecológica para la nutrición vegetal de los cultivos como, la roca fosfórica (RF).

La RF es un material poco soluble y de baja eficiencia agronómica, lo cual desestimula su uso. Como alternativa a esto, hay un creciente interés en el uso de microorganismos del suelo, capaces de disolver fosfatos naturales y así mejorar la efectividad de disolución. Por esta razón, en búsqueda de estrategias enmarcada en el manejo sostenible de cultivos agrícolas, se evaluó el efecto de microorganismos fúngicos promotores de crecimiento vegetal y fosfodisolventes y el uso de roca fosfórica en el cultivo de pimentón (*Capsicum annuum* L.), en condiciones de umbráculo.

MÉTODO

Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el umbráculo del laboratorio de biofertilizantes, perteneciente al

Grupo de Investigación en Biotecnología Agrícola y Ambiental (GIBAA), el cual está ubicado en el edificio C de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela.

Materiales utilizados

Se evaluaron plantas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) variedad cacique. Así mismo, se utilizaron dos cepas fúngicas *Penicillium rugulosum* y *Trichoderma* sp. (Cepas IR y VP, respectivamente) y en consorcio microbiano fúngicos (IR-VP), pertenecientes al GIBAA. La RF utilizada procedió de las minas de Monte Fresco edo. Táchira, con un contenido de fósforo de 99 mg.g⁻¹ (Reyes *et al.*, 2001). Para el llenado de las bolsas se utilizó suelo procedente de la Unidad Académica “La Tuquerena”, Rubio estado Táchira. El suelo reportó bajo contenido de fósforo (4 mg.kg⁻¹ suelo), pH fuertemente ácido (4,84) y textura franco arenoso.

Preparación de los inoculantes microbianos

La preparación se realizó una vez que los microorganismos alcanzaron el crecimiento óptimo a los 12 días de la siembra en el medio de cultivo microbiano y consistió en colocar una porción de estos en viales previamente esterilizados y con 3 ml de solución isotónica (NaCl al 0,89%). Los viales se rotularon con el inoculo a evaluar y se agitaron en un vortex manual marca Glas-col para homogeneizar la suspensión. Con una micropipeta de 100μl se tomó una alícuota del inoculo y se colocó en la cámara de Petroff-Hausser para cuantificar las unidades formadoras de colonias (UFC) de los microorganismos. Por último, se estableció la concentración del inoculo en los viales y la cantidad del inoculo a tomar para obtener una concentración final de 1,0x10⁷ UFC.ml⁻¹ (Reyes *et al.*, 2008; Sánchez y Reyes 2018). Todo se realizó bajo condiciones de esterilidad en una cámara de flujo laminar tipo Bio-II-B.

Establecimiento del experimento

El semillero se estableció en bandejas con sustrato y para el momento de la siembra las semillas de pimentón fueron inoculadas con los microorganismos fúngicos (Sánchez y Reyes 2018). Una vez las plántulas de pimentón en

bandejas adquirieron en promedio 6 hojas, éstas fueron trasplantadas a bolas con capacidad de 5 kg de suelo.

Al mismo tiempo, durante el establecimiento del experimento en bolsas (trasplante), se realizó una inoculación con los microorganismos fúngicos, la cual consistió en sumergir el cepellón de la plántula de pimentón en una solución con el inóculo microbiano. Posteriormente, transcurrido un mes del trasplante se aplicó 5 ml. planta⁻¹ del inoculante microbiano en forma de media luna y a 4 cm de la base del tallo. Todas las inoculaciones microbianas se realizaron a una concentración de 1,0x10⁷ UFC.ml⁻¹ (Sánchez y Reyes 2018).

Labores agronómicas del cultivo de pimentón y conformación de los tratamientos

El manejo agronómico del cultivo de pimentón consistió en aplicar un riego tres veces por semana (cada riego con una cantidad de agua de 300 ml. planta⁻¹). El control de plantas no deseadas en las macetas se realizó manual y cada 15 días según la presencia de estas.

Los tratamientos se organizaron de acuerdo a la enmienda a realizar (sin uso de roca fosfórica y con aplicación de roca fosfórica) y los inoculantes biológicos consistieron en: sin inoculación microbiana ni fertilización química (0-0-0), sin aplicación de P₂O₅ (N-0-K), fertilización comercial (N-P-K), sin inoculación microbiana y uso de la RF (N-RF-K), inoculación con *P. rugulosum* (IR), inoculación con *Trichoderma* sp. (VP), e inoculación del consorcio microbiano *P. rugulosum* y *Trichoderma* sp. (IR-VP). También se evaluaron los inoculantes microbianos con la incorporación de la RF, procedente de las minas de Monte Fresco edo. Táchira, en dosis de 12 g. planta⁻¹ y una fertilización de base con N y K, (IR con uso de RF, VP con uso de RF e IR-VP con uso de RF), para un total de 10 tratamientos. Finalmente, la fertilización de base consistió en desarrollar y aplicar un plan nutricional de acuerdo a los requerimientos del pimentón según Orellana *et al.*, (2004), en otras palabras, 240 kg.Ha⁻¹ de N, 100 kg.Ha⁻¹ de P₂O₅ y 280 kg.Ha⁻¹ de K₂O.

Variables biométricas evaluadas

En los tratamientos se evaluó cada 15 días la altura de la planta (AP) y el número de hojas por planta (NH) y a los 60 días después del trasplante el número de botones florales (BF). De igual manera, se determinó el peso fresco y seco por planta del componente aéreo (PA), radical (PR) y total (PT). Para la determinación del peso fresco de cada uno de los componentes fisiológicos mencionados anteriormente se tomó el material vegetal, previamente lavado, y se procedió a pesarlo en una balanza analítica.

Por otra parte, la determinación del peso seco se realizó llevando el material vegetal a una estufa de aire forzado a 75°C. Una vez que el material vegetal alcanzó el peso constante, se cuantificó el peso seco con ayuda de una balanza analítica. Estas últimas evaluaciones se realizaron por triplicado. La unidad experimental fue la planta de pimentón.

Análisis estadístico

Una vez recopilados los datos del conjunto de tratamientos se separaron según la aplicación de la enmienda química (sin roca fosfórica y con aplicación de roca fosfórica). El análisis de los datos de las variables se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y de comparación de medias (LSD) entre los diferentes tratamientos. Los datos que no cumplieron con los supuestos de normalidad y de homocedasticidad de las varianzas, se sometieron a la prueba de Kruskall Wallis (Tapia 2012).

RESULTADOS

Con la finalidad de un mejor entendimiento del efecto de la biofertilización y uso de la roca fosfórica sobre las variables biométricas no destructivas (altura de la planta, número de hojas y botones florales) y destructivas (peso fresco y peso seco) del pimentón, los tratamientos se separaron en función de la aplicación de la RF como enmienda química.

Efecto de la biofertilización fúngica sin y con el uso de la roca fosfórica sobre variables biométricas no destructivas del pimentón

Sin aplicación de enmienda química al suelo, la biofertilización con el consorcio microbiano (IR-VP) influyó sobre el crecimiento de la planta desde los 15 hasta los 60 días después del

trasplante (DDT). Mientras que, el tratamiento sin inoculación microbiana ni fertilización química (0-0-0) mostró un incremento progresivo de la altura de la planta inferior a los tratamientos sin aplicación de P_2O_5 (N-0-K) y fertilización comercial (N-P-K) (figura 1).

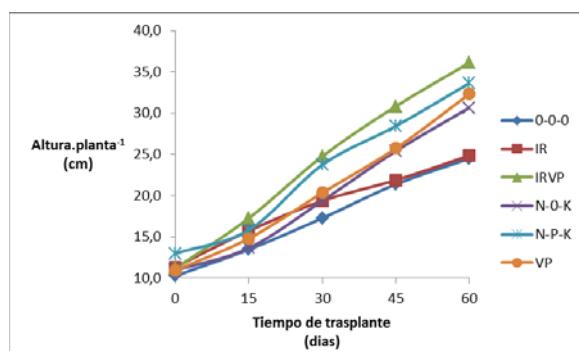


Figura 1. Influencia de la inoculación de microorganismos fúngicos sobre la variable altura de la planta del pimentón de manera progresiva sin uso de roca fosfórica.

Los valores de la altura final de la planta obtenidos en este trabajo (60 DDT) presentaron diferencias significativas ($P<0,05$) entre los tratamientos evaluados (figura 2). El tratamiento VP fue estadísticamente similar al tratamiento N-0-K, lo cual indica que la cepa de *Trichoderma* sp. no influyó en el crecimiento del

pimentón bajo las condiciones de estudio. Contrariamente, el tratamiento IR presentó una disminución significativa de 19%, respecto al tratamiento N-0-K, lo que indica que posiblemente la cepa de *P. rugulosum* disolvente de fósforo, compitió con la planta para asimilar el fósforo del suelo (baja disponibilidad).

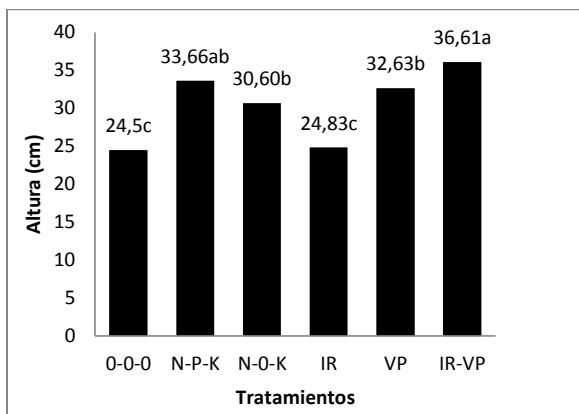


Figura 2. Respuesta del pimentón a la biofertilización fúngica sobre la variable altura de la planta a los 60 días después del trasplante sin uso de roca fosfórica.

En cambio, al evaluar en consorcio microbiano la cepa de *P. rugulosum* y de *Trichoderma* sp. (Tratamiento IR-VP), el crecimiento observado demostró una paulatina aceleración con el

tiempo (15 hasta 60 DDT), en comparación con el tratamiento N-0-K, e incluso con el tratamiento con fertilización química comercial (N-P-K) (figura 1). Para lo cual se observó al

final del experimento (60 DDT) un incremento significativo de la altura de la planta en 18%, respecto al tratamiento N-0-K (figura 2).

En cambio, al evaluar el efecto de la biofertilización con el uso de la RF, se observó que todos los tratamientos biológicos ejercieron una respuesta beneficiosa sobre la altura de la planta desde los 15 hasta los 60 DDT, en

comparación con el tratamiento sin inoculación microbiana y uso de la RF (N-RF-K) y con el tratamiento 0-0-0. Al mismo tiempo, se encontró que el tratamiento N-P-K mostró un incremento superior con el tiempo (a partir de los 30 DDT), en comparación con el resto de los tratamientos evaluados (figura 3).

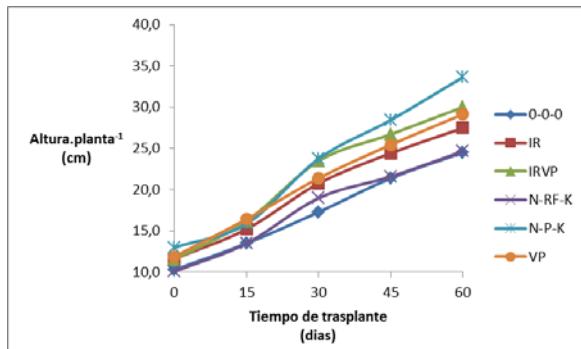


Figura 3. Influencia de la inoculación de microorganismos fúngicos y uso de roca fosfórica sobre la variable altura de la planta del pimentón.

Los valores de la altura final de la planta (60 DDT) presentaron diferencias significativas ($P<0,05$) entre los tratamientos evaluados (figura 4). En tal sentido, se encontró un incremento significativo con el consorcio fúngico (tratamiento IR-VP) y el uso de la RF, al aumentar en 22% la altura de la planta de pimentón, en comparación con el tratamiento N-RF-K. Aunque, el tratamiento sin inoculación microbiana y uso de la RF (N-RF-K), se comportó similar al tratamiento 0-0-0. Significa entonces, que el uso de la RF, sin inoculante microbiano no intervino sobre el crecimiento del pimentón, bajo las condiciones en las que se desarrolló la investigación. Atribuyéndose la respuesta favorable del crecimiento del pimentón únicamente a la biofertilización, particularmente al consorcio fúngico de *P. rugulosum* con *Trichoderma* sp.

Seguidamente, en respuesta a la biofertilización, se evaluó el número de hojas (NH) y de botones florales (BF) por planta del pimentón a los 60 DDT (tabla 1). Para lo cual el análisis estadístico mostró diferencias significativas ($P<0,05$) entre los tratamientos evaluados en las variables no destructivas (NH y BF) sin uso de RF. Sin embargo, no se encontró diferencias entre los tratamientos biofertilizados, respecto al tratamiento sin aplicación de P_2O_5 (N-0-K). En la variable NH, el tratamiento IR se comportó estadísticamente igual al tratamiento 0-0-0, lo que permite inferir que la inoculación con *P. rugulosum* no produjo ningún efecto en la planta, tal como se ha visto, con la reducción significativa de la AP en 19%, respecto al tratamiento N-0-K (figura 2), bajo las condiciones de estudio (suelo con baja disponibilidad de fósforo en el suelo).

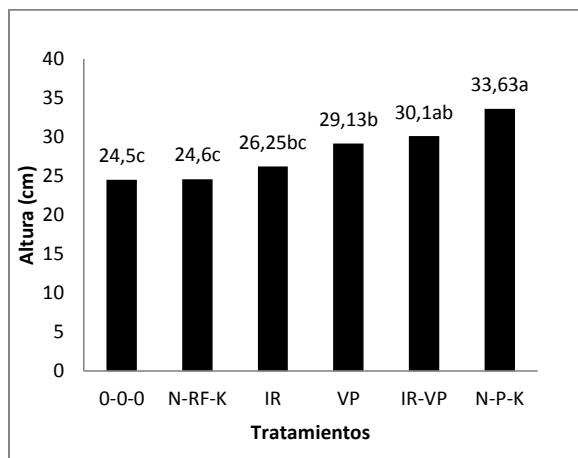


Figura 4. Respuesta del pimentón a la biofertilización fúngica y uso de roca fosfórica sobre la variable altura de la planta a los 60 días después del trasplante.

Al evaluar en el cultivo del pimentón el NH y de BF con biofertilización y uso de la RF, el análisis estadístico no mostró diferencias significativas ($P>0,05$) entre los tratamientos (tabla 1). Sin embargo, se observa que con los tratamientos IR-VP y N-P-K, se registró el mayor promedio de NH con 30,7 y 31,0, respectivamente; y el menor promedio con el tratamiento sin inoculación microbiana y uso de la RF (N-RF-K), con 18,7. Con relación al número de BF, los tratamientos VP y N-P-K, mostraron los mayores promedios con 16 y 17,6, respectivamente, en comparación al tratamiento N-RF-K.

Comportamiento de las variables biométricas destructivas del pimentón biofertilizado sin y con uso de la roca fosfórica

Sin uso de la RF se encontraron diferencias significativas ($P<0,05$) entre los tratamientos para todas las variables del componente peso fresco, es decir, peso aéreo (PA), peso radical (PR) y peso total (PT). Sin embargo, en el componente peso seco, la biofertilización sin uso de la RF, no incidió en la variable PR, pues no se encontraron diferencias significativas ($P>0,05$) entre los tratamientos evaluados (tabla 2).

Tabla 1. Efecto de la inoculación fúngica sin y con uso de roca fosfórica sobre las variables biométricas no destructivas del pimentón

Enmienda	Tratamientos Biológicos	NH	BF
Sin uso de roca fosfórica	0-0-0	23,66 b	10,0 b
	N-P-K	31,00 a	17,66 a
	N-0-K	28,33 ab	13,66 ab
	IR	23,0 b	14,66 ab
	VP	28,66 ab	15,66 a
	IR-VP	34,0 a	18,0 a
Con uso de roca fosfórica*	0-0-0**	23,6 a	10,0 a
	N-P-K**	31,0 a	17,6 a
	N-RF-K	18,7 a	12,0 a
	IR	21,7 a	13,0 a
	VP	26,3 a	16,0 a
	IR-VP	30,7 a	14,3 a

NH: Número de hojas; BF: botones florales; 0-0-0 Tratamiento sin fertilización y sin inoculo; N-P-K: Tratamiento comercial y sin inoculo; N-0-K: tratamiento sin P_2O_5 y sin inoculo; N-RF-K Tratamiento sin inoculo y uso de la roca fosfórica; IR: Tratamiento con *P. rugulosum*; VP: *Trichoderma* sp.; IR-VP: consorcio microbiano de *P. rugulosum* y *Trichoderma* sp. Según análisis paramétrico ANOVA, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p\leq 0,05$) para un nivel de confianza de 95,5% n=3;* El parámetro NH y BF con uso de roca fosfórica se analizaron según la prueba estadística de Kruskall Wallis arrojando un nivel de confianza del 95 %; n=3. **Para este análisis estadístico se tomaron en cuenta los mismos resultado de los tratamientos 0-0-0 y N-P-K obtenidos en sin uso de roca fosfórica.

Tabla 2. Respuesta de las variables destructivas en plantas pimentón a los 60 días después del trasplante sin uso de roca fosfórica

Componentes	Tratamientos	PA (g.planta ⁻¹)	PR (g.planta ⁻¹)	PT (g.planta ⁻¹)
Peso fresco	0-0-0	17,43 c	6,8 b	24,23 c
	N-P-K	58,86 a	10,36 ab	69,23 ab
	N-0-K	39,1 b	9,3 ab	48,4 b
	IR	57,56 ab	10,53 ab	68,1 ab
	VP	56,46 ab	11,03 a	67,5 ab
	IR-VP	61,83 a	10,16 ab	72,01 ab
Peso seco	0-0-0	14,79 c	8,41 a	23,21 b
	N-P-K	20,13 a	8,22 a	26,35 a
	N-0-K	17,2 bc	8,49 a	25,69 ab
	IR	19,69 ab	8,22 a	27,91 a
	VP	19,73 a	8,61 a	28,35 a
	IR-VP	19,95 a	8,33 a	28,28 a

PA: Peso aéreo; PR: Peso raíz; PT: Peso total; 0-0-0 Tratamiento sin fertilización y sin inoculo; N-P-K: Tratamiento comercial y sin inoculo; N-0-K: tratamiento sin P_2O_5 y sin inoculo; N-RF-K Tratamiento sin inoculo y uso de la roca fosfórica; IR: *P. rugulosum*; VP: *Trichoderma* sp.; IR-VP: consorcio microbiano de *P. rugulosum* y *Trichoderma* sp; Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) según Análisis paramétrico ANOVA para un nivel de confianza de 95 %n=3. El parámetro peso fresco PR y peso seco de PR, PA y PT se analizaron según la prueba estadística de Kruskall Wallis arrojando un nivel de confianza del 95 %; n=3.

Para el componente peso fresco, sin uso de la RF, en general los tratamientos biofertilizados se comportaron estadísticamente igual a los tratamientos N-0-K y N-P-K para el PA, el PR y el PT, aunque el tratamiento IR-VP incrementó significativamente en 58% el PA, en comparación al tratamiento N-0-K. Todos los tratamientos en las variables PA y PT se comportaron estadísticamente diferentes al tratamiento 0-0-0, para lo cual se alcanzó los valores más altos por planta con el tratamiento IR-VP con un PA de 61,83 g y un PT de 72,01 g, en comparación con los valores más bajos en el tratamiento 0-0-0 con un PA de 17,43 g y un PT de 24,23 g. Igualmente, en el componente peso seco, sin uso de la RF, el tratamiento IR-VP mostró un incremento significativo sobre el PA del 16%, en comparación al tratamiento N-0-K. Además, se observó que todos los tratamientos con biofertilizantes incrementaron significativamente el PA y el PT del componente peso seco, en comparación al tratamiento 0-0-0 (tabla 2).

En otro orden de ideas, la incorporación de la RF con las inoculaciones microbianas en forma individual (tratamientos IR y VP), incrementaron significativamente ($P > 0,05$) todas las variables medidas de los componentes peso fresco y peso seco de la planta. En el componente peso fresco, la inoculación individual de *P. rugulosum* y de *Trichoderma* sp, incremento en promedio un 44%, 82% y 50% el PA, PR y PT, respectivamente, en comparación con el tratamiento sin inoculación microbiana y uso de la RF (N-RF-K). Así mismo, el componente peso seco, con las inoculaciones individuales de los microorganismos *P. rugulosum* y de *Trichoderma* sp, se vio favorecido en promedio un 17% y 13% el PA y el PT, respectivamente, en comparación con el tratamiento N-RF-K (tabla 3)

Tabla 3: Respuesta de las variables destructivas de las plantas de pimentón a los 60 días después del trasplante con uso de roca fosfórica

Componentes	Tratamientos	PA (g.planta ⁻¹)	PR (g.planta ⁻¹)	PT (g.planta ⁻¹)
Peso fresco	0-0-0	17,43 d	6,8 c	24,23 c
	N-P-K	58,86 bc	10,36 bc	69,23 b
	N-RF-K	54,3 c	10,23 bc	64,53 b
	IR	75,66 ab	18,33 a	94,01 a
	VP	81,13 a	18,93 a	100,06 a
	IR-VP	55,93 c	13,9 b	69,83 b
Peso seco	0-0-0	14,79 d	8,41 c	23,21 d
	N-P-K	20,13 bc	8,22 c	28,35 c
	N-RF-K	19,26 c	8,86 bc	28,12 c
	IR	22,15 ab	9,16 ab	31,32 ab
	VP	22,75 a	9,52 a	32,27 a
	IR-VP	19,79 c	8,84 bc	28,63 bc

PA: Peso aéreo; PR: Peso raíz; PT: Peso total; 0-0-0 Tratamiento sin fertilización y sin inoculo; N-P-K: Tratamiento comercial y sin inoculo; N-0-K: tratamiento sin P_2O_5 y sin inoculo; N-RF-K Tratamiento sin inoculo y uso de la roca fosfórica; IR: *P. rugulosum*; VP: *Trichoderma* sp.; IR-VP: consorcio microbiano de *P. rugulosum* y *Trichoderma* sp. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) según Análisis paramétrico ANOVA para un nivel de confianza de 95 %n=3.

DISCUSIÓN

La respuesta de la planta de pimentón a la biofertilización fúngica sin y con uso de roca fosfórica a los 60 días después del trasplante (figura 2), permitió observar que la inoculación en consorcio fúngico (IR-VP) interactuó sinéricamente con la planta de pimentón y con el suelo utilizado (bajo contenido de fósforo), repercutiendo en plantas con mayor altura y al mismo tiempo permitió reducir el uso de fertilizantes fosfatados solubles. De igual manera, Gamboa-Angulo *et al.*, (2020) evaluaron en pimentón el efecto de la inoculación con distintos microorganismos y encontraron diferencias significativas sobre la altura de la planta al tratarlas con *Bacillus subtilis*, sin embargo, no encontraron diferencias en la altura de la planta al utilizar consorcios microbianos. Ahora bien, Sánchez *et al.*, (2018) encontraron resultados favorables en el rendimiento del pimentón, con la inoculación en consorcio microbiano de *Trichoderma* sp. y *Enterobacter* sp., sin la aplicación de fertilizantes fosfatados. Lo que sugiere, que la respuesta de la planta de pimentón a la biofertilización puede depender de diferentes

factores como la compatibilidad de la planta y la interacción con el microorganismo, así como las condiciones edafoclimáticas.

Así mismo, en otras investigaciones se ha evaluado el efecto de la biofertilización con la inoculación de microorganismos en consorcio, sobre diferentes plantas de interés agronómico. Díaz *et al.*, (2015) evaluaron la respuesta de la soya a la inoculación con *Bradyrhizobium japonicum* y *Rhizophagus intraradices*, encontrando diferencias significativas favorables sobre variables como la altura de la planta, en comparación al testigo no inoculado. Igualmente, Zayed *et al.*, (2013) evaluaron el efecto de fertilizantes orgánicos, la solarización y el uso de endomicorras sobre el rendimiento y calidad del pimentón. Para lo cual se encontró que la combinación de todos los tratamientos aumentó significativamente el rendimiento del pimentón, debido a la formación de una red extraradical extensa de hifas que mejoraron la absorción del agua y de los nutrientes.

El número de hojas y de botones florales no mostró una respuesta favorable a la biofertilización fúngica y uso de la RF, sin

embargo, la inoculación en consorcio fúngico sin uso de RF mostró una tendencia a mejorar las variables número de hojas y botones florales (tabla 1). En este mismo orden de ideas, Sánchez y Reyes (2018) encontraron que ningún microorganismo fúngico incrementó significativamente las variables mencionadas anteriormente, por el contrario, la cepa de *Trichoderma* sp. disminuyó significativamente el número de hojas y de botones florales en 15% y 56%, respectivamente, en comparación al tratamiento sin inoculación microbiana y uso de la RF. Posiblemente, por la ausencia de sinergismo favorable de los microorganismos en estudio (*P. rugulosum* y *Trichoderma* sp.) con la planta de pimentón, principalmente en el suelo rizosférico, el cual es de baja fertilidad química.

A diferencia de los resultados encontrados en esta investigación con el uso de los biofertilizantes sobre las variables número de hojas y de botones florales, en otras investigaciones se ha reportado que ciertos microorganismos con potencial biofertilizante han mostrado efectos significativos en comparación al tratamiento sin inoculación microbiana, sobre variables no destructivas del pimentón como el número de hojas, número de botones florales, número de frutos y longitud del fruto (Devi *et al.*, 2022). De ahí que, Reyes *et al.*, (2008) evaluaron un grupo de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal en plantas de pimentón, encontrando diferencias significativas en 5 tratamientos aplicados sobre el número de hojas; y sobre el número de botones florales se observó un incremento significativo en solo 3 tratamientos de los evaluados. Similarmente, Marquina *et al.*, (2018) evaluaron diferentes rizobacterias en pimentón y encontraron mayor número de hojas al inocular con *Serratia liquefaciens*.

Después de lo expuesto anteriormente, se puede observar que existe especificidad de los microorganismos para incidir favorablemente en las variables respuesta como el número de hojas y de botones florales, pues no todos los microorganismos rizosféricos incrementan significativamente estas variables (Reyes *et al.*, 2008), lo cual coincide con lo encontrado en esta

investigación, al utilizar un suelo de baja fertilidad química, es decir, un suelo con bajo contenido de fósforo (4 mg.kg⁻¹ suelo) y pH fuertemente ácido (4,84).

En cuanto a la incidencia de los microorganismos fúngicos sin uso de RF, sobre las variables biométricas destructivas del cultivo del pimentón (peso fresco y peso seco de la planta), se encontró que el consorcio fúngico de *P. rugulosum* y de *Trichoderma* sp. (Tratamiento IR-VP), incrementó significativamente el peso fresco y peso seco aéreo de la planta, mientras que, con el uso de la RF el consorcio fúngico no incidió favorablemente sobre ninguna de las variables biométricas destructivas del pimentón. Por el contrario, todas las variables del peso fresco y peso seco de la planta fueron afectadas positivamente por la inoculación de manera individual de las cepas fúngicas (Tabla 3). Lo que permite inferir que el uso de la RF incidió en el sinergismo de los microorganismos utilizados de manera individual y la respuesta de la planta del pimentón en todas las variables de peso fresco y peso seco de la planta. No obstante, Velázquez *et al.* (2017) no encontraron efectos positivos sobre la biomasa seca radical de plantas de lechuga inoculadas con un microorganismo disolvente de fósforo (*Penicillium thomii*) y uso de RF. Lo cual evidencia que existen interacciones entre la fuente de nutrientes utilizada como la RF y la rizósfera de la planta a través de las actividades que desarrollan los microorganismos para aumentar el crecimiento de la planta.

Por otra parte, la ausencia de efectos positivos en las variables peso seco de la raíz (PR) y peso seco total (PT) de las plantas de pimentón biofertilizadas y sin uso de RF, se corresponda probablemente con el suelo utilizado (bajo contenido de fósforo), pues Vargas-Barrantes y Castro-Barquero (2019) mencionan que los suelos con deficiencias de nutrientes, principalmente en fósforo, las plantas producen raíces más finas, con el fin de aumentar el área superficial radical, y así, mejorar la adquisición de fósforo del suelo.

Otros investigadores también han reportado diferentes respuestas sobre el peso seco de la planta del pimentón, lo cual ha dependido del microorganismo utilizado y de la forma de aplicación (inoculación en consorcio o individual). Por una parte, Gamboa-Angulo *et al.*, (2020) no encontraron diferencias significativas sobre el peso seco de la raíz de la planta al evaluar diferentes tratamientos (consorcio microbiano, *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*), sin embargo, encontraron diferencias sobre el volumen de la raíz con la inoculación individual de *B. subtilis* y *T. harzianum*, respecto al tratamiento testigo. Igualmente, Blanco *et al.*, (2018) reportaron diferencias significativas sobre el peso seco de la raíz del pimentón, en tal sentido, de un grupo de 10 aislamientos evaluados, dos cepas (ME01 y Med) incrementaron en promedio un 31% el peso seco de la raíz, pero otras dos cepas (EV1 y RmBorbollon) disminuyeron en promedio un 50% esta variable respuesta, en comparación al tratamiento testigo.

En otros cultivos agrícolas se ha evaluado el efecto de la biofertilización sobre el peso seco de la planta. Romero *et al.*, (2016) evaluaron la respuesta del cultivo de caraota a la inoculación de microorganismos promotores de crecimiento vegetal, los tratamientos con *Rhizobium etli* y *Trichoderma harzianum*, individual y en consorcio, mostraron un estímulo positivo que se reflejó en su crecimiento y la producción de biomasa. Esto sugiere que *T. harzianum* mediante la síntesis de sustancias promotoras de crecimiento vegetal, inducen la proliferación de raíces laterales aumentando la absorción de minerales como el fósforo.

Así mismo, Escobar *et al.*, (2011) encontraron que las cepas nativas de *Azotobacter* spp. ZC26 y TC20 alcanzaron los mayores valores de biomasa seca total, aérea y radicular, esto posiblemente debido a la producción de AIA, el cual se encarga de regular el crecimiento y diferenciación celular. De igual manera, Lozada y Rivas (2010) evaluaron el efecto de *Azospirillum lipoferum*, *A. brasiliense* y *Azotobacter chroococcum*, solos y en combinación con N-P-K, en el cultivo de ají,

encontrando que los tratamientos inoculados lograron superar el tratamiento sin fertilización química, por otro lado estos fueron superados por el tratamiento con *A. choococcum* y N-P-K, demostrando así que la inoculación con estas bacterias permiten obtener mejores respuestas en los cultivos siempre y cuando las mismas cuenten con el ambiente óptimo para su establecimiento en el suelo como, pH, temperatura, humedad y fuentes nutricionales de carbono, nitrógeno y fósforo.

En todo caso los resultados anteriores indican que la respuesta de la planta de pimentón a la biofertilización dependerá de los microorganismos inoculados, del modo de aplicarlos (en consorcio o individual) y de la incorporación de la roca fosfórica como fuente de nutrientes para el agroecosistema, pues estos microorganismos pueden establecer competencia por los nutrientes presentes en la roca fosfórica, principalmente el fósforo.

CONCLUSIONES

Se logró observar el efecto benéfico de la inoculación en consorcio microbiano de *P. rugulosum* y *Trichoderma* sp. sin y con uso de la roca fosfórica sobre el crecimiento de la planta de pimentón, así como los efectos positivos de la inoculación individual y el uso de la roca fosfórica sobre los parámetros de peso fresco y peso seco de la planta. Esto evidencia la posibilidad de utilizar la roca fosfórica de Monte Fresco (edo. Táchira) como una alternativa económica y ecológica, en combinación con *P. rugulosum* y *Trichoderma* sp., en el cultivo del pimentón.

AGRADECIMIENTO

Al Decanato de Investigación de la UNET a través de la Coordinación de Investigación Agropecuaria por el apoyo por medio del proyecto 02-009-2016. De igual forma, a Fosfasuroeste por el aporte de la roca fosfórica de Monte Fresco, estado Táchira (Venezuela).

REFERENCIAS

- Anand, K., Pandey, G., Kaur, T., Pericak, O., Olson, C., Mohan, R., Akansha, K. Yadav, A., Devi, R., Kour, D., Rai, A., Kumar, M. y Yadav, A. (2022). Arbuscular mycorrhizal fungi as a potential biofertilizers for agricultural sustainability. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*. 10(1). 90-107.
- Blanco, E. Castro, Y., Olivo, A., Skwierinski†, R. y Moronta, F. (2018). Germinación y crecimiento de plántulas de pimentón y lechuga inoculadas con rizobios e identificación molecular de las cepas. *Bioagro* 30(3): 207-218.
- Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Rev. Cienc. Agr.* 33(2):117-124.
- Casanova, E. (1996). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 379p.
- Casanova, E. (2005). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 482p.
- Devi, M., Kus, H., Fitri, Y. y Widyastuti, A. (2022). Response of biofertilizer application and alkali supplement fertilizer on the growth and yield of curly red chili (*Capsicum annuum* L.). *Agricultural Engini Engineering*. 11(1):15-23.
- Díaz, A., Magallanes, A. y Martínez, J. (2015). Respuesta de la soya a inoculantes microbianos en el norte de Tamaulipas, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 227-238.
- Escobar, C., Horna, L. y Carreño, C. (2011). Caracterización de cepas nativas de *Azotobacter* spp. y su efecto en el desarrollo de *Lycopersicon esculentum* Mill. Totamte en Lambayeque. *Scientia Agropecuaria*. 39-49.
- Gamboa-Angulo, J., Ruíz-Sánchez, E., Alvarado-López, C., Gutiérrez-Miceli, F., Ruíz-Valdiviezo, V. y Medina-Dzul, K. (2020). Efecto de biofertilizantes microbianos en las características agronómicas de la planta y calidad del fruto del chile xcat'ik (*Capsicum annuum* L.). *Terra Latinoamericana*. 38: 817-826.
- López, R. y Contreras, M. (2007). Sistemas de producción agrícola sostenible en los Andes de Venezuela: Agricultura Orgánica. *Avances en Química*. 1(1)23-33.
- Lozada, L. y Rivas, G. (2010). Evaluación del efecto de la inoculación de *Azotobacter* spp. en plantas de ají dulce (*Capsicum frutescens*). Trujillo: Universidad de los Andes. Venezuela.
- Marquina, M., Ramírez, Y. y Castro, Y. (2018). Efecto de bacterias rizosféricas en la germinación y crecimiento del pimentón *Capsicum annuum* L. var. cacique gigante. *Bioagro* 30(1): 3-16.
- Moreno, A., García, V., Reyes, J., Vásquez, J. y Cano, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Rev. Colomb. Biotecnol.* 20(1). 68-83.
- Orellana, F., Escobar, J. Morales, A. Méndez, I. (2004). Guía técnica del cultivo de pimentón. Arce: CENTA.
- Pérez, J. (2005). Dimensión ética del desarrollo sostenible de la agricultura. *Revista de Ciencias Sociales*. 1(1):246-255.
- Pinilla, J. (2010). Aplicación de insumos biológicos: una oportunidad para la agricultura sostenible y amigable con el medio ambiente. *Revista Colombiana de Biotecnología*. 4-7.
- Reyes, I. y Valery, A. (2007). Efecto de la fertilidad del suelo sobre la microbiota y la promoción del crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) con *Azotobacter* spp. *Bioagro*. 19(3):117-126.
- Reyes, I., Álvarez, L., El-Ayoubi, H. y Valery, A. (2008). Selección y evaluación de rizobacterias promotoras del crecimiento en pimentón y maíz. *Bioagro*. 20(1):37-48.
- Reyes, I., Baziramakenga, R., Bernier, L. y Antoun, H. (2001). Solubilization of phosphate rocks and minerals by a wild-type strain and two UV-induced mutants of *Penicillium rugulosum*. *Soil Biology Biochemistry*. 33(1):1741-1747.
- Romero, V., García, V. y Hernández, J. (2016). Respuesta de *Phaseolus vulgaris* a microorganismos promotores de crecimiento vegetal. *Scientia Agropecuaria*. 313-319.

- Sánchez, L. y Reyes, I. (2018). Incidencia de la inoculación con microorganismos rizosféricos benéficos y roca fosfórica sobre el crecimiento del pimentón. Revista Científica UNET. 30(1):122-128.
- Sánchez, L., Dávila, B., Briceño, J. y Valery, A. (2018). Los biofertilizantes como una herramienta de la agricultura sostenible en los cultivos del pimentón y del café. Revista Científica UNET. 30(2):435-443.
- Solórzano, P. (2001). Manual para la fertilización de cultivos en Venezuela. Agroisleña. Caracas. Venezuela. 216p.
- Tapia, J. (212). Diseño estadístico de experimentos. Universidad Ezequiel Zamora. Barinas. Venezuela. 429p.
- Vargas-Barrantes, P. y Castro-Barquero, L. (2019). Aislamiento y evaluación de microorganismos solubilizadores de fósforo de andisoles de Costa Rica. Agronomía Costarricense. 43(1): 47-68.
- Velázquez, M., Cabello, M., Elíades, L., Russo, M., Allegrucci, N., y Schalamuk, S. (2017). Combinación de hongos movilizadores y solubilizadores de fósforo con rocas fosfóricas y materiales volcánicos para la promoción del crecimiento de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Rev Argent Microbiol. 49(4):347-355.
- Zayed, S., Hassanein, M., Esa, N. y Abdallah, M. (2013). Productivity of pepper crop (*Capsicum annuum* L.) as affected by organic fertilizer, soil solarization, and endomycorrhizae. Cairo, Egypt Annals of Agricultural Science.131-137.



Luberto Sánchez. Ingeniero Agrónomo, UNET (2005). Magíster en Agronomía mención Producción Vegetal, UNET (2011). Docente de las unidades curriculares ecotoxicología, diseño de experimentos y manejo de suelos y fertilidad, UNET. Responsable del Grupo de Investigación en Biotecnología Agrícola y Ambiental GIBAA. Investigador en la línea de biofertilizantes.



Yenny Arias. Ingeniero Agrónomo. UNET (2017). Tesista de la línea de investigación en biofertilizantes. Grupo de Investigación en Biotecnología Agrícola y Ambiental GIBAA.



Claudia Becerra. Ingeniero Agrónomo UNET (2004). Magíster en Agronomía, mención Producción Vegetal. UNET (2010). Profesor Agregado de la UNET, Docente de la Unidad Curricular Agroecología, adscrita al Decanato de Investigación, Laboratorio de Biofertilizantes. Líneas de Investigación: Biofertilizantes en cultivos de ciclo corto.



Alexis Valery. Ingeniero Agrónomo, con maestría en Agronomía mención Producción vegetal y Doctorado en Ecología Tropical. Integrante del Grupo de Investigación en biotecnología Agrícola y Ambiental.

AGROPECUARIA

EFFECTO DE *Trichoderma asperellum* COMO BIOESTIMULANTES DE LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLANTAS DE LECHOSA (*Carica papaya L.*) cv. Maradol EN BANDEJA.**EFFECT OF *Trichoderma asperellum* AS BIOSTIMULANTS OF THE GERMINATION AND GROWTH OF PAPAYA PLANTS (*Carica papaya L.*) cv. Maradol IN SEED TRAYS.****Autores:**

Sánchez, Johana; Sulbaran, José; Chacón, Hernando; Arias, Karen; Ramírez, Beatriz

Departamento de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela.

Corresponding Author: jsulbaran@unet.edu.ve

RESUMEN

La lechosa (*C. papaya L.*) cv. Maradol es un importante cultivo de excelente fruta, con exquisito sabor, propiedades nutritivas y medicinales. En Venezuela, su producción se dirige al mercado de fruta fresca. La semilla posee una germinación lenta con bajo porcentaje, lo que afecta su producción en vivero. Esta situación ha servido de estímulo para buscar alternativas, como la aplicación de promotores de crecimiento y desarrollo, como el hongo del género *Trichoderma*. Se realizó bioensayos para evaluar el efecto de una cepa *T. asperellum* como bioestimulante de la germinación y crecimiento de plantas de lechosa cv. Maradol, en el laboratorio y umbráculo de la UNET. En el primer ensayo se emplearon semillas de lechosa cv. Maradol, colocando 25 por placa de Petri con y sin aplicación del hongo ($1,5 \times 10^7$ esp/ml) con quince repeticiones, se determinó la germinación (%). En un segundo ensayo se evaluó la aplicación de *T. asperellum* ($1,5 \times 10^7$ esp/ml) sobre el crecimiento, utilizando bandejas plásticas de 72 celdas y sustrato turba. Las variables evaluadas después de 30 días de la siembra fueron: altura de tallo, diámetro de tallo, longitud de la raíz y materia seca total. Los resultados se sometieron a la prueba T de Student con un nivel de significancia de 5%, obteniéndose a los 16 días en el tratamiento con *T. asperellum* un incremento de la germinación del 22,06 % con respecto al tratamiento control. En la producción de planta en bandeja se observó un efecto positivo en la promoción de crecimiento con el hongo encontrándose diferencias significativas ($p < 0,001$), sobre las variables: longitud del tallo y raíz, diámetro del tallo y materia seca total, en comparación con el tratamiento testigo. Finalmente el uso de *T. asperellum* permitió la obtención de plantas de calidad que favorece un mejor establecimiento al trasplante a bolsa en la etapa de vivero.

ABSTRACT

The papaya (*C. papaya L.*) cv. Maradol is an important crop of excellent fruit, with exquisite flavor, nutritional and medicinal properties. In Venezuela, its production is directed to the fresh fruit market. The seed has a slow germination with a low percentage, which affects its production in the nursery. This situation has served as a stimulus to search for alternatives, such as the application of growth and development promoters, such as the fungus of the genus *Trichoderma*. Bioassays were carried out to evaluate the effect of a *T. asperellum* strain as a biostimulant for the germination and growth of papaya cv. Maradol, in the laboratory and umbraculum of the UNET. In the first trial, seeds of papaya cv. Maradol, placing 25 per Petri dish with and without application of the fungus ($1,5 \times 10^7$ esp/ml) with fifteen repetitions, germination (%) was determined. In a second test, the application of *T. asperellum* ($1,5 \times 10^7$ esp/ml) on the growth was evaluated, using 72-cell plastic seed trays and peat substrate. The variables evaluated 30 days after planting were: stem height, stem diameter, root length and total dry matter. The results were submitted to the Student's T test with a significance level of 5%, obtaining an increase in germination of 22.06% with respect to the control treatment after 16 days in the treatment with *T. asperellum*. In the production of plant in seed tray, a positive effect was observed in the promotion of growth with the fungus, finding significant differences ($p < 0.001$), on the variables: length of the stem and root, diameter of the stem and total dry matter, in comparison with the control treatment. Finally, the use of *T. asperellum* allowed the obtaining of quality plants that favor a better establishment to the bag transplant in the nursery stage.

Palabras clave: Lechosa, *Trichoderma*, germinación, crecimiento, desarrollo.

Key words: Papaya, *Trichoderma*, germination, growth, development.

Recibido: 29/06/2022 **Aprobado:** 07/11/2022

INTRODUCCIÓN

La lechosa (*Carica papaya* L.) se encuentra entre las principales especies de frutas más cultivadas y consumida en el mundo, debido a sus propiedades nutritivas, medicinales y sabor, considerada una de las más importantes económicamente (Granados *et al.*, 2015). Según el dinamismo en su comercialización en los últimos años, la producción a nivel mundial ha ido incrementando, es así como para el año 2020 el país mayor productor fue la India con 6 millones 11 mil toneladas métricas, mientras que Venezuela ocupó el puesto 19 con una producción de 71.717 toneladas métricas (FAOSTAT 2022). Así mismo a nivel nacional la lechosa ocupa el cuarto lugar de importancia económica, debido a su alta rentabilidad y la gran demanda para su consumo en fresco e industrializada (FEDEAGRO 2022).

La semilla de lechosa han sido clasificada como intermedia por inducir dormancia (Wood y Pritchard 2000), es por ello que durante el proceso de producción de plantas en la etapa de vivero, el éxito depende de factores genéticos y factores ambientales, así mismo se debe contar con tratamientos adecuados para acelerar y favorecer una buena germinación (Maldonado 2004). De acuerdo a lo anterior estos factores son determinantes para obtener una alta producción y homogeneidad que garanticen su establecimiento en el campo.

Es por ello que para incrementar el porcentaje de germinación, así como su homogeneidad, se han sugerido algunos métodos de pre germinación con el uso de hongo del género *Trichoderma* spp., el cual está ampliamente distribuido en el mundo y se presenta naturalmente en diferentes hábitats presentando mecanismo de acción como: competencia, micoparasitismo, antibiosis (Olivera y Rodríguez 2014). Además el *Trichoderma* spp. muestra diversas ventajas ya que posee efectos beneficiosos para la planta como son: estimulación del crecimiento vegetal y desarrollo del sistema radicular, solubilización y absorción de nutrientes inorgánico e inducción

de resistencia y tolerancia a estrés bióticos y abióticos (Proyecto Musa 2019).

De acuerdo a lo anterior esta asociación del hongo con la raíz de la planta le proporciona un mayor vigor y desarrollo, el cual se considera que es debido a la presencia de hormonas estimulantes de los tejidos meristemáticos (Harman 2006), lo que permite una disminución en el tiempo promedio de germinación, así como ventajas desde la primera fase de la plántula hasta la hora del trasplante (Cubillos *et al.* 2009).

Por lo antes expuesto, se planteó evaluar el efecto del hongo *T. asperellum* en la germinación de semillas de lechosa Maradol in vitro en condiciones de laboratorio y el crecimiento de plantas de lechosa cv. Maradol en contenedor en el umbráculo de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), motivado a que no se cuenta con la información confiable sobre el uso de esta especie de hongo como estimulantes del crecimiento en el cultivo de lechosa cv. Maradol, en etapa de vivero, que contribuya a disminuir el riesgo de pérdidas económicas debido a que la semilla es importada y costosa.

MÉTODO

Se establecieron dos experimentos para evaluar el efecto estimulante de *T. asperellum* sobre la germinación y crecimiento de plantas de lechosa cv. Maradol, en el periodo entre enero y abril de 2019.

Experimento 1: se hizo en el laboratorio de suelo en la Universidad Nacional Experimental del Táchira, donde se estudiaron dos tratamientos, uno a base de una cepa de *T. asperellum*, obtenido de la raíz de un cultivo suministrado por el laboratorio de control biológico de UNET y un control absoluto (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos evaluados en la germinación de semilla de lechosa cv. Maradol

Nomenclatura	Tratamientos
T0-SST	Semilla de lechosa (<i>C. papaya</i> L.) cv. Maradol sumergidas sin <i>T. asperellum</i> solo en agua destilada por 72 horas
T1-SCT	Semilla de lechosa (<i>C. papaya</i> L.) cv. Maradol sumergidas con <i>T. asperellum</i> ($1,5 \times 10^7$ esp/ml) por 72 h

Se utilizaron 375 semillas comerciales de lechosa cv. Maradol por tratamiento con un peso promedio por semilla de 0,02 g, su preparación consistió en la desinfección de las misma con una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 4% seguidamente se eliminó los restos con agua destilada estéril y secadas con papel absorbente, luego las semillas se colocaron en un envase plástico de un litro de capacidad y se adicionó una solución compuesta por agua destilada estéril y la cepa *T. asperellum* en la presentación de polvo mojable y una concentración $1,5 \times 10^7$ esp/ml, proveniente del cepario del laboratorio de control biológico UNET, mientras que para el tratamiento testigo se adicionó solo agua destilada estéril.

Las semillas se dejaron sumergidas durante 72 horas y luego se pasaron a placas de Petri de 10 cm de diámetro previamente esterilizadas que contenía papel de filtro en el fondo, donde se colocó 25 semillas por placa, la unidad experimental la constituyó tres placas de Petri, con 15 repeticiones por tratamiento, ubicadas en

un espacio oscuro y adecuado para evitar cualquier tipo de contaminación.

Finalmente, para evaluar la cantidad de semilla germinada, se realizó observaciones diarias a cada una de las placas de Petri, teniendo como criterio la protrusión de radícula mayor a 2 mm de longitud, con los datos obtenidos se determinó el porcentaje de germinación (%) mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Germinación (\%)} = (A/B) * 100$$

Dónde:

- (A) semillas germinadas
- (B) total de semillas

Experimento 2: se llevó cabo en el umbráculo del laboratorio de Biofertilizantes de la UNET, para ello se utilizó bandejas plásticas de 72 celdas y un sustrato a base de turba con perlita marca SUNCHINE, previamente esterilizado en autoclave durante 30 minutos. Así mismo se empleó dos tratamientos (Tabla 2) utilizando dos bandejas por tratamiento.

Tabla 2. Tratamientos evaluados en la promoción de crecimiento de plantas de lechosa cv. Maradol en etapa de bandeja.

Nomenclatura	Tratamientos
T0-PST	Plantas de lechosa cv. Maradol sin <i>T. asperellum</i> solo agua destilada en el umbráculo.
T1-PCT	Plantas de lechosa cv. Maradol con <i>T. asperellum</i> (1.5×10^7 esp/ml) en el umbráculo.

La siembra en las bandejas con el sustrato se realizó colocando una semilla germinada en cada celda a 1cm de profundidad, seguidamente se efectuó la inoculación de la cepa *T. asperellum* a una concentración de 1.5×10^7 esp/ml a razón de 10 ml de la solución por celda. Las bandejas con los tratamientos se ubicaron en el umbráculo evitando la exposición solar directa, también se realizó el monitoreo de plagas y enfermedades, además se mantuvo la humedad del sustrato mediante la aplicación de riego cada tres días a

razón 10 ml/celda durante el periodo experimental. Finalmente las evaluaciones se realizaron a los 30 días después de la siembra en bandeja, se tomaron seis (6) plantas por tratamiento considerada como unidad experimental, con quince (15) repeticiones, para un total de 90 plantas por tratamiento a las que se le cuantificó las variables biométricas siguientes:

Longitud del tallo (cm): Para su medición se empleó una regla graduada en centímetro (cm), la cual se colocó en el cuello de la planta hasta el

meristemo apical caulinar de cada una de las plantas seleccionadas.

Longitud de la raíz (cm): Se midió en cada una de las plantas desde la base del tallo o cuello hasta el ápice de la raíz principal con la ayuda de una regla graduada en centímetro (cm).

Diámetro del tallo (cm): se midió en la planta a un cm por encima del cuello de la misma con la ayuda de un vernier electrónico digital Caliper graduado en milímetros (mm).

Materia seca total (g): Se determinó extrayendo la planta completa para luego separar la parte aérea y la radical. Se colocó en bolsa de papel y se llevó a la estufa a una temperatura de 70°C por 72 horas, transcurrido ese tiempo la misma se pesó en una balanza analítica digital marca OHAUS Explorer de precisión 0,01 g para el registro de su peso seco.

Posterior al trabajo de campo, se organizó los datos en hojas de cálculo del programa Microsoft Office Excel 2013, el cual permitió facilitar el análisis estadístico ajustado a cada diseño experimental, se utilizó la técnica estadística de comparación de medias a través de la prueba T de Student con un nivel de significancia de 5%, previa verificación de la normalidad de los datos y la homogeneidad de la varianza. Todos los datos fueron procesados empleando el software estadístico versión libre InfoStat/L 2020, para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba T de Student 5% de probabilidad realizada, muestran que existen diferencias estadísticamente significativa ($t(28) = 10,66$ p <0,001), para la germinación de las semillas de lechosa cv. Maradol a partir de los 8 días, hasta los 16 días después de su colocación en placa de Petri, donde el tratamiento T1-SCT= semillas con *T. asperellum* contó con un promedio superior de 76.59 % en comparación con T0-SST = semillas sin *T. asperellum* de 54,7 % (Figura 1).

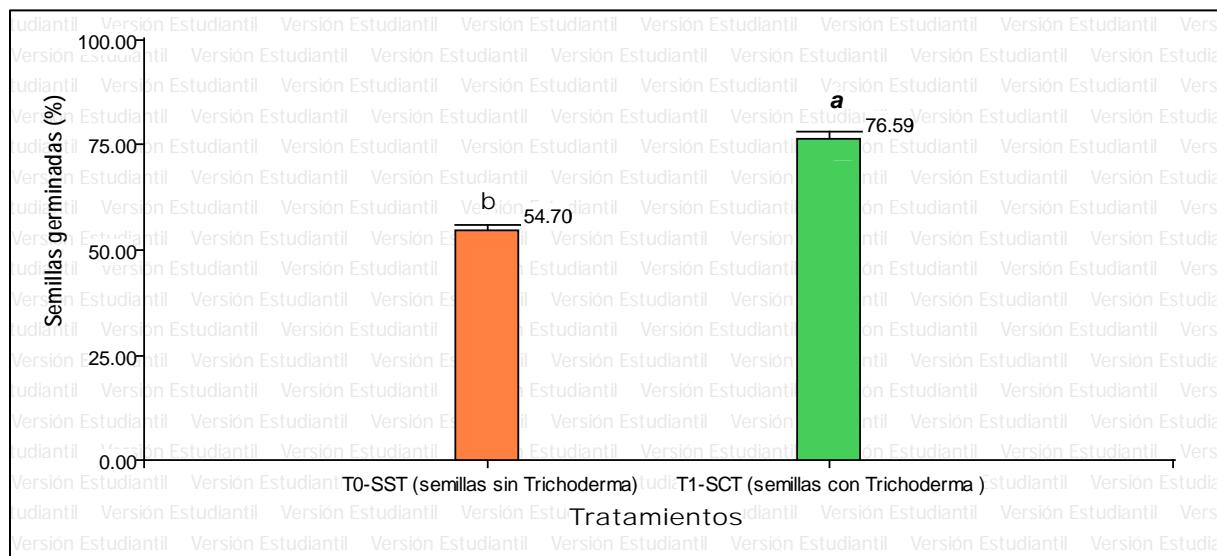


Figura 1. Efecto del *T. asperellum* ($1,5 \times 10^7$ esp/ml) en el porcentaje de germinación de semillas de lechosa cv. Maradol. Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según prueba de T student ($p \leq 0,05$).

Los resultados obtenidos en las semillas tratadas con el hongo a una concentración de ($1,5 \times 10^7$ esp/ml), revelaron una acción marcada en la germinación. La explicación a esto residiría en que la concentración del hongo pudo haber

favorecido el desarrollo del embrión mediante la activación de los complejos enzimáticos que permitieron la movilización de las reservas acumuladas, correspondiendo esto con la observación de (Cupull *et al.*, 2006, Serbelló *et al.*

2014), quienes consideran que el hongo *Trichoderma* constituye una alternativa para estimular e incrementar la germinación de las semillas.

Otros experimentos con el uso del hongo *T. asperellum* en el cultivo de parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) reportan incremento en el porcentaje de germinación, como lo obtenido por Tami, (2018) quien consiguió un mayor valor (88.88%) con el uso del hongo respecto al testigo (64.44%). De igual forma los resultados obtenidos en esta investigación son similar a lo

reportado por (Cubillos *et al.*, 2009), quienes obtuvieron un mayor efecto estimulador de la germinación (93,3%) con una cepa nativa y una comercial de *Trichoderma*, en comparación con el testigo, presumiéndose dicho efecto a la liberación por parte del hongo de sustancias promotoras de crecimiento.

En la Tabla 3. se muestran los valores de las variables biométricas de las plantas de lechosa cv. Maradol a los 30 días después de la siembra en bandeja plástica.

Tabla 3. Efecto del *T. asperellum* en las variables biométricas de plantas de lechosa cv. Maradol a los 30 días después de la siembra en bandeja.

Tratamiento	Media-(D.E.) Altura del tallo (cm)	Media-(D.E.) Diámetro del tallo (mm)	Media-(D.E.) Longitud de la raíz (cm)	Media-(D.E.) Materia seca total (g)
T0-PST = Plantas de lechosa (<i>C. papaya L.</i>) cv. Maradol sin <i>T. asperellum</i>	5,09 (0,07)B	1,71(0,04)B	4,90(0,47)B	0,07(1,8E-03)B
T1-PCT = Plantas de lechosa (<i>C. papaya L.</i>) cv. Maradol con <i>T. asperellum</i> (3x10 ⁷ esp/ml)	6,28 (0,07)A	1,97(0,07)A	8,29(0,62)A	0,11(1,3E-03)A
Valor de t	-47,76	-12,30	-16,99	-73,43
Valor de p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Promedios con letras distintas en una misma columna indican diferencia altamente significativa según la prueba de T de Student (p ≤ 0,05).

La prueba T de Student 5% de probabilidad para la variable altura del tallo (cm), se presenta en la Tabla 3. en ella se observa que existen diferencias altamente significativas ($t(28) = -47,76$, $p <0,001$), donde se refleja que para el caso del tratamiento T1-PCT fue el que presentó mayor altura del tallo (6,28) cm respecto al tratamiento testigo T2 (agua destilada) que mostró un menor valor (5,09) cm. Este resultado constituyendo una alternativa en la producción de plantas de lechosa en esta etapa de semillero. Así mismo concuerda con los reportados en diferentes investigaciones como la de Donati (2011), Olmedo y Casas (2014) donde indican la producción de moléculas que promueven el crecimiento de diferentes de cultivos al agregar alguna de las diferentes cepas de *Trichoderma* spp.

De igual forma Mesa *et al.*, (2006) consiguieron un incremento de la altura en relación con el testigo en la producción de plantas de lechosa

mediante el uso de *Trichoderma* spp., mientras que cepas nativas de este género ejercieron un efecto biopromotor, al obtener plantas más altas de *Capsicum chinense* Jacq., comparadas con el testigo (Candelero *et al.*, 2015). Por otra parte Gómez *et al.*, (2013) y Hernández *et al.*, (2015), determinaron que luego de la aplicación de *T. asperellum* causó un incremento significativo en el crecimiento del tallo en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

En cuanto al diámetro del tallo en la Tabla 3 se observa que existen diferencias significativas con un nivel del 95% de confianza según la prueba T de Student, ($t(28) = -12,30$ $p <0,001$), donde el mayor diámetro promedio 1,97 mm lo presentó el tratamiento T1-PCT con respecto al tratamiento testigo T0-PST, presentando un menor diámetro 1,71 mm. Con respecto a lo anterior estos datos concuerdan con los de Valencia *et al.*, (2005) quienes comentan que la utilización del *Trichoderma* spp., incrementa la

producción de factores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) los cuales estimulan el desarrollo de la planta. Asimismo Mesa *et al.*, (2006) indican que la inoculación de *T. harzianum* provoca un incremento en el grosor del tallo en relación con el testigo durante la producción de plantas de lechosa. Igualmente Hernández *et al.*, (2015) consiguieron un mayor diámetro del tallo al evaluar el efecto de cepas seleccionada de *T. asperellum* sobre el desarrollo del tomate (*S. lycopersicum* L.).

La prueba T de Student 5% de probabilidad para la variable longitud de la raíz (cm) mostró diferencias estadísticas altamente significativas ($t(28) = -16,99$ $p <0,001$), donde el tratamiento T1-PCT alcanzó una mayor longitud (8,29 cm) en comparación con el tratamiento testigo T0-PST que alcanzo una menor longitud de 4,90 cm, tal como se observa en la Tabla 3. Lo obtenido en esta variable concuerda con lo reportado por Stewart y Hill (2014), los cuales consideran que un aumento de la raíz es la expresión más común de la promoción del crecimiento por *Trichoderma* spp., de la misma manera este resultado coincide con el de Cupull *et al.*, (2006), los cuales obtuvieron los mayores valores de esta variable al ensayar con el hongo *Trichoderma*. Igualmente Gómez *et al.*, (2013), determinaron que el uso de aislamientos de *T. asperellum* causa un incremento significativo ($p \leq 0,05$) del crecimiento longitudinal de raíces en plantas de tomate (*S. lycopersicum* L.), así mismo el *T. asperellum* produjo la promoción del crecimiento en longitud de la raíz significativamente mayor con la aplicación en comparación con el control no tratado en condiciones de vivero en plantas de chile (*C. chinense* Jacq.) Hernández *et al.*, (2015).

Referente a materia seca total (g) se obtuvo diferencias estadísticas altamente significativas con la prueba T de Student 5% de probabilidad ($t(28) = -73,43$ $p <0,001$), entre los tratamientos aplicados siendo superior en plantas de lechosa que se le aplicó *T. asperellum* tratamiento T1-PCT, alcanzando la mayor acumulación de materia seca (0,11) g en comparación con el tratamiento testigo sin *T. asperellum*, con un menor valor (0,07) g tal como se observa en la Tabla 3.

De acuerdo a los resultados obtenidos, estos concuerdan con lo indicado por Olmedo y Casas (2014), al considerar que el *Trichoderma* spp. estimula el crecimiento y desarrollo de la planta. De la misma manera al evaluarse *T. asperellum* en plántulas de chile (*C. chinense* Jacq.) como promotor de crecimiento en condiciones de vivero, el vigor de las plantas tratadas con el hongo aumentó significativamente en comparación con el control no tratado (Hernández *et al.*, 2015). También resultados indican que cepas de *T. asperellum*, pueden causar un aumento significativo ($p \leq 0,001$) del crecimiento de plántulas de tomate, debido a que desde la aplicación de la cepa las plantas crecieron un 91 %, mientras que las plantas control crecieron solo un 53 % (Gómez *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

Con el uso del hongo *T. asperellum* se logró acelerar la germinación de las semillas de lechosa cv. Maradol obteniéndose a los 16 días un aumento superior 22,06 % con respecto al tratamiento testigo, constituyendo una alternativa para incrementar la velocidad de germinación en la etapa de semillero.

La utilización de *T. asperellum* demostró la promoción de crecimiento al obtenerse un efecto positivo en los valores de longitud del tallo y raíz, diámetro del tallo y materia seca total, en plantas de lechosa cv. Maradol lo que puede ser aprovechado para el trasplante de las plantas.

REFERENCIAS

- Candelero, D., Cristóbal, A., Reyes, R., Tun, S., Gamboa, A. y Ruiz, S. 2015. *Trichoderma* spp. promotor del crecimiento en plántulas de *Capsicum chinense* Jacq. y antagonistas contra *Meloidogyne incognita*. FYTON 4: 113-119.
- Cubillos, J., Valero, N., Mejía, L. (2009). *Trichoderma harzianum* como promotor de crecimiento vegetal del Maracuyá (*Pasiflora edulis* Var. Flavicarpa). Agronomía colombiana 27(1): 81-86.
- Cupull, R., Guerra, G., Cupull, M. y Ferrer, M. (2002). Efecto de *Trichoderma viride* y

- Azotobacter chroococcum* en la estimulación de la germinación y el desarrollo de posturas de *Carica papaya* L. Centro Agrícola 4(29): 30-33.
- Cupull, R., Andreu, C., Cupull, M., Santana, A., Delgado, Y. (2006). Efecto de estimulantes químicos y biológicos en la producción de posturas de *Carica papaya* L. Rev. Centro Agrícola. 33(3):71.
- Donati, S. (2011). Efecto de *Trichoderma harzianum* (cepa L1) sobre la calidad de plantines en *Pinus taeda*. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 144 p.
- FAOSTAT. (2022). Estadística Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- FEDEAGRO. (2022). Asociaciones de Productores Agropecuarios de Venezuela. Disponible en: <https://fedeagro.org/> estadistica.
- Gómez, S., Gilchrist, E. y Reynaldi, S. (2013). Importancia del aislamiento y del rango de concentración de Conidias en el efecto de *Trichoderma asperellum* sobre el crecimiento de plántulas de *Solanum lycopersicum* L. Rev. Colomb. Biotecnol. 15(1): 118-125.
- Granados, Rebeca., Salceda, Rafael., y Longar, María del Pilar. (2015). Situación actual y perspectivas tecnológicas para la papaya (*Carica papaya* L.) en el distrito de Veracruz, Veracruz. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(4): 749-761.
- Harman, G. (2006). Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. Phytopathology 96(2):190-194.
- Hernández, D., Rodríguez, M., Peteira B., Miranda, I., Arias, Y., y Martínez, B. (2015). Efecto de cepas de *Trichoderma asperellum* Samuels, sobre el desarrollo del tomate y *Meloidogyne incognita* Rev. Protección Veg. 30(2): 139-147.
- Maldonado, L. (2004). Efecto de diversos tratamientos pregerminativos en la semilla de papaya (*Carica papaya*). 26 p.
- Mesa, J., Gómez, J., Rodríguez, O., Parets. E. y Soto, R. 2006. Efecto de *Trichoderma* y micorizas en la producción de posturas de *Carica papaya* L. Rev. Centro Agrícola. 33(3)
- Olmedo, V. y Casas, S. (2014). Mecanismos moleculares del biocontrol en *Trichoderma* spp. y sus aplicaciones en la agricultura. Biotecnología y biología de *Trichoderma*, Elservier, 429–453.
- Serbelló, F., Mesa, J., y Soto, R. (2014). Efecto de diferentes alternativas biológicas, sobre el porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de fruta bomba (*Carica papaya* L.) Revista Agroecosistemas 2(1):247-253.
- Stewart, A. y Hill, R. (2014). Applications of *Trichoderma* in Plant Growth Promotion. Biotechnology and Biology of *Trichoderma*. 415-428.
- Tami, J. (2018). Efecto de diferentes dosis de *Trichoderma asperellum* en la promoción del crecimiento de plántulas de parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). Tesis Ing. AGR201816788499APG, San Cristóbal, VE, Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional Experimental del Táchira.
- Valencia, H., Sánchez, J. y Valero, N. (2005). Producción de ácido indolacético por microorganismos solubilizadores de fosfato presentes en la rizósfera de *Espeletia grandiflora* y *Calamagrostis effusa* del Páramo el Granizo. Estrategias adaptativas de plantas de páramo y del bosque alto andino en la cordillera oriental de Colombia. 22:177-193
- Wood, C., Pritchard, D. (2000). Desiccation-induced dormancy in papaya (*Carica papaya* L.) seeds is alleviated by heat shock. Seed Science Research 10:135-145.



Johana Sánchez. Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional del Táchira



José Sulbaran. Ingeniero Agrónomo, Participante de estudio de Maestría en Agronomía Producción Vegetal. Personal Académico UNET. Adscrito al Departamento de Ingeniería Agronómica de las asignaturas Proyecto Integrador de Cultivos Perennes y Fruticultura. Investigador y extensionista en el área de Control Biológico de Plagas Agrícolas, Programa Cacao y Sustratos.



Hernando Chacón. Ingeniero Agrónomo Magíster en Agronomía Producción Vegetal UNET Personal Académico UNET adscrito a la Coordinación de Extensión Agraria. Profesor Agregado del Departamento de Ingeniería Agronómica de las asignaturas Cultivos Perennes y Café – Cacao. Investigador y extensionista en Control Biológico de Plagas Agrícolas y Programa Cacao.



Karen Arias. Ingeniero Agrónomo y Máster en Agronomía UNET. Especialista en Manejo y Valorización de residuos Orgánicas. Estudiante del Doctorado en Agricultura Protegida UAL España. Profesora Agregada de la asignatura Raíces y Tubérculos y Coordinadora de Oficinas Académicas Carreras Cortas UNET.



Beatriz Ramírez. Técnico Superior en Agronomía, Ingeniero Agrónomo, Estudiante de la Maestría en Agronomía Mención Producción Vegetal UNET, Analista del Laboratorio de las asignaturas suelos, fertilidad y Manejo de suelos y del Laboratorio de investigación Análisis Ambiental Tratamiento y valorización de residuos Compostables

EFFECTO DEL SOBRENADANTE DE CULTIVOS FÚNGICOS SOBRE PLÁNTULAS DE PAPA (*Solanum tuberosum*) IN VITRO Y EN UMBRÁCULO

EFFECT OF THE FUNGAL CULTURE SUPERNATANT ON POTATO (*Solanum tuberosum*) SEEDLINGS IN VITRO AND GREENHOUSE

Autores:

**Linares Beltrán, Sonia¹; Figueroa Linares, Andreina^{1,2};
Valery Ramírez, Alexis²**

¹Laboratorio de Cultivo de Tejidos, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela.

²Grupo de Investigación en Biotecnología Agrícola y Ambiental, Decanato de Investigación, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela.

Corresponding Author: avalery@unet.edu.ve

RESUMEN

La propagación de plantas, requiere en la mayoría de los casos el uso de fitohormonas, las cuales pueden ser producidas por los microorganismos, durante su proceso de masificación en medios líquidos. El uso del sobrenadante obtenido durante el crecimiento es un recurso biotecnológico de importancia en la agricultura. Se evaluó el uso de tres sobrenadantes, dos provenientes del crecimiento de *Trichoderma* sp. y uno del crecimiento de *Penicillium rugulosum*, sobre explantes de papa (*Solanum tuberosum* var. Angostureña), en condiciones *in vitro* y la aclimatación en condiciones *ex vitro* bajo un sistema autotrófico hidropónico (SAH). Fueron evaluados, el porcentaje de sobrevivencia, la altura del tallo, número de hojas, desarrollo de hojas y raíces *in vitro*, y el porcentaje de sobrevivencia, así como, el número de hojas totales y diámetro del tallo en condiciones *ex vitro*, luego de cinco semanas de crecimiento. Los resultados *in vitro* muestran que el uso del sobrenadante proveniente del crecimiento de *P. rugulosum* genera un incremento de 51,9% en el número de hojas y de 36,6% en la altura del tallo en comparación con el control, mientras que *Trichoderma* sp. ocasionó según el medio un incremento del número de hojas entre 17,1 y 20,2%, sin embargo el tipo de medio utilizado con esta cepa vario su respuesta en la altura del tallo mostrando un incremento del 29% en uno e inhibición (35,3%) con el otro en relación al control. De igual manera se encontraron variaciones según el medio con el resto de las variables evaluadas. Por lo que dependiendo del sobrenadante utilizado se genera un incremento o una disminución de los parámetros medidos. Los resultados *ex vitro* presentan un efecto negativo sobre la aclimatación y desarrollo de las plántulas, contrario a lo reflejado en la literatura, por lo que se requiere más investigación en esta área.

ABSTRACT

The propagation of plants, requires in most cases the use of phytohormones, which can be produced by microorganisms, during their massification process in liquid media. The use of the supernatant obtained during growth is an important biotechnological resource in agriculture. The use of three supernatants was evaluated, two from the growth of *Trichoderma* sp. and one of the growth of *Penicillium rugulosum*, on potato explants (*Solanum tuberosum* var. Angostureña), under *in vitro* conditions and acclimatization under *ex vitro* conditions under a hydroponic autotrophic system (SAH). The percentage of survival, stem height, number of leaves, development of leaves and roots *in vitro*, and the percentage of survival, as well as the number of total leaves and diameter of the stem in *ex vitro* conditions, after five weeks of growth. The *in vitro* results show that the use of the supernatant from the growth of *P. rugulosum* generates an increase of 51.9% in the number of leaves and 36.6% in the height of the stem compared to the control, while *Trichoderma* sp. Depending on the medium, it allows an increase in the number of leaves between 17.1 and 20.2%; however, the type of medium used with this strain varied its response in stem height, showing an increase of 29% in one and inhibition (35.3%) with the other in relation to the control. In the same way, variations were found according to the medium with the rest of the variables evaluated. Therefore, depending on the supernatant used, an increase or decrease in the measured parameters is generated. The *ex vitro* results show a negative effect on the acclimatization and development of the seedlings, contrary to what is reflected in the literature, so more research is required in this area.

Palabras claves: cultivo microbiano, cultivo de tejidos, SAH, biofertilizantes

Key words: microbial culture, tissue culture, SAH, biofertilizers

Recibido: 29/06/2022 **Aprobado:** 03/11/2022

INTRODUCCIÓN

La rizósfera, es el nicho ecológico en el suelo, más dinámico, en la estrecha relación entre la raíz de la planta y las comunidades microbianas (Pattnaik y Busi, 2019), en donde se encuentran microorganismos de diversos géneros, tales como, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Rhizobium*, entre otros, los cuales han sido aislados, identificados y evaluados con potencial para el crecimiento de las plantas.

Los diversos mecanismos benéficos, directos o indirectos, generados por los microorganismos sobre las plantas (Vejan *et al.*, 2016), van desde la estimulación de la germinación de la semillas, enraizamiento, elongación del tallo, incremento en la producción de flores e incremento en los rendimientos, consecuencia que es generada como respuestas a cambios en las características fenológicas y fisiológicas (Nehra *et al.*, 2016; Quambusch y Winkelmann, 2018), la mayoría causado por efecto de la producción de compuestos tales como vitaminas, fitohormonas (Kloepper *et al.*, 1989 Tudzynski y Sharon, 2002; Santoyo *et al.*, 2019), disolución y mineralización de fosfatos, la oxidación del azufre, fijación biológica de nitrógeno (Reyes *et al.*, 2002; Niranjan Raj *et al.*, 2005; Franco, 2008; Anil y Lakshmi, 2010; Saharan y Nehra, 2011) y la protección de las plantas ante plagas y enfermedades (Rana *et al.*, 2019).

Muchos de estos procesos han sido estudiados desde hace décadas, permitiendo su producción y aplicación a nivel agrícola (Pattnaik y Busi, 2019). Una de las áreas de interés en las cuales se han desarrollado múltiples investigaciones, es la producción de hormonas vegetales de origen microbiano, entre las que destacan auxina, giberelinas, ácido abscisico, entre otro grupo de metabolitos secundarios de interés (Lubna *et al.*, 2019).

Las hormonas vegetales de origen sintético, son utilizadas en la producción de plántulas durante

la masificación en condiciones *in vitro*, mediante el cultivo de tejidos (Abdelnour y Escalant, 1994; Dhital y Lim 2012; Igarza *et al.*, 2012), o en el proceso de enraizamiento y aclimatación de plántulas en condiciones de umbráculos y campo. De manera general, existe un interés entre los investigadores de buscar estrategias para poder sustituir los reguladores de crecimiento (fitohormonas) de origen químico, por otros compuestos de origen natural, por ejemplo, el agua de coco o los sobrenadantes de los medios líquidos de cultivos microbianos (Castillo *et al.*, 2005; Cortés *et al.*, 2021).

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto del sobrenadante de los medios de crecimiento de microorganismos fúngicos, que han presentado potencial como promotores de crecimiento, sobre la multiplicación de plántulas, utilizando como cultivo explantes de papa (*Solanum tuberosum*) en condiciones *in vitro* y microplántulas durante el proceso de aclimatación en umbráculo en un sistema autotrófico hidropónico (SAH) como sustituto de las hormonas utilizadas de manera tradicional.

MÉTODO

Fase de producción del sobrenadante

Se seleccionaron dos hongos que han sido reportados como promotores del crecimiento de plantas (Reyes *et al.*, 2006, 2007), *Trichoderma* sp y *Penicillium rugulosum*, los cuales fueron masificados en medios de cultivos líquidos (700 ml por fiola), utilizando el medio completo descrito por Valery y Reyes (2013) en el caso de ambos hongos, y un medio a base de melaza para *Trichoderma* sp. previa evaluación de su comportamiento en estos medios (Valery *et al.*, 2016). Los medios inoculados con los hongos, fueron colocados en agitación constante, hasta el momento en que los hongos iniciaron la producción de esporas. Posteriormente el micelio de los hongos fue separado mediante filtración con membrana de cerámica conectada a un matraz kitasato, los sobrenadantes fueron esterilizados mediante filtros bacteriológicos de 0.2 µm y almacenados en nevera.

Fase de cultivo *in vitro*

Se preparó el medio de cultivo sólido de Murashige y Skoog (1962), suplementado con 30 g.l⁻¹ de sacarosa y 7.5 g.l⁻¹ de agar, ajustando el pH del medio a 5,7. Después de preparado se dispensaron 30 ml del medio en recipientes de vidrio de 250 g de capacidad. Antes de la siembra se agregaron 3 ml de cada uno de los sobrenadantes, siendo los tratamientos evaluados, un control (sin ningún tipo de sobrenadante), medio de cultivo complementado con el sobrenadante proveniente del crecimiento de *Trichoderma* sp. en medio completo (McoT), en medio de melaza (MmT), y el cuarto tratamiento correspondió al medio de cultivo complementado con el sobrenadante proveniente del crecimiento de *P. rugulosum* en medio completo (McoP). Seguidamente se realizó la siembra de los explantes de papa (*Solanum tuberosum* var. Angostureña) producto del sub cultivo de plántulas *in vitro* previamente diseccionadas. 23 recipientes por cada tratamiento, fueron colocados en un cuarto de crecimiento con una temperatura de 21 °C, con un fotoperíodo de 16 horas de luz y una intensidad lumínica de 2000 lux.

Fase de Sistema autotrófico hidropónico (SAH)

El proceso de aclimatación se realizó en un sistema autotrófico hidropónico (SAH) modificado. Las plántulas provenientes del sistema *in vitro* fueron adecuadas, retirando las hojas y se diseccionaron los tallos en segmentos de dos nudos con sus respectivas yemas. Los mismos fueron sembrados en bandejas para plántulas a razón de un explante por celda, las cuales contenían turba previamente humedecida con agua destilada y estéril.

A cada una de las bandejas con sus respectivos porta-bandejas se les colocaron en la base una funda de papel film para evitar la pérdida de solución nutritiva. Se utilizaron los sobrenadantes (McoT, MmT, McoP), más un control, cada uno fue aplicado a razón de 2 l por bandeja. Adicionalmente, se preparó una solución nutritiva básica para fertilización de las mismas a base de un fertilizante comercial

hidrosoluble 20-20-20 (Masterblend®) a razón de 2 g.l⁻¹.

Las bandejas se cubrieron con una estructura metálica recubierta de papel film semejante a un mini umbráculo, para luego ser llevadas a una cámara de crecimiento por 24 horas (12 horas luz, 12 horas oscuridad). Posteriormente, las bandejas se trasladaron a un umbráculo, donde permanecieron 5 semanas. Al segundo día se eliminó la cubierta plástica inferior y se colocó alrededor del porta-bandejas. A los cinco días de iniciado el experimento se eliminó la aplicación de sobrenadante y solo se continuó aplicando la solución de fertilizante comercial semanalmente hasta la finalización del experimento. Cada explante sembrado correspondió a la unidad experimental, evaluando 50 plantas por tratamiento.

Variables evaluadas y análisis

Para la fase *in vitro* se realizaron mediciones que correspondieron con el porcentaje de sobrevivencia, número de brotes, altura de las plantas y número de hojas de manera cuantitativa, mientras que el desarrollo de hoja (bien desarrollada, medianamente desarrollada, desarrollada, poco desarrollada, muy poco desarrollada, incipiente, sin desarrollo) y de raíz (bien desarrollada, desarrollada, poco desarrollada, sin raíz) de manera cualitativa, fue registrado luego de cinco semanas de crecimiento. Para la fase de aclimatación, se evaluó el porcentaje de sobrevivencia, altura (mm) de la plántula, variables número de hojas totales y diámetro del tallo (mm), luego de cinco semanas de crecimiento. Los datos obtenidos fueron graficados mediante box-plot y jitter, y se realizó un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis motivado a que los datos no cumplen con los supuestos de normalidad de los residuos y homogeneidad de las varianzas para poder realizar un análisis de variancia de una vía (ANOVA). Las pruebas de comparación de medias (*p*-value<0.05) se realizó mediante el test de rangos de Wilcoxon, utilizando R-project/RStudio. (Shahbaba, 2012)

RESULTADOS

Fase *in vitro*

Todas los explantes sembrados se desarrollaron, por lo que el porcentaje de sobrevivencia fue del 100%, sin embargo, fue necesario retirar algunos frascos, consecuencia de contaminación de los medios de cultivo. Por otra parte, la respuesta de la altura de las plántulas (Figura 1) presentó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ($p\text{-value}<0.05$), encontrando que los sobrenadantes provenientes de McoP y MmT se comportan de manera similar según la prueba de medias (test de Wilcoxon), con promedios superiores al resto de los tratamientos evaluados.

Por otra parte el número de brotes (Figura 1), aunque existe diferencia entre los tratamientos

($p\text{-value}<0.05$), los diferentes sustratos se comportaron de manera similar al control, encontrando que el tratamiento McoT presentó el mayor número de brotes ($6.3 \text{ brotes.planta}^{-1}$) por explantes durante todo el ensayo, aunque no fue diferente estadísticamente a los tratamientos McoP ($5.6 \text{ brotes.planta}^{-1}$) y control ($4.7 \text{ brotes.planta}^{-1}$). Por el contrario, el tratamiento MmT ($3.3 \text{ brotes.planta}^{-1}$) manifestó el menor número de brotes, siendo este tratamiento diferente a los tratamientos McoP y McoT, pero no al control. Observando una relación inversa con respecto a la altura (Figura 1), en donde los tratamientos con mayores valores de altura presentaron el menor número de brotes y viceversa.

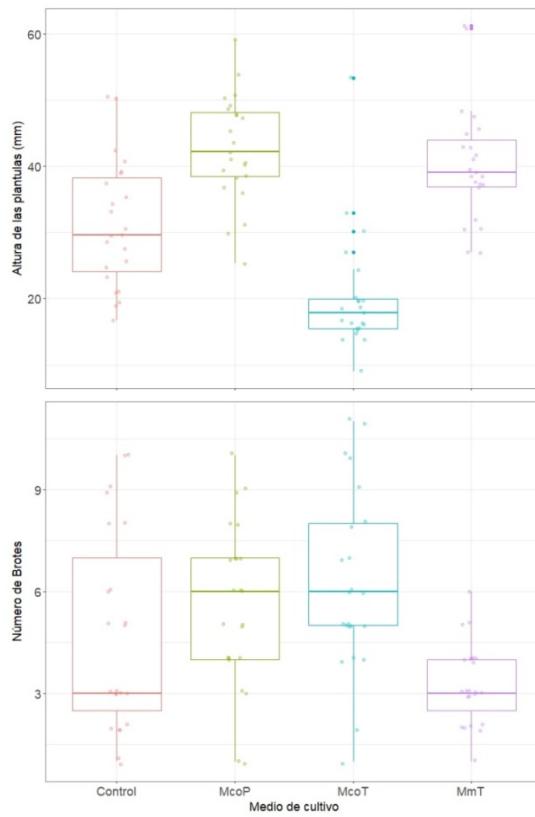


Figura 1. Altura y número de brotes de plántulas de papa en función de los diferentes sobrenadantes utilizados.

El comportamiento de los datos en cuanto al número de hojas de las plántulas (figura 2), muestra que existe una diferencia entre el control y McoP, con $14 \text{ hojas.planta}^{-1}$ y $21,3 \text{ hojas.planta}^{-1}$ respectivamente, mientras que

estos mismos tratamientos son similares con los tratamientos McoT y MmT, que presentaron $16,4 \text{ hojas.planta}^{-1}$ y $16,8 \text{ hojas.planta}^{-1}$ respectivamente.

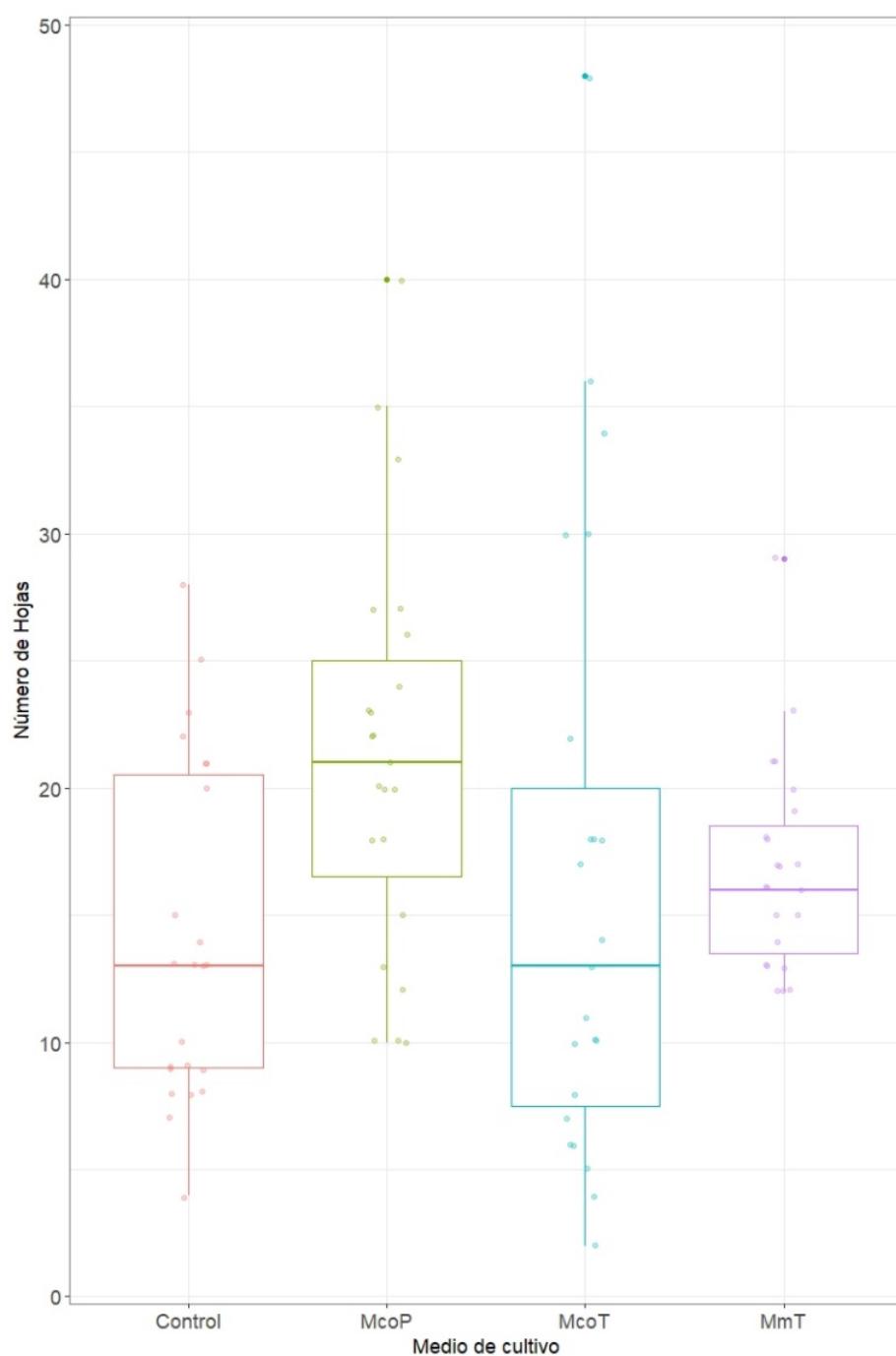


Figura 2. Número de hojas totales en la quinta semana de plántulas de papa en función de los diferentes sobrenadantes utilizados.

El desarrollo de las hojas para cada tratamiento permite observar que los tratamientos McoP y MmT presentan más del 60% de hojas entre bien y medianamente desarrolladas (Figura 3), así

como los únicos que lograron presentar hojas desarrolladas y bien desarrolladas, mientras que, los dos restantes tratamientos presentaron en general un muy pobre desarrollo de las hojas.

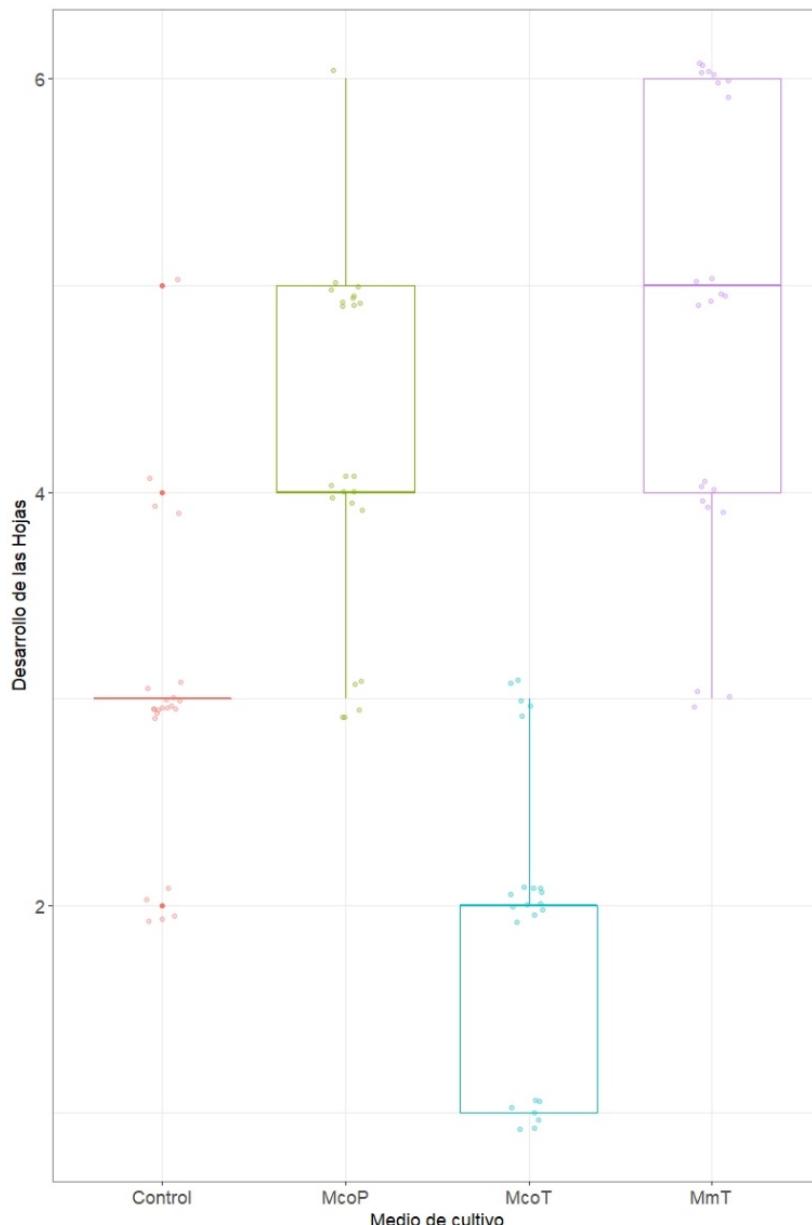


Figura 3. Desarrollo de las hojas en la quinta semana de plántulas de papa en función de los diferentes sobrenadantes utilizados. (Grado de desarrollo 6-bien desarrollada, 5-medianamente desarrollada, 4-desarrollada, 3-poco desarrollada, 2-muy poco desarrollada, 1-incipiente, 0-sin desarrollo)

El grado de desarrollo de la raíz (Figura 4) en los diferentes tratamientos, al igual que el desarrollo

de las hojas, muestran que los tratamientos McoP y MmT similares estadísticamente, y son

aquellos donde se presentaron el mayor porcentaje de raíces desarrolladas y bien desarrolladas, de igual manera son similares el tratamiento MmT y control. Mientras que el

McoT es diferente a todos esto debido a que registró cerca de un 82% de plántulas sin raíz.

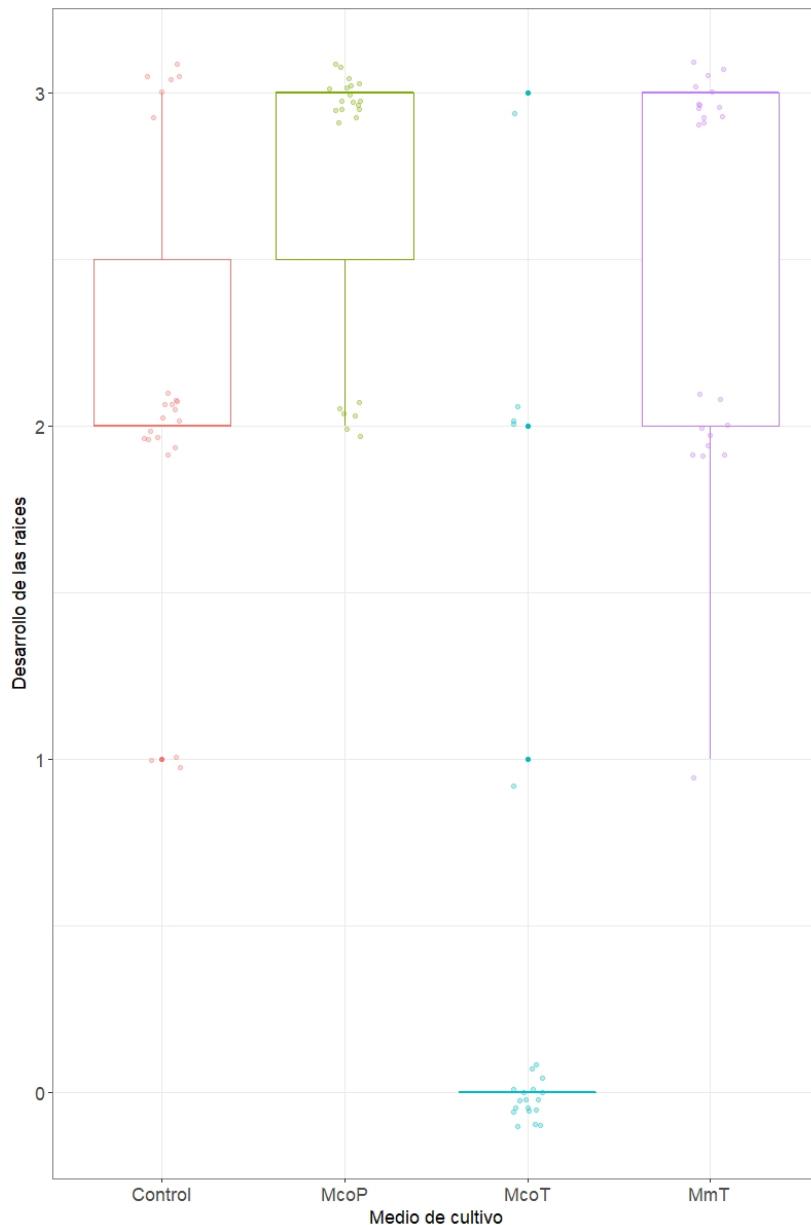


Figura 4. Distribución de los tipos de raíces presentes en las plántulas de papa *in vitro* durante la quinta semana para los diferentes tratamientos en cuanto a su grado de desarrollo. (3-Bien desarrollada, 2-desarrollada, 1-poco desarrollada, 0-sin raíz)

Invernadero

El porcentaje de sobrevivencia durante las cinco semanas en las que se llevó a cabo el ensayo mostró que en la quinta semana los tratamientos McoT y McoP presentaron un porcentaje de 64%

y 60%, respectivamente, mientras que el control un 44% y el tratamiento MmT un porcentaje de 22%.

Al evaluar los diferentes parámetros morfológicos de altura de las plantas (Figura 5), número de brotes y número de hojas totales se observó que no existen diferencias ($p_{value}<0.05$) entre los diferentes sobrenadantes evaluados y el control, no obstante, se observa una diferencia numérica en el promedio de hojas. Mientras, el diámetro de las plántulas, muestra diferencia entre los diferentes sobrenadantes y el control.

DISCUSIÓN

La técnica de cultivo in vitro es reportada como una de las herramientas biotecnológicas más eficientes para la masificación de plantas, sin embargo, muestra ser muy sensible a la presencia de microorganismos. Adicionalmente, el trasplante de las plántulas es reportado por generar un gran estrés durante el proceso de aclimatación. Es en este punto donde existe una gran cantidad de literatura, en donde se plantea que el uso de microorganismos benéficos de manera directa sobre los explantes permite cambios fisiológicos que se derivan en un mejor desarrollo (Sánchez, 2022).

Al usar los sobrenadantes del crecimiento de los hongos seleccionados, se observa que los mismos influyen, dependiendo de la procedencia del mismo, de manera particular sobre los explantes de papa, generando una mayor elongación u hojas mejor desarrolladas. Esto se debe posiblemente al efecto de los diferentes metabolitos presentes en el medio de cultivo in vitro (Moreno y Oropeza, 2017; Lopéz-Medina et al., 2019), generados durante el crecimiento del microorganismo en los diferentes medios líquidos utilizados, efecto que no logra observarse en condiciones de invernadero, y por el contrario se muestra es un efecto negativo en este caso sobre el diámetro del tallo. Aunque en la literatura (Valery y Reyes, 2013) se reportan resultados benéficos con el uso de microorganismos en condiciones de invernadero inoculado en el sustrato o directamente a las plántulas, también existen resultados negativos o neutros por efecto de los mismos sobre las

plántulas, lo que corresponde a la especificidad que se genera entre las diferentes especies vegetales y los microrganismos utilizados, así como a las condiciones de trabajo.

El metabolismo microbiano está influenciado por diferentes factores, entre ellos los ambientales y nutricionales, por lo que, bajo diferentes condiciones de crecimiento, en este caso diferentes medios de cultivo, como es el este caso con *Trichoderma* sp. (López-Valenzuela et al., 2022), su crecimiento será influenciado por los componentes del medio y los compuestos que genere y que se localicen en el sobrenadante ejercerán un efecto particular sobre el desarrollo de las plántulas de papa.

Entre las variables medidas, se observó una respuesta inversa, en este sentido con respecto a la altura y el número de brotes, lo que por efecto de los compuestos presentes en el sobrenadante de cada medio, se generó un efecto en el proceso de la distribución de los foto-asimilados, al existir un incremento en los brotes. La tasa de crecimiento en cuanto altura disminuyó, lo cual está motivado por la presencia de un mayor número de sumideros. Contrario al existir menor cantidad de brotes, los sumideros son pocos, permitiendo que se genere una elongación de los mismos representada como la altura (Salisbury y Ross 2000).

Una característica resaltante en las plántulas, medida de manera cualitativa, correspondió al estado de la hoja. Un desarrollo adecuado (bien desarrolladas) permite que las plántulas sean fotosintéticamente más activas, con mayor potencial al momento de ser llevadas a condiciones ambientales normales (ex vitro) y mayor oportunidad de sobrevivencia. De igual forma, el desarrollo de las raíces es determinante para la aclimatación (Laguna-Ibarra et al., 2019). Estas características se logran ver influenciadas por los componentes presentes en los sobrenadantes, como es el caso del medio de cultivo de *Trichoderma* sp. en medio de melaza que permite un buen desarrollo de ambas variables (López-Valenzuela et al 2022).

Es probable que en el sobrenadante del tratamiento McoT se encontraran presentes auxinas (Gravel *et al.*, 2007; Ortúñoz *et al.*, 2013) que activaron las citocininas endógenas de los explantes induciendo la formación de múltiples brotes (Jordán y Casaretto, 2006), de manera similar a lo encontrado por Duque y Landázuri (1999), quienes obtienen que ante una mayor concentración de citocininas se genera un incremento en el número de vástagos adventicios suprimiendo la dominancia apical y generando también un menor crecimiento en altura e inhibición en la formación de raíces. Por otra parte, en el caso del sobrenadante que constituye

el tratamiento MmT, la melaza de caña de azúcar como materia prima además de contener azúcares, agua, ceniza y otros componentes mayores, posee también minerales (calcio, magnesio, fósforo y potasio), aminoácidos (glicina, leucina, lisina, treonina, valina), vitaminas (ácido pantoténico, piridoxina, riboflavina, tiamina) (Fajardo y Sarmientos, 2007), que pudieron aportar otros compuestos al sobrenadante y así promover el desarrollo diferencial en los explantes (Inquilla *et al* 2022), lo que puede explicar el comportamiento del sobrenadante proveniente de del mismo hongo *Trichoderma* sp.

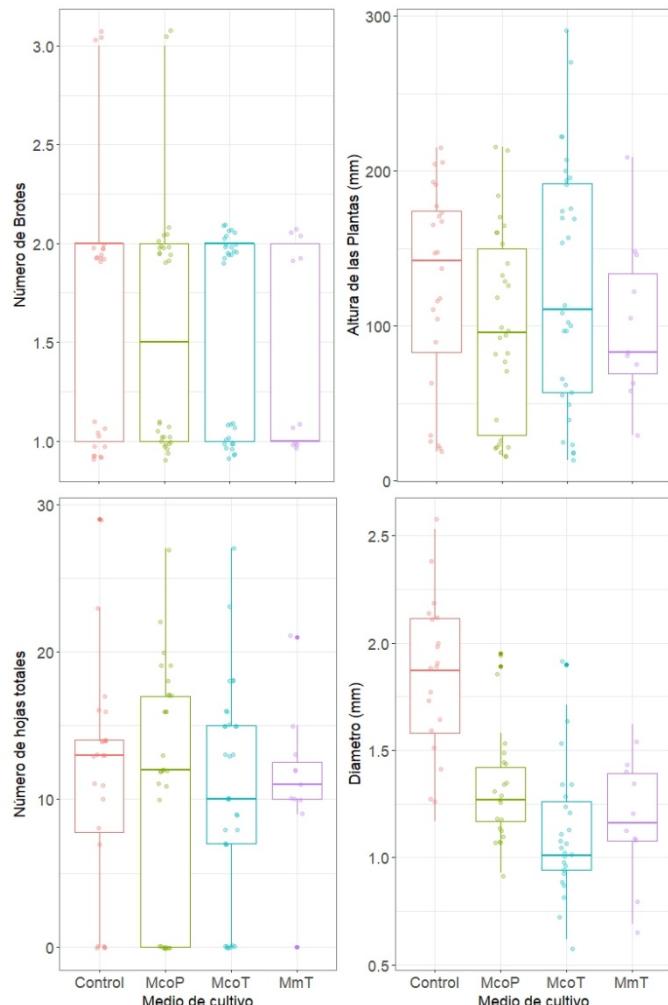


Figura 5. Variables morfológicas de las plántulas de papa en condiciones de invernadero luego de 5 semanas de crecimiento sometidas a diferentes sobrenadantes

CONCLUSIONES

El uso de sobrenadantes provenientes del cultivo de microorganismos, es una parte de las herramientas que pueden ser incorporadas en la masificación de plántulas en condiciones *in vitro*, como parte de las tecnologías de mejoramiento de la producción. Estos medios residuales, dependerán los microorganismos en uso, así como de la constitución química del medio seleccionado. Por otra parte, los resultados contrarios a lo esperado en condiciones *ex vitro* según la literatura, requieren mayores estudios sobre los efectos de los mismos.

REFERENCIAS

- Abdelnour E.; Escalant J. (1994). Conceptos básicos del cultivo de tejidos vegetales. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 38 p.
- Anil K.; Lakshmi T. (2010). Phosphate solubilization potential and phosphatase activity of rhizospheric *Trichoderma* spp. *Braz J Microbiol.* 41(3):787-795. Doi:10.1590/S1517-83822010005000031
- Castillo G.; Altuna B.; Michelena G.; Sánchez Bravo J.; Acosta Echevarría M. (2005). Cuantificación del contenido de ácido indolacético (AIA) en un caldo de fermentación microbiana. *Anales de biología*, 27: 137-142.
- Cortés J. S. A.; Godoy J. A.; Mora R. M. S. (2021). Metabolitos con potencial fitohormonal en el cultivo de especies vegetales: aplicaciones en biotecnología. *Revista Environment & Technology*, 2(1): 18-48.
- Dhital S.P.; Lim H.T. (2012). Microtuberization of Potato (*Solanum tuberosum* L.) as Influenced by Supplementary Nutrients, Plant Growth Regulators, and In Vitro Culture Conditions. *Potato Res.* 55: 97–108. Doi: 10.1007/s11540-012-9212-y.
- Duque L.M.; Landázuri P. (1999). Introducción, micropagación, conservación in vitro y aclimatisación a invernadero de Canna edulis. Pp 123-137 en Fairlie, T. Morales Bermudez, M. Holle, M., Raíces y tubérculos andinos, avances en investigaciones tomo I. CIP. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN).
- Fajardo-Castillo, E.E.; Sarmiento-Forero, S.C. (2007). Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae*. Tesis Microbiólogo Industrial. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Franco-Correa M. (2008). Evaluación de caracteres PGRP en actinomicetos e interacciones de estas rizobacterias con hongos formadores de micorrizas. Tesis doctoral. España. Universidad de Granada.
- Gravel V.; Antoun H; Tweddell R. (2007). Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: Possible role of indole acetic acid (IAA). *Soil Biology and Biochemistry* (39):1968-1977. Doi: 10.1016/j.soilbio.2007.02.015
- Jordan, M.; Casaretto, J. (2006). Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. En Squeo, F. A., & Cardemil, L. (eds.). Fisiología Vegetal. La Serena: Ediciones Universidad La Serena. 1-28.
- Igarza, J.; Agramonte D.; Capo-Alvarado Y.; de Feria M.; Pugh, T. (2012). Empleo de métodos biotecnológicos en la producción de semillas de papa. *Biotecnología Vegetal*. 12: 3-24.
- Inquilla Mamani, J., Pauro Flores, L., Ortiz Calcina, N., & Bravo Portocarrero, R. I. (2022). Producción de tubérculos de yemas presentes en cáscara de papa con abonamiento de cepas de *Trichoderma* sp. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. 24(2):122-130.
- Kloepper J.W.; Lifshitz R.; Zablotowicz R.M. (1989). Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. *Trends Biotechnol.* (7):39-43. Doi: 10.1016/0167-7799(89)90057-7
- Laguna-Ibarra Y.; Cueva-López J.; Tamariz-Angeles C.; Olivera-Gonzales P. (2019). Efecto de los reguladores de crecimiento vegetal en la multiplicación y enraizamiento

- in vitro de *Senecio calvus* (asteraceae), planta medicinal altoandina, endémica del Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. 21(2):111-121. Doi: 10.18271/ria.2019.455
- López-Medina S.E.; Mostacero-León J.; Gil-Rivero A.E.; López-Zavaleta A.; De La Cruz-Castillo A.J.; Villena-Zapata L. (2019). Efecto sinérgico del ácido giberélico y del ácido indolacético en la propagación in vitro de *Solanum tuberosum* l. “papa nativa de pulpa de color”. *Revista de Investigación Científica REBIOL*. 39(29):49-57. Doi: 10.17268/rebiol.2019.39.02.05
- López-Valenzuela, B., Tzintzun-Camacho, O., Armenta-Bojórquez, A., Valenzuela-Escoboza, F., Lizárraga-Sánchez, G., Ruelas-Islas, J., & González-Mendoza, D. (2022). Microorganismos del género *Trichoderma* spp. productores de fitohormonas y antagonistas de fitopatógenos. *Bioagro*. 34(2): 163-172.
- Lubna A.S.; Khan A.L.; Waqas M.; Kang S.; Hamayun M.; Lee I.; Hussain A. (2019). Growth-promoting bioactivities of *Bipolaris* sp. CSL-1 isolated from *Cannabis sativa* suggest a distinctive role in modifying host plant phenotypic plasticity and functions. *Acta Physiol Plant* 41(5):65. Doi: 10.1007/s11738-019-2852-7
- Murashige T.; Skoog F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant* 15:473-497. Doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x
- Moreno M.; Oropeza M. (2017). Efecto de las hormonas vegetales y el fotoperíodo en la producción de microtubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Rev. Colomb. Biotecnol.* XIX (2):29-38. Doi: 10.15446/rev.colomb.biote.v19n2.69499
- Nehra V.; Saharan B.S.; Choudhary M. (2016). Evaluation of *Brevibacillus brevis* as a potential plant growth promoting rhizobacteria for cotton (*Gossypium hirsutum*) crop. *Springerplus*. 5(1): 948. doi:10.1186/s40064-016-2584-8.
- Niranjan Raj S.; Shetty, H.; Reddy, Munagala. (2005). Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Potential Green Alternative for Plant Productivity. *PGPR: biocontrol and biofertilization*. 197-216. Doi:10.1007/1-4020-4152-7_7.
- Ortuño N.; Miranda C.; Claros M. (2013). Selección de cepas de *Trichoderma* spp. generadoras de metabolitos secundarios de interés para su uso como promotor de crecimiento en plantas cultivadas. *Journal of the Selva Andina BiosphereI*. (1):16-24.
- Pattnaik S.S.; Busi S. (2019). Rhizospheric Fungi: Diversity and Potential Biotechnological Applications. In: Yadav A., Mishra S., Singh S., Gupta A. (eds) Recent Advancement in White Biotechnology Through Fungi. Fungal Biology. Springer, Cham. 63-84. Doi: 10.1007/978-3-030-10480-1_2
- Quambusch M.; Winkelmann T. (2018). Bacterial Endophytes in Plant Tissue Culture: Mode of Action, Detection, and Control. In: Loyola-Vargas V., Ochoa-Alejo N. (eds) Plant Cell Culture Protocols. Methods in Molecular Biology. 1815: 69-88. Humana Press, New York, NY. Doi 10.1007/978-1-4939-8594-4_4
- Rana K.L.; Kour D.; Sheikh I.; Yadav N.; Nath Yadav A.; Kumar V.; Pratap Singh B.; Singh Dhaliwal H.; Kumar Saxena A. (2019). Biodiversity of Endophytic Fungi from Diverse Niches and Their Biotechnological Applications. In: Singh B. (eds) Advances in Endophytic Fungal Research. Fungal Biology. Springer, Cham. Doi: 10.1007/978-3-030-03589-1_6
- Reyes I.; Bernier L.; Antoun H. (2002). Rock phosphate solubilization and colonization of maize rhizosphere by wild and genetically modified strains of *Penicillium rugulosum*. *Microb Ecol*. 44(1):39-48. Doi: 10.1007/s00248-002-1001-8.
- Reyes I.; Valery A. (2007). Efecto de la fertilidad del suelo sobre la microbiota y la promoción del crecimiento del maíz (*Zea mayz* L.) con *Azotobacter* spp. *Bioagro*. 19(3):117-126.
- Reyes I.; Valery A.; Valduz Z. (2006). Phosphate-solubilizing microorganisms isolated from rhizospheric and bulk soils of colonizer plants at an abandoned rock phosphate mine. *Plant and Soil*. 287:69-75

- Saharan, B. S. & Nehra, V. (2011). Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review. *Life Sciences and Medicine Research.* 21: 1-30.
- Salisbury F.; Ross C. (2000). Fisiología de las Plantas 2: Bioquímica Vegetal. España: S.A. Ediciones Paraninfo, S.A. 232 p.
- Sánchez, S. H. (2022). Cultivo de tejidos vegetales para propagar y conservar especies mexicanas amenazadas. *Herreriana.* 3(2):28-32.
- Santoyo G.; Sánchez-Yáñez J.M.; de los Santos-Villalobos S. (2019). Methods for Detecting Biocontrol and Plant Growth-Promoting Traits in Rhizobacteria. In: Reinhardt D., Sharma A. (eds) Methods in Rhizosphere Biology Research. Rhizosphere Biology. Springer, Singapore. Chapter 8. 133-149. Doi: 10.1007/978-981-13-5767-1_8
- Shahbaba B. (2012). Analysis of variance (ANOVA). Biostatistics with R. use R. Springer, New York, NY, 352 p. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1302-8_9
- Tudzynski B.; Sharon A. (2002). Biosynthesis, Biological Role and Application of Fungal Phytohormones. En: Osiewacz H.D. (eds) Industrial Applications. The Mycota A Comprehensive Treatise on Fungi as Experimental Systems for Basic and Applied Research. Berlín, Heidelberg: Springer. 10:183-211. Doi: 10.1007/978-3-662-10378-4_9
- Valery A.; Reyes I. (2013). Evaluación de rizobacterias promotoras del crecimiento bajo diferentes esquemas de fertilización en el cultivo de maíz variedad HIMECA-95. *Rev. Colomb. Biotecnol.* XV(2):81-88.
- Valery A., Figueroa S., Linares S., Timaure R., Sánchez L. (2016). Modelo para la evaluación del crecimiento de hongos durante el proceso de masificación en condiciones de laboratorio. Simulación y aplicaciones recientes para ciencia y tecnología. Vol. XVIII: 65-71. ISSN: 2477- 9687.
- Vejan P.; Abdullah R.; Khadiran T.; Ismail S.; Nasrulhaq-Boyce A. (2016). Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability-A Review. *Molecules.* 21(5). Doi:10.3390/molecules 21050573.



Sonia Linares. Ingeniero Agrónomo con maestría en Agronomía (Producción Vegetal). Docente del Departamento de Ingeniería Agronómica en Botánica Agrícola y Biotecnología Vegetal. Experiencia en el área de cultivo de tejidos vegetales in vitro en la investigación y producción de rubros de interés agronómico.



Alexis Valery. Ingeniero Agrónomo, con maestría en Agronomía mención Producción vegetal y Doctorado en Ecología Tropical. Integrante del Grupo de Investigación en biotecnología Agrícola y Ambiental.



Sonia Figueroa. Ingeniero Agrónomo, con experiencia en el área de Biofertilizantes y cultivo de tejidos vegetales. Preparadora de investigación en el área de Biofertilizante y en la asignatura de Mejoramiento y producción de semillas.

ACERCAMIENTO REFLEXIVO HACIA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA DESDE LA INTERSUBJETIVIDAD

REFLECTIVE APPROACH TO KNOWLEDGE MANAGEMENT AT THE EXPERIMENTAL NATIONAL UNIVERSITY OF TÁCHIRA FROM INTERSUBJECTIVITY

Autor:

Olivares, Ivonn

Departamento de Ciencias Sociales. Universidad Nacional Experimental del Táchira UNET. San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela

Corresponding Author: iolivares@unet.edu.ve

RESUMEN

La universidad como institución social comprometida con la formación integral, requiere de una adecuada gestión que articule la producción, transmisión y aplicación del conocimiento en el contexto de acción. Ante esta realidad, la intencionalidad central de la investigación fue reflexionar sobre la gestión del conocimiento en la Universidad Nacional Experimental del Táchira, desde la intersubjetividad. Entre las teorías que soportaron el estudio denotan la Complejidad de Morin, la Gerencia Estratégica de David y la Enseñanza Situada del pensamiento de Brown, Collins y Duguid. La investigación se ubica en las Ciencias Sociales, en específico, en las Ciencias de la Educación, bajo el enfoque cualitativo, abordado desde la perspectiva de la hermenéutica Gadameriana. Para la recolección de la información se utilizaron las técnicas de la entrevista y la observación, como instrumentos el guion de entrevista y el registro de notas de campo respectivamente, aplicados a tres informantes clave UNET (Vicerrector Académico, Decanos de Docencia y Postgrado), seleccionados intencionalmente, los cuales actuaron como coinvestigadores. El análisis e interpretación de los datos se realizó considerando la técnica del círculo hermenéutico y el análisis del discurso con apoyo del Atlas Ti. Se concluyó con base en los resultados del estudio que la concepción del conocimiento en el ámbito universitario, implica los hechos, informaciones y experiencias acaecidas en la trama de vida de sus actores, y su gestión es asociada con la filosofía organizacional y la participación del talento humano en los constantes desafíos de este escenario.

ABSTRACT

The university as a social institution committed to comprehensive training requires adequate management that articulates the production, transmission and application of knowledge in the context of action. Faced with this reality, the central intention of the research was to reflect on knowledge management at the National Experimental University of Táchira, from intersubjectivity. Among the theories that supported the study are Morin's Complexity, David's Strategic Management and Brown, Collins and Duguid's Situated Teaching of thought. The research is located in the Social Sciences, specifically, in the Educational Sciences, under the qualitative approach, approached from the perspective of Gadamerian hermeneutics. For the collection of information, the interview and observation techniques were used, as instruments the interview script and the record of field notes respectively, applied to three UNET key informants (Academic Vice Chancellor, Deans of Teaching and Postgraduate), selected intentionally, who acted as co-investigators. The analysis and interpretation of the data was carried out considering the technique of the hermeneutic circle and the analysis of the discourse with the support of the Atlas Ti. It is concluded based on the results of the study that the conception of knowledge in the university environment, implies the facts, information and experiences that occurred in the plot of life of its actors, and its management is associated with the organizational philosophy and the participation of talent. human in the constant challenges of this scenario.

Palabras clave: conocimiento, gestión del conocimiento, universidad, intersubjetividad.

Key words: knowledge, knowledge management, university, intersubjectivity.

Recibido: 15/07/2022 **Aprobado:** 21/11/2022

INTRODUCCIÓN

La dinámica social actual de todas las instituciones, está caracterizada por el salto paradigmático entre la gestión de la información y la del conocimiento. En el caso de la universidad como organización generadora de conocimiento, se requiere de un proceso intencionado que canalice la distribución y difusión de los saberes de sus docentes e investigadores con base en métodos de administración y la valoración de éstos como gestores del conocimiento (Ortiz, 2008).

La gestión se entiende como “las maneras específicas en las que la universidad se organiza y conduce para lograr sus propósitos esenciales” (De Vries e Ibarra, 2004), es un proceso inmerso en cada actividad y función universitaria independiente del nivel organizacional que se estudie. En este sentido, la gestión del conocimiento se percibe como “un nuevo enfoque gerencial que reconoce y utiliza el valor más importante de las organizaciones el hombre y el conocimiento que éstos poseen y aportan a la organización” (Mata Ordaz de B, y Pesca de Acosta, 2011).

Así pues, existe una gestión universitaria que aborda el proceso de planificación, organización, implementación, control y mejora de los procesos universitarios de manera integrada, dirigida a aumentar su calidad, alcanzar la excelencia y la satisfacción de las demandas sociales (Ortiz et al., 2014), a distintas escalas y funciones organizacionales.

La Universidad Nacional Experimental del Táchira-UNET, es una organización educativa creada en 1974 bajo la Ley y Reglamento General según Decreto No. 3.101 (1993), como una universidad del estado venezolano, que genera, cultiva, integra y difunde el conocimiento científico, humanístico, tecnológico y artístico y es formadora de ciudadanos con elevada calificación profesional y con valores espirituales, éticos, estéticos y ecológicos; todo lo cual se realiza en apego a criterios de excelencia y calidad, enmarcado en el cumplimiento funciones y objetivos integrales

de docencia, investigación y extensión, para la solución de los problemas de la región y del país.

Bajo esta perspectiva de “generar”, “cultivar”, “integrar” y “difundir” el conocimiento es menester apreciarlo como:

Un conjunto de ideas y experiencias a nivel individual, grupal, organizacional y social, sobre un determinado objeto y situaciones, probadas y contextualizadas por el sujeto, que se originan durante o como el resultado de la percepción, comprensión, elaboración creativa, concepción de su aplicación y transformación con fines de comunicación de la información; condicionado por el entorno histórico y social (Zabaleta De Armas et al., 2017, p.49).

El conocimiento en la universidad es un activo intangible que debe ser gestionado para mantenerse competitiva en el tiempo y en el espacio con la intencionalidad de “crear y gestionar el conocimiento individual, materializándolo en el nivel organizacional para generar ambientes que supongan procesos de innovación a partir de los cuales se favorezca el crecimiento sostenible de la empresa” (Barrios Hernández et al., 2017, p.16).

Lo expuesto previamente, permite inferir la necesidad de administrar el conocimiento en la UNET, abordarla como escenario de estudio y a sus líderes académicos como actores e informantes, puesto que la docencia en esta universidad atiende dos niveles claramente diferenciados: el pregrado y el postgrado, en ambos, existe desde la perspectiva de sus autoridades (Vicerrector Académico, Decano de Docencia y Decano de Postgrado) una forma de gestionar el conocimiento basada en la postura individual y la organizacional.

La situación problemática del contexto de estudio, emplaza supuestos de investigación basados en conversaciones informales realizadas en varias ocasiones, entre miembros del personal académico. Los supuestos sintomáticos de la problemática tienden a considerar dificultad en la conversión del conocimiento en un orden

individual y organizacional, así como escasa efectividad en la transmisión del mismo.

La situación se supone es ocasionada por una manifiesta dificultad del docente para comprender la continuidad del proceso de gestión del conocimiento (identificar, obtener, refinar, compartir, utilizar, almacenar y desechar la información), escaso reconocimiento del conocimiento como herramienta básica del desarrollo personal y organizacional, escasa orientación de la alta dirección en la administración del conocimiento organizacional, poco control del flujo y producción del saber en la institución.

Si los supuestos se mantienen en el escenario universitario en estudio, podría inducir a que el proceso de gestión del conocimiento quedará activo sólo en sus primeras fases, se atribuiría poco valor a la tarea de compartir el saber y a la responsabilidad de aplicarlo en los campos de influencia de cada agente educativo, la administración de los saberes seguiría requiriendo de claros lineamientos organizacionales para la transmisión y producción en todos los niveles organizativos de la universidad y los resultados de las actividades universitarias no estarían en su totalidad acordes con el nivel de productividad esperado.

El objeto de estudio de la investigación fue *la gestión del conocimiento en la universidad* y su construcción de acuerdo con Fuentes Navarro (citado por Domínguez Gutiérrez, 2007), implicó establecer tres relaciones: sujeto-objeto, sujeto-comunidad y objeto construido-evidencias empíricas. En la primera relación; la investigadora se acercó de manera inductiva al objeto para producir conocimiento sobre éste, es lo denominado contextualización del objeto de estudio, en la segunda relación; la investigadora contactó a los informantes clave como actores en el escenario educativo compartido con la intención de validar el objeto de estudio con base en la intersubjetividad y no simplemente en la subjetividad, y en la tercera relación; se evidenció la congruencia entre el ente de estudio construido con las evidencias empíricas

intersubjetivas “de manera que el objeto no es una cosa, sino una representación compartida de la cosa” (p.46).

Ante el panorama comentado, surgen las siguientes interrogantes de investigación ¿qué aspectos considera un acercamiento reflexivo hacia la gestión del conocimiento en la Universidad Nacional Experimental del Táchira desde la intersubjetividad?, ¿cuál es la concepción sobre el conocimiento y su gestión en la universidad con las voces del Vicerrector Académico y los Decanos de Docencia y Postgrado? y ¿cómo es la gestión del conocimiento, sus debilidades y retos en la universidad desde la perspectiva del Vicerrector Académico y los Decanos de Docencia y Postgrado?

La intencionalidad principal de la investigación se centró en reflexionar sobre la gestión del conocimiento en la Universidad Nacional Experimental del Táchira desde la intersubjetividad y las intencionalidades específicas en develar e interpretar la concepción sobre el conocimiento y su administración en la universidad considerando las debilidades y retos existentes desde la perspectiva del Vicerrector Académico y los Decanos de Docencia y Postgrado.

Ahora bien, la indagación es importante en el ámbito educativo, pues las universidades como instituciones sociales basadas en la producción, intercambio y aplicación del conocimiento contribuyen con la formación de los profesionales que demanda el contexto, por consiguiente, la gestión del conocimiento es un proceso clave en las actividades demandantes de información identificada, obtenida, refinada, compartida, utilizada, almacenada y desecharada (Kayani y Zia, 2012), para abordar el devenir de experiencias significativas enmarcadas en la construcción de los saberes.

El estudio se justifica por la diversidad de aportes en los ámbitos: teórico; aborda referencias y teorías que soportan la gestión del conocimiento en la universidad, apuntando a la

construcción de un discurso escrito directamente relacionado con las intencionalidades del estudio. En lo *metodológico*, se siguió la rigurosidad científica cualitativa, al obtener información de los actores sociales clave del contexto universitario a quienes se les aplicó técnicas e instrumentos acordes con la naturaleza del estudio, a fin de que los hallazgos y conclusiones obtenidas interpretaran la realidad intersubjetiva de los informantes. Desde el punto de vista *práctico*, la investigación impacta reflexivamente el abordaje de la gestión en la universidad en cuanto al uso, producción y transmisión del conocimiento.

El acercamiento teórico al objeto de indagación incluyó estudios previos como el llevado a cabo por Casasola Rivera (2018), quien realizó una tesis doctoral titulada: “Un estudio fenomenográfico sobre estrategias didácticas en docentes y habilidades metacognitivas en estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Instituto Tecnológico de Costa Rica”. La investigación se realizó desde un diseño cualitativo fenomenográfico no experimental, que perseguía describir e interpretar las percepciones y concepciones de estudiantes sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje en el contexto universitario y los elementos implicados en este proceso. La población son estudiantes provenientes de los cursos Seminario de Ética en la Ingeniería y Seminario de Estudios Filosóficos que imparte la Escuela de Ciencias Sociales del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en la sede central de Cartago, Costa Rica, cada curso tuvo un promedio 25 estudiantes. La muestra seleccionada estuvo conformada por 24 participantes. Se utilizaron tres técnicas e instrumentos para el registro de la información: el Focus Group, el Cuestionario abierto, y la Técnica documental, esta última utilizada para la elaboración del marco teórico. El análisis de datos de los resultados del Focus Group y de los cuestionarios fenomenográficos se llevó a cabo bajo el enfoque argumentativo y el análisis de texto libre a través de códigos, mientras que el análisis de la información documental se realizó mediante la lectura progresiva del documento. El estudio concluyó que el modelo de enseñanza

predominante en el Instituto Tecnológico de Costa Rica es mayoritariamente magistral y que este este enfoque no permite potenciar en el estudiante otras habilidades de aprendizaje debido a que no existe una relación dinámica ni interactiva entre profesores y estudiantes, sino un proceso unidireccional de formación.

Por su parte, Medina (2016) en su tesis doctoral denominada “Aproximación teórica del conocimiento universitario mediante la valoración de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador”, denotó como intención investigativa analizar las diferentes formas de abordar la gestión del conocimiento en el ámbito académico. La investigación fue de naturaleza cualitativa, con el empleo de la etnometodología y la hermenéutica como métodos de investigación. En el estudio participaron 9 informantes clave, 3 docentes, 3 estudiantes y 3 egresados de la UPEL, su selección obedeció a criterios establecidos. La técnica utilizada para recolectar información fue la entrevista y el guion de entrevista como instrumento. Los hallazgos de investigación denotan que los actores educativos no se ocupan de la calidad, la didáctica docente es afectada por la monotonía y el poco uso de recursos, por lo cual se genera una aproximación teórica basada en la enseñanza y el aprendizaje como aspecto clave a considerar en la formación permanente del docente.

En el mismo orden de ideas, Sadio Ramos (2014), cuya tesis doctoral se denominó “Determinación del rol de la intersubjetividad y de la eticidad en las biografías educativas de un grupo de profesores”, cuyos objetivos estaban centrados en (1) determinar qué forma asume la intersubjetividad en la formación/ desarrollo personal y profesional y en el entendimiento y práctica profesional de la docencia revelados por los docentes participantes en la investigación y (2) determinar qué forma asume la eticidad en la formación/ desarrollo personal y profesional y en el entendimiento y práctica profesional de la docencia revelados por estos docentes. La indagación se desarrolló bajo el paradigma cualitativo por medio de los métodos

teórico-dialógico y hermenéutico. La investigación contó con la colaboración de 15 docentes como informantes clave, profesionales de los diferentes niveles educativos (desde Educación Preescolar hasta Educación Superior), a los cuales se les aplicó técnicas e instrumentos relacionados con entrevistas semiestructuradas, grupo de discusión e informes de expertos, así como la producción de biografías educativas. El estudio concluye que la intersubjetividad y la eticidad son roles importantes en la profesionalidad docente, matizando su esencia personalista y relacional.

Así también, Riverol Burgos (2014), planteó en su tesis doctoral un “Modelo de gestión del conocimiento para organizaciones del sector público”, el cual pretendió documentar la conveniencia de gestionar el conocimiento en instituciones públicas encargadas de manejar la cultura en el país, como los archivos, bibliotecas, centros de información y documentación, puesto que se carece del intercambio de experiencias y conocimientos dentro de ellas y su contexto. El objetivo de la indagación fue favorecer o facilitar la integración sistemática del conocimiento entre estas instituciones y sus comunidades. La metodología fue abordada bajo el enfoque cualitativo, de tipo exploratorio-descriptivo, basado en el método de análisis de contenido. La investigación utilizó como técnicas la revisión de fuentes bibliográficas y no bibliográficas, observación de la investigadora y entrevistas a informantes clave del sector cultural. Como resultado del estudio se presentó un modelo para gestionar el conocimiento en organizaciones culturales de la nación, así como el diseño de una política cultural dirigida hacia la gestión del conocimiento.

Los trabajos mencionados se relacionan con el presente estudio, pues centran su atención en el acaecer del escenario universitario en cuanto a la gestión del conocimiento, la intersubjetividad y la eticidad, la participación activa y las concepciones de los agentes educativos sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como su intervención en la construcción de los saberes y

el papel de los distintos actores y beneficiarios de las organizaciones de conocimiento. Además, los estudios muestran similitud en el ámbito teórico y metodológico.

El soporte teórico de la indagación atiende al constructo clave *el conocimiento y su respectiva gestión en el ámbito universitario con una visión intersubjetiva*. Para Santillán de la Peña (2010), el conocimiento “es una capacidad humana, basada en la experiencia, que tiene como fin transformar la información en decisiones y acciones concretas” (p. 23), por lo tanto, es la utilización inteligente de información dada por las personas con un propósito específico en un contexto determinado (Sanz Prieto, 2017). El conocimiento se caracteriza por ser una capacidad humana, intangible, volátil, aumenta cuando se comparte, tiene una estructura y necesita una elaboración, está adscrito a un contexto, carece de valor si permanece estático (Santillán de la Peña, 2010).

No obstante, para López Sánchez (2011), el conocimiento no se crea por generación espontánea, no se adquiere, no se transfiere, porque cada persona lo construye cuando asume el proceso de transformación de la información. “El conocimiento se puede desarrollar y materializar en experiencia, en decisiones, en información, que si puede suministrarse, pero no así el proceso que las origina” (p.28). Asimismo, Andreu y Sieber (2000) aseguran que el conocimiento es personal, se origina y reside en las personas como resultado de su propia experiencia, su utilización en cada situación dependerá de la conveniencia de los mismos en un momento determinado.

Ahora bien, el valor del conocimiento radica en su utilidad pues es intangible, ilimitado, dinámico, al no utilizarse en un momento y lugar específico carece de valor (Nonaka y Konno, 1998). Además, la velocidad de los actuales cambios tecnológicos están basados en el saber, por lo tanto, su carencia impediría la adaptación de las organizaciones al contexto en el que se encuentran (Arceo Moheno, 2009). El conocimiento se ajusta a un proceso de

conversión, que según Nonaka y Takeuchi (citado por Sanz Prieto, 2017), transita de tácito a tácito, tácito a explícito, explícito a explícito, explícito a tácito.

El mismo Sanz Prieto (2017), lo explica de la siguiente manera:

Vemos que la socialización es el primer paso, donde alguien pasa a otra persona el conocimiento, y por lo tanto sigue siendo tácito, en el momento que dicho conocimiento se hace explícito, en un documento, una imagen, un vídeo o cualquier otro formato, ya se puede acceder sin la intermediación necesaria de una persona. Este conocimiento explícito se puede combinar para seguir teniendo de forma explícita el conocimiento, pero con cambios que pueden estar generando a su vez nuevos conocimientos o evoluciones de los anteriores. Los dos procesos últimos son los que van a intervenir en la gestión del conocimiento y en el eLearning, ya que es el momento en el que podemos utilizar sistemas tecnológicos para utilizar dicho conocimiento. En el momento que usamos esta combinación creada, el conocimiento pasa nuevamente a ser tácito y a estar en la persona que ha realizado la internalización (p.92).

Además, el proceso de conversión del conocimiento reconoce su relación con el aprendizaje. Al respecto, López Sánchez (2011), asegura que “El aprendizaje constituye el agente que nos permite la transición desde un estado de conocimiento a otro” (p.26), implicando la contextualización al entorno educativo de interés en aras de generar “cambios en los procedimientos o modos de hacer las cosas, modificando los comportamientos, tanto en alumnos como en profesores” (p.26). Visto así, el aprendizaje puede darse en un orden individual y organizacional, sin establecer relaciones causales entre ambos pero sí de dependencia, lo cierto es que no existe aprendizaje en la organización si no lo precede el individual (Senge, 1992).

En el mismo orden de ideas, Sanz Prieto (2017) afirma que el conocimiento individual es diferente, no se transmite de manera inmediata entre las personas, aunque con el uso de la tecnología “el receptor, es decir, por el que tiene que crearse su propio nuevo conocimiento a partir del conocimiento que ha recibido, y que va a ser la forma de percibir esos conceptos por parte del emisor” (p.114-115). De esta manera, existen puntos de encuentro en la intencionalidad del eLearning y la gestión del conocimiento, ambos están relacionados con el intercambio de información y con la creación de comunidades en las cuales el conocimiento es compartido, autogestionado y de calidad (Trujillo Torres e Hinojo Lucena, 2010).

Con el panorama expuesto, ya puede pretenderse un acercamiento a la gestión de conocimiento con “dos aspectos principales de esta: Se presenta como un conjunto de procesos y tiene como objetivo crear valor para la organización” (Sanz Prieto, 2017, p.90), pero también considera dos intenciones “por un lado las relacionadas con la gestión empresarial, como la planificación, organización, dirección y control de procesos... y por otro, las relacionadas con la capacidad y el talento de los individuos y organizaciones para transformar información en conocimiento...” (López Sánchez, 2011, p.66).

La gestión del conocimiento es reconocida como la disciplina encargada de “la identificación, captura, recuperación, compartimiento y evaluación del conocimiento organizacional. Ha sido identificada como un nuevo enfoque gerencial que reconoce y utiliza el valor más importante de las organizaciones: el hombre y el conocimiento que este posee y aporta” (Bustinza Zuasnabar, 2015, p.71). Así, en la administración de los saberes los miembros de la organización “adquieren un papel activo y central, pues el conocimiento nace, se desarrolla y cambia desde ellas...lleva a preocuparse por estimular y crear buenos ambientes de trabajo para que los seres humanos mejoren o innoven desde sus puestos de trabajo” (p.76). Si las personas “retienen sus saberes y no apuestan por la transmisión de sus experiencias,

esa reproducción del conocimiento no se produce. Es aquí donde la gestión del conocimiento debe actuar” (Santillán de la Peña, 2010, p.26).

Con la gestión del conocimiento se pretende alcanzar diversidad de objetivos, entre ellos: formular, implantar, orientar y evaluar estrategias organizacionales que orienten el desarrollo, adquisición y aplicación del conocimiento, procurar la mejora continua con énfasis en la generación y utilización del mismo, disminuyendo los tiempos y costos asociados a la repetición de errores (Pávez Salazar, 2000). En la administración del saber existe un ciclo continuo que de acuerdo con Kayani y Zia (2012) responde a una serie de actividades en las cuales la información es identificada, obtenida, refinada, compartida, utilizada, almacenada y desechara.

Además de lo expuesto, la administración de los saberes pretende el alcance de beneficios en el ámbito educativo, como el incremento en los niveles de satisfacción de los miembros del equipo, reducción del tiempo de aprendizaje al contar con fuentes científicas para promover la innovación. La cantidad de conocimiento “que se va generando, hace cada vez más sabio al equipo y lo posiciona a la vanguardia para acometer, en mejores condiciones, procesos de innovación” (López Sánchez, 2011, p.68-69).

Ahora bien, una vez abordado teóricamente el constructo gestión del conocimiento se hace imperante atender a la intersubjetividad como proceso para interpretar la realidad compartida entre los informantes clave y la investigadora. Rizo (2005), considera la subjetividad como la conciencia propia sobre las cosas, y la intersubjetividad como el proceso en cual se comparte los conocimientos propios con los otros en la trama de la vida, por lo tanto, se comprende como un vivir humano en una comunidad social e histórica (Berger y Luckmann, 1993, Schütz y Luckmann, 1977), en este sentido, la universidad como conjunto social acciona en un entramado de significados

otorgados por los miembros que en ella hacen vida.

El mundo de la vida cotidiana es la realidad del hombre (Schütz y Luckmann, 1977), entonces, en el escenario universitario se construyen significados socialmente establecidos que se interiorizan por medio de la socialización y en una relación dialéctica entre los actores y las estructuras presentes la construcción de la realidad social. Por ello, Schutz reconoce en el contexto la preponderancia de lo cultural, hacia el abordaje de los universos de interpretación de sus actores y sus acciones.

Así pues, son los significados compartidos intersubjetivamente los que definen el tipo de relación que se establece con los otros en un espacio y en un tiempo, su reconocimiento en alteridad y desde una mirada subjetiva propicia la intersubjetividad, superando las visiones totalizantes que niegan la otredad del sujeto (Cabrolie Vargas, 2010).

Entre las teorías que sustentan la investigación se aborda la Complejidad de Morin, la Gerencia Estratégica en la visión de David, la Enseñanza Situada basada en los postulados de Brown, Collins y Duguid. La teoría de la Complejidad de Morin (1994), asegura que “la conciencia de la multidimensionalidad nos lleva a la idea de que toda visión unidimensional, toda visión especializada, parcial, es pobre. Es necesario que sea religada a otras dimensiones...” (p.63), por lo tanto, la complejidad es concebida como un tejido de eventos, de acciones, interacciones, retroacciones y determinaciones que constituyen el mundo fenoménico. En este sentido, la complejidad de la gestión del conocimiento en el contexto universitario implica un proceso dialéctico en el cual cada miembro de la organización educativa se apropiá de la cultura socialmente construida con una naturaleza multiforme y diversa que impulsa un estilo de gestión que la caracteriza y a su vez la distingue de sus pares.

La Gerencia Estratégica de acuerdo con David (2013), es el enfoque objetivo y sistemático

utilizado para la toma de decisiones que permite organizar la información cuantitativa y cualitativa del contexto enmarcando la institución en circunstancias de incertidumbre. Este enfoque organizacional se relaciona con la investigación, puesto que la gestión del conocimiento es un proceso planificado que amerita de estrategias para su conversión en la universidad. “La gestión estratégica del conocimiento tiene por objetivo maximizar la utilización del conocimiento en conjunto con las herramientas de tecnología de la información, lo que le proporcionará una ventaja estratégica” (Pastor Carrasco, 2010).

La Enseñanza Situada de acuerdo con Aranciaga (2015), se soporta en el pensamiento de Brown, Collins y Duguid, quienes hacen énfasis en la importancia de articular la actividad académica y el contexto, en otras palabras “la cognición situada se traduce en que el aprendizaje se desarrolla a través de la interacción social colaborativa. Los estudiantes se convierten en una comunidad de aprendices cuyo propósito es la actividad de aprendizaje y la interacción sociocultural” (p.63-64). Esta teoría se vincula con el estudio pues considera la intervención de los recursos cognitivos en las prácticas sociales que distribuyen el conocimiento en la universidad “entre máquinas y humanos (cognición distribuida físicamente) o entre los agentes cognitivos (cognición distribuida socialmente)” (p.64), con la interacción entre las personas y la tecnología en un mismo contexto.

MÉTODO

La naturaleza de la investigación se ubica en las Ciencias Sociales y en las Ciencias de la Educación por su condición humanista, razón por la cual pretende analizar la gestión del conocimiento universitaria y cómo interactúan los agentes del proceso de enseñanza y aprendizaje para la generación, transferencia, producción y aplicación del conocimiento.

Un rasgo epistemológico fundamental de la investigación es su enfoque desde la perspectiva cualitativa, caracterizada por Galeano (2004) como aquella que “construye un conocimiento

de la realidad social desde los múltiples y heterogéneos actores sociales: el conocimiento de lo humano está basado en una realidad epistémica subjetiva e intersubjetiva” (p.18). Lo expuesto, denota la importancia de la subjetividad e intersubjetividad en el proceso de conversión del conocimiento en el contexto universitario. Para Strauss y Corbin (2002), la investigación cualitativa “produce hallazgos a los que no se llega por medio de procedimientos estadísticos u otros medios de cuantificación” (p.19), de manera tal que la investigación responde al abordaje del objeto de estudio desde la configuración de los sujetos en el escenario UNET con una dialéctica constante entre el sujeto y el objeto de estudio, para generar conocimiento sobre sus relaciones y percepciones relativas sobre la gestión del conocimiento.

El método de investigación alude al enfoque interpretativo desde la perspectiva Gadameriana, para comprender la gestión del conocimiento como una experiencia constructiva de la realidad y de lo que conocen los agentes educativos. La interpretación de la administración del saber es “en cierto sentido una recreación, pero ésta no se guía por un acto creador precedente, sino por la figura de la obra ya creada, que cada cual debe representar del modo como él encuentra en ella algún sentido” (Gadamer, 1993, p.165).

Por lo expuesto, la manera como las autoridades académicas de la UNET conciben la gestión del conocimiento permite una interpretación que se construye de una realidad captada a una comprendida. Para Packer (1985) el trabajo hermenéutico “emplea una descripción detallada y progresiva de los episodios del intercambio social, y gradualmente articula más y más elementos de su organización”, requiriendo articular las comprensiones para que la investigación hermenéutica sea llevada de manera sistemática y coherente por el investigador.

Es más Gadamer, apoya la línea de pensamiento de su maestro Heidegger al admitir el círculo hermenéutico, a través del cual se gesta un proceso de comprensión de las partes desde el todo, es decir, de lo inductivo a lo deductivo y

viceversa, algo propio de la experiencia humana. Al respecto, Gadamer (1993) afirma que: “Una conciencia formada hermenéuticamente tiene que mostrarse receptiva desde el principio para la alteridad del texto” (p.335).

De este modo, la comprensión implica componer una síntesis de lo que se ha vivido proyectando un porvenir, en el cual el lenguaje es un mediador existencial entre el horizonte del pasado en un contexto determinado y el del presente donde se encuentra el intérprete, la unión de éstos permite el horizonte del porvenir. Visto así, es el lenguaje quien conduce la experiencia de interpretación del contexto y a su vez es el camino para llegar al consenso.

Las fases bajo las cuales se desarrolló la investigación fueron la preparatoria, trabajo de campo, analítica e informativa; en cada una de ellas la investigadora estuvo en continua toma de decisiones. En la fase preparatoria, seleccionó la temática de investigación basada en el contexto donde se desenvuelve, en este caso la Universidad Nacional Experimental del Táchira. Esta fase implicó también, la lectura académica exhaustiva sobre la temática en cuestión para posibilitar el desarrollo de los resultados teóricos a la luz de la hermenéutica Gadameriana. Una vez identificado el contexto de investigación se seleccionaron los informantes clave o actores sociales, autoridades académicas de la universidad.

En la fase trabajo de campo, se accedió progresivamente a la información en aras de obtener datos primarios fundamentales para el logro de las intencionalidades. Esta investigación de campo recolectó la información de la realidad de sus protagonistas, es decir, se obtuvo de las autoridades académicas de la UNET, quienes tienen la responsabilidad de orientar la enseñanza en los niveles de pre y postgrado. Además en esta fase se seleccionaron las técnicas e instrumentos de recolección de información, al mismo tiempo en que se asegura la credibilidad y confirmabilidad de la investigación. La fase analítica e informativa, tuvo por objetivo estudiar, analizar e interpretar

los resultados obtenidos de las técnicas e instrumentos aplicados con la intención de recabar la información y generar un escrito que develó los hallazgos de la investigación.

Los informantes clave son las personas que apoyaron la labor del investigador con “sus vivencias, capacidad de empatizar y relaciones que tienen en el campo...convirtiéndose en una fuente importante de información a la vez que le va abriendo el acceso a otras personas y a nuevos escenarios” (Robledo, 2009, p.1). La selección de los sujetos de información en esta investigación, consideró criterios basados en el conocimiento sobre la temática investigativa, experiencia en el cargo como autoridad académica, disposición para apoyar la investigación en el rol de informante clave.

El rol de sujetos de investigación o actores sociales, los cumplieron tres autoridades académicas de la UNET que gozan del respeto, experiencia y consideración por su ejercicio docente, entre ellas: El Vicerrector Académico, el Decano de Docencia y el Decano de Postgrado. Los informantes poseen estudios de pregrado o postgrado en el área educativa, son mayores de 50 años, son docentes ordinarios activos o jubilado activo en la categoría de asociado y titular con dedicación exclusiva y con más de 20 años de servicio en la UNET. A efectos del análisis de los resultados se utilizó un código para identificarlos.

Las técnicas utilizadas en la recopilación de la información como vía de acceso al mundo empírico fueron la entrevista y la observación. La entrevista es concebida como el dialogo del cual se adquieren impresiones producto de la narración de los entrevistados, en función de una serie de preguntas relativas al tema de investigación hasta saturar la información. En la entrevista aplicada a los informantes clave se reconoce como lo expresa Arfuch (1995), una forma de narración que busca otorgar significación de lo relatado, sin importar si se cree o no en lo mencionado por el actor social, pues mediante ella se le atribuye autenticidad a la palabra. Por lo tanto, se elaboró un guion de

entrevista para obtener la información hasta llegar a la saturación de la misma.

Ahora bien, la técnica de la observación y el instrumento conocido como registro de información, permitió dar importancia a los detalles incluyendo en las anotaciones “[...], las experiencias, los pensamientos y sentimientos propios, pues también estos son datos del campo” (Patton, 1990, p.273), por lo tanto, la actividad de la investigadora estuvo centrada en identificar datos significativos durante el desarrollo de la entrevista, los cuales se relacionan con el cómo se comportan los informantes al momento de la misma, el lenguaje verbal y no verbal que utilizan para comunicarse, así como sus opiniones reveladas en el contenido de sus conversaciones referidas a sus experiencias en la gestión del conocimiento.

En cuanto a la credibilidad del estudio, la investigadora valiéndose de dos vías de acceso al mundo empírico, la observación y las conversaciones con los informantes clave, recogió información que generó hallazgos sobre la temática y propicio el acercamiento intersubjetivo a la realidad de contextual. Además, se resguardó las notas de campo, transcripción textual de las entrevistas (con audio de respaldo), existió conciencia de la presencia de la investigadora sobre la naturaleza de los datos y se consideró de la experiencia de los informantes. Por otra parte, para generar confirmabilidad en la indagación, se mantuvo un registro y documentación completa de las decisiones tomadas a lo largo del proceso, con base en las características de los informantes, mecanismos de grabación, transcripción de las entrevistas así como la descripción del contexto físico, interpersonal y social en el informe del trabajo.

El procesamiento y análisis de la información de acuerdo con Strauss y Corbin (2002), implicó el proceso “no matemático de interpretación, realizado con el propósito de descubrir conceptos y relaciones en los datos brutos y luego organizarlos en un esquema explicativo teórico” (p.20), que permitió hacer evidente las categorías emergentes en los hallazgos de

investigación, incluyendo el estudio del lenguaje de los informantes así como el contexto donde se desarrolló la pesquisa para codificarla y luego categorizarla, con el apoyo del programa Atlas ti en su versión 7.5

Abordados los resultados de las entrevistas, se procedió a darle sentido al discurso de los informantes tomando en cuenta las preguntas que abren el círculo hermenéutico para entrar en conflicto con el contexto del discurso narrado y convertirlos en información, lo cual generó la producción de categorías teóricas expuestas con sentido narrativo de los elementos emergentes en el metatexto.

En este sentido Gadamer (1998) asume como regla hermeneuta: “el todo debe entenderse desde lo individual, y lo individual desde el todo...del arte de hablar al arte de comprender” (p.63), incitando una relación circular “cuando las partes que se definen desde el todo definen a su vez ese todo” (p.63), es decir, el texto de la entrevista formó parte de un todo interpretado por la investigadora desde el todo con base en el contexto, los horizontes y lo narrado por los actores sociales

Con base en lo expuesto, la investigadora se apropió del discurso de los informantes y lo interpretó bajo el enfoque Gadameriano, repreguntando en función de las respuestas emitidas y convertidas en frases-códigos que indujeron a la conformación de categorías, guiada como lo indica Gadamer (1998), “por una expectativa de sentido que deriva del contexto anterior” (p.63), y hace del texto en una unidad de pensamiento con otra perspectiva que adquiere sentido.

El movimiento que implicó el proceso de comprensión llevó del todo a la parte y de nuevo al todo, “ampliar en círculo concéntricos la unidad del sentido comprendido” (Gadamer 1998, p.63), es decir, se cruzaron horizontes para interpretar lo dicho por las autoridades pero considerando el pensamiento interpretativo de la investigadora con el apoyo del ATLAS.ti en su versión 7.5. La ruta de análisis siguió el proceso definido por Strauss y Corbin (2002),

codificación abierta, axial, selectiva y saturación teórica.

Lo expresado por los informantes clave es discurso, interacción social, cognición, historia, dialogo y acción, pues las palabras cambian un contexto (Bolívar, 2007). Por ello, el análisis del discurso buscó la producción de un metatexto, ante la información emergente en un cuerpo textual transformado y con un significado del contexto adquirido.

Ya obtenidos los resultados de la investigación mediante el proceso antes descrito, se procedió a contrastarlos con las observaciones realizadas por la investigadora sobre los detalles importantes evidenciados en la entrevista, así como con aquellos estudios y aportes teóricos similares presentados en el abordaje teórico y los indagados posteriormente alemerger los códigos y las dimensiones referidos a la gestión del conocimiento en la universidad.

RESULTADOS

Un acercamiento reflexivo a la gestión de conocimiento en la Universidad Nacional Experimental del Táchira desde la intersubjetividad, implica aproximar a los actores sociales como coinvestigadores (Vicerrector Académico, el Decano de Docencia y Postgrado en la entrevista) y develar con base en su subjetividad las concepciones respecto a la temática en cuestión. Sus experiencias en el mundo de la universidad y en el ejercicio de las funciones propias del cargo delinean la postura relacionada con la administración de los saberes en este contexto.

A continuación, los resultados de la categoría teórica *Gestión del conocimiento en la universidad* y sus respectivas dimensiones; concepciones sobre el conocimiento y su administración (figura 1), y características de la gestión del conocimiento, sus retos y debilidades en la UNET (figura 2).

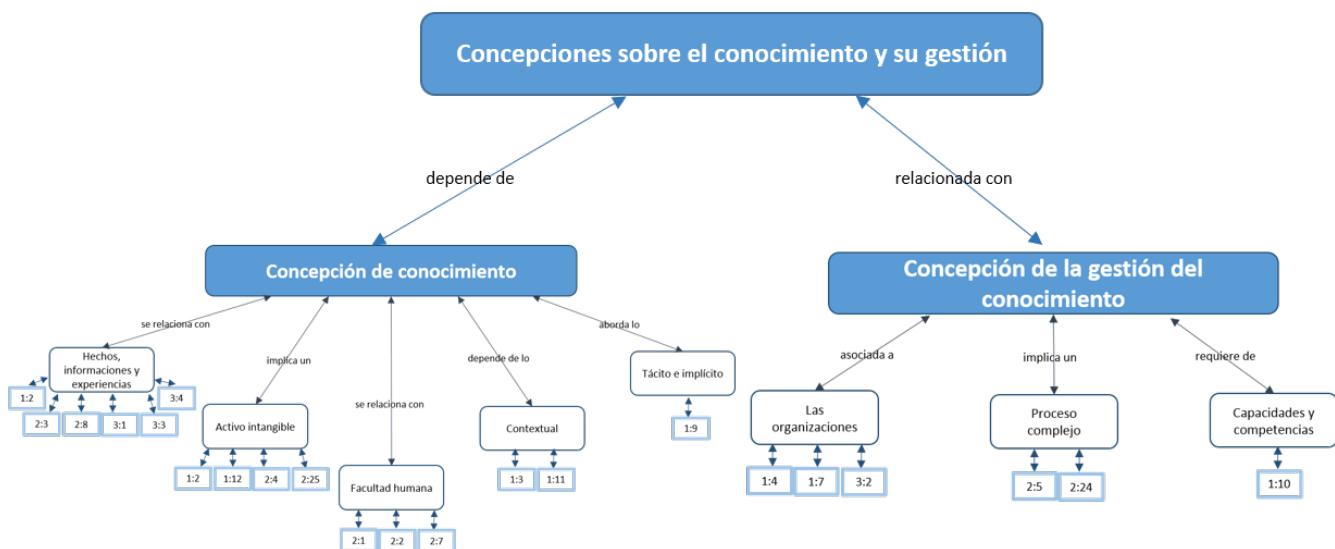


Figura 1. Dimensión Concepciones sobre el conocimiento y su gestión.

Las concepciones de los informantes clave sobre *el conocimiento y su gestión en la UNET*, se relacionan principalmente como se observa en la figura 1 con hechos, informaciones y

experiencias acaecidas en la organización educativa, es decir, la construcción del saber parte desde el orden personal hacia el colectivo.

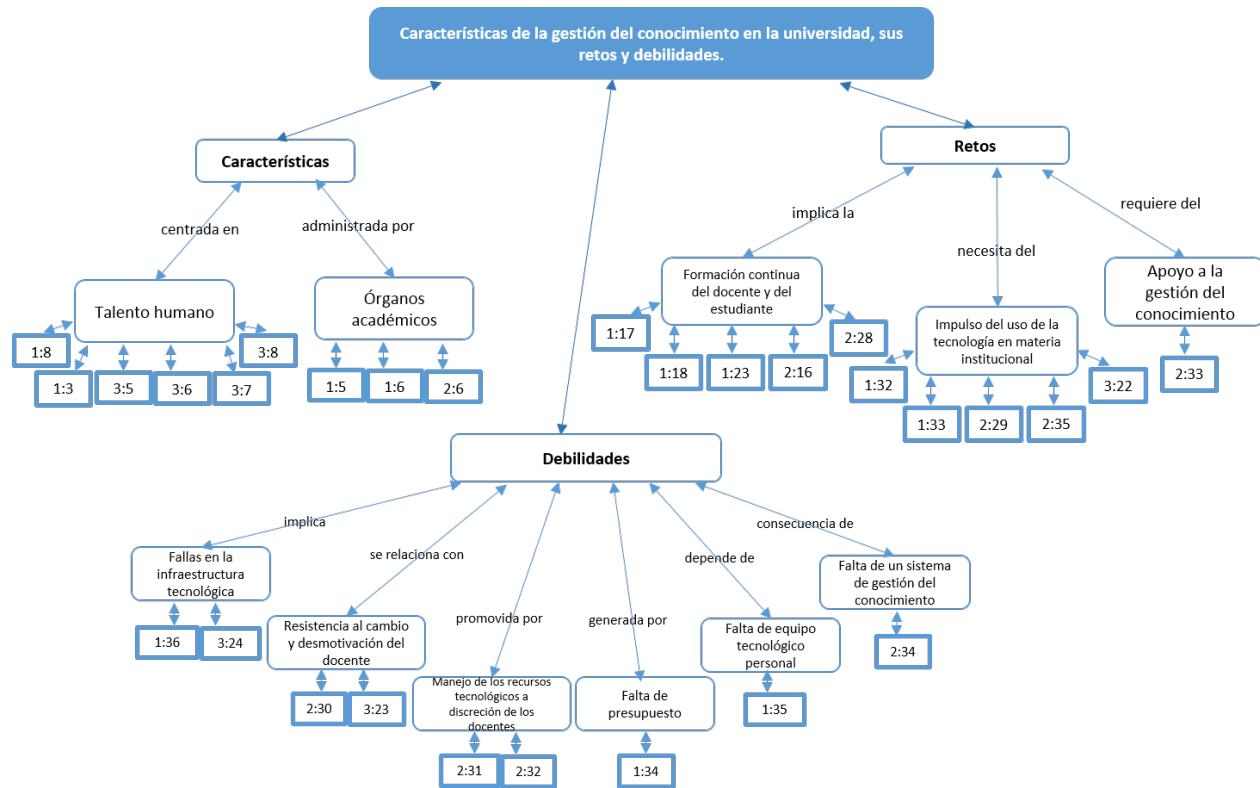


Figura 2. Dimensión Características de la gestión del conocimiento, sus retos y debilidades en la UNET

En cuanto *las características de la gestión del conocimiento, sus retos y debilidades*, los resultados denotan de acuerdo con la figura 2 que está centrada en el talento humano, el cual requiere de una formación continua que amerita también el manejo y uso adecuado de la tecnología, aunque a nivel organizacional se evidencien fallas en ese tipo de infraestructura, además, es necesario atender otros retos como la resistencia al cambio y desmotivación, así como manejo de los recursos tecnológicos a discrecionalidad del docente.

Luego de descubrir las concepciones de los informantes sobre el conocimiento y su gestión así como los aspectos que la caracterizan, se

entrelazan los horizontes interpretativos de éstos con el de la investigadora, protagonista como personal académico en el mismo escenario.

Entonces, con base en el metatexto generado de la intersubjetividad manifiesta en la recogida, análisis e interpretación de la información suministrada por los informantes clave y tomando en cuenta la verdad compartida, la investigadora construyó una expresión gráfica en la cual denota el hilvanaje hermenéutico realizado con la categoría teórica y los hallazgos emergentes en el proceso de indagación que permiten el acercamiento reflexivo (ver figura 3).

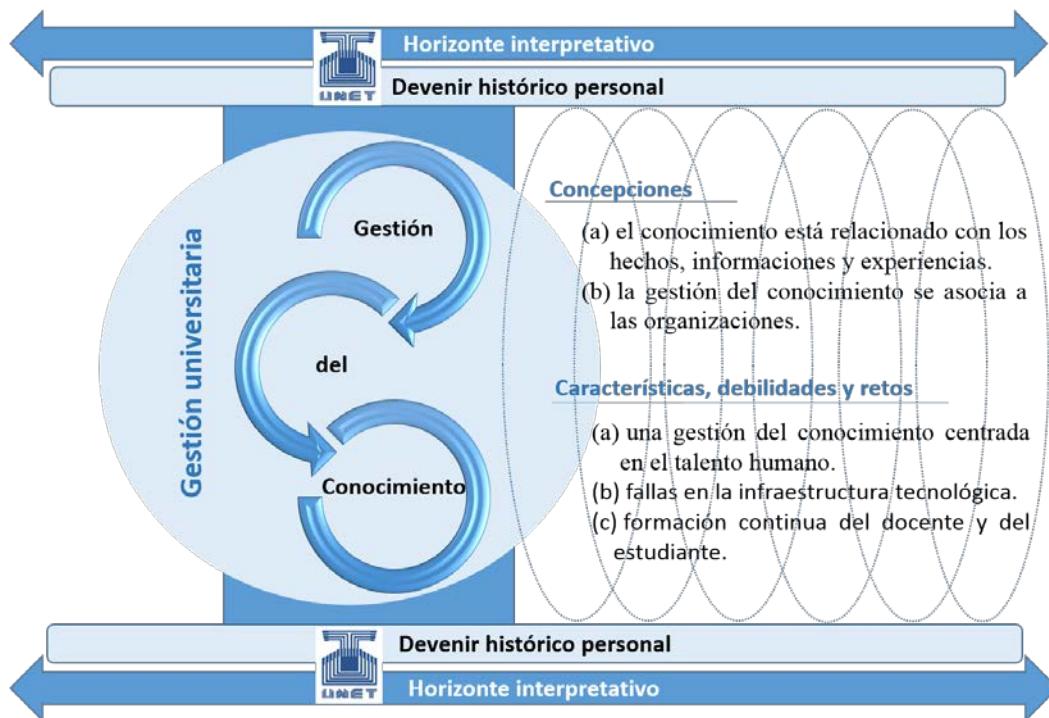


Figura 3. Acercamiento reflexivo hacia la gestión del conocimiento en la Universidad Nacional Experimental del Táchira, desde la intersubjetividad.

La figura 3, es un referente visual para comprender a groso modo la complejidad de la gestión del conocimiento en el escenario universitario, pues de acuerdo con Gadamer la comprensión nunca será del todo finalizada ni totalmente correcta.

Por ello, se presenta a continuación la tabla 1 contentiva de los elementos caracterizadores del acercamiento reflexivo hacia la gestión del conocimiento en la Universidad Nacional Experimental del Táchira, desde la intersubjetividad.

Tabla 1. Elementos caracterizadores del acercamiento reflexivo hacia la gestión del conocimiento en la Universidad Nacional Experimental del Táchira, desde la intersubjetividad.

 Horizonte interpretativo	Flecha que indica dirección en sentidos contrarios, la cual hace referencia al <i>Horizonte Gadameriano</i> , que se configura en la historia de las personas donde se genera una interacción de experiencias humanas entre los protagonistas y sus contextos, que implican una comprensión de los horizontes para sí mismo.
Devenir histórico personal	El <i>devenir histórico personal</i> considera el pasado, el presente y el futuro en la perspectiva de los actores sociales, para buscar la fusión de estos presuntos horizontes por medio de la tradición que enlaza lo antiguo y lo novedoso.
 Gestión del Conocimiento	Constructo gestión del conocimiento en la universidad como objeto de estudio.
	Óvalos que asemejan la trayectoria recursiva del bucle hermenéutico, la cual cubre las intencionalidades de la investigación manifiestas en las concepciones, las características, debilidades y retos de la gestión del conocimiento en la universidad.

DISCUSIÓN

Las concepciones de acuerdo con Giordan y Vecchio (1987), son el conjunto de ideas ordenadas, imágenes coherentes y explicativas utilizadas para resolver una situación problemática. También, La Madriz (2010) las define como “las representaciones mentales del docente con cierta coherencia interna, que pueden dar explicación y significado a una situación vivencial”. Así pues, en este estudio son consideradas como las representaciones mentales de los actores sociales que permiten interpretar un aspecto de la realidad académica en el contexto universitario.

El conocimiento es la utilización inteligente de información dada por las personas con un propósito específico en un contexto determinado (Sanz Prieto, 2017). Para los informantes clave el conocimiento se relaciona con: (a) hechos, informaciones y experiencias, (b) un activo intangible, (c) una facultad humana, (d) aspectos contextuales y (e) lo tácito e implícito. Los informantes clave aseguran que el conocimiento responde a:

“hechos, informaciones o experiencia que tiene todo individuo” (IC1:2). “hechos o información adquiridos por las personas a través de la experiencia o la educación, la comprensión teórica o práctica de un asunto referente a la realidad” (IC2:3). “la información, hechos, de la experiencia adquirida en la vida o en la educación, igualmente a través de modelos conceptuales que nos permiten comprender en forma teórica o práctica los asuntos relacionados con la realidad” (IC2:8). “una mezcla de información, técnicas, cultura, experiencia, valores, que sirve de base para nuevos aprendizajes y es útil para la acción” (IC3:1). “algo que se adquiere a lo largo de la vida, con la experiencia, con la información que se tiene, con la cultura, con las vivencias, con las técnicas de cómo hacer algo” (IC3:3). “una información, está después de una experiencia de vida” (IC3:4).

En función de lo expuesto, “El conocimiento se puede desarrollar y materializar en experiencia, en decisiones, en información...” (López Sánchez, 2011, p.28), en un orden individual y colectivo.

La gestión del conocimiento es “el proceso de integrar la información, extraer sentido de información incompleta y renovarla” (De Kereki Guerrero, 2003, p.5), en el caso de la universidad, los informantes clave la consideran: (a) asociada a las organizaciones, (b) como un proceso complejo y (c) demandante de capacidades y competencias. En su opinión:

“El conocimiento en las universidades se gestiona a través de un aprendizaje formal” (IC1:4). “la universidad es una fuente natural de conocimiento, donde se debe gestionar de manera eficiente y estratégica el saber disciplinar que tanto docentes como estudiantes posean” (IC1:7). “La Gestión del Conocimiento está más asociado con las organizaciones o empresas, donde el talento humano es el principal recurso, con el cual logran indicadores positivos de eficiencia, eficacia, efectividad y productividad, permitiendo con ello mantener una competencia e innovar en todos los aspectos de la organización” (IC3:2).

De acuerdo con lo expuesto por los actores sociales, la universidad como organización es generadora de saberes y por lo tanto éstos deben gestionarse tomando en cuenta “la identificación, captura, recuperación, compartimiento y evaluación del conocimiento organizacional...” (Bustinza Zuasnabar, 2015, p.71), con base en la valoración de quienes integran la institución y sus conocimientos.

Ahora bien, durante la entrevista la investigadora observó que los actores sociales denotan (a) efusión al hablar sobre el conocimiento, y (b) expresividad en sus ojos (los abre más de lo normal) al comentar la importancia del conocimiento y su gestión en el ámbito universitario. Entonces, se abre en el panorama UNET “la posibilidad para la creación de escenarios apropiados para el ejercicio pedagógico, en donde a mayor saber,

mayores posibilidades de creación y transformación social” (Sánchez-Amaya y González-Melo, 2016).

Para Sanz Prieto (2017) la gestión del conocimiento “muestra dos aspectos principales de esta: Se presenta como un conjunto de procesos y tiene como objetivo crear valor para la organización” (p.90). En este sentido, los informantes clave la caracterizan: (a) centrada en el talento humano y (b) administrada por los órganos competentes. Al respecto afirman que:

“Tenemos un potencial enorme en nuestro recurso humano, no hemos aprovechado el conocimiento que tienen y que pueden transferir de manera efectiva a la comunidad académica de la UNET” (IC1:8). “Como universidad debemos aprovechar al máximo el conocimiento que tienen en docencia virtual aquellos docentes que todavía quedan en la universidad, y que son muy valiosos, debemos trabajar cooperativamente para impulsar la academia hacia otro horizonte donde brille la luz que nos ha querido apagar, la universidad debe reinventarse y entender que el COVID-19 ha demostrado que la educación virtual se quedara y debemos prepararnos para ello” (IC1:37). “La gestión del conocimiento es muy amplia y tiene mucho que ver con el talento humano, su desarrollo y la tecnología” (IC3:5). “Si existe una buena administración del talento humano o una sinergia con ellos posiblemente se logre mejores resultados si no la tienes” (IC3:6). “En la gestión del conocimiento se debe analizar el talento humano, la capacidad de esa persona con una adecuada orientación, por eso, aquí todo el personal debe estudiar porque en la medida que la persona se capacita va entendiendo el mundo de otra manera, puede poner en práctica lo aprendido y eso tiene una ganancia para las instituciones, un valor agregado” (IC3:7). “El talento humano se administra de acuerdo a sus saberes, como es el caso de las comisiones de postgrado, respeto el trabajo de cada comisión es muy difícil que intervenga en

sus decisiones porque esas comisiones tienen un talento humano invaluable y ellos son los que saben lo que están haciendo y tengo que confiar en eso” (IC3:8).

En función de lo afirmado por los actores sociales, el talento humano constituye la base fundamental para la generación del conocimiento en la universidad, por lo tanto, López Sánchez (2011), afirma que la gestión del saber aborda dos intencionalidades “por un lado las relacionadas con la gestión empresarial, como la planificación, organización, dirección y control de procesos... y por otro, las relacionadas con la capacidad y el talento de los individuos y organizaciones para transformar información en conocimiento...” (p.66), así, vincular las bondades y experiencias personales con las organizacionales permite un desempeño de funciones eficiente y sentimiento de satisfacción laboral que trasciende el plano material referido a la remuneración económica y alcanza el afectivo.

Ahora bien, durante la entrevista la investigadora observó en los actores sociales: (a) buen humor al mencionar lo que caracteriza la gestión del conocimiento en la UNET, (b) el énfasis sobre la importancia del conocimiento y su gestión a con los movimientos de sus manos, (c) el señalamiento de la cabeza para afirmar la necesidad del conocimiento en un área específica y luego con el movimiento de sus manos hacen entender que se necesita mucho más. La caracterización en este escenario son propias de la “construcción social que combina sistemas técnicos, pedagógicos y organizacionales con redes educativas, de información, económicas, sociales y políticas” (Aranciaga, 2015, p.44), en las cuales los agentes educativos inmersos son corresponsables.

Todo reto es un objetivo establecido difícil de llevar a cabo, lo que requiere de un estímulo y un desafío para quien lo enfrenta (Diccionario de la lengua española, 2005). Para los informantes clave los retos de la gestión del conocimiento en la universidad atienden: (a) la formación continua del docente y del estudiante, (b) la

necesidad de impulsar la tecnología institucional, y (c) al apoyo de la administración de los saberes intencional en cada nivel organizacional. Al respecto, los informantes clave remarcan como imprescindible la formación continua para el alcance de las aspiraciones pedagógicas:

“La UNET por ser una universidad de corte ingenieril, muchos de sus docentes han sido formados como ingenieros, demostrando una necesidad de formación en el área didáctica en el quehacer de su práctica pedagógica” (IC1:17). “se han establecido planes de formación para cubrir esa necesidad de algunos docentes” (IC1:18). “En la universidad existen planes de formación para aquellos docentes que no tengan la experiencia en el área de la didáctica, la pedagogía, la enseñanza y que no fueron formados en estas áreas de conocimiento, sino en carreras que no tocaron ninguna unidad curricular correspondiente con el proceso educativo” (IC1:23). “Las instituciones universitarias tienen un reto muy importante ante la sociedad como es formar esos futuros profesionales que van a trabajar en esa era digital a través de estos medios tecnológicos, a esa transmisión de conocimiento al estudiante” (IC2:16). “El Decanato de Docencia ha propiciado la realización de talleres, a través de la coordinación de dedicación a distancia, para la formación e introducción a los docentes de los departamentos académicos en el uso y aplicación de las plataformas virtuales en el proceso enseñanza – aprendizaje” (IC2:28).

Lo afirmado por los actores sociales, implica la disposición de los agentes educativos (docente y estudiantes) al continuo aprendizaje. En el caso de los docentes, Aguirrondo (2003) afirma que en el escenario socioeducativo deben propiciarse “profundos cambios... en relación con una redefinición de la tarea de enseñar y, por lo tanto, de la formación de los profesores” (p.20), con la intencionalidad de promover “una carrera profesional que pueda ser desarrollada a lo largo de toda la vida” (p.39) y considere la concepción de una formación continua e inacabada.

Además, los informantes clave también establecen como un reto en el escenario universitario, la necesidad de impulsar la tecnología en materia institucional:

“Desde el Vicerrectorado Académico se han impulsado diferentes iniciativas en pro de fomentar el uso de los entornos virtuales, dando origen a la creación de la Coordinación de Estudios a Distancia, así como la normativa para los estudios a distancia de la Universidad, de igual forma, la formación de los docentes a través del Decanato de Postgrado en los Cursos de Perfeccionamiento Profesional de Entornos Virtuales” (IC1:32). “Se busca que los entornos virtuales se puedan integrar bajo una misma estructura y metodología, de tal manera que los diferentes decanatos puedan funcionar sistemáticamente en pro del manejo eficiente del recurso humano y tecnológico” (IC1:33). “lineamientos, procesos y procedimientos para la elaboración, validación y puesta en producción de aulas virtuales a ser dictadas por estos medios de forma no presencial y semipresencial” (IC2:29). “acciones a corto, mediano y largo plazo para la transformación digital que contemple, además de los aspectos tecnológicos, los relacionados con la estructura normativa, procedural, organizacional, cultural y políticas institucionales, siendo de suma importancia los modelos pedagógicos, didácticos e instruccionales a ser aplicados” (IC2:35). “La experiencia más significativa es la formación y/o actualización de los docentes para el desempeño en la virtualidad. El Decanato de Postgrado desde el año 2009 ha contribuido en este aspecto, teniendo a la fecha más de 200 profesores que han tomado nuestros cursos” (IC3:22).

Con las aseveraciones de los actores sociales, se emplazan las acciones desafiantes asumidas desde las distintas dependencias de la universidad para incorporar el uso de la tecnología en las actividades de docencia, pues “los entornos de aprendizaje están cambiando. Los nuevos escenarios plantean desafíos técnicos

y pedagógicos a los que las instituciones de educación superior deben responder” (De Kereki Guerrero, 2003, p.19). Entonces, entre los retos o desafíos enfrentados por la universidad en la actualidad, están aquellos relacionados con la posibilidad de aprender o ganar, con un sensación de control en la relación sujeto-entorno (Raimundi et al., 2014).

Por otro lado, las debilidades son “factores, personas o situaciones internas que ejercen influencias negativas en la institución y que pueden detener, retroceder, debilitar o destruir su normal desarrollo” (Vallejo y Sánchez, 2006). Para los informantes clave las debilidades de la gestión del conocimiento en la universidad: (a) implican fallas en la infraestructura tecnológica, (b) se relacionan con la resistencia al cambio y desmotivación de los docentes, (c) son promovidas por el manejo de los recursos tecnológicos a discreción de los docentes, (d) generadas por el déficit de presupuesto, (e) dependen de la falta de equipo tecnológico de uso personal y (f) ha sido consecuencia de la ausencia de un sistema de gestión del conocimiento consciente en el orden institucional. Los actores sociales aseguran que:

“La débil infraestructura tecnológica cada día se deprecia, quedando en algunos casos la institución sin el servicio de internet que permita la conectividad a las actividades académicas y administrativas” (IC1:36). “la ausencia de políticas de mantenimiento a la infraestructura tecnológica” (IC3:24). “resistencia al cambio que se percibe en algunos departamentos académicos y docentes” (IC2:30). “La falencia más notable es la desmotivación de los docentes por el sistema de enseñanza virtual dada su situación económica” (IC3:23). “elaboración y puesta en producción de aulas virtuales de manera aislada e independiente de aquellos docentes que desean incursionar en dicha modalidad, sin ningún tipo de acompañamiento, control y seguimiento, transformándose en repositorios de contenidos” (IC2:31). “Existen pocas aulas virtuales elaboradas por docentes que fueron formados en el

diseño de medios virtuales a través de diplomados de postgrado, y que han aplicado dicha formación en esta modalidad” (IC2:32).

Ante lo expuesto por los actores sociales, se percibe una problemática compleja en el panorama UNET que compromete aspectos tecnológicos, políticos y de motivación laboral, por lo tanto, es necesario pensar en una diversidad de cambios y mejoras en la realidad planteada, para propiciar una educación mediada por la tecnología y desarrollada con una política institucional dirigida a incentivar la motivación al logro, en aras de afianzar el esfuerzo de los agentes educativos en la “construcción social que combina sistemas técnicos, pedagógicos y organizacionales con redes educativas, de información, económicas, sociales y políticas” (Aranciaga, 2015, p.44).

Ahora bien, durante la entrevista la investigadora observó en los actores sociales que: (a) elevan el tono de voz para remarcar los retos y las debilidades del contexto UNET relacionadas con la administración de los saberes, (b) afirman con el movimiento de su cabeza la presencia de retos más obvios en tiempo de pandemia, (c) exemplifican de manera efusiva con apoyo de su mirada y movimiento de las manos como su dependencia afronta los retos y establece las debilidades en la gestión del conocimiento.

Lo mencionado por los informantes y lo observado por la investigadora en la entrevista permite deducir que un “cambio en nuestra forma de concebir lo real implica un cambio en nuestro sentido de realidad, en el significado de nuestro mundo” (Tovar Hernández, 2003), en este sentido, el escenario universitario y sus agentes educativos están llamados a repensar su accionar para propiciar nuevas concepciones del acto didáctico a fin de asegurar un alto nivel de significatividad en la formación de los estudiantes y una demostración de buenas prácticas docentes.

CONCLUSIONES

Una vez finalizada la investigación se concluye atendiendo a sus intencionalidades lo siguiente:

La subjetividad considerada como la conciencia propia sobre la trama de la vida cotidiana en el escenario universitario, y atendiendo a las voces de los informantes clave delinean las siguientes concepciones sobre el conocimiento enfocadas en: (a) hechos, informaciones y experiencias (b) activo intangible, (c) facultad humana, (d) contextual y (e) tácito e implícito. Del mismo modo, las nociones de los actores sociales sobre la gestión del conocimiento están basadas en: (a) asociación con las organizaciones, (b) proceso complejo (c), las capacidades y competencias de quienes integran la comunidad universitaria.

Ahora bien, en una expresión subjetiva los informantes clave expresan elementos caracterizadores de la gestión del conocimiento en la universidad, como: (a) centrada en el talento humano y (b) administrada por órganos académicos. También determinan como debilidades de la gestión del saber: (a) fallas en la infraestructura tecnológica, (b) resistencia al cambio y desmotivación del docente, (c) manejo de los recursos tecnológicos a discreción del personal, (d) falta de presupuesto, equipo tecnológico de uso personal y de un sistema de gestión que integre el trabajo armónico de todas las dependencias institucionales. Además, las voces de los actores sociales manifiestan la necesidad apremiante de atender los desafíos o retos presentes en el contexto universitario centrados en: (a) formar de manera continua al docente y al estudiante, (b) impulsar el uso de la tecnología en materia institucional y (c) apoyar de forma integrada las dependencias organizacionales con una postura consiente sobre la administración del conocimiento.

En el plano intersubjetivo, las concepciones y características develadas por los informantes sobre la gestión del conocimiento en la UNET, son compartidas por la investigadora. El conllevar los saberes propios con los de “otros significativos” como participantes del mismo escenario laboral, permitió abordar el devenir

histórico con el cruce del horizonte interpretativo, en el cual se remarca la administración universitaria como un proceso complejo con diversidad de matices que requiere de una ruta para el saber individual y el colaborativo, pero con alcance institucional. De esta manera, las manifestaciones de los coinvestigadores y de la investigadora con respecto a la temática abordada responden a un tiempo y a situaciones de ejercicio de funciones en distintos cargos, es decir, las ideas y apreciaciones emitidas en la presente investigación pueden cambiar ante el impacto de las disruptivas propias de los contextos socioeducativos.

REFERENCIAS

- Aguerrondo, I. (2003). *Formación docente: desafíos de la política educativa*. México: SEP.
- Andreu, R., y Sieber, S. (2000). La Gestión Integral del Conocimiento y del Aprendizaje, *Economía Industrial*, 326: 63-72.
- Arfuch, L. (1995). *La entrevista, una invención dialógica*. Barcelona: Paidós.
- Aranciaga, A. (2015). Construcción de modelos pedagógicos en entornos virtuales de aprendizaje. Propuesta institucional para la licenciatura de trabajo social en la Patagonia Austral. Tesis doctoral, Universitat de les Illes Balears, España.
- Arfuch, L. (1995). *La entrevista, una invención dialógica*. Barcelona: Paidós.
- Arceo Moheno, G. (2009). El impacto de la gestión del conocimiento y las tecnologías de información en la innovación: un estudio en la pyme del sector agroalimentario de Cataluña. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya, España.
- Barrios Hernández, K., Olivero Vega, E., Acosta Prado, J. C., Meñaca Guerrero, I., Cazallo Antúnez, A. M., Medina Carrascal, H. J., Hernández Ariza, O. (2017). *Gestión del conocimiento y capacidad de innovación. Modelos, Sistemas y Aplicaciones*. Barranquilla: Universidad Simón Bolívar.
- Berger, P.; Luckmann, T. (1993) *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.

- Bolívar, A. (2007). Análisis del discurso. ¿Por qué y para qué? Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Bustinta Zuasnabar, E. (2015). Gestión del conocimiento docente para mejorar el rendimiento académico en la enseñanza superior con blended learning en Institutos Tecnológicos de la Provincia de Concepción. Tesis doctoral, Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú.
- Cabrolíe Vargas, M. (2010). La intersubjetividad como sintonía en las relaciones sociales. Redescubriendo a Alfred Schütz. POLIS, Revista Latinoamericana, Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30515709014>. 9(27). [fecha de Consulta 17 de Noviembre de 2022].
- Casasola Rivera, W. (2018). Un estudio fenomenográfico sobre estrategias didácticas en docentes y habilidades metacognitivas en estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Tesis doctoral, Universidad de Baja California, Colima, México.
- David, F. (2013). Conceptos de Administración Estratégica. (14^a ed.). México: Pearson Educación.
- De Kereki Guerrero, F. (2003). Modelo para la Creación de Entornos de Aprendizaje basados en técnicas de Gestión del Conocimiento. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- De Vries, W. e Ibarra, E. (2004). La gestión de la universidad. Revista Mexicana de Investigación Educativa. México, Consejo Mexicano de Investigación Educativa. 9(22):575-584.
- Diccionario de la lengua española (2005). Espasa Calpe: España. Disponible en: www.wordreference.com
- Domínguez Gutiérrez, S. (2007). El objeto de estudio en la investigación. Diversas aproximaciones. Revista de Educación y Desarrollo, 7:41-50.
- Gadamer, H. (1993). Verdad y método I. Fundamentos de una hermenéutica filosófica. Salamanca: Sígueme.
- Gadamer, H. (1998). Verdad y método II. Salamanca: Sígueme.
- Galeano, M. (2004). Diseño de proyectos en la investigación cualitativa. Colombia: Universidad Eafit.
- Giordan A. y Vecchio G. (1987). Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos. Sevilla: Díada.
- Kayani, J., y Zia, M. Q. (2012). The Analysis of Knowledge, Knowledge Management and Knowledge Management Cycles: A Broad Review. International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences. 1(6).
- La Madriz, J. J. (2010). Discusión reflexiva: entre las concepciones del saber docente, y el proceso de transposición didáctica. Sapiens. Revista Universitaria de Investigación, 11(1):79-96.
- López Sánchez, P. (2011). Aprendizaje Colaborativo para la Gestión de Conocimiento en Redes Educativas en la Web 2.0. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España.
- Mata Ordaz de B, Y., y Pesca de Acosta, C. (2011). La gestión del conocimiento en las universidades como baluarte organizacional. InterSedes: Revista de las Sedes Regionales, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66622603005>. XII(23):56-73.
- Medina, Y. (2016). Aproximación teórica del conocimiento universitario, mediante la valoración de los procesos de enseñanza y aprendizaje. [Tesis doctoral en línea]. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Rubio, Táchira. Disponible en: <http://hdl.handle.net/123456789/6866>
- Morin, E. (1994). Introducción al pensamiento complejo. Barcelona: Gedisa.
- Nonaka, I.; Konno, N. (1998). The concept of “ba”: building a foundation for knowledge creation. California Management Review. 40(3):40-54.
- Ortiz, A., Pérez, M. y Velázquez, R. (2014). Tendencias actuales de la gestión en las universidades. En: Julio Alvarez et al, (compiladores), Temas selectos de competitividad organizacional, México, Universidad Autónoma del Estado de México.

- Ortiz M, P (2008). Valoración cualitativa del capital humano en la Universidad Pública. Tesis Doctoral no publicada. Universidad Experimental Simón Rodríguez. UNERS. San Cristóbal. Venezuela.
- Packer, M. (1985). La investigación hermenéutica en el estudio de la conducta humana. *American Psychologist*. 40(10):1-25.
- Pastor Carrasco, C. (2010). Gestión estratégica del conocimiento para las empresas peruana. Quipukamayoc. Revista de la Facultad de Ciencias Contables, UNMSM, Lima, Perú. 17(34):199-208.
- Patton, M. (1990). Qualitative evaluation and research methods. Sage. Newbury Park C.A.
- Pávez Salazar, A. (2000). Modelo de implantación de gestión del conocimiento y tecnologías de información para la generación de ventajas competitivas. Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso.
- Raimundi, M. J.; Molina, M. F.; Giménez, M.; Minichiello, C. (2014). ¿Qué es un desafío? Estudio cualitativo de su significado subjetivo en adolescentes de Buenos Aires. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77331488001>. 12(2):521-534.
- Riverol Burgos, I. (2014). Modelo de gestión del conocimiento para organizaciones del sector público. Tesis doctoral no publicada. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Rizo , M., (2005). La Intersubjetividad como Eje Conceptual para pensar la Relación entre Comunicación, Subjetividad y Ciudad. Razón y Palabra. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199520655003>. 47. [fecha de Consulta 17 de Noviembre de 2022].
- Robledo, J. (2009). Observación Participante: informantes claves y rol del investigador. Nure Investigación, 6(42).
- Sadio Ramos, F. J. (2014). Determinación del rol de la intersubjetividad y de la eticidad en las biografías educativas de un grupo de profesores. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, España. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/39790/24588441.pdf?sequence=6>
- Sánchez-Amaya, T. y González-Melo, H. (2016). Saber pedagógico: fundamento del ejercicio docente. *Educación y Educadores*, 19(2):241-253.
- Santillán de la Peña, M. (2010). Gestión del conocimiento. El modelo de gestión de empresas del siglo XXI. España: Netbiblo.
- Sanz Prieto, M. (2017). Convergencia de la Gestión del Conocimiento y el eLearning en el Portfolio Profesional. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, España.
- Schütz, A. y Luckmann, T. (1977) La estructura del mundo de la vida. Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- Senge, P. M. (1992). La quinta disciplina. Barcelona: Granica.
- Strauss, A. y Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Tovar Hernández, C. (2003). El significado del concepto de lo real. *Acta Universitaria*, 13 (Sup), Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41609808>. 30-34.
- Trujillo Torres, J. M., e Hinojo Lucena, F. J. (2010). Apropiación de recursos y estrategias 2.0 para la innovación educativa en la docencia universitaria. *Enseñanza and Teaching*, 28(2):61-77.
- Universidad Nacional Experimental del Táchira (1993). Reglamento por Decreto No. 3.101. San Cristóbal, Venezuela: Autor.
- Vallejo, M. y Sánchez, V. (2006). Modelo de seguridad física con la aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para el Centro de Rehabilitación Social Femenino de Quito. Instituto de Altos Estudios Nacional. Tesis de Maestría, Quito, Ecuador.

Zabaleta De Armas, M., Brito Carrillo, L. E., Garzón Castrillón, M. (2017). Modelo universitario de gestión del conocimiento. En K. Barrios Hernández, E. Olivero Vega, J. C. Acosta Prado, I. Meñaca Guerrero, A. M.

Cazallo Antúnez, H. J. Medina Carrascal, O. Hernández Ariza, Gestión del conocimiento y capacidad de innovación. Modelos, Sistemas y Aplicaciones. Barranquilla: Universidad Simón Bolívar. 47-76.



Ivonn Olivares. Licenciada en Educación, Mención Ciencias Sociales (UCAT-1998), Magíster en Gerencia Educativa (UNET-2004), Magíster en Docencia Virtual (UNET-2018), Doctora en Ciencias de la Educación (UNESR-2011), Posdoctora en Gestión del Conocimiento apoyada en Entornos Tecnológicos (UPEL-2021). Personal académico en la categoría de Asociado de la UNET, adscrita al Departamento de Ciencias Sociales.

USO ACADÉMICO DEL WHATSAPP EN EL CONTEXTO UNIVERSITARIO

ACADEMIC USE OF WHATSAPP IN THE UNIVERSITY CONTEXT

Autor:**Díaz, Zirlis**

Departamento de Ciencias Sociales. Universidad Nacional Experimental del Táchira UNET. San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela

Corresponding Author: zdiaz@unet.edu.ve

RESUMEN

Desde las perspectivas tecnológica y pedagógica este estudio se propone caracterizar el uso académico que dan los estudiantes de Ciencia y Sociedad I de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, al WhatsApp como red social accesible y recurso educativo en el contexto universitario. Metodológicamente, el tratamiento de los datos es cuantitativo; se recurre a la recolección primaria de información (cuestionario) incluso desde la red. Los resultados revelan que con el WhatsApp, la función académica principal es el envío de materiales y contenidos; paralelamente han hecho uso de él en otras unidades curriculares para fines educativos y facilita la continua comunicación.

ABSTRACT

Based on the technological and pedagogical perspectives this study aims to characterize the academic usage given to the WhatsApp application by students in the subject of Science and Society I at the National Experimental University of Táchira, WhatsApp is an accessible social network and educational resource in the university context. Methodologically, the processing of data is quantitative; indeed, it is implemented the network for gathering primary information (questionnaire). The results reveal the main academic function of this application is sending materials and contents; in parallel with other subjects, it has been used for educational purposes and for facilitating continuous communication.

Palabras clave: WhatsApp, estudiante universitario, red social, uso académico.

Keywords: Whatsapp, college student, social network, academic Usage.

Recibido: 15/07/2022 **Aprobado:** 22/11/2022

INTRODUCCIÓN

En las circunstancias y dificultades de recursos, conectividad y otros que se viven en el siglo XXI sobre todo la experimentada por la Educación Superior en la Venezuela actual, sumándole los desafíos del Covid-19, hacen que el uso de la cultura digital y con ello las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje, se denotan como una oportunidad para fortalecer el área pedagógica universitaria en sus distintos ambientes. Claro está, ante los ojos impávidos del mundo, al mismo tiempo se advierte que la velocidad como avanzan, no necesariamente alcanza la profundidad, efectividad y utilidad de las mismas. Estas dependen sustancialmente de la acogida tanto del docente, como del alumno, en las distintas combinaciones en el uso y en el tipo de modalidad bien sea presencial, semipresencial o virtual.

En lo sucesivo, para ampliar la descripción del problema se parte de cómo ante una emergencia mundial, el whatsapp resultó una de las salidas para continuar la vinculación docente y estudiantil.

En un marco global al escanear la integración de las TIC y la educación en el ámbito Latinoamericano, ya el Banco Interamericano de Desarrollo BID, (2012) destacaba el rápido crecimiento e incorporación de tecnología y conectividad en América Latina y el Caribe, cuyo propósito se encuentra en obtener mejoras en el proceso de aprendizaje. En tanto, la Organización para las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO (2013) proponía un nuevo paradigma educativo, donde los núcleos apuntan a dos tipos de acción por un lado a las nuevas prácticas educativas y por otro a la evaluación de los aprendizajes como prioridades.

No obstante, el cimentar un nuevo paradigma significa abrirse a la realidad del entorno, su interrelación y a las verdaderas necesidades, intereses de los estudiantes. Por ello es fundamental “la comprensión de todos los

miembros de las comunidades educativas como aprendices” (UNESCO, 2013) entiéndase ahora no es solo visto como aprendiz al estudiante, sino también al docente, administrativo, directivo. A propósito de ello, etimológicamente la palabra “Aprendiz” está formada con raíces latinas y significa “persona que aprende”. Sus componentes léxicos son: el prefijo ad- (hacia), *prae* (antes), *hendere* (atrapar), más el sufijo -iz (agente femenino). (etimologias.dechile.net, 2020).

Por su parte Pérez (2010), al referirse al contexto de aprendizaje, cualquiera puede ver a un “aprendiz” como aquel que construye, modifica o refuta los conocimientos contextualizados; a la par que desarrolla competencias digitales.

En este sentido, en cuanto al contexto meso, los estudiantes universitarios ante la inminente presencia del covid a nivel mundial intensificó cambios en los procesos de enseñanza y hubo que tomar medidas inmediatas, ante esto los estudiantes se vieron forzados a experimentar ese rol ya no desde la pasividad, sino asumir nuevos retos bajo la orientación de los tutores o docentes que conforme avanzó esta realidad también asumieron nuevas estrategias y diversificaron aún más funciones como tutores y orientadores.

Ahora bien, a nivel micro al incorporar el hecho fortuito de la presencia del Covid-19 y el establecimiento de la cuarentena total en Venezuela a partir del 13 de marzo del 2020, para evitar la propagación del virus en el territorio nacional, hecho de emergencia nacional y ya antecediéndonos a nivel mundial, que ocasionó la suspensión de clases presenciales por parte del Ministerio de Educación Superior a partir del 13 de marzo, lo que trajo como consecuencia la sugerencia de aplicar estrategias pedagógicas de educación a distancia.

Ante esta medida, el Rector de la Universidad Nacional Experimental del Táchira se pronunció con una circular del 13 de marzo donde acataba las disposiciones y dispositivos preventivos emanados por el Ejecutivo Nacional y tomaba en

cuenta la consideración de las medidas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la suspensión de actividades académicas, administrativas y obreras presenciales a partir del 14 de marzo del 2020 hasta nuevo aviso.

De manera que, ante esta eventualidad, en pleno conocimiento que la modalidad de esta casa de estudio era presencial y la posibilidad de una posible reprogramación del semestre, ¿Qué medio podría utilizar para la comunicación con los estudiantes? En este momento, cuando hay evidentes fallas en el suministro del fluido eléctrico y la conectividad a través del internet en Venezuela, específicamente en el estado Táchira, sede de la UNET, había que pensar como sufragar esta contingencia y sostener un potencial acercamiento.

La salida perentoria surge en la oportunidad que subyace en las redes sociales principalmente porque están allí asequibles, usadas día a día por los jóvenes de todas las edades y por adultos; por ende, se incluyen también a los universitarios, quienes a través de sus dispositivos electrónicos tienen acceso al mundo virtual, cuando se estima que aproximadamente 3,8 millones de usuarios utilizan teléfonos inteligentes durante este 2020 (Fernández, 2020).

Por las razones expuestas anteriormente, se exhibe en el escenario que algunos docentes enfrentarán en lo sucesivo, incorporar los móviles o no en los espacios educativos, tanto en el universitario como en niveles que le preceden. El detalle reside en que no hay una comprobación en cuánto a habilidades, competencias, roles, experiencia y capacitación previa, entre unos y otros.

Ahora bien, las bondades de las redes sociales, son herramientas clave para la comunicación, en muchos ámbitos, incluyendo el educativo (Buxarrais, 2016). Lo que conlleva en este momento a emplear las innovaciones, de esta era de hiperconectividad, tal es el caso de aplicaciones como el WhatsApp que se ha convertido en una herramienta digital para usar dentro y fuera del aula, desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, porque así lo ratifican

las cifras estadísticas y los estudios cuando sostienen es el sistema principal de comunicación entre los jóvenes (Rubio & Perlado, 2015).

En otras palabras, en esta espiral tecnológica el papel principal lo ejercen los jóvenes, la omnipresencia del móvil impacta la realidad y la interacción con ella, para ilustrar esta tríada los móviles o “Smartphone”, las redes sociales o el WhatsApp constituyen áreas valiosas en la juventud anticipadas a las edades y en breve abruptamente desgarraron los cinturones espacios-temporales en la navegación por internet (Reig & Vilchez, 2013), sobre todo por su condición de “nativos digitales” dícese haber nacido y haberse formado con lenguas digitales (juegos de ordenador, videos, internet).

A todo esto, el objeto de estudio abarca el uso académico del WhatsApp en el contexto universitario. Caso: estudiantes de la unidad curricular Ciencia y Sociedad I de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. Esta asignatura en esencia forma parte del Proyecto de Vida que concibe la Universidad desde el Eje Socio Humanístico para el estudiante UNET, sin dejar de lado la importancia de la vinculación que este ha tenido con la evolución de la sociedad, por lo tanto, se reconfigura a los requerimientos de esta misma, y sus nuevas necesidades o características de la nueva cultura digital.

Desde la óptica digital, ampliando el zoom hacia el entorno virtual actual, para visualizar el comportamiento de todos ejerciendo el rol de ciudadanos digitales, la fuente de Kepios Analysis (como se citó en Galeano, 2020) muestra que basados en los usuarios mensualmente activos las plataformas más usadas en el mundo, para enero del 2020 son: Facebook con 2.449 millones; Youtube con 2.000 millones; WhatsApp 1.600 millones; FB Messenger 1.300 millones; Weixin / Wechat 1.100 millones; Instagram 1.000 millones; Douyin/Tik Tok 800 millones; QQ 731 millones; Qzone 517 millones; Sina Weibo 497 millones; Reddit 430 millones; Snapchat 382 millones;

Twitter 340 millones; Pinterest 322 millones y Kuaishou 316 millones.

Visto que en este ranking presentado el WhatsApp se encuentra bien posicionado y el primero en mensajería instantánea con respecto a Messenger y Snapchat. De los 7.800 millones de habitantes del planeta, según (es.estatista.com, 2020) más de 2.000 millones de usuarios utilizan WhatsApp aunque sea una vez al mes. Además, se está en presencia de romper el hito en la historia de las redes sociales, ya que durante este 2020 el 49 % de la población mundial las está empleando bien sea de manera social, profesional, educativa o personal una o más redes. Todo esto por el impulso de los dispositivos móviles, ya que el 99 % de los usuarios acceden a su red social predilecta por medio del móvil.

Marco teórico conceptual

El auge de las nuevas tecnologías, incluyendo los dispositivos móviles han facilitado la vida de todos, sobre todo de los estudiantes de las generaciones "Y" y "Z", también llamados generación Millennials (Moreira, 2015), siempre y cuando tengan un punto de conectividad cerca mantienen interacción social, comunicativa, informativa, lúdica, entre otras en cualquier momento.

Es habitual para los jóvenes levantarse y acortarse con su móvil en mano, inclusive se presentan situaciones particulares cuando en las aulas realicen consultas pertinentes al tema que se encuentran abordando. Pero es posible que cuando por ejemplo, en los procesos de aprendizaje que son presenciales, algunas veces puedan producirse objeciones por el uso del dispositivo, pues es calificado como una distracción, si éste no es manejado directamente o indirectamente como herramienta didáctica para el desarrollo de los contenidos programáticos. Todo este proceso de inclusión estará sujeto a la estrategia seleccionada por el facilitador.

La integración de las TIC y la educación se logra gracias al soporte, la existencia de las redes

sociales y los dispositivos móviles, este es el punto de origen, donde esta nueva sociedad internauta se conecta un número estimado de veces al día sobre todo para visitar las redes. Hay que hacer notar que estas ventajas son una ventana que complementa en circunstancias particulares como las actuales una oportunidad para solucionar la coyuntura de la pandemia.

Redes Sociales

Durante estas dos últimas décadas se ha hecho común el uso e incremento irresistible de las redes sociales, son sitios web conformados por comunidades de personas que tienen intereses en común y cuya principal función es conectar a las personas dentro de este mundo virtual (Obeso, 2019). También son vistos como aquellos espacios en el internet que gozan de ofrecer un instrumento de comunicación a una variedad de usuarios que se congregan en un mismo ambiente virtual, para intercambiar información de distinta índole (textual, fotos, videos, imágenes, música), a la vez que conversan sobre temas de interés (Cajal, 2017).

En tanto, desde el punto de vista informático son "páginas" donde se admiten a los usuarios conectarse con sus amigos, a la vez que facilitan relacionarse con otros usuarios hasta entonces desconocidos e intercambiar gustos análogos en ámbitos y áreas de su preferencia como lugares turísticos, juegos, citas románticas, entre otros (Castro, 2010).

Recapitulando, las redes sociales implican una interacción tecno social, en otras palabras, compatibilidad entre el campo tecnológico y el campo social (personal, familiar, profesional) en el ciberespacio, donde estas plataformas virtuales completan las actividades habituales.

En cuanto a la diversidad de plataformas se evidencia entre las más consultadas en el mundo virtual por los ciudadanos digitales corresponde al WhatsApp, como se hizo referencia en secciones anteriores, ya que lidera entre las redes de mensajería a 138 países (Galeano, 2020). Más aún en las distintas connotaciones que pudieran realizarse en cuanto a la clasificación, aparece

una primera que divide a las redes sociales en horizontales y verticales (Cajal, 2017).

Las primeras son las que llaman generalistas, concentra cibernautas en conversaciones generales de múltiples temas sin encasillarse en temas particulares. Ejemplo: Facebook, Twitter, Google Plus, entre otras. Las segundas son aquellas cuyo tema de conversación giran en torno a un tema de interés común de los que se conectan. Ejemplo: LinkedIn, red profesional; Instagram, centrada en fotos y videos; Soundcloud, basada en música, entre otros.

Por otro lado, existe una segunda red vertical que surgió en el V Congreso Iberoamericano celebrado en Burgos España, clasificaron las redes sociales de la manera que enseñada se muestra (iRedesV, 2015), están fueron: Generalistas: Facebook, Twitter, Google Plus, Tagged, Sina Weibo, Qzone; de contactos y citas: Meetic, Badoo, Match; agregador de Noticias: Reddit, Delicious, Menéame; temáticas de Turismos y Viajes: Tripadvisor, TopRural, Minube; de Salud y ejercicio: Health Trap, Endomondo, RunKeeper; Fotografía y Video: Youtube, Instagram, Pinterest, Flickr, Vimeo, Tango, Imgur; Mensajería: WhatsApp, Facebook Messenger, Telegram, Hangouts y Música: Soundcloud, Spotify, LastFM, MySpace.

WhatsApp

A propósito, la red social seleccionada en este estudio fue el WhatsApp, la cual se creó en 2009, gracias a la idea de uno de sus fundadores, Jan Koum, de Ucrania y Brian Acton de Estados Unidos, el otro cofundador. Se centraron en dos realidades para el emprendimiento, un nuevo sistema operativo para teléfonos inteligentes que estaba emergiendo y las apps de iPhone que comenzaba a expandirse, como resultado lanzaron la aplicación para iPhone; un acrónimo de “What Up” (¿Qué pasa?, en inglés) y App. Más tarde en 2014, Koum vendió la compañía a Facebook Inc. (Androidsis.com, 2020).

Entre las claves de éxito enseñada del lanzamiento de esta red se encontraban: posibilidad de que los usuarios pudieran ver si la

otra persona estaba conectada o no, las actualizaciones del estado y el doble check. Después el nuevo dueño Mark Zuckerberg agregó nuevas opciones de configuración que permiten sobre todo controlar la privacidad. Pero las nuevas innovaciones las introdujo con el salto a la Web, al escanear con la cámara del terminal el código QR que aparece en la pantalla del ordenador y con las videollamadas, donde se establece una comunicación en simultáneo hasta con 50 personas integrantes de la lista de contactos de WhatsApp.

Otra forma de contribución de la aplicación que nos atañe, es el ámbito educativo, quizás porque involucra su función principal de mensajería en primer plano y promueve a este el valor de uso secundario como herramienta o recurso educativo, en este contexto se suscita el uso de los Recursos Educativos Abiertos (REA):

son materiales de enseñanza, aprendizaje e investigación en cualquier soporte, digital o de otro tipo, que sean de dominio público o que hayan sido publicados con una licencia abierta que permita el acceso gratuito a esos materiales, así como su uso, adaptación y redistribución por otros sin ninguna restricción o con restricciones limitadas. Las licencias abiertas se fundan en el marco existente de los derechos de propiedad intelectual, tal como vienen definidos en los correspondientes acuerdos internacionales, y respetan la autoría de la obra. (UNESCO, 2012).

Por lo tanto, como recurso educativo la versatilidad de funciones del WhatsApp están a la vista y de acuerdo a la asistencia que ofrecen, entre algunas se mencionan: recibir y realizar videollamadas de forma gratuita; colocar recordatorios de entregas; aclarar dudas en línea o ejecutar tutorias; brindar retroalimentación en tiempo real; adjuntar, videos, fotos, documentos, link y otros archivos; crear grupos para interactuar con ellos; resolver actividades y promover la motivación y creatividad. (Mosquera, 2017).

Conteste a las características anteriores se presta especial atención a los criterios pedagógicos que

el tutor tome para la construcción de la estrategia, iniciando en la concordancia con el objetivo del programa o de las habilidades a destacar, para esto formula los aspectos formales del contenido y las actividades que darán cuerpo al producto final. Pero que a su vez, prevalezca en el discente iniciativa, responsabilidad, creatividad, organización y competencias.

Todo este proceso es tan dinámico que se hace acreedor de un acompañamiento más asincrónico dependiendo de su evolución, hasta que definitivamente el proceso de aprendizaje se completa, cuando éste se apropia y comprende el ¿qué, cómo, para qué y por qué? El whatsapp no mas que como un medio o instrumento que permitió ocasionalmente, la entrada y salida de información, sin límites, accesible y gratuito.

De igual manera, otros autores acogen al WhatsApp como herramienta educativa porque existen grandes razones de cooperación hacia la comunicación, así se ha dejado ver en estudios ya ejecutados y se puede señalar entre algunos de ellos a Perreira y de Mello (2019) en su artículo titulado: "Herramientas de aprendizaje innovadoras: una experiencia con WhatsApp", donde el objetivo es el uso del whatsapp como instrumento de enseñanza y aprendizaje, la metodología fue de enfoque cuantitativo (cuestionarios) y cualitativo (investigación – acción), en dos grupos de estudiantes, de pedagogía y otro distintas disciplinas, para evaluar si éstos obtienen un aprendizaje profundo, favorece la igualdad de intercambio de información o aumento de la competencia interpersonal.

En particular, el aporte de los autores mencionados al estudio actual se refiere al uso en común en otras unidades curriculares como herramienta auxiliar, pero no como medio principal de la unidad o herramienta de aprendizaje predominante y profundo. No obstante, los alienta o motiva para el estudio y reflexión. En común con los de Ciencia y Sociedad I, también los estudiantes valoraron el efecto de vincular información y contenidos, así como haber aclarado dudas. Finalmente, la gestión de los grupos se hizo a través de ellos

mismos para su creación y el facilitador lo usó para la mediación entre los materiales y la posible ejecución por medio de la orientación instruccional.

En paralelo, dada la popularización del WhatsApp y su comportamiento sobresaliente estimuló a Suárez (2018) a realizar un estudio cuyo objetivo fue conocer y describir los usos educativos de la aplicación Whatsapp, así como sus ventajas y desventajas a través de una investigación cualitativa sustentada en lo documental, así descubrió por ejemplo que esta no fue utilizada con tanta intensidad antes del 2013; el mayor uso pedagógico fue en la etapa universitaria; facilita la retroalimentación y las orientaciones académicas.

Evidentemente existe una aproximación en aspectos fundamentales como el estudio sobre todo de los estudiantes en la etapa universitaria. De ahí que los tutores puedan acercarse, se sirvan de su tiempo para la planificación y organización de las actividades a ejecutar por medio de esta red, para que el resultado sea pedagógico y la motivación del estudiante al aprendizaje se incremente. Además abre el camino de visibilizar los resultados positivos de las mejorías en las modalidades presenciales al recurrir en situaciones atípicas y no controladas como la actual la congruencia de integrar las TIC a la academia.

Las TIC han cambiado la manera de comunicar y acceder a la información, Sanz (2014) tenía como objetivo saber si utilizar el Whatsapp en la enseñanza era un factor que motive a los alumnos a investigar en el contexto educativo informal. Para eso la encuesta fue propicia, al resultar una herramienta que conlleva por sus características, a la creación de grupos donde se estructuran mejor los trabajos colaborativos y se conduce a suministrar el medio de esclarecer dudas y dilucidar caminos o vías de abordaje en el aprendizaje, según los diferentes niveles de habilidad y promover la interacción social que puede comprender procesos mentales como el razonamiento, la comprensión y el pensamiento crítico.

Por consiguiente, esta poderosa red social a pesar de las debilidades que puede ocasionar en los jóvenes, de adicción y dependencia, representa un acontecimiento favorable para la educación al facilitar el envío de materiales didácticos, acompañar a los estudiantes. En otras palabras, no se limita solo a la comunicación, sino que permite el envío de material multimedial en cualquier momento y en cualquier lugar, de modo que los estudiantes les es posible alternar el uso del móvil en actividades personales y educativas.

MÉTODO

El estudio responde a una investigación de naturaleza cuantitativa, la cual permitió que la recolección de los datos se fundamente en la medición de éstos y su análisis a través de estadísticas básicas descriptivas.

El objetivo general de este estudio fue caracterizar el uso académico que los estudiantes de Ciencia y Sociedad I de la Universidad Nacional Experimental de Táchira dan al WhatsApp como red social en el contexto universitario. Para ello se planteó como objetivos específicos, diagnosticar el uso académico del WhatsApp como red social accesible en el contexto universitario para desarrollar el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como describir el proceso mediante el cual el WhatsApp es utilizado como recurso didáctico por estudiantes de la unidad curricular Ciencia y Sociedad I.

Visto que hay que dar respuestas a los objetivos planteados, la operacionalización de variables en la investigación orienta el proceso, al descomponer las variables en dimensiones e indicadores que permiten medir y dar paso a la observación directa, así a continuación se presenta la tabla por medio de la cual surgió el instrumento. (**Ver Tabla 1**).

A saber, el tipo de investigación utilizado es de nivel descriptivo, que “comprende la descripción, registro, análisis o interpretación de la naturaleza actual, la composición o procesos de los fenómenos,” (Tamayo, 2002). En este caso se describe el fenómeno por un lado, acerca del origen sobre la decisión en el uso académico del WhatsApp por parte de los estudiantes y la docente, y por el otro, de dar respuesta a las características más predominantes en cuanto a la selección de la aplicación WhatsApp como estrategia para dar continuidad a las actividades durante la pandemia y confinamiento del 2020.

En particular, el diseño o estrategia adoptada fue la investigación de campo, “que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurren los hechos, datos primarios” (Arias, 2006). Así, los datos fueron recolectados en su fuente original de los estudiantes de la unidad curricular Ciencia y Sociedad I, la cual tiene una vigencia en la UNET de carácter obligatorio, condición teórica y modalidad presencial.

Tabla 1 Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Items
Whatsapp Uso Académico	Frecuencia de uso del whatsapp para fines académicos		<p>1. ¿Cómo estudiante universitario ha usado Whatsapp anteriormente con fines educativos? - SI - NO</p> <p>2. ¿En cuántas unidades curriculares ha utilizado el Whatsapp con fines educativos en un mismo semestre? - 1 - 2 - 3 - >4</p> <p>3. En la unidad curricular Ciencia y Sociedad I, ¿considera que el Whatsapp ha sido una red social importante para generar la comunicación en el curso? - Siempre - Algunas veces - Nunca</p> <p>4. ¿Cuál es para Usted el mejor momento de utilizar el Whatsapp con fines académicos? - Mañana - Tarde - Noche</p>
	Diferentes funciones del whatsapp en lo académico		<p>5. ¿Cuál considera usted sea la función académica principal al usar Whatsapp? - Facilita el envío de materiales o contenidos - Permite aclarar dudas con el profesor - Permite intercambio de información y contenidos con los compañeros</p>
			<p>6. ¿Cuál considera usted es el aporte del Whatsapp al profesor en la administración de su unidad curricular? - Flexibilidad - Complementariedad - Liderazgo</p>
Redes Sociales	Tipos de redes sociales		<p>7. Cuando recibe un material educativo a través de Whatsapp, ¿Dónde lo almacena? - Whatsapp - Gmail - Drive - Otro, especifique - No lo almaceno</p> <p>15. ¿Ha sido útil para desarrollar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la unidad curricular Ciencia y Sociedad I el Whatsapp como red social? - Siempre - Algunas veces - Nunca</p>
Whatsapp	Funciones del whatsapp		<p>8. ¿De las formas de aprendizaje que permite el Whatsapp cual más prácticas? - Interactuando - Compartiendo</p> <p>9. ¿Cuál es la función que considera más útil del Whatsapp en el sentido académico? - Mensajes - Creación de grupos de contacto - Envío de fotos - Envío de videos - Mensajes de voz - Envío de Stickers - Cambios de estados - Videollamadas</p> <p>10. ¿Cuál es el beneficio más importante del Whatsapp en el ámbito académico? - Es gratuito - No muestra contenido publicitario - Cuenta con mensajería instantánea - Está protegido al ser cifrado de extremo a extremo</p>
Recurso Educativo	Como Medio Digital conduce al desarrollo de actividades educativas		<p>11. Aprovechando el alcance del Whatsapp como red social, ¿Estaría dispuesto a recibir clase por este medio? - SI - NO</p> <p>12. ¿De la información académica recibida a través del Whatsapp, esta le permite reflexionar de los contenidos en cuestión? - Siempre - Algunas veces - Nunca</p> <p>13. ¿Se siente atendido por el facilitador cuando se manifiesta a través del Whatsapp? - Siempre - Algunas veces - Nunca</p> <p>17. En el caso de esta asignatura, ¿El Whatsapp solo se utiliza para comunicar información de interés sobre la unidad curricular? - Siempre - Algunas veces - Nunca</p>
	Responde a características didácticas apropiadas al aprendizaje		<p>14. De las actividades a desarrollar en el tema 3, ¿Cuál ha comprendido mejor con base en el material didáctico a estudiar y con las instrucciones para desarrollarla? - Conceptos básicos a través del glosario - Elaboración de la línea de tiempo sobre las Repúblicas - Opinión personal de su compromiso como futuro ingeniero</p> <p>16. Recibir el material didáctico así como las instrucciones para desarrollar actividades en el aula de clase, ¿ha sido útil para el proceso educativo? - Siempre - Algunas veces - Nunca</p> <p>18. ¿Considera usted ventajoso compartir los materiales de manera digital y por teléfono, con acceso rápido a la información en la misma aula de clase? - Siempre - Algunas veces - Nunca</p> <p>19. ¿El Whatsapp como herramienta para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje presencial, en una apreciación global: el grado de satisfacción es? - Alta - Media - Baja</p>

Población y Muestra

La población objeto de estudio está conformada por el conjunto de estudiantes de las secciones 1, 3, 7 y 11, que corresponde a 88 estudiantes, bajo la matrícula de la unidad curricular de Ciencia y Sociedad I adscrita al Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional

Experimental del Táchira en el estado Táchira, Venezuela.

A causa de la pandemia en esta institución de Educación Superior se apeló a la estrategia de contacto con los alumnos, control y seguimiento, en otras palabras acompañamiento en actividades académicas para mantener activos a los estudiantes durante el confinamiento, no

obstante sólo en casos especiales en la modalidad semipresencial o a distancia se giraron instrucciones para continuar el avance de contenidos programáticos, tomando en cuenta que en la UNET la modalidad imperante es la presencial. Ante las condiciones declaradas, la docente que ofrece esta unidad, vio la oportunidad del uso del WhatsApp como recurso educativo virtual para asignar directrices en la preparación de las actividades académicas concernientes a cubrir la unidad III de la materia. Como consecuencia, el criterio de selección se centró en los 49 estudiantes activos como muestra que equivale al 56% de la población total, que interactúan de modo regular a través de la red mencionada. A este tipo de muestreo lo señala Pérez (2000) como “muestreo aplicando criterio”. En otras palabras, Tamayo (2002) les denomina “muestras no aleatorias o empíricas”, es decir, “el muestreo intencionado”, significa que el investigador elige el elemento particular que a su juicio lo constituye, en algunos casos es viable ajustarse a las consideraciones de los expertos que tenga conocimiento de la población que investiga y hacer uso de las sugeridas.

Instrumento de recogida de información

Como herramienta de recolección de datos se utilizó un cuestionario ah hoc, la composición del mismo es mixto. Se puede señalar que la elección de esta técnica de la encuesta y el instrumento el cuestionario, se apoyó en las ventajas que representa aplicar a un conjunto definido de individuos, un cúmulo de preguntas o ítems acerca del fenómeno que se estudia. Al mismo tiempo, por causa del abordaje bibliográfico y el establecimiento del (os) objetivo(s), tanto general como específicos, se diseñó la matriz de operacionalización de variables, de la cual se derivaron las preguntas construidas y que propician las respuestas aptas a las dimensiones e indicadores establecidas en el estudio.

Más adelante, la composición de éstas tal como lo destaca Murillo (2004) se hizo integrando preguntas cerradas y semi cerradas, entre ellas: de opción simple, dicotómicas y de escala. El instrumento fue validado por la comisión de

expertos conformado en las especialidades de estadística, metodología de la investigación y la titular de la unidad curricular. En efecto sus observaciones fueron incorporadas en el rediseño del cuestionario, que dieron paso a la disponibilidad hacia la configuración y finalmente la aplicación.

Hay que hacer notar que el cuestionario se configuró con la herramienta de Formularios de Google con un diseño adaptativo, organizado en tres secciones (Saludo, Datos Generales, Ítems o preguntas sobre el fenómeno estudiado); así pues, el envío del cuestionario lo produjo la docente a través de la aplicación, acción que facilita la respuesta de los estudiantes desde sus móviles o con el ordenador desde su casa, activando WhatsApp Web como alternativa.

En todo caso, las ventajas más relevantes están en lo favorable del envío, tomando en cuenta las restricciones de movilidad en estos momentos y la recopilación de respuesta automática, ordenada del formulario, con gráficos, datos y estadísticas básicas descriptivas de las respuestas en tiempo real.

RESULTADOS

Los descubrimientos más relevantes de esta investigación conllevan en un primer plano, que los estudiantes encuestados dentro de la primera dimensión arroja que un 91,8% ya había utilizado en algún momento la herramienta de Whatsapp con fines educativos, por lo menos en dos unidades curriculares distintas a la que se encontraban cursando en ese momento, sobre todo porque les permite la comunicación constante, fluida con el docente y los compañeros.

De esta manera en la dimensión del uso académico y el indicador de las distintas funciones académicas está la red social que hacía operativa la continuidad y respectivo acompañamiento fue el WhatsApp, en el (**Gráfico 1**) se observa tal distribución y se distinguen como los más relevantes son dos o una o unidad en un 36,7% y 32,7%, respectivamente.

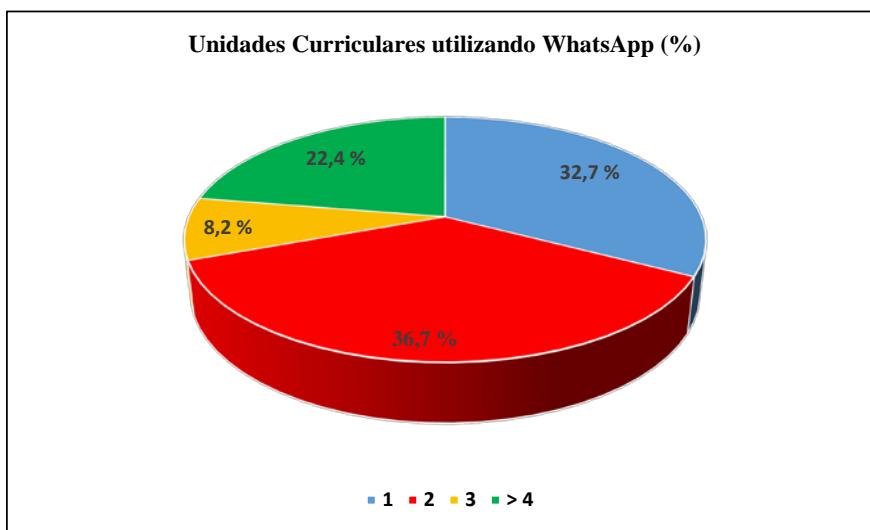


Gráfico 1. Número de Unidades Curriculares utilizando WhatsApp en un Mismo semestre para fines educativos (%)

Es de destacar que el indicador de la frecuencia de uso del Whatsapp durante el día el interactuar con este recurso, predomina en las mañanas en un 42,9% y como función esencial el envío de materiales y contenidos, quedando en un segundo y tercer lugar el intercambio con compañeros o aclarar dudas, respectivamente.

De ahí que la más destacada de las funciones académicas cumplidas se aprecie en un 65,3% la del envío de materiales y contenidos (**Gráfico 2**).

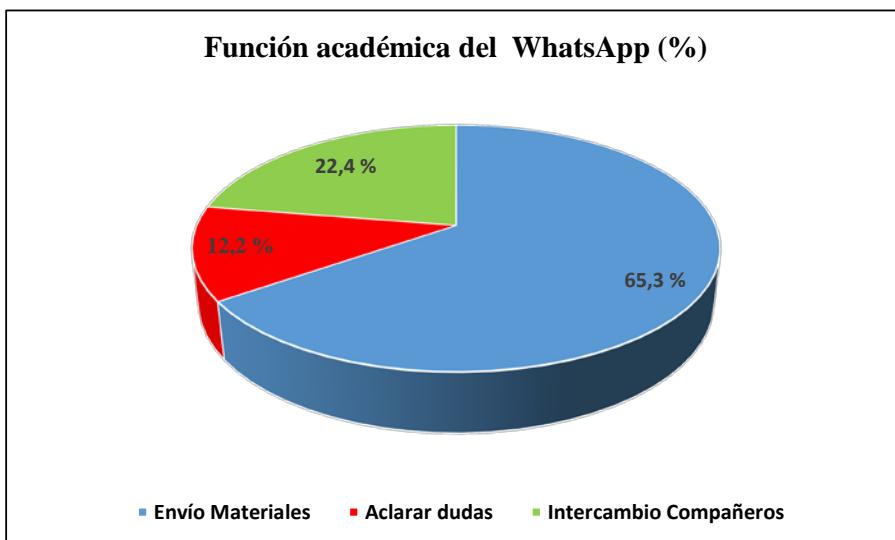


Gráfico 2 Función académica principal del WhatsApp

Al mismo tiempo, ellos comprenden que como red social más importante en un 59,2% esta permitió la continuidad según el indicador de las funciones del whatsapp por abrir el canal de comunicación y además se manifiesta su atractiva utilidad cuando es la cualidad de la flexibilidad más distintiva que aporta a los docentes en un 69,4% para la administración ante la contingencia, pidiendo tener activo el grupo de contacto a través de la mensajería.

En este mismo ámbito, otro beneficio que se distingue en un 51% que la mensajería es instantánea y un 34,7% reconoce es gratuita, lo que suscita desde la dimensión del recurso educativo a través del indicador de medio de uso digital que promueve las actividades educativas que el 67,3% de los estudiantes estarían dispuestos a recibir clase por este medio si así se requiriese.

De modo accesorio, resulta curioso que un 71,4% dedican algunas veces tiempo a reflexionar acerca de los contenidos por allí enviados y reciben seguimiento o atención siempre en un 44,9% por parte del facilitador.

Finalmente, en cuanto a las actividades expeditas del tema 3, el material didáctico enviado por este medio considerado el más valioso con instrucciones específicas a desarrollar ha sido en un 44,9% la elaboración de la línea del tiempo de las repúblicas. Por lo tanto, reconocen siempre la utilidad en un 55,1% de este medio para recibir los materiales didácticos e instrucciones de las actividades en el proceso educativo y contribuir al proceso de enseñanza y aprendizaje.

DISCUSIÓN

En esta investigación el conjunto de sujetos de estudio representan un 98% de jóvenes universitarios todos de ingeniería (Agroindustrial, Agronómica, Ambiental, Civil, Electrónica, Industrial, Informática, Mecánica y Producción Animal) en edades comprendidas entre los 16 a 21 años, lo que significa que se está en presencia de “Nativos Digitales” (Prensky, 2001), es decir, han crecido en la era

digital, los ordenadores, móviles y videojuegos son los artefactos con los que interactúan a diario en la red. Dado que su quehacer cotidiano gira en torno a la tecnología, la primera demostración se hace manifiesto cuando el 40,8% de ellos se titularán en Informática.

Pero lo que origina el estudio reposa en la disyuntiva que se presenta ante el Covid-19 y la cuarentena quienes obligan a cambiar la dinámica académica, tarde o temprano lleva a la reflexión no solo a los educadores, sino también a los aprendices, acerca de las dos realidades desiguales en el contexto universitario; en cuanto a formación y continuidad de los procesos educativos. La primera, radica en las condiciones de acceso de conectividad y las habilidades adquiridas por el facilitador.

La segunda, a que estos nativos puedan poseer los recursos electrónicos bien sean ordenadores, Tablet o móviles yuxtapuesto lógicamente a la conectividad, para cumplir con las actividades asignadas, en caso contrario podrían quedar excluidos del proceso educativo. No obstante, la coherencia de algunos de ellos aviva la aspiración de avanzar y están dispuestos a recibir educación bajo la modalidad virtual, cuando un 67,3% son receptivos a este escenario. En particular la facilitadora, quien previamente indagó acerca del acceso a los recursos que la viabilidad estaba en los móviles, ya que muchos no poseen ordenador o señal de internet.

Importa y por muchas razones, contar con esta herramienta digital para la educación virtual porque brinda primacía, en inicio da cabida a siempre propiciar la comunicación valorada en un 59,2% por ellos mismos, no solo vertical con el docente, sino horizontal entre los compañeros y el tutor. Posterior destaca la cualidad de ser abierta y asincrónica, en cualquier momento se consiente la interacción mañana, tarde o noche, siendo por preferencia en un 42,9% de los alumnos las consultas en las mañanas, por supuesto atendiendo a pautas de respeto a las horas de descanso, lenguaje en las intervenciones y envío de materiales y contenidos.

Pues bien, en lo que se refiere a la administración de estos grupos, en la creación en las distintas secciones se organizó por parte de los mismos estudiantes, en cambio el envío de materiales y contenidos quedó a cargo de la facilitadora. De forma que la visión de los alumnos en cuanto al aporte por medio del WhatsApp, en esta administración del facilitador, la valoraron en términos de un 69,4% con una sustancial flexibilidad, fenómeno que se afianza al recibir mayor número de atenciones por parte de este en relación con las clases presenciales, porque en suma estas pueden percibirse como más rígidas, al solo tener contacto una vez a la semana.

Por consiguiente, como red social se destaca la ventaja de la mensajería instantánea en un 51%, además de ser gratuita, la protección o no mostrar contenido publicitario. Así mismo, permite almacenar por cierto tiempo los contenidos en ella misma, ventaja que no desestiman en emplear con un 57,1% aun cuando existen opciones de Gmail, Drive, entre otros.

Sobre la base de las ideas expuestas se entra en el segundo objetivo para describir como el WhatsApp es utilizado como recurso didáctico en pro de los estudiantes de la unidad curricular Ciencia y Sociedad I, para ello se hace necesario puntualizar la estrategia pedagógica utilizada por la facilitadora, en vista de las limitaciones obvias que la red social presenta dado que no se puede buscar información por ejemplo, en cambio sí es posible realizar tareas de intercambiar material didáctico, tutorizar a los aprendices, hacer recordatorios, entre otros.

Con referencia a la estrategia y en pleno conocimiento que la instrucción de la UNET es mantener activos a los estudiantes, mas no adelantar contenidos en principio, desde lo tecnológico esta consiste en discutir elementos de la modalidad presencial y de la virtual, esta última desemboca hacia la incorporación de la “tecnología ubicua” (Velandia, Serrano, & Martínez, 2017) que busca la interacción simultánea con distintos dispositivos, en muchas ocasiones sin que la persona se entere. Así que, por medio de los móviles, el “U-Learning” es

una innovación que permite el aprendizaje centrado en el estudiante y mediado por la tecnología.

Mientras tanto desde lo pedagógico, se impulsa el aprendizaje constructivista y se estimula el aula invertida o “Flipped Classroom” esta estrategia acuñada por Bergmann y Sams, es un modelo pedagógico que consiste en invertir los dos momentos que intervienen en la educación tradicional (Merla & Yañez, 2016), es decir, las tareas o proyectos se concretan en el salón de clase y los contenidos temáticos son aprendidos fuera de este. El aprendiz realiza autoaprendizaje y favorece el de sus compañeros, el facilitador es el guía del aprendizaje.

Las instrucciones para cubrir la unidad temática III estaban compuestas por el glosario, material didáctico de la Historia de Venezuela en Repúblicas y la propuesta heurística de la hoja de trabajo, los aprendices se encargarán de la preparación del taller y una vez que se re establezca la presencialidad ellos lo desarrollarán en aula.

Una vez recibido el material didáctico el 51,5% considera útil al WhatsApp en esta función a los fines educativos, se inicia entonces el proceso de lectura y análisis de estos, esta fase conlleva a consultas de parte de los alumnos y el 46,9% siente que solo algunas veces el tutor le orienta de manera inmediata. Sin embargo, vale aclarar que la mediación docente y el intercambio comunicativo, estuvo supeditado a las condiciones de conectividad en el país, pues actualmente la conectividad es intermitente, aunado a los cortes continuos y programados del fluido de luz.

Esta situación provocó discontinuidad en la retroalimentación afecta a veces un 71,4% a los estudiantes en la reflexión de los contenidos, en tanto que el uso de la aplicación está condicionado a veces en un 59,2% en ese grupo sólo para ser utilizado con información de interés hacia la unidad curricular, de modo que se hace siempre ventajoso en un 71,4% compartir los materiales de manera digital y por el móvil, con

acceso rápido a la información como si estuvieran en aula.

Entre los integrantes del grupo en este aprendizaje constructivista y rol activo que desempeñan, el aporte del WhatsApp en sus funciones más fluidas para practicar con este se destaca en un 63,3% compartir material, información, instrucciones, ilustraciones; se observó también cuando el foco es la unidad curricular y el objetivo a cubrir en conjunto con las habilidades a estimular por parte de la tutora exhiben en un 44,9% que la actividad más motivadora y que han comprendido es la elaboración de la línea de tiempo sobre las Repúblicas.

Finalmente, en una apreciación global de la experiencia de haber recibido las instrucciones, material didáctico y retroalimentación para la preparación del taller, los aprendices visualizan en un 49% el grado de satisfacción en un nivel medio del WhatsApp como herramienta para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En otras palabras, no es suficiente la función complementaria del Whatsapp, es necesario interacción más directa, pues desde este punto de vista el solo utilizarlo como medio digital, es un poco frío y en los procesos de interpretación podrían quedar sujetos a criterios propios de los estudiantes.

CONCLUSIONES

La aplicación de WhatsApp que es universal y se ha instaurado en muchas partes del mundo, aproximadamente en 138 países y en 53 lenguas distintas, es el líder en las redes sociales en la mensajería. Pese a esto dentro de sus múltiples funciones operativas, presenta debilidades y peligros inminentes para los cibernautas, como ocupar mucho espacio en la memoria del móvil, por lo tanto, ralentizar otras funciones del dispositivo; no es posible utilizar sin internet, entre las más sobresalientes.

Ahora bien, su creación facilita la comunicación y aun cuando no fue creada para fines educativos, la educación parte de una

comunicación efectiva. Esta plataforma permite comunicación instantánea, compartir información (textual, notas de voz, videos) y creación de grupos para promover el trabajo colaborativo.

En la investigación, la aplicación ha servido para fortalecer la comunicación horizontal, en esta asignatura ha crecido la participación por parte de los alumnos con la facilitadora e incluso entre ellos mismos; ahora se ejercen otras responsabilidades de tutorías, orientación por parte del facilitador, de autoaprendizaje y competencia digital (aprenden haciendo) por parte de los aprendices.

Al mismo tiempo crece el riesgo de desigualdad, aún cuando todos pudieran tener las mismas posibilidades de acceso a internet o un ordenador en su hogar, no necesariamente ellos lo gozan, la salida o solución más viable recae en los dispositivos móviles y los planes de datos que invierten de las operadoras que ofrecen paquetes de megas para consumir y continuar disfrutando de conexión.

El conjunto de evidencias muestra que el WhatsApp como red social puede utilizarse como herramienta académica, dependiendo de la intencionalidad de los agentes educativos, en otras palabras, su foco como promotores es mejorar el aprendizaje a través de renovadas prácticas educativas. También en algunas ocasiones la función que la ocupa es complementaria para los fines académicos, porque agiliza algunas actividades vitales. De cualquier manera, los aprendices de esta asignatura valoran el compartir materiales didácticos, hacer recordatorios y retroalimentación asincrónica, en cualquier momento y en cualquier lugar.

En otras palabras, otras características resaltantes es que se flexibiliza la tutoría del docente, cuando puede personalizarla con cada aprendiz y le acompaña al ritmo de cada uno. Además, en la vivencia de ellos en cada semestre más unidades curriculares se complementan con el uso del WhatsApp fuera y dentro del aula, para desarrollar un proceso de aprendizaje y

construcción colaborativa, desde distintos proyectos e iniciativas.

Considerando los objetivos del estudio, se puede concluir que el uso académico del WhatsApp como red social accesible en el contexto universitario para desarrollar el proceso de enseñanza y aprendizaje fue utilizado por los estudiantes para fines académicos, no sólo en la unidad curricular de Ciencia y Sociedad I, sino en por lo menos dos más, lo que significa que varios docentes lo utilizan como una herramienta de recurso abierto.

En el caso del proceso en que el estudiante utiliza el whatsapp como medio didáctico en la unidad curricular de Ciencia y Sociedad I, se inicia con la conformación del grupo, luego con el planteamiento de las normas a ejecutar de horarios en la interacción de este. Seguidamente, la tutora envió las asignaciones una guía de la Unidad III de la parte sociopolítica venezolana, con su respectivas instrucciones, que consiste en la ejecución de un taller.

A continuación, incluyó el envío de material didáctico de un glosario de la unidad curricular y una guía acerca de la historia venezolana descrita en repúblicas. Entonces se dio el proceso de asesoramiento por parte de la docente a los estudiantes en un amplio período de preguntas y respuestas para la preparación de las actividades y cumplir con el taller cuando se aprobó dar continuidad a través de un ambiente virtual de aprendizaje.

Así, los estudiantes entre las características más importantes que valoran del uso académico de esta red son: la conexión inmediata, desde los hogares, la calle o el transporte en tiempo real; es gratuito; el intercambio de contenidos, aunque no siempre le permite reflexionar acerca de éstos, por lo que es necesario aplicar otras estrategias.

En cuánto a considerarse un recurso educativo de provecho como medio para las instrucciones y contenidos abordados se sienten antendidos la mayoría de veces por la tutora entablando conversaciones de carácter académica.

Vale destacar que durante el seguimiento de la investigación con la docente y la interacción con los aprendices, se evidenciaron características adicionales que a simple vista se pueden pasar desapercibidas, pero que constituyen en joyas muypreciadas de un tesoro si se permite esta analogía, que se pueden apreciar como valores de uso secundario que suman a la formación.

Por un lado, es indiscutible que se promueve la culta escritura, cuando el estudiante se dirige a plantear cuestionamientos que espera sean aclarados por su tutor o a emitir una opinión específica acerca de una pregunta o intercambio de ideas que se suscite en el chat, se toma su tiempo para redactar, no actúa a la ligera como pudiera expresarlo oralmente en la presencialidad.

Por el otro, en este acercamiento, es obvio que en esta zona de comunicación las identidades de las que tanto riesgos se corren en el mundo de los cibernautas, pasan a ser reales, no hay que temer, puesto que todos los integrantes que conforman el grupo son los registrados en la instancia correspondiente de la unidad curricular, inclusive ante cualquier duda, el orientador, puede llamar y confirmar la identidad del estudiante.

En conjunto, es favorable el uso de esta red social como recurso educativo más con carácter accesorio para el envío de contenidos, recordatorios, foros y aclaratorias, pero en ningún momento puede sustituir los ambientes de aprendizaje bien sean virtuales o presenciales.

REFERENCIAS

- Androidsis.com. (2020). *Androidsis.com. Obtenido de Historia de WhatsApp: origen, evolución y logros:* <https://www.androidsis.com/historia-de-whatsapp-origen-evolucion-y-logros/>
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica.* Caracas: Editorial Episteme C.A.
- Banco Interamericano de Desarrollo, (2012). *Construyendo puentes, Creando oportunidades: La Banda Ancha como*

- catalizador del desarrollo económico y social en los países de América Latina y el Caribe.* Washington: BID.
- Buxarrais, M. (2016). Redes Sociales y Educación. *Education in the Knowledge, EKS*, 15-20.
- Cajal, M. (2017). *Qué es una red social: Tipos de redes sociales y para que sirve.* Obtenido de: <https://www.mabelcajal.com/2017/06/que-es-una-red-social-tipos-redes-sociales-para-que-sirven.html/>
- Castro, J. (2010). *Info Aleph.* Obtenido de ¿Qué son y para qué sirven las redes sociales?: <https://infoaleph.wordpress.com/2010/04/14/%C2%BFque-son-y-para-que-sirven-las-redes-sociales/es/>
- Estatista.com. (2020). *es.statista.com.* Obtenido de Redes Sociales: Whatssap alcalza los dos mil millones de usuarios: <https://es.statista.com/grafico/20839/usuarios-de-whatsapp/>
- Etimologias.dechile.net. (2020). Obtenido de <http://etimologias.dechile.net/?aprendiz>.
- Fernández, R. (2020). *Número de usuarios de smartphones a nivel mundial desde 2016 hasta 2021 (en millones).* Obtenido de es.statista.com: <https://es.statista.com/estadisticas/636569/usuarios-de-telefonos-inteligentes-a-nivel-mundial/>
- Galeano, S. (2020). *Cuáles son las redes sociales con más usuarios del mundo (2020).* Obtenido de Marketing4ecommerce.net: <https://marketing4ecommerce.net/cuales-redes-sociales-con-mas-usuarios-mundo-2019-top/>
- iRedesV. (2015). *V Congreso Iberoamericano sobre Redes Sociales.* Obtenido de <http://www.iredes.es/programa-de-iredes-v/>
- Merla , A., & Yañez, C. (2016). El aula invertida como estrategia para la mejora del rendimiento académico. *Revista Mexicana de Bachillerato a distancia*, 68-78.
- Moreira, M. (2015). Educar a los ciudadanos de los Millennials como ciudadanos cultos del ciberespacio. *Revista de Estudios de Juventud*, 13-32.
- Mosquera, I. (2017). *Whatsapp y Educación.* Obtenido de blog.tiching.com: <http://blog.tiching.com/enganchados-whatsapp-aprovechalo-como-herramienta-educativa/>
- Murillo, J. (2004). *Técnicas de recogidas de datos I: Cuestionarios y escala de Actitudes.* Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Obeso, P. (2019). *Blog de Marketing Digital de América Latina.* Obtenido de Redes sociales: qué son, cómo funcionan, qué tipos existen y cómo influyen en las estrategias de Marketing: <https://rockcontent.com/es/blog/que-son-las-redes-sociales/>
- Pérez, A. (2010). Aprender a Educar. Nuevos desafíos para la formación docente de docentes. *Interuniversitaria de formación del profesorado*, 37-60.
- Pérez, C. (2000). *Técnicas de Muestreo Estadístico.* Mexico: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Perreira, A., y de Mello, L. (2019). Herramientas de aprendizaje innovadoras: una experiencia con WhatsApp. *Revista Lusófona de Educação*. 78-89.
- Prensky, M. (2001). *Digital natives, digital immigrants.* Obtenido de On the Horizon: <https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>
- Reig , D., y Vílchez, L. (2013). *Los jóvenes en la era de la hiperconectividad: tendencia claves y miradas.* Madrid: Funación Telefónica y Fundación Encuentro.
- Rubio, J., y Perlado, M. (2015). El fenómeno WhatsApp en el contexto de la comunicación personal: una aproximación a través de los jóvenes universitarios. *Icono 14*: 73-94.
- Sanz, J. (2014). Whatsapp potencialidad educativa versus dependencia y adicción. *Revista DIM*, 1-20.
- Suárez, B. (2018). Whatsapp: su uso educativo, ventajas y desventajas. *Revista de Investigación en Educación*, 121-135.
- Tamayo, M. (2002). *El proceso de investigación científica.* Mexico: Limusa S.A.
- UNESCO. (2012). *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.* Obtenido de Declaración de Paris de 2012 sobre los REA: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MUL>

- TIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/Events/Spanish_Paris_OER_Declaration.pdf
- UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, I. C. (2013). *Enfoques estratégicos de las TICS en Educación en América Latina y el Caribe*. Santiago: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO).
- Velandia, C., Serrano, F., y Martínez, M. (2017). La investigación formativa en ambientes ubicuos y virtuales en Educación Superior. *Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, 9-18.



Zirlis Díaz. Economista (Universidad de Los Andes – ULA, Venezuela); M.Sc. en Economía. Mención Políticas Económicas (Universidad de Los Andes – ULA, Venezuela). Profesora Asociado de la Universidad Nacional Experimental del Táchira – UNET, Venezuela. Investigadora Grupo de Gestión Tecnológica y Modernización Empresarial. Jefe del Núcleo Estudios Sociales y Económicos del Departamento de Ciencias

CARACTERIZACIÓN DE BIOINOCULANTES Y SU EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE DOS VARIEDADES DE LECHUGA

CHARACTERIZATION OF BIOINOCULANTS AND THEIR EFFECT ON THE GROWTH OF SEEDLINGS OF TWO LETTUCE VARIETIES

Autores:

Blanco, Erika Lorena^{1,2}; Reyes, Isbelia¹

¹Grupo de Investigación en Biotecnología Agrícola y Ambiental (GIBAA). Decanato de Investigación. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Apdo. 5001. San Cristóbal, Venezuela.

²Laboratorio de Investigación en Biotecnología y Química de Polímeros (LIBQPOL). Decanato de Investigación. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Apdo. 5001. San Cristóbal, Venezuela (dirección actual).

Corresponding Author: elorenablancoc@gmail.com

RESUMEN

La disponibilidad de nutrientes es importante en el desarrollo de las plantas y el uso de microorganismos promotores del crecimiento vegetal (MPCV) permite manejar una agricultura sostenible. En este trabajo se evaluó el potencial biofertilizante y biocontrolador de dos microorganismos (una bacteria diazotrófica *Enterobacter* sp. cepa BFN17 y un hongo disolvente de fosfatos *Penicillium rugulosum* cepa IRMF94) sobre el desarrollo de las variedades Great Lakes (GL) y Black Seeded Simpson (BSS) de la lechuga en condiciones de laboratorio y umbráculo. Los microorganismos se caracterizaron mediante pruebas fisiológicas en diferentes medios de cultivo de laboratorio, y posteriormente se evaluó el efecto de la inoculación de ellos sobre la germinación y postgerminación. El inóculo utilizado en todas las pruebas fue de 1×10^7 cel.mL⁻¹ para cada uno de los tratamientos. Los tratamientos fueron: BFN17, consorcio (BFN17+IRMF94), IRMF94, y un testigo no inoculado. El IRMF94 inhibió el crecimiento del fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum*. Los resultados del porcentaje de germinación se observaron sólo para la variedad GL indicando incrementos significativos ($p < 0.05$) para los tratamientos BFN17 y el consorcio. En la postgerminación el número de hojas de la variedad GL incrementó significativamente ($p < 0.05$) con los tratamientos BFN17, consorcio (BFN17+IRMF94) e IRMF94, mientras que el consorcio incrementó la longitud de la raíz, y los tratamientos BFN17 y consorcio el peso fresco, la longitud total y la longitud aérea; similarmente, para la variedad BSS los tratamientos consorcio y el IRMF94 incrementaron significativamente ($p < 0.05$) el peso seco de la raíz; por lo tanto, el consorcio microbiano se propone como el tratamiento promisorio para su uso como biofertilizante.

ABSTRACT

The availability of nutrients is important in the development of the plants and the use of microorganisms plant growth promoters (PGPM) can handle a sustainable agriculture. In this work we evaluated the potential biofertilizer and biocontrol of two microorganisms (diazotrophic bacteria *Enterobacter* sp. BFN17 strain and a fungus solvent of phosphates *Penicillium rugulosum* IRMF94 strain) on the development of the Great Lakes varieties (GL) and Black seeded Simpson (BSS) of the lettuce in laboratory and shade-house conditions. The microorganisms were characterized by physiological tests in different culture media laboratory, and subsequently it was evaluated the effect of the inoculation of them on the germination and postgermination. The inoculum used in all tests was of 1×10^7 cel.mL⁻¹ for each one of the treatments. The treatments were: BFN17, consortium (BFN17+IRMF94), IRMF94, and a witness does not inoculated. The IRMF94 inhibited the growth of phytopathogen *Sclerotinia sclerotiorum*. The results of the percentage of germination are observed only for the variety GL indicating significant increases ($p < 0.05$) for treatments BFN17 and the consortium. In the postgermination, the number of leaves of the variety GL was significantly increased ($p < 0.05$) by the treatments BFN17, consortium (BFN17+IRMF94) and IRMF94, while the consortium increased the length of the root, and treatments BFN17 and consortium the fresh weight, the total length and length aerial; similarly, for the variety BSS treatments consortium and the IRMF94 increased significantly ($p < 0.05$) the dry weight of the root; therefore, the microbial consortium is proposed as the treatment promising for use as biofertilizer.

Palabras clave: antagonismo, consorcio microbiano, *Lactuca sativa*, MPCV, sostenibilidad.

Key words: antagonism, *Lactuca sativa*, PGPM, microbial consortium, sustainability.

Recibido: 30/06/2022 Aprobado: 13/11/2022

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos promotores del crecimiento vegetal (MPCV) constituyen bacterias y hongos que habitan la rizósfera de las plantas, e interactúan positivamente entre ella y el vegetal provocando efectos estimulantes sobre los cultivos mediante distintos mecanismos de acción.

Estos mecanismos benéficos tanto directos como indirectos, y sus efectos se resumen en fijación biológica de N₂, aumento de la disponibilidad de nutrientes por mecanismos de la disolución de los minerales, producción de reguladores de crecimiento, control biológico y producción de sideróforos, entre otros. Asimismo, esta microbiota se asocia a la rizósfera porque recibe los beneficios aportados por los exudados radicales como azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos, etc., los cuales son fuente de energía de las comunidades microbianas allí presentes (Reyes *et al.*, 2008; Marquina *et al.*, 2018).

Sobre esto se ha propuesto la evaluación de MPCV combinados para potenciar sus efectos en la promoción del crecimiento de cultivos de interés agrícola, en los que se ha observado que estos efectos son la mayoría de las veces mejores que evaluando su uso de forma individual (Blanco y Reyes, 2018; Mora *et al.*, 2019) por lo que se sugiere estudiar su sinergia, pues esta puede ser positiva, neutral o antagónica (Sánchez y Reyes, 2018).

Por otra parte, en la región andina de Venezuela predomina el cultivo de hortalizas, y una de las más cultivadas es la lechuga (Arcia, 2012), por lo cual es de gran importancia evaluar especies que allí se cultiven, y sobre todo cómo influyen sobre estas los MPCV autóctonos con el fin de aprovechar el recurso microbiano del suelo. En este sentido, también se requiere estudiar el efecto de los MPCV sobre el biocontrol de fitopatógenos de alta incidencia agrícola como el caso de *Sclerotinia sclerotiorum* que causa la enfermedad del moho blanco y ocasiona grandes pérdidas en hortalizas, especialmente en la lechuga (Escalante *et al.*, 2018).

De esta manera, la bioinoculación de hortalizas con MPCV se ha convertido en una herramienta biotecnológica como alternativa para favorecer el desarrollo de las plantas en su fase inicial de crecimiento y obtener plántulas más vigorosas para evitar pérdidas en campo en el momento del trasplante (Jayashree y Jagadeesh, 2017; Blanco *et al.*, 2018; Blanco *et al.*, 2021).

El objetivo de esta investigación fue evaluar dos microorganismos biofertilizantes: la bacteria diazotrófica cepa BFN17 del género *Enterobacter* sp. aislada de la mina de fosfatos de Monte Fresco en el estado Táchira (Reyes *et al.*, 2006) y el hongo disolvente de fosfatos cepa IRMF94 de *Penicillium rugulosum* Thom aislado de la misma mina (Reyes *et al.*, 1999a), pertenecientes al cepario del Laboratorio de Biofertilizantes de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), en condiciones de laboratorio y probar su efecto sobre la germinación y postgerminación de dos variedades de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a nivel de umbráculo.

MÉTODO

Curva de crecimiento de los microorganismos

Se realizó una curva de crecimiento en medio completo (MC) líquido (Reyes *et al.*, 1999a) para cada uno de los microorganismos seleccionados: la bacteria *Enterobacter* sp. BFN17 y el hongo *Penicillium rugulosum* IRMF94, de forma individual y en consorcio. Para esto la BFN17 se sembró en medio almidón (Gerhardt *et al.*, 1994) con 24 h de antelación y el IRMF94 se sembró en medio mínimo (MM) suplementado con fosfato tricálcico (Reyes *et al.*, 1999a) como fuente de P con 10 días de antelación. Se preparó el inóculo de los microorganismos en fase exponencial con 1×10^7 cel.mL⁻¹ en medio salino al 0,89 % NaCl. En el caso de los tratamientos individuales BFN17 e IRMF94 se agregó 1 mL de inóculo de cada microorganismo a 25 mL del MC líquido; para el caso de la preparación del tratamiento consorcio se agregaron 500 µL de la BFN17 y 500 µL del IRMF94 a 25 mL del MC líquido, y para el control se agregó 1 mL de solución salina al 0,89

NaCl a 25 mL de MC líquido. En total fueron cuatro tratamientos preparados en fiolas de 125 mL y se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento en cada medición. El crecimiento microbiano se midió a partir de las 24 h y durante 5 días, determinando el Nº de cel.mL⁻¹ mediante conteo en cámara de Neubauer, y midiendo la absorbancia a 600 nm. Al final también se determinó el pH.

Caracterización fisiológica de los microorganismos

Una vez determinada la curva de crecimiento, cada microorganismo y el consorcio se sembraron para determinar su actividad en diferentes pruebas fisiológicas a partir de los tratamientos crecidos en MC líquido al momento de alcanzar el orden de 10⁷ cel.mL⁻¹. Se colocaron 10 µL de cada tratamiento por triplicado en placas con diferentes medios sólidos o líquidos para caracterizarlos mediante distintas pruebas. Las pruebas realizadas fueron: disolución de fosfatos en MM suplementado con fosfato tricálcico y fosfato de hierro como fuente de P MMCa₃(PO₄)₂ y MMFePO₄ (Reyes *et al.*, 1999a), utilización de N atmosférico en medio manitol (Holt y Krieg, 1994) y medio Nfb-glucosa (Döbereiner *et al.*, 1999) utilización de la celulosa (con tiras de papel filtro watman Nº 40) como única fuente de carbono en MM líquido, degradación de proteínas mediante la hidrólisis de medio agar gelatina e hidrólisis de almidón en placa (Gerhardt *et al.*, 1994). Adicionalmente se verificó el crecimiento de los microorganismos en los medios tanto de manitol como en el de Nfb + antibiótico: cloranfenicol 30 µg.mL⁻¹ y estreptomicina 100 µg.mL⁻¹. Se realizó un triplicado por cada prueba fisiológica.

Prueba de antagonismo

La prueba de antagonismo se realizó con la metodología propuesta por Acevedo (1995), utilizando los microorganismos BFN17 e IRMF94 como posibles controladores, en enfrentamientos individuales y en consorcio contra un hongo fitopatógeno de la lechuga, *S. sclerotiorum*, perteneciente al cepario del

Laboratorio de Fitopatología de la UNET. Para esta prueba, en el caso del IRMF94 se utilizaron discos de agar de 8 mm de diámetro, uno de los discos con micelio del posible biocontrolador y el otro disco con micelio del fitopatógeno, con una separación entre ellos de 20 mm, en cápsulas de Petri. Para el caso de la bacteria, ésta se sembró bajo cámara de flujo laminar en forma lineal a la misma distancia frente al fitopatógeno (Alcedo y Reyes, 2018). Todos los tratamientos se realizaron por triplicado, incluyendo al microorganismo patógeno. Las cápsulas de Petri se mantuvieron en incubadora a 29 °C durante 5 días y se midió diariamente el diámetro de las colonias de los microorganismos con potencial biocontrolador y del patógeno. Para todos los casos se utilizó el MM de Reyes *et al.* (1999b). Finalmente, a las 120 h, se midió la distancia del crecimiento del microorganismo patógeno desde el borde del disco de agar frente a los microorganismos para evaluar su efecto como antagónicos de dicho patógeno.

Efecto estimulante de los microorganismos sobre la germinación de *L. sativa*

En esta fase se prepararon previamente los cultivos puros de los microorganismos de la siguiente manera: en el caso de la BFN17 se sembró con 24 h de antelación en el MC (Reyes *et al.*, 1999a); mientras que el IRMF94 se sembró con 10 días de anticipación en el MM suplementado con fosfato tricálcico. Seguidamente se mantuvieron durante 20 minutos a 90 rpm en una agitadora a temperatura ambiente. Para evaluar el efecto de los microorganismos promotores de crecimiento en la lechuga, se utilizaron dos variedades de este cultivo: Great Lakes (GL), y Black Seeded Simpson (BSS), de las cuales se adquirieron sus semillas certificadas de la primera en una casa comercial (no identificada) de la ciudad, y de la segunda por donación de un productor. Las semillas de lechuga se desinfectaron mediante un lavado con una solución jabonosa al 1 % durante 5 min, seguido de 5 enjuagues con agua desmineralizada estéril. Este protocolo se estandarizó previamente en el laboratorio. Las semillas desinfectadas se inocularon con 5 mL

de solución salina (0,89 %) conteniendo aproximadamente 1×10^7 cel. mL^{-1} de cada microorganismo (BFN17 e IRMF94) en forma individual y en consorcio en fiolas de 25 mL, y se colocaron en agitación 90 rpm durante 1 h; luego, las semillas se sembraron en bandejas de aluminio provistas con papel absorbente humedecidas con 10 mL de agua destilada estéril y se taparon con papel envoplast, con mínimas perforaciones hechas con una aguja de disección estéril para el intercambio gaseoso de las plántulas. Las bandejas se mantuvieron en condiciones de oscuridad a temperatura ambiente y se observó la germinación a partir de las 24 h de iniciado el experimento. Se utilizaron 100 semillas por cada tratamiento con tres réplicas cada uno. Los tratamientos utilizados para evaluar el efecto sobre la germinación fueron BFN17, IRMF94, consorcio (BFN17 + IRMF94) y un testigo sin inocular.

Efecto promotor del crecimiento postgerminación de *L. sativa*

A los siete días de germinadas las semillas, se trasplantaron las plántulas a bandejas de horticultura provistas de un sustrato comercial esterilizado por tindalización. A los 2 días del trasplante, se reinoculó con 1 mL de solución salina (0,89 %) a una concentración de 1×10^7 cel. mL^{-1} de cada tratamiento. Las plantas se mantuvieron en el umbráculo de la UNET, y se regaron con agua destilada estéril diariamente y con solución Hoagland (Taiz y Zeiger, 2010) día por medio al $1/10$ de su potencia desde el día 10 al día 15 del trasplante, luego con $1/5$ de su potencia desde el día 15 al día 25 del trasplante, y desde el día 26 al día 30 del trasplante con solución Hoagland a $1/4$ de su potencia. Se midió como parámetro no destructivo el número de hojas, la longitud de tallo, la longitud de la raíz, y como parámetros destructivos, el peso fresco y el peso

seco. Para el peso seco, una vez pesadas las plántulas en fresco se colocaron en bolsas de papel previamente pesadas y se mantuvieron en estufa a 70°C durante 48 h; luego de ese tiempo se determinó el peso seco. Se utilizaron 12 plántulas por cada tratamiento y tres repeticiones de cada uno.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas (antagonismo, germinación, postgerminación) se analizaron mediante un ANOVA con el programa estadístico Statgraphics en su versión 5.1. Además, se realizó la comparación de medias entre los tratamientos por el test de la mínima diferencia significativa (LSD) a $p < 0,05$.

RESULTADOS

Curva de crecimiento de los microorganismos

En términos cualitativos se observó que los microorganismos utilizados presentaron diferentes características de crecimiento en forma individual y en consorcio. La bacteria BFN17 mostró un crecimiento abundante a las 24 h y el hongo IRMF94 desarrolló un micelio disperso en todo el medio con presencia de pequeñas colonias a partir de las 72 h; mientras que el hongo IRMF94 en el consorcio en presencia de la bacteria BFN17 presentó una especie de grumos esféricos consistentes de micelio (pellets), o colonias a partir de las 96 h; y cuando el hongo crecía de forma individual, el micelio del IRMF94 estaba esparcido por todo el medio de cultivo (Figura 1). Las curvas de crecimiento de estos microorganismos se observan en las Figuras 2 y 3, respectivamente.

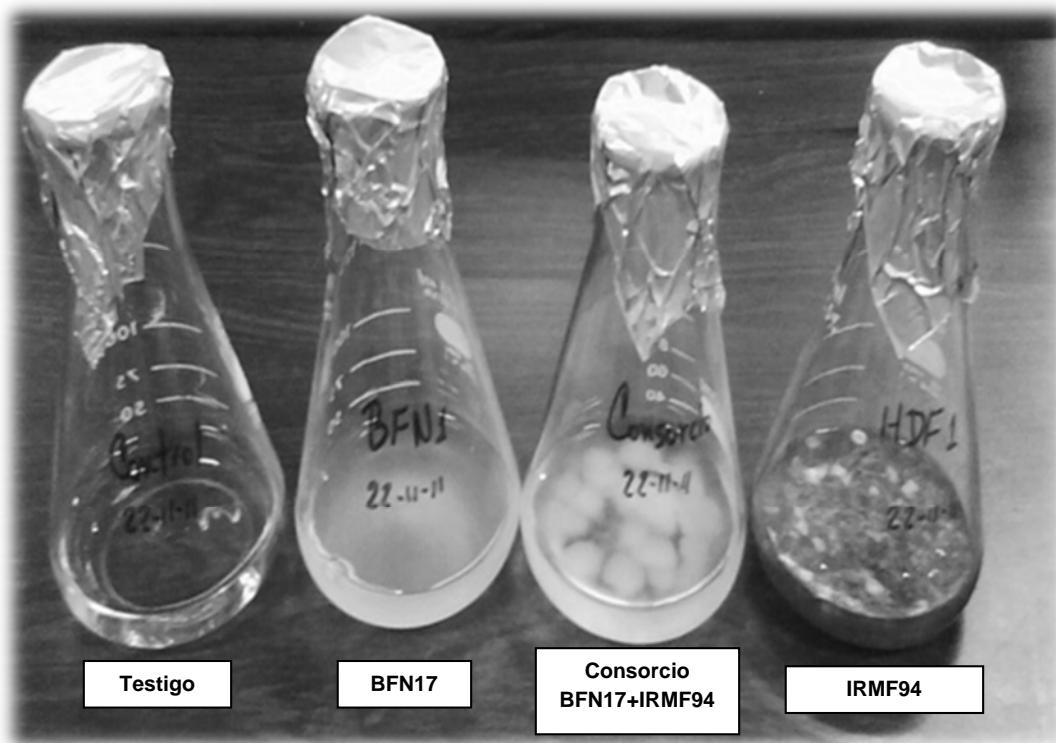


Figura 1: Aspecto del crecimiento de los microorganismos en MC líquido durante la curva de crecimiento. Testigo=no inoculado; BFN17= bacteria diazotrófica; Consorcio= bacteria BFN17 + hongo IRMF94; IRMF94= hongo disolvente de fosfatos.

En la Figura 2a, se observa el crecimiento de la BFN17 de forma individual, considerando el conteo de cel. mL^{-1} y su respectiva absorbancia en el MC líquido. En este último, se puede ver que cuando la bacteria creció de forma individual alcanzó la mayor densidad celular (9×10^8 cel. mL^{-1}) a las 45 h, mientras que cuando creció en consorcio con el IRMF94 (Figura 3b) la densidad celular fue menor (6×10^8 cel. mL^{-1}). Asimismo, a partir de las 45 h comenzó la fase de muerte de la bacteria la que creció en forma individual (Figura 2a), en que comparada con las 160 h se inició la fase de muerte en el consorcio con el hongo (Figura 3b). La bacteria creció más lentamente en consorcio que en forma individual. En este orden de ideas en la Figura 2a, se observó que la absorbancia se mantuvo relativamente constante. Contrariamente, en la Figura 2b se observa que la absorbancia aumentó a partir de las 69 h.

En la Figura 3a se observa el crecimiento del IRMF94 en forma individual y en la Figura 3b su crecimiento en consorcio. En la curva de absorbancia en forma individual, el hongo alcanzó una mayor densidad celular ($30 \times 2,5 \cdot 10^6$ propágulos) a las 236 h, que en su crecimiento en consorcio con la bacteria BFN17 ($6 \times 2,5 \cdot 10^6$ propágulos). En la Figura 3b se observa una fase de latencia intermedia a las 45 h de crecimiento del hongo en consorcio, acorde con la fase estacionaria que se observa en la Figura 3a entre las 45 y 69 h, la cual corresponde a una inhibición del crecimiento del hongo por la presencia de la bacteria. En las curvas de crecimiento del hongo, tanto de forma individual como en consorcio, no se observó una fase de muerte. Adicionalmente, estos resultados permitieron establecer los tiempos de crecimiento de los microorganismos BFN17 e IRMF94 para las pruebas de caracterización.

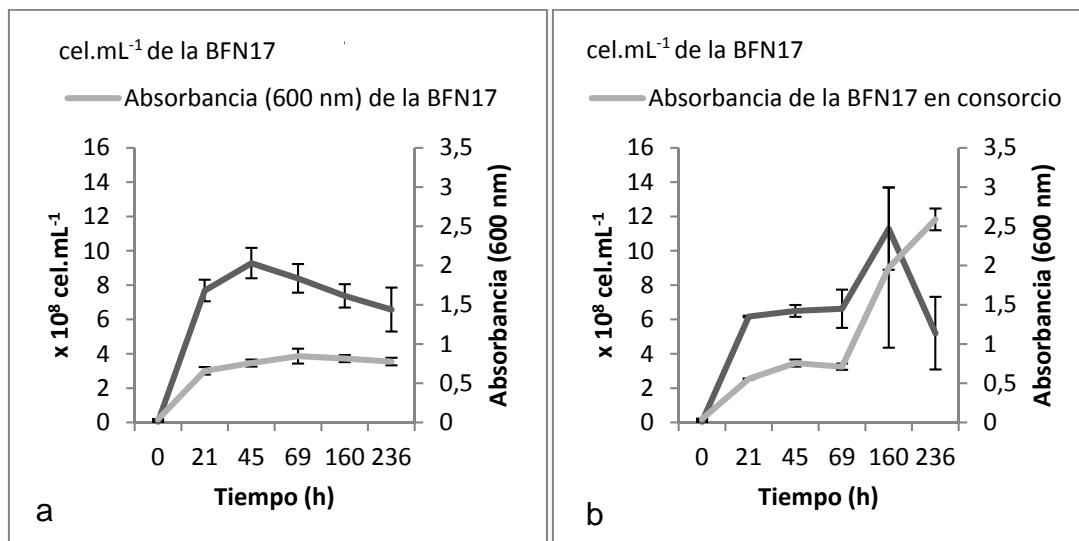


Figura 2. Curva de crecimiento de la bacteria BFN17 en MC líquido. a. Bacteria BFN17 creciendo individualmente. b. Bacteria BFN17 creciendo en consorcio.

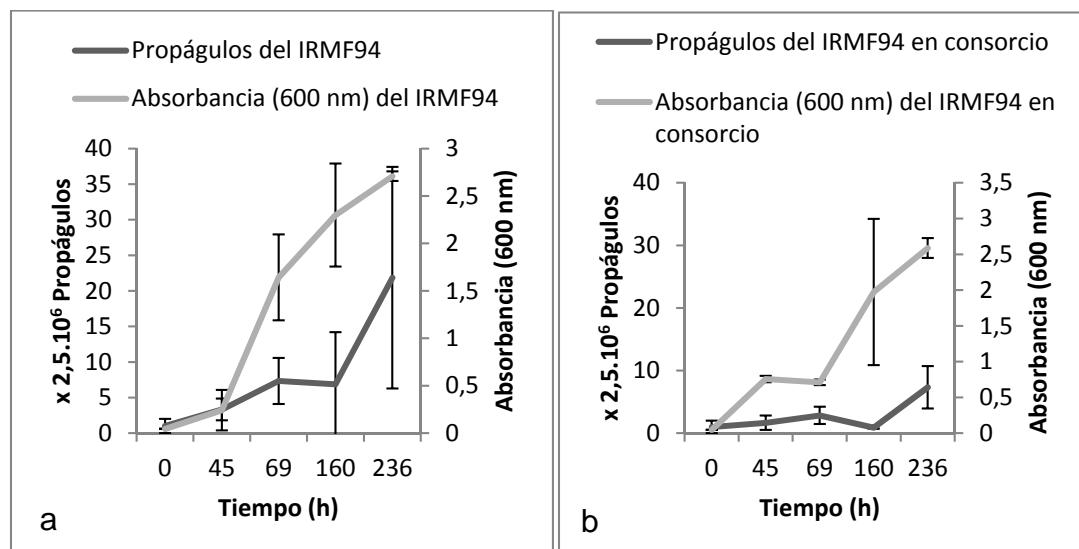


Figura 3. Curva de crecimiento del hongo IRMF94 en MC líquido. a) Hongo IRMF94 creciendo individualmente. b) Hongo IRMF94 creciendo en consorcio.

Caracterización fisiológica de los microorganismos

En la Tabla 1 se observa el crecimiento de los microorganismos BFN17 e IRMF94 en los diferentes medios de cultivo utilizados al inocularlos con la bacteria a las 24 h, y el hongo y el consorcio a las 69 h. En cuanto a la utilización del N₂ por los microorganismos se obtuvo crecimiento tanto de la bacteria como del

hongo, en forma individual y en consorcio. En ambos casos se verificó el resultado sembrando estos microorganismos tanto en el medio manitol como en el Nfb + antibiótico (cloranfenicol y estreptomicina) en los cuales no se presentó crecimiento bacteriano pero sí fúngico, aun cuando el hongo no tiene esta capacidad de fijar N₂. En el caso del crecimiento en el medio Nfb, los resultados fueron similares. Ambos microorganismos produjeron sustancias ácidas,

debido a que el pH descendió en el MC líquido, y al viraje de coloración de verde a amarillo que se observó en el medio Nfb para el uno y el otro. Tanto la BFN17 como el IRMF94 crecieron en el medio de almidón. Sin embargo, el hongo no presentó esporulación. En las pruebas de hidrólisis del almidón, degradación de celulosa e hidrólisis de proteína, ninguno de los microorganismos mostró crecimiento. En cuanto al crecimiento y la disolución de fosfatos por los microorganismos BFN17 e IRMF94 en los medios MM $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ y MMFePO₄, se observó el crecimiento de ambos. Sin embargo, en el caso de la BFN17 a pesar de que creció, mostró un halo poco visible en el medio con fosfato tricálcico como fuente de fósforo; mientras que en el medio con fosfato de hierro se observó un escaso crecimiento y sin halo de disolución visible. El hongo IRMF94 creció en ambos medios con fosfatos poco solubles, mostrando halos de disolución visibles en el medio con fosfato tricálcico, mientras que en el medio con fosfato de hierro el halo de disolución fue casi imperceptible a simple vista. Los dos microorganismos crecieron en MM y MC. En la determinación del pH en el MC líquido, se observó una disminución con respecto al testigo para ambos microorganismos.

Antagonismo contra el hongo patogénico *S. sclerotiorum*

Los resultados de la Tabla 2 indicaron el efecto antagónico de los tratamientos IRMF94 y el

consorcio sobre el crecimiento de *S. sclerotiorum*, inhibiendo su crecimiento hasta en un 74,34 % tomando en cuenta el crecimiento del fitopatógeno como 100 % en el tratamiento control, con una diferencia estadísticamente significativa ($p<0,05$) con respecto al testigo y al tratamiento de la BFN17 (Figura 4). Como se observó que la bacteria BFN17 no ejerció ningún efecto sobre el fitopatógeno *S. sclerotiorum*, se asume que la acción antagónica la ejerció solo el hongo IRMF94 en ambas formas de aplicación.

Efecto estimulante en la germinación de *L. sativa*

Los microorganismos BFN17 e IRMF94 inoculados individualmente produjeron diferencias significativas ($p<0,05$) para la variedad de lechuga GL (Figura 5), mientras que en la variedad BSS no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo no inoculado. El porcentaje de germinación para la variedad GL a diferencia de la variedad BSS señaló incrementos significativos ($p<0,05$) para los tratamientos BFN17 y el consorcio a los 7 días de la inoculación. Los tratamientos inoculados con la BFN17 y el consorcio favorecieron la germinación de la variedad GL en un 92,6 % y 91,6 % respectivamente, en comparación con el testigo no inoculado con una germinación del 87,0 %, es decir, mostró un incremento del 5,6 % y 4,6 % respectivamente.

Tabla 1. Características del crecimiento de los microorganismos BFN17 e IRMF94 en diferentes medios de cultivo.

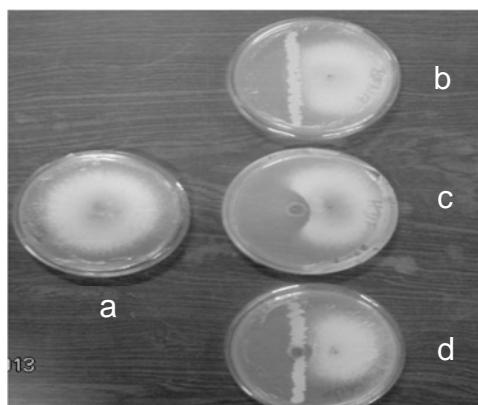
Crecimiento	BFN17	IRMF94	Consorcio (BFN17 + IRMF94)	Testigo
Medio manitol	+	+	+	-
Medio manitol + cloranfenicol	-	+	-	-
Medio manitol + estreptomicina	-	+	-	-
Medio Nfb (producción de ácido)	+	+	+	-
Medio Nfb + cloranfenicol (producción de ácido)	-	+	-	-
Medio Nfb + estreptomicina	-	+	-	-
Medio Almidón	+	+	+	-
Hidrólisis de almidón	-	-	-	-
Hidrólisis de proteína	-	-	-	-
Utilización de celulosa como fuente de C	-	-	-	-
MMCa ₃ (PO ₄) ₂	+	+	+	-
MMFePO ₄	+	+	+	-
MM	+	+	+	-
Crecimiento en MC	+	+	+	-
pH final en MC líquido	4,414	3,497	3,000	6,017

Media de tres réplicas + : Hubo crecimiento microbiano - : No hubo crecimiento microbiano

Nfb: medio de fijación biológica de nitrógeno, MMCa₃(PO₄)₂: medio mínimo con fosfato tricálcico como fuente de P, MMFePO₄: medio mínimo con fosfato de hierro como fuente de P, MM: medio mínimo, MC: medio completo.**Tabla 2. Crecimiento del patógeno *S. sclerotiorum* frente a los microorganismos BFN17 e IRMF94 a las 120 h de crecimiento.**

Tratamiento	Crecimiento (mm)	% Inhibición
Testigo de <i>S. sclerotiorum</i>	35	0 a
<i>S. sclerotiorum</i> Vs. BFN17	34,33	1,99 a
<i>S. sclerotiorum</i> Vs. IRMF94	9,33	73,34 b
<i>S. sclerotiorum</i> Vs. Consorcio (BFN17 + IRMF94)	9,66	72,4 b

Media de tres réplicas. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de medias LSD a un nivel de confianza del 95%.

**Figura 4.** Prueba de enfrentamiento de *S. sclerotiorum* con BFN17 e IRMF94, individualmente y en consorcio a las 120 h de siembra: a. Testigo (*S. sclerotiorum*), b. BFN17 Vs. *S. sclerotiorum*, c. IRMF94 Vs. *S. sclerotiorum*, d. Consorcio (BFN17 + IRMF94) Vs. *S. sclerotiorum*.

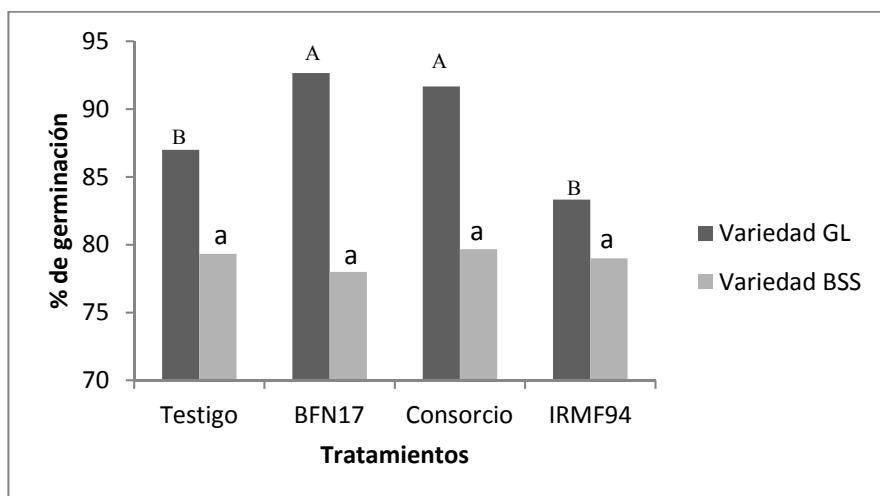


Figura 5. Porcentaje de germinación de semillas de lechuga, variedades GL y BSS tratadas con BFN17, IRMF94 y el consorcio de ambos. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de medias LSD a un nivel de confianza del 95%.

Efecto promotor del crecimiento inicial de *L. sativa*

Se obtuvieron incrementos significativos ($p<0,05$) para el número de hojas de la variedad GL para todos los tratamientos utilizados (Tabla 3), observándose el mayor incremento ($p<0,05$) con la aplicación del consorcio, el cual fue de 13 % con respecto al testigo no inoculado. La longitud de la raíz de las plántulas de la variedad

GL, se incrementó significativamente ($p<0,05$) en 7 % con el tratamiento consorcio con respecto al testigo, pero en forma individual no mostraron ningún efecto respecto al testigo no inoculado (Tabla 3). Por otra parte, los tratamientos BFN17 y consorcio incrementaron significativamente ($p<0,05$) el peso fresco y la longitud aérea en las plántulas de la variedad GL en 21 %, 11,5 % y 9 %, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Efectos sobre el crecimiento de las plántulas de *L. sativa* variedad GL y BSS según los tratamientos microbianos utilizados, a los 30 días en condiciones de umbráculo.

Variedad de <i>L. sativa</i>	Tratamientos microbianos	Número de hojas	Longitud aérea (cm)	Longitud raíz (cm)	Peso total (g)	Peso seco raíz (g)	Peso seco aéreo (g)
GL	Testigo	6,14	12,09	10,62	2,764	0,037	0,226
	BFN17	6,53*	13,68*	10,33	3,332*	0,031	0,227
	IRMF94	6,82*	12,38	10,52	2,698	0,030	0,196
	Consorcio (BFN17+IRMF94)	7,03**	13,49*	11,36*	3,343*	0,037	0,212
BSS	Testigo	6,78	13,72	11,62	3,424	0,041	0,284
	BFN17	6,82	13,98	11,42	3,220	0,043	0,279
	IRMF94	6,96	12,82	10,95	3,381	0,049*	0,264
	Consorcio (BFN17+IRMF94)	7,03	13,82	11,7	3,112	0,066**	0,285

** Diferencias altamente significativas ($p<0,01$) y * Diferencias significativas ($p<0,05$) con respecto al testigo (no inoculado).

No obstante, para la variedad BSS, solo los tratamientos consorcio e IRMF94 mostraron un incremento significativo ($p<0,05$) para el peso seco de la raíz en 19 % y 46 % respectivamente (Tabla 3). Los tratamientos no fueron significativos en la variable peso seco de la raíz sobre la variedad GL. En cuanto al peso seco aéreo no hubo diferencias significativas ($p<0,05$) entre los tratamientos para las variedades GL ni BSS (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Curva de crecimiento de los microorganismos

Al medir la absorbancia en un cultivo esta siempre va a incrementarse, pues se detectan tanto las células vivas como las muertas, solo el conteo de UFC.mL^{-1} representa el momento en que se inicia la fase de muerte cuando este se realiza en placa. El conteo celular realizado de forma directa con la cámara de Neubauer presenta ciertas limitaciones, entre ellas que no hay distinción entre células vivas y muertas, lo que indica que el número de células obtenido es un aproximado al número real de células vivas existentes en el medio de cultivo (Madigan *et al.*, 2003). Así bien, en el crecimiento dual observado se sugiere una posible inhibición del desarrollo del hongo en presencia de la bacteria que de la misma forma tal vez le impide al hongo completar su ciclo de vida en un menor tiempo ya que la esporulación es más tardía que cuando crece en forma individual. La no observación de una fase de muerte en las curvas de crecimiento del hongo, tanto de forma individual como en consorcio, se atribuye a que el hongo IRMF94 puede almacenar un alto contenido de P en las vacuolas de sus células y la absorción de sus propios productos celulares como fuente de energía podría asegurar la sobrevivencia y el crecimiento de *P. rugulosum* durante la búsqueda de nuevas fuentes de fosfato en el medio, de manera que este elemento no sería un factor limitante para su crecimiento en el medio de cultivo (Reyes, 2000).

El crecimiento de los dos microorganismos indicó que no es ventajoso sembrarlos de forma dual para su multiplicación, puesto que cada uno

de ellos tiende a disminuir su tasa de crecimiento en presencia del otro, probablemente por compartir la misma fuente de energía, por lo que no es aconsejable producir el inóculo en consorcio.

Caracterización fisiológica de los microorganismos

El hecho de que tanto la bacteria como el hongo en forma individual y en consorcio hayan crecido en el medio manitol para fijadores de N de vida libre corrobora que la bacteria, efectivamente toma el nitrógeno necesario del aire haciendo uso del manitol, ya que este medio carece de una fuente de nitrógeno directa. El crecimiento del hongo en los medios de crecimiento para fijadores de N de vida libre sugiere la posibilidad de contaminación del medio o la germinación de las esporas con el uso de sustancias de reserva que se almacenan en las mismas. Se conoce que cuando el hongo produce esporas en un medio líquido con P disuelto, almacena la mayor parte de este P en las esporas durante su última fase de crecimiento (Reyes *et al.*, 1999b). Esto podría indicar que también almacene en sus esporas el nitrógeno existente en el medio donde se cultivó inicialmente, permitiendo su germinación posterior y desarrollo de un micelio primario. La reducción del pH en el medio indica la producción de sustancias ácidas por los microorganismos, y que permitirían incrementar la disponibilidad de elementos en formas absorbibles para las plantas, y de acuerdo con Fierro y Mena (2009) estos microorganismos se clasificarían como acidófilos ($\text{pH}<7$). La no esporulación del hongo en el medio manitol sugiere que probablemente el hongo no produzca amilasas para hidrolizar el almidón y usar este como fuente de energía para completar su ciclo de vida. Afortunadamente en las pruebas de hidrólisis del almidón, degradación de celulosa e hidrólisis de proteína, ninguno de los microorganismos mostró crecimiento, indicando que no son microorganismos con características patogénicas que pudiesen consumir los polisacáridos de reserva de las plantas como el almidón, que es un polisacárido de reserva presente en algunos órganos vegetales. Por su parte tampoco podrían

ocasionar daño en tejidos celulares por producción de celulasas y proteasas, como es el caso de *Erwinia carotovora* que produce proteasas responsables del mal olor presente en órganos carnosos en descomposición (Fierro y Mena, 2009). Según su origen, el IRMF94 es un hongo que proviene de la interfase de la roca y el suelo (Reyes *et al.*, 1999a), lo que permite que este microorganismo esté más adaptado a la disolución de minerales que a descomponer materia orgánica en el suelo (Reyes *et al.*, 2002).

El comportamiento del crecimiento de los microorganismos probados en los medios con fuentes de fosfatos diferentes sugiere que estos microorganismos disuelven preferiblemente los fosfatos de calcio antes que los de hierro, bajo estas condiciones controladas, y nuestros resultados son comparables con los de Reyes *et al.* (1999) y Reyes (2003) quienes reportaron la disolución de fosfatos inorgánicos poco solubles como hidroxiapatita, fosfatos de hierro y fosfatos de aluminio por el IRMF94 (cepa IR de *P. rugulosum*) y la BFN17 (cepa 17). Peña y Reyes (2007) también reportaron para la BFN17 disolución de hidroxiapatita. La disolución de fosfatos de baja solubilidad por parte del hongo IRMF94 se debería principalmente a la producción de ácidos orgánicos como ácido glucónico y ácido cítrico; mientras que la bacteria BFN17 podría disolverlos a través del mecanismo de la bomba de protones (Reyes *et al.*, 1999a); esto permite proponer a la bacteria BFN17 y al hongoIRMF94 como disolventes de fosfatos de calcio de baja solubilidad, siendo mayor el potencial del IRMF94. El crecimiento de ambos microorganismos en MM y MC indicó que los dos medios de cultivo pueden ser utilizados para su masificación por ser los más comúnmente usados, pero preferiblemente el MM por ser el más económico en cuanto a reactivos.

Antagonismo de los microorganismos BFN17, IRMF94 y el hongo patogénico *S. sclerotiorum*

De acuerdo con Vargas-Hoyos y Gilchrist-Ramell (2015), la combinación de enzimas hidrolíticas y antibióticos pueden funcionar

altamente como antagónicos. La inhibición del crecimiento de *S. sclerotiorum* podría deberse a la presencia de ácido glucónico producido por el IRMF94 (Reyes *et al.*, 1999a), el cual está implicado en el control biológico del hongo fitopatógeno del trigo *Gaeumannomyces graminis*, por sensibilidad ante la presencia de este ácido producido por *Pseudomonas* cepa AN5 (Kaur *et al.*, 2006, Werra *et al.*, 2009). Otros estudios también reportan el biocontrol de *S. sclerotiorum* mediante el uso de cepas del hongo *Trichoderma* spp. (Silva *et al.*, 2015). Similar a nuestro estudio, en numerosos ensayos se ha reportado el efecto biocontrolador de varias especies de MPCV sobre fitopatógenos de importancia comercial como *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp., y *Colletotrichum gloeosporioides* (Márquez *et al.*, 2020; Blanco y Castro, 2021). Este efecto biocontrolador podría considerarse como uno de los más importantes y atractivos de estos microorganismos para promover su utilización en la agricultura, debido a que pueden reducir la aplicación de pesticidas.

Efecto estimulante en la germinación de *L. sativa*

Los efectos benéficos de la BFN17 se han observado también sobre la germinación de semillas de pimentón al mostrar un incremento significativo del 9 % con respecto al testigo no inoculado (Reyes *et al.*, 2008). No obstante, la lechuga no siempre se muestra susceptible en su germinación con el efecto de MPCV, como fue el caso del uso de cepas rizobiales sobre la variedad GL (Blanco *et al.*, 2018). En el caso de la inoculación de semillas de lechuga en la presente investigación, el efecto del tratamiento consorcio sobre el incremento en el porcentaje de germinación pudo deberse principalmente a la presencia de la BFN17, ya que el tratamiento individual del IRMF94 no ejerció ningún efecto significativo ($p<0,05$) sobre la germinación. Por lo tanto, en la fase de germinación no sería necesario aplicar el tratamiento consorcio, sino solo la BFN17 en forma individual y sobre la variedad GL.

Al igual que sucedió en nuestro estudio, el efecto de la promoción del crecimiento de un microorganismo se ve afectado no solo por la especie vegetal, sino incluso por la variedad, como ocurrió con las variedades de trigo Hoffman y Barrie donde la inoculación combinada de la cepa A2 (*Sinorhizobium meliloti*) con la cepa N7 (*Azospirillum zaeae*) produjo una alta diferenciación entre las variedades en cuanto a la longitud del tallo, el peso seco aéreo y el peso seco radical (Bécquer *et al.*, 2012).

La inoculación de semillas de plantas con bacterias promotoras del crecimiento vegetal de interés agrícola ha tenido importancia en la producción de plántulas, como ha sido demostrado por Díaz *et al.* (2001) quienes obtuvieron el incremento del 57,4 % de germinación con respecto al testigo con la cepa P-3 de *Hafnia alvei* en lechuga var. Longifolia, así como el aumento del 50,2 % de germinación con respecto al testigo con las cepas P-27 (*H. alvei*) T2P10 (*Azospirillum brasiliense*) S4-BE (*Beijerinckia indica* S.D.) y PS-3 (*Klebsiella pneumoniae*). Sawada *et al.* (2008) demostraron que una mayor concentración de giberelinas produce una mayor germinación de semillas de lechuga cv. Grand Rapids, lo que permite sugerir que en este trabajo la BFN17 podría ser productora de fitohormonas como las giberelinas. Aunado a esto, el efecto promotor de crecimiento en bacterias Gram negativas, el potencial disolvente de fosfatos minerales se le atribuye a la secreción de un ácido orgánico de bajo peso molecular como el ácido glucónico y el 2- ácido cetoglucónico en su espacio periplasmático que puede estar asociado a la presencia del gen de la glucosa deshidrogenasa (*gcd*) encontrado en *Enterobacter asburiae* (Tripura *et al.*, 2007), el mismo género de la BFN17 que se usó en este trabajo.

En general, la inoculación de semillas con microorganismos rizosféricos como los hongos y bacterias, ha promovido la germinación de acuerdo a incrementos significativos con respecto a los testigos no inoculados de especies vegetales como árbol melino (Zambrano y Díaz, 2008), maíz (Gholami *et al.*, 2009; Reyes *et al.*,

2008), *Anacardium excelsum*, una especie arbórea (Barreto *et al.*, 2007), pimentón (Blanco *et al.*, 2018), y café (Nápoles-Vinent *et al.*, 2022).

Efecto promotor del crecimiento en la postgerminación de *L. sativa*

Al igual que en nuestra investigación, en otros trabajos ha sido reportado el efecto bioestimulante de MPCV en las plántulas de diferentes especies. Por ejemplo, Peña y Reyes (2007), reportaron el incremento del peso seco de plántulas de lechuga de 30 días de crecimiento inoculadas con la cepa 33 y el consorcio cepas 33-45. Por otro lado, Díaz *et al.* (2001) obtuvieron incrementos en el peso fresco, peso seco, área foliar y volumen radical en un 277 %, 371 %, 240 % y 300 % en plantas de lechuga var. Longifolia, a los 60 días luego de la siembra, inoculándolas con la cepa R1B (no identificada) aislada de raíz de caña de azúcar. Más recientemente, Blanco *et al.* (2018) señalaron el efecto bioestimulante de rizobios sobre plántulas de lechuga y pimentón además de considerar una especificidad cepa-cultivo en las que unas cepas fueron benéficas para uno de estos cultivos, pero perjudiciales para el otro. Adicionalmente, en condiciones de invernadero Bécquer *et al.* (2012), estudiaron el efecto de la aplicación en forma simple y combinada de *Sinorhizobium* y *Azospirillum* en dos variedades de trigo, obteniendo los mejores resultados de forma combinada con la cepa A2 (*S. meliloti*) y la cepa N7 (*A. zaeae*) sobre el contenido de clorofila de las plantas, en las dos variedades de trigo, señalando un posible aumento en la actividad de la enzima nitrogenasa del *Azospirillum* debido a la acción de la actividad del *Sinorhizobium*. Recientemente, Cortés-Patiño *et al.* (2015), demostraron que inoculaciones con rizobacterias e inoculantes comerciales mixtos sobre plantas de cacao a nivel de vivero, pueden incrementar la altura de la planta, el número de hojas, el diámetro del tallo y el peso seco foliar en relación al testigo no inoculado, sugiriendo que la inoculación podría ayudar a la supervivencia de las plantas al ser trasplantadas al campo.

Los efectos de los microorganismos rizosféricos sobre la promoción del crecimiento en plantas pueden ser resumidos en varios modos de acción que incluyen la fijación biológica del nitrógeno, incremento de la disponibilidad de nutrientes en la rizósfera, incremento del crecimiento y morfología radical, incremento en la cantidad de clorofila, aumento de la actividad fotosintética, biocontrol de fitopatógenos, inducción de resistencia sistémica, entre otros como la promoción de otras simbiosis benéficas planta-microorganismo y producción de fitohormonas (Silva *et al.*, 2015; Castro y Blanco, 2018; Blanco *et al.*, 2021; Dutta *et al.*, 2022). En esta investigación, el inoculante BFN17 fue el microorganismo que promovió mayormente el crecimiento de la lechuga a nivel de semillero, específicamente en la variedad GL, y el modo de acción que se propone para esta bacteria sería la fijación biológica del nitrógeno y posiblemente la producción de fitohormonas. Al igual que en esta investigación a nivel de semillero en donde la variedad GL fue la más favorecida por los microorganismos, Blanco y Reyes (2018) demostraron que a nivel de campo ocurre lo mismo bajo estos mismos tratamientos también en la variedad GL, que fue la más sensible a la acción de los microorganismos utilizados, mostrando así que el efecto de los MPCV puede ser distinto incluso en variedades de la misma especie vegetal.

CONCLUSIONES

Se encontró que los microorganismos deben cultivarse en forma individual para su masificación para evitar la inhibición del crecimiento de uno de los dos microorganismos por parte del otro. El hongo IRMF94 inhibió el crecimiento del fitopatógeno de la lechuga *S. sclerotiorum*, mostrándose como un posible biocontrolador de este microorganismo. El tratamiento con la bacteria BFN17 de forma individual y en consorcio con el hongo IRMF94 mejoró significativamente la germinación de las semillas de la variedad GL. Las variedades de lechuga GL y BSS en condiciones de crecimiento inicial se mostraron sensibles a la acción de los microorganismos inoculados,

especialmente el tratamiento consorcio expresó en forma significativa su potencial biofertilizante en la mayoría de variables medidas para la variedad GL. Los microorganismos, BFN17 e IRMF94 se proponen como biofertilizantes promisorios para su aplicación a nivel de semillero y a ser probados en distintas especies hortícolas.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de los laboratorios de Biofertilizantes, de Instrumentación Biológica, de Microbiología, y de Fitopatología de la UNET. A la familia Blanco Carrero por su apoyo durante las mediciones en el umbráculo. Al Decanato de Investigación de la UNET por su financiamiento.

REFERENCIAS

- Acevedo, R. (1995). Control biológico de la pudrición blanca del ajo (*Sclerotium cepivorum* Berk) utilizando el micoparásito *Trichoderma* spp. Trabajo de ascenso. San Cristóbal, Venezuela. Universidad Nacional Experimental del Táchira UNET. 109p.
- Alcedo, Y., Reyes, I. (2018). Microorganismos promotores de crecimiento en el biocontrol de *Alternaria alternata* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Bioagro 30(1): 59-66.
- Arcia, A. (2012). Producción de hortalizas en la zona andina de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Edición Especial del alcance. 193-206.
- Barreto, D., Valero, N., Muñoz, A., Peralta, A. (2007). Efectos de microorganismos rizosféricos sobre germinación y crecimiento temprano de *Anacardium excelsum*. Zonas áridas 11(1): 240-250.
- Bécquer C., Lazarovits, G., Nielsen, L., Quintan, M., Adesina, M., Quigley, L., Lalín, I., Ibbotson, Ch. (2012). Efecto de la inoculación con bacterias rizosféricas en dos variedades de trigo. Fase II: Invernadero. Rev. Mex. Cienc. Agric. 3(5): 985-997.
- Blanco, E.L., Castro, Y. (2021). Antagonismo de rizobacterias sobre hongos fitopatógenos, y

- su actividad microbiana con potencial biofertilizante, bioestimulante y biocontrolador. Rev. Colomb. Biotecnol. 23(1): 6-16.
- Blanco, E.L., Castro, Y., Olivo, A., Skwierinski, R., Moronta Barrios, F. (2018). Germinación y crecimiento de plántulas de pimentón y lechuga inoculadas con rizobios e identificación molecular de las cepas. Bioagro 30(3): 207-218.
- Blanco, E.L., Rada, F., Castro, Y., Paolini, J. (2021). Selección de un consorcio microbiano promotor del crecimiento de plántulas de cebolla en condiciones de umbráculo [Selection of a growth promoter microbial consortium in onion seedlings under shade-house conditions]. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 38(2): 301-321.
- Blanco, E.L., Reyes, I. (2018). Aplicación de un biosustrato compuesto por microorganismos y roca fosfórica sobre el cultivo de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) [Application of a biological substrate mixture composed by microorganisms and rock phosphates to two lettuce cultivars (*Lactuca sativa* L.)]. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 35: 408-434.
- Castro, Y., Blanco, E.L. (2018). Estimación del contenido de clorofila y nitrógeno en plantas de pimentón inoculadas con bacterias rizosféricas. Revista Científica UNET 30(1): 105-112.
- Cortés-Patiño, S.L., Vesga-Ayala, N.P., Sigarroa-Rieche, A.K., Moreno-Rozo, L., Cárdenas-Caro, D. (2015). Sustratos inoculados con microorganismos para el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero. Bioagro 27(3): 151-158.
- Díaz, P.; Ferrera-Cerrato, R.; Almaraz, J.; Alcántar, G. (2001). Inoculación de bacterias promotoras de crecimiento en lechuga. Terra 19(4): 327-335.
- Döbereiner, J.; Andrade, V.; Baldani, D. (1999). Manual de preparo de meio de cultura. Seropédica: Embrapa Agrobiología, 38. (Embrapa CNPAB. Documentos, 110).
- Dutta, P.; Muthukrishnan, G.; Gopalasubramaianam, S.K.; Dharmaraj, R.; Karuppaiah, A.; Loganathan, K.; Periyasamy,
- K.; Pillai, M.A.; Upamanya, G.; Boruah, S.; Deb, L.; Kumari, A.; Mahanta, M.; Heisnam, P.; Mishra, AK. (2022). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and its mechanisms against plant diseases for sustainable agriculture and better productivity. Biocell 46(8): 1843-1859.
- Escalante, M., Chacón, J., Suárez, M., Barbosa, A. (2018). Disminución del crecimiento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* y del moho blanco en lechuga por efecto de extractos etanólicos de plantas. Revista Científica UNET 30(2): 473-481.
- Fierro, D., Mena, J. (2009). Bacteriología y Virología. Universidad Autónoma de Sinaloa. (En línea). Disponible en: <http://www.slideshare.net/themena1/manual-de-bacteriologa-y-virologa>. [Consulta del 27/06/2022].
- Gerhardt, P., Murray, R.G.E., Wood, W., Krieg, N. (1994). Methods for general and molecular bacteriology. ASM. EEUU. 218, 614.
- Gholami, A., Shahsavani, A., Nezarat, S. (2009). The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. Int. J. Biol. Sci. 5(1): 35-40.
- Holt, J.G., Krieg, N.R. (1994). Enrichment and isolation. En: Gerhart, P. Murray, RGE., Wood, WA. Krieg, NR. (Eds.) Methods for general and molecular biology. Ch. 8. ASM. Washington. DC, EEUU. 179-212.
- Jayashree, C., Jagadeesh, K.S. (2017). Testing the Effect of the Microbial Consortium on Growth of Vegetable Seedlings in a Farmer's Nursery. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 6(2): 1636-1639.
- Kaur, R., Macleod, J., Foley, W., Nayudu, M. (2006). Gluconic acid: an antifungal agent produced by *Pseudomonas* species in biological control of take-all. Phytochemistry 67(6): 595-604.
- Madigan, M., Martinko, J., Parker, J. (2003). Brock Biología de los microorganismos. 10^a ed. Editorial Prentice Hall. Madrid, España. 1089.
- Márquez, R., Blanco, E.L., Aranguren, Y. (2020). *Bacillus* strain selection with plant growth-promoting mechanisms as potential elicitors of systemic resistance to gray mold

- in pepper plants. Saudi J. Biol. Sci. 27 (8): 1913-1922.
- Marquina, M., Ramírez, Y., Castro, Y. (2018). Efecto de bacterias rizosféricas en la germinación y crecimiento del pimentón *Capsicum annuum* L. var. Cacique gigante. Bioagro 30(1): 3-16.
- Mora, S., Águila, E., Revelo, V., Benavides, H., Balarezo, L. (2019). Combinación de dos biofertilizantes y fertilización química en la producción de *Solanum tuberosum* cv. Superchola en Andisoles ecuatorianos. Centro Agrícola 46(4): 44-52.
- Nápoles-Vinent, S., Milanés-Riquene, S., Hernández-Forte, I., Morales-Mena, B., Nápoles-Garcias, M.C. (2022). Los rizobios incrementan la germinación de las semillas de *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. Segunda evidencia en Cuba. Agron. Mesoam. 33(1): 12.
- Peña, H., Reyes, I. 2007. Aislamiento y evaluación de bacterias fijadoras de nitrógeno y disolventes de fosfatos en la promoción del crecimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.). Interciencia 32(8): 560-565.
- Reyes, I., Bernier, L., Simard, R., Antoun, H. (1999a). Effect of nitrogen source on the solubilization of different inorganic phosphates by an isolate of *Penicillium rugulosum* and two UV-induced mutants. FEMS Microbiol. Ecol. 28: 281-290.
- Reyes, I., Bernier, L., Simard, R., Tanguay, P., Antoun, H. (1999b). Characteristics of phosphate solubilization by an isolate of a tropical *Penicillium rugulosum* and two UV-induced mutants. FEMS Microbiol. Ecol. 28: 291-295.
- Reyes, I. (2000). Mecanismos de disolución de fosfatos minerales por el hongo tropical *Penicillium rugulosum* Thom. Trabajo de ascenso. Universidad Nacional Experimental del Táchira. San Cristóbal. 58p.
- Reyes, I., Bernier, L., Antoun, H. (2002). Rock phosphate solubilization and colonization of maize rhizosphere by wild and genetically modified strains of *Penicillium rugulosum*. Microb. Ecol. 44: 39-48.
- Reyes, I. (2003). Biodiversidad de la disolución microbiana de fosfatos minerales. Venesuelos 11(1-2): 46-54.
- Reyes, I., Valery, A., Valdúz, Z. (2006). Phosphate-solubilizing microorganisms isolated from rhizospheric and bulk soils of colonizer plants at an abandoned rock phosphate mine. Plant Soil 287: 69-75.
- Reyes, I., Álvarez, L., El-Ayoubi, H., Valery, A. (2008). Selección y evaluación de rizobacterias promotoras del crecimiento en pimentón y maíz. Bioagro 20(1):37-48.
- Sánchez, L.A., Reyes, I. (2018). Incidencia de la inoculación con microorganismos rizosféricos benéficos y roca fosfórica sobre el crecimiento del pimentón (*Capsicum annuum* L.). Revista Científica UNET 30(1):122-128.
- Sawada, Y., Katsumata, T., Kitamura, J., Kawaide, H., Nakajima, M., Asami, T., Nakaminami, K., Kurahashi, T., Mitsuhashi, W., Inoue, Y., Toyomasu, T. (2008). Germination of photoblastic lettuce seeds is regulated via the control of endogenous physiologically active gibberellins content, rather than of gibberellins responsiveness. J. Exp. Bot. 50(12): 3383-3393.
- Silva, G.B. Heckler, L.I., Dos Santos, R.F., Durigon, M.R., Blume, E. (2015). Identificação e utilização de *Trichoderma* spp. armazenados e nativos no biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum*. Revista Caatinga 28(4): 33-42.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2010). Plant Physiology. 5th ed. Sinauer Associates Inc., Publishers. USA. 782.
- Tripura, C., Sudhakar, P., Reddy, M.K., Sashidhar, B., Podile, A.R. (2007). Glucose dehydrogenase of a rhizobacterial strain of *Enterobacter asburiae* involved in mineral phosphate solubilization shares properties and sequence homology with other members of enterobacteriaceae. Indian J. Microbiol. 47: 126-131.
- Vargas-Hoyos, H.A., Gilchrist-Ramell, E. (2015). Producción de enzimas hidrolíticas y actividad antagónica de *Trichoderma asperellum* sobre dos cepas de *Fusarium* aisladas de cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*). Rev. Mex. Micol. 42: 9-16.

BIOINOCULANTES EN PLÁNTULAS DE LECHUGAS

Blanco, E.; Reyes, I.

Werra, P., Pechy-Tarr, M., Keel, C., Maurhofer, M. (2009). Role of gluconic acid production in the regulation of biocontrol Traits of *Pseudomonas fluorescens* CHA0. *Appl. Environ. Microbiol.* 75(12): 4162–4174.

Zambrano, J.; Díaz, L. (2008). Efecto de la inoculación de *Azospirillum brasiliense* y *Glomus* sp. En *Gmelina arborea* durante su germinación y manejo en vivero. *Univ. Sci.* 13(2): 162-170.



Erika Lorena Blanco. Biólogo. Magíster en Agronomía, mención Producción Vegetal. Doctora en Ecología Tropical. Profesora e Investigadora de la UNET adscrita al Decanato de Investigación. Responsable del laboratorio de Biotecnología y Química de Polímeros. Realiza investigación en biotecnología de microorganismos aplicados a la agricultura, ecofisiología de cultivos, y ecología microbiana del suelo. Premio Nacional de Ciencia y Tecnología 2018, mención Investigador Novel.



Isbelia Reyes. Bióloga. Mg Sc en Ecología Tropical. Ph.D. en Microbiología. Profesora titular jubilada e investigadora de la UNET. Fundó los laboratorios de investigación de Biofertilizantes y de Instrumentación Biológica de la UNET, realizando trabajos sobre el aislamiento, identificación y evaluación de microorganismos de importancia agrícola de los ciclos del nitrógeno y del fósforo.

Vol.
1
1987

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Efectos de tratamientos químicos y físicos en la germinación de kudzu tropical. (<i>Pueraria phaseloides</i> Benth)	3
- Pérez, A.	
Estudio de la <i>Fasciola hepatica</i> en el estado Táchira, Venezuela. Incidencia y prevalencias en la zona sur del estado Táchira.	14
- Perruolo, G.; Perdomo, E. y Silva, J.	
Coleópteros Coprófagos y Necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) del estado Táchira, Venezuela.	20
- Havranek, D.	
Utilización de la Cachaza líquida preservada en la alimentación de cerdos en crecimiento y acabado.	23
- Bautista, O.	
Nuevo Tripanosoma de peces de agua cálidas en Venezuela. (<i>Protozoa kinetoplastida</i>).	32
- Perruolo, G.	
Algunas consideraciones sobre Paja Cabezona o Maciega (<i>Paspalum virgatum</i> L.)	36
- Pérez, L.; Pacheco, J.	
Catálogo de los Scarabaeidae (Coleoptera) Coprófagos y Necrófagos, del estado Táchira, Venezuela.	39
- Blanco, J.	
Diseño y Construcción de un tubo de Calor.	47
- Nieto, O. y Salcedo, R.	
Ánalisis experimental de esfuerzos en una cámara de combustión de combustible sólido.	54
- Bortone, C.	
Evaluación preliminar del factor "C" en la ecuación universal de pérdidas de suelo bajo diferentes prácticas de manejo en el cultivo del cafeto.	67
- Useche, R. y Méndez, J.	
El Potasio en los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar en el Valle de Ureña, Edo. Táchira.	76
- Gamboa, J.; Núñez, J.; Gamboa, M.	
Estudio de la calidad de la miel de abeja comercializada en la Ciudad de San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela.	82
- Casanova, R.	

Vol.
3
1989

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Método heurístico para obtener soluciones básicas a los problemas de transporte en programación lineal.	5
- Porras, R.	
Caracterización morfológica de algunas especies de <i>Algubo</i> , existentes en Maracay, estado Aragua. Venezuela.	15
- Acevedo, R.	
Efecto de la materia orgánica en la solubilidad de la roca fosfórica.	19
- Reyes, I.; Gamboa, J.	
Prevalencia por Geohelmintos en escolares de San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela.	27
- Molina, A.	
Manejo de un Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiencia.	35
- Barbosa, C.	
Evaluación de dos fungicidas sistémicos para el control de la Roya del Cafeto.	41
- Escobar, C. y Bustamante, E.	
Prevalencia de <i>Stefanurus dentatus</i> en cerdos sacrificados en el matadero de San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela.	47
- Morales, O.	
Morfometría de abejas africanizadas en el estado Táchira, Venezuela.	51
- Perruolo, G.	
Coleópteros, coprófagos y necrófagos (Scarabaeidae, Silphidae) atraídos a cebos, en bosques venezolanos.	55
- Havranek, D.	
Estrategia de defensa de la colmena de abejas <i>Apis mellifera</i> , L. (Hymenoptera: Apidae).	65
- Tapias, O.	

Vol.
2
1988

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Respuesta del Corocilo <i>Cyperus rotundus</i> L. a la aplicación directa de glicofosfato sobre tubérculo.	3
- Pérez, L.	
<i>Culicoides</i> (Diptera:Ceratopogonidae) del estado Táchira, Venezuela. Parte I.	17
- Perruolo, G.	
Leguminosas que incrementan el valor nutritivo de algunos pastizales del estado Táchira.	21
- Vera, A.	
Datos ecológicos para <i>Coloides castanea</i> (Coleoptera: Scarabaeidae: Hybosoridae).	31
- Havranek, D.	
Catálogo de los Scarabaeidae (Coleoptera) Coprófagos y Necrófagos del estado Táchira, Venezuela Parte II.	39
- Blanco, J.	
Fraccionamiento del Azufre en algunos suelos pertenecientes al bosque seco montano bajo del estado Táchira, Venezuela.	49
- Gamboa, J.; Chacón, L.; Gamboa, M.	
Adaptación informacional en la abeja doméstica <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae).	55
- Tapias, O.; Valderrama, N.	
Eficiencia del riego de la caña de azúcar en el área Ureña - San Antonio.	65
- Torras, S.	
Facilidad para la instalación de una planta productora de carbón activado.	77
- Torres, A. y Zambrano, L.	
Algunos Scarabaeinae neotropicales nuevos o pocos conocidos.	85
- Martínez, A.	
Odanata del estado Táchira.	91
- De Marmels, J.	
Aplicación en edafología del paquete estadístico BMDP. 1: Transformación del Superfosfato triple en dos suelos del estado Táchira.	113
- López, A.	

Vol.
4
1990

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Enfermedades parásitarias de las abejas <i>Apis mellifera</i> L. en el estado Táchira, Venezuela.	2
- Casanova, R. y Perruolo, G.	
Enfermedades parásitarias de las abejas <i>Apis mellifera</i> L. en el estado Táchira, Venezuela.	12
- Casanova, R. y Perruolo, G.	
Efecto residual a nivel de invernadero de tres rocas fosfóricas del estado Táchira, Venezuela, usando maíz (<i>Zea mays</i> L.) como planta indicadora.	29
- López, A.; Casanova, E.; Chacón, L.; Paz, M.; Guerrero, J.	
Sensibilidad artística y vocación.	49
- Mora, P.	
Bionomía de la fauna Anophelica en Socopó, estado Barinas, Venezuela.	60
- Perruolo, G.; Briceño, J.; Briceño, R.; Carter, K.; Gascón, L.; Mazzarri, M.; Segovia, L.; Vizcarrondo, J.; Zerpa, N.	
Respuesta de la gallinas ponedoras a niveles variables de energía-proteína en la unidad avícola de la UNET.	73
- Romero, I.	
Separación mecánica y manual de carne y residuos en peces de agua dulce <i>Hoplosternum littoralis</i> y <i>Hoplias malabaricus</i> .	82
- Sánchez, H.	

Índice acumulado

**Vol.
5
1991**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Diseño y construcción de un fundidor extractor de cera de abejas (<i>Apis mellifera L.</i>) -Baez, F.; Méndez, H.; Casanova, R.; Méndez, J.	1
Ánalisis micobiológico del queso pasteurizado. -Carreño, M.	11
Identificación de algunos virus de la caraota (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) 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 L.</i>). -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 L.</i>) 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 L.</i> (Hymenoptera: Apidae) Parte II. -Tapia, O.; Balderama, 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 L.</i> , en panales almacenados de cera de abejas. -Casanova, R.	15
Escarabajos (Coleoptera. Scarabaeidae) Coprófagos y Necrófagos atraidos 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> (Polypodiaceae) 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 sp.</i> 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 L.</i> (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. -Pernía, 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
Biotecnología / 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. - Aristigueta, 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 - Higueras, 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> (<i>Insecta: Lepidóptera</i>) en el estado Táchira, Venezuela. - Rey, F.	37
Inventory 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 coumafós para el control de <i>Varroajacobsoni</i> en colonias con cría de abejas africanizadas (<i>Apis mellifera L.</i>), ubicadas en el municipio montes, estado Sucre -Venezuela. - Casanova, R.; Barrios, L.; Mendoza, C.	45
Relación entre las abejas <i>Apis mellifera L.</i> y la planta "fruta aguacero" <i>Ryania speciosa</i> Walp., 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 Tapia, O.	75

Índice acumulado

**Vol.
12(1)
2000**

**Vol.
12(2)
2000**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	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	Bledo (<i>Amaranthus spp</i>) como ingrediente en dietas para conejos en crecimiento y engorde. - Bautista, E.; Barrueta, H.	1
Nueva especie de <i>Leptospaeria</i> Venezolana. - García, E.	11	Daños causados a <i>Varroa jacobsoni</i> (acarid:dermanicidae) por comportamiento "grooming" de abejas africanizadas (Hymenoptera:apidae) - Casanova, R.	19
Caracterización florística de las parroquias Coquivacoa y Olegario Villalobos del municipio Maracaibo, Estado Zulia. - Rey, F.	19	Crecimiento y fertilidad post-parto de hembras mestizas lecheras en un rebaño del norte del estado Táchira, Venezuela. - García, J.	29
Clasificación automática de espectros estelares tomados con prisma objetivo - Molina, R.	39	Fisonomía de la vegetación y especies vegetales de interesa picola, de altos de Paramillo. San Cristóbal, estado Táchira. Venezuela. - Tapia, O.	61
Supervivencia de <i>Boophilus microplus</i> en pastizales del estado Táchira, Venezuela - Perruolo, G.	53		
Induce de especificidad de la abeja <i>Apis mellifera scutellata</i> Latreille, en diferentes meses del año. - Tapia, O.; Monsalve, J.	73		
Comportamiento de la roya del cafeto (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk & Br.) sobre nueve líneas de catimor en la finca Tuquerena, Rubio, estado - Táchira. - Vivas, A.; Barragán, G.	93		

**Vol.
13(1)
2001**

**Vol.
14(1)
2002**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Categorías de la identidad corporativa de las instituciones universitarias - Márquez, I.	1	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
Aplicación de redes neuronales en espectros estelares - Molina, R.; Rosales, M.	13	Florae herbariorum tachirensis N° 1: nomina acanthaceae. - García, E.; Tapia, O.; Monsalve, G.; Marcano, E.; Acuña, E.	11
Evaluación colorímetrica 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	Caracterización taxonómica de la biótica liquénica del jardín botánico del Táchira, San Cristóbal. Edo. Táchira. Venezuela. - García, M.	26
Estudio morfológico de <i>Sclerotium cepivorum</i> Berk, agente causal de la pudrición blanca del ajo - Moreno, I.; Acevedo, R.	51	Caracterización y actividad antimicrobiana del aceite esencial de las hojas de <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl) A. Gray. - González, N.; Sánchez, F.; Usobilaga, A.	45
Uso de recursos localmente disponibles para la construcción de nidos artificiales de abejas sin aguijón (Meliponinae) - Moreno, F.; Cardozo, A.	71	Validación de un biosensor para la detección de mastitis a través de la conductividad eléctrica. - Zambrano, S.; Acosta, F.; Contreras, C.	55
Plan de manejo para la conservación de las abejas sin aguijón (Meliponinae) en explotaciones madereras. Caso explotaciones del sur del estado Portuguesa. - Moreno, F.; Diaz, 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. (Hymenóptera:apidae) hacia diferentes sectores geográficos en Altos de Paramillo – Jardín Botánico del Táchira, San Cristóbal – estado Táchira - Tapia, O.	113		

**Vol.
14(1)
2002**

**Vol.
15(1)
2003**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	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	Una infraestructura para la difusión de conocimiento en las PYME - Carpio, M.; Pérez, L.	1
Medidor de flujo basado en el principio de disipación de calor - Contreras, C.; Rodríguez, J.; Di Sípio, R.; Tarazona, J.; Contreras, J.	11	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
Automatización de un sistema híbrido: tres tanques y un surtidor. Parte I: Ingeniería Conceptual e Ingeniería Básica. - Montilla, M.	24	Análisis de proantocianidinas en commelinaceae en el Estado Táchira. Venezuela - Arnaude, O.; González, N.	41
La investigación en la carrera de arquitectura-UNET: Elementos para su análisis. - Vivas, F.	43	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>micoplasma Boris</i> en la zona norte del estado Táchira - Moreno, C.	61

**Vol.
15(2)
2003**

**Vol.
16(1)
2004**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	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	Estimación del volumen ventricular izquierdo usando algoritmos genéticos - Bravo, A.	1
El proceso de preincubación en el modelo de incubación UNET. - González, L.	9	Sistema de información decisión de la unidad de admisión de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. Venezuela. - Marrero, C. y Moreno, T.	7
Concentraciones minerales en suero sanguíneo de hembras bovinas Brahman en una finca del sur del estado Táchira, Venezuela. - Depablos, L.; Moreno, C	17	Nueva calibración de un método de clasificación estelar - Molina, R.	17
Comportamiento productivo y reproductivo de búfalas Murrah en tres explotaciones lecheras del estado Táchira. Venezuela. - Zambrano, R.; Contreras, R.	35	Establecimiento de un plan estratégico prospectivo para la proyección turística del estado Táchira, Venezuela. - Madriz, D.; Ramírez, B.	24
Evaluación de la efectividad de la postura en abejas reinas de genotipo italiano <i>apis mellifera ligustica</i> y genotipo africano <i>apis mellifera L.</i> - Ochoa, H.; Carvajal, G.; Casanova, R.; Cárdenas, I.	45	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. - Valduz, Z. y Reyes, I.	51

Índice acumulado

Vol.
16(2)
2004

Vol.
17(1)
2005

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
El poder político y el poder militar en Venezuela -Porras, C.	72	Implementación del método Simplet en un programa de elementos finitos basados en volúmenes de control -Torres, M.; Reyes, M.; Escalante, H.	1
Pulpa de café ecológica ensilada con melaza en dietas para conejos (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) destetados -Bautista, O.; Álvarez, I.; Barrueta, H.	84	Potencialidades productivas del estado Táchira, Venezuela. -Madriz, D.; Ruiz, B.; Castillo, E.; Niño, L.; Márquez, M.; Parra, M.	11
Efecto del ácido oxálico en el control de varroa destructor (<i>acaridemaniidae</i>) en colonias de abejas africanizadas <i>Apis mellifera</i> (hymenoptera: apidae). -Casanova, R.; Uzcátegui, F.; Bracho, R.; Albaracín, L.; Grad, N.; Perrullo, G.; Tapia, O.	94	Uso de patentes para la determinación de tendencias tecnológicas. Caso de estudio: nanotecnología. -Amador, B.	33
Crecimiento y edad al primer celo de novillas mestizas Holstein levantadas en módulos de pastoreo con suplementación -García, A.	104	Amaranthaceae del herbario Juan José Pacheco de la Universidad del Táchira, Venezuela -Monsalve, J.; Tapia, G.; Acuña, E.; Zapata, S.	51
Caracterización física – química en quesos blancos semiduros no pasteurizados, expendidos en la zona norte del estado Táchira -Colmenares, M.; Zambrano, M.; Galiano, S.	118	Evaluación del efecto de dos programas de fertilización sobre el comportamiento de pasto estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) en el período de lluvias en una finca comercial -Castellanos, L.; Chacón, C. y Moreno, A.	71
		Valor nutritivo del pasto <i>Brachiaria humidicola</i> (rendle) schweick a diferentes edades en condiciones de bosque seco tropical -Rodríguez, N.	89

Vol.
17(2)
2005

Vol.
18(1)
2006

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Nodulación de quinchoncho <i>cajanus cajan</i> por rizobios disolventes de fosfatos de calcio aislados de leguminosas del estado Táchira -Reyes, I.; Alcedo, Y.	90	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.	1
Caracterización microbiológica y vida útil de la cuajada ácido láctico obtenida a partir de leche pasteurizada -Rivas, F.; Zambrano, M.; Galiano, S.	100	Detección de <i>listeria</i> spp. en quesos blancos semiduros comercializados en San Cristóbal estado Táchira -Carrillo, L. y Zambrano, M.	9
Caracterización bromatológica de la cuajada láctica obtenida a partir de leche pasteurizada -Zenini, S.; Galiano, S.; Zambrano, M.	115	Asociación de cultivos hortícola de hoja (<i>Lactuca sativa</i> , <i>Allium ampeloprasum</i> y <i>Coriandrum sativum</i>) con uso de cobertura vegetal muera -Carrillo, L. y Zambrano, M.; Moreno, F.; Contreras, O. y Bracho, B.	18
Utilización de la pulpa de café ecológica ensilada y deshidratada en la alimentación de conejos <i>Oryctolagus cuniculus</i> en crecimiento y engorde -Barrueta, E.; Enderson, CH.; Bautista, O.	125	Efecto de la polinización artificial en el cuajado de frutos de la guanábana (<i>Annona muricata</i> L.) en la zona norte del Estado Táchira -Porras, D.; Briceño, W. y Molina, A.	25
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.	133	SGA-V: implementación en VHDL'93 de un algoritmo genético simple -Niño, J.; Amaya, J.	31
Sistema de adquisición dedicado a la obtención de señales cardíovasculares utilizando el computador como herramienta de monitoreo y registro -Granda, F.	145	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.	41
El recurso humano en la PYME del estado Táchira -Cardozo, N.; Infante, C.; Pérez, F.; Ugueto, M.	157	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.	55
		Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado de san cristóbal edificaciones públicas y esenciales, lapso 1900-1945 -Casanova, B.	65
		Adobe: técnica constructiva, confort y ambiente -Useche, I.; Durán, J.	74
		La vivienda indígena en el Táchira, respuesta constructiva y ambiental -Villanueva, L.	89
		Residuos sólidos: propuestas ecotecnológicas para la industria de la construcción -Useche, I.; Martínez, A.; Suárez, N.; Contreras, J.; Zapata, J.	98

**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 inglés - Cañas, L.	162
Propiedades fractales de patrones de crecimiento en el modelo DLA mediante automatas 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 incomprendible a través de un codo - Torras, 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
Revisión 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, J. 2.	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 <i>Balantidium coli</i> (ciliophora:bursaridae) 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, J. 1; Zapata, S. 2; Tapias, G. 3; Acuña, E. 4.	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 hepáticas representadas por datos con patrones solapados Chacón, J.; Volcane, R.; Lameda, C.	1
Características de experiencias en redes interpresariales 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 (CADAFFE) Cabeza, María A.; Cabeza, María 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.	51
Madurez vocacional y perfil de valores humanos en estudiantes universitarios que se cambian de especialidad Bortone, R.	62
	72

Índice acumulado

**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.; Uguelo, M.; Infante, C.	79
Biodiversidad asociada con el género <i>lymnaea lamarki</i> 1801 (<i>lymnaeidae: pulmonata: gastrópoda</i>), en los andes venezolanos Chacón-Ortiz, A.; Guerrero, Ch. y Tovar-Rodríguez, W.	87
Culicoides travassosi forattini, 1957 (diptera: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 imaginada a la metrópoli real Mogollón, L.	125

**Vol.
21(1)
2009**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Caos colectivo en redes de pequeño mundo González-Estevez, 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 Estevez, R.; Tucci, K.	46
Efecto de la densidad de vehículos de transporte público en la fluidez del tráfico: un modelo autómata celular Marquez, 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 schaueri</i> que crece silvestre en el Estado Táchira. Venezuela González de C. N.; Pallares, J.; Ramírez, T.; Alarcón, L. Velasco, J.; Usibilaga, 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.; Uguelo, 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. García, 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 pergaminio con tres niveles de humedad, en condiciones de laboratorio Salazar, M.; Reyes, J.; Vivas, A.; Sánchez, J.	1
Caracterización microbiológica y físico química del fermento utilizado en la elaboración del pan andino en Venezuela Vonasek, S.; Zambrano, M.	9
Efecto de la fertilización química y orgánica en el rendimiento de mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth) Briceño, W.; Omaña, R.	17
INDUSTRIAL	
Modelado y simulación del funcionamiento de una celda de combustible PEM para uso automotriz Posso, F.; Duque, W.	25
Propuesta para la evaluación y mejoramiento de los métodos de trabajo en la PYME Márquez, M.; Pérez, F.	34
Diseño de bloques incompletos balanceados aplicando búsqueda Tabú Rodríguez, D.	43
Reingeniería del Sagaj para su ejecución en la Grid Castro, J.; Casique, D.; Amaya, J.	51
EXACTAS	
Identificación y evaluación de los impactos ambientales en el proceso de producción de etanol Araujo, E.; Carrero, D.	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, William ¹ ; Chacón-Ortiz, Andrés ¹ y De Jesús-Durán, Rosa ²	87
Determinación taxonómica del orégano silvestre y sus relaciones ecológicas en la minas de Lobatera - Táchira - Venezuela	
Zapata, Yurli ¹ ; Tapia, Omar ¹	96
Seroprevalencia de <i>Toxoplasma gondii</i> (protozoo: sarcocystidae) en cerdos del matadero de San Cristóbal Táchira Venezuela	
Calderón, Yolimar ¹ ; Perruolo, Gustavo ¹	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?	1
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	9
SOCIO HUMANÍSTICO El área metropolitana de San Cristóbal. Aspectos demográficos y de división político-territorial	17
Mogollón, Ligia	
Residuos de la construcción y nuevos componentes Constructivos-Ecomaterial	
Zapata, José G.	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; Albaracín, Luis	31
Prevalencia y carga parasitaria de cultivos de cachamay (<i>Colossoma macropomum</i> CUVIER, 1818 X <i>Piaractus brachypomus</i> CUVIER, 1818)	
Ramírez-Mora, José Nobel ¹ ; Eslava-Mocha, Pedro René; Aguadelo, Eddy	36
EXACTAS Mejora del proceso de destilación artesanal para la producción de etanol	
Herrera, Juan Pablo.; Padilla, Victoria; Cárdenas, Mayrin; Carrero, Yvan; Alayón, Mario	46
Complejidad estadística en series temporales: aplicación a señales EEG	
Escalona-Morán, M.; Molina, L. A.; Cosenza, M. G.	
Influencia de la topología en la distribución de riqueza en un modelo determinista de intercambio económico	
^{1, 2} González-Estévez, J.; ² Cosenza, M. G.; ³ López-Ruiz, R.; ⁴ Alvarez-Llamoza, O.	53
	61

**Vol.
23(2)
2011**

PÁGINA	
INDUSTRIAL Caracterización del proceso innovativo de las pequeñas y medianas empresas metalmeccánicas del estado Táchira	
Márquez, Alexandra; Mora, Yurby	69
Como toman decisiones los empresarios exitosos	
Castillo, Elizabeth	79
Modelado del efecto final del robot alacrane para el contacto con el suelo	
García, Marcey ¹ ; Martínez, Jorge ² ; García-Cerezo, Alfonso ³	88
Consideraciones para el fortalecimiento de las competencias emprendedoras en el estudiante UNET	
Díaz, Manuel ¹ ; Madriz, Delia ²	101
Marco integrador para el desarrollo de equipos de alto desempeño. Caso: unidad de investigación de la UNET	
Uguesito, Martha y Cardozo, Neyda	110
La generación de electricidad en zonas rurales de latinoamerica utilizando celdas de combustible	
Posso, Fausto	122
EXACTAS Efecto de los agroquímicos sobre las propiedades biológicas en suelos del estado Táchira	
Ramírez, Tibisay; González, Nélida; Meza, María; Pallares, Johana	132
SOCIO HUMANÍSTICO Política social en el IX plan de la nación y el plan de desarrollo económico – social 2001-2007	
Weky, Luis	140
AGROPECUARIA Evaluación de la fertilización nitrogenada sobre oferta y composición química de pasto azul (<i>Setaria anceps</i>)	
² Zambrano, Ramón; ¹ Montoya, Betty; ¹ Zambrano, Arlinda; ² Moreno, Alejandro; ¹ Montilla, Juan	148

**Vol.
24(1)
2012**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
Propiedades mecánicas de la fundición gris producida por empresas del Táchira, Venezuela	
Peña, Milexa ¹ , Fuentes, José ¹ , Gallardo, José ² , Zapatero, José ³	1
El trabajo académico del estudiante UNET. Impacto y pertinencia	
Pérez, Freddy; Uguesito, Martha; Cardozo, Neyda	13
Diagnóstico gerencial de la microempresa manufacturera del estado Táchira, Venezuela	
Márquez, Mervin; Madriz, Delia; Sierra, Maritza; Parra, Maira	21
Arquitectura de Automatización Basada en Holón Industrial	
Andrickson, José ⁽¹⁾ ; Chacón, Edgar ⁽²⁾ ; Amaya, Jhon ⁽³⁾ ; Pabón, María ⁽⁴⁾ ; Ramírez, Alba ⁽¹⁾	31
Ambiente organizacional en las unidades académicas de la UNET	
Sánchez, Lilian; Guerra, Karina; Uguesito, Martha; Muñoz, Miguel; Cardozo, Neyda; Pérez, Freddy; Infante, Cora	45
Estudio comparativo de la influencia del abastecimiento de agua en las actividades económicas de la Fria, Venezuela y Mairena del Aljarafe, España	
Lara, Mayra ¹ ; Cárdenas, Ana ² ; Zambrano, Lisbeth ¹ ; Navarro, Jesus ²	55
Mapas conceptuales y manipulación sensorial de modelos físicos elementales: una estrategia para la enseñanza-aprendizaje de dinámica rotacional	
Téllez, Neira ¹ ; Ramírez, María ¹ ; Sanabria, Irma ¹ ; Aspé, Mario ¹	
Triplete de Ca II como calibrador de los parámetros atmosféricos T_{eff} , Log (g), [Fe/H]	63
Molina, Ramón	75

Índice acumulado

Vol.
24(2)
2012

TÍTULO DEL ARTÍCULO		PÁGINA
AGROPECUARIA		
Producción de etanol en cultivares de caña de azúcar en fase plantilla (<i>Saccharum spp. híbrido</i>)	90	
Labrador, José ¹ ; Contreras, Quiliano ² ; Hernández, Edith ³ ; Herrera, Juan ⁴ ; Alayón, Mario ⁵ ; López, Yulice ⁶ ; Márquez, Leonardo, y Becerra Yohana ⁸		
Vida productiva en un rebaño bovino doble propósito en Venezuela. I. Modelo de Cox	98	
Zambrano, Ramón ¹ ; Chirinos, Zuleima ¹ ; Bracho, Belkys ² ; Yáñez, Luis ³ ; Vito, José ⁴ ; Moreno, Alejandro ⁵		

TÍTULO DEL ARTÍCULO		PÁGINA
INDUSTRIAL		
Modelo de optimización de sistemas de eventos discretos utilizando redes de Petri	105	
Durán, Nelson		
Programación lineal ante el reto de la transcomplejidad del proceso de producción de quesos	113	
Morris, Lloyd.; Salazar, Olga.; Quiñones, Yeanette		

TÍTULO DEL ARTÍCULO		PÁGINA
EXACTAS		
Germinación y desarrollo de <i>Lippia micromera</i> Schauer en el sector Cazadero Minas de Carbón de Lobatera, Táchira-Venezuela	121	
Zapata Yuri; Tapia Gabriel		

TÍTULO DEL ARTÍCULO		PÁGINA
SOCIO HUMANÍSTICO		
Macrosectorización del riesgo de inundación en la cuenca del río Torbes	127	
Useche, Iván; Chacón, Leandro; Criollo, Rosa; Salas Zulay		

Vol.
25(1)

TÍTULO DEL ARTÍCULO		PÁGINA
INDUSTRIAL		
Enfoque para la reconstrucción del ventrículo izquierdo en angiografía rotacional por rayos X	1	
Bravo, Antonio ¹ y Medina, Rubén ²		
El rol de la universidad en el desarrollo de interacciones con el entorno productivo	19	
González, Yanireth; Márquez, Alexandra; González, Salvador		
Arquitectura de control en labview para laboratorio de control, mediante plc twido	28	
Andrickson, J.; Ramírez, A.; Pabón, M.; Barón, G.; Rangel, J.		
EXACTAS		
Desempeño ambiental de la agroindustria rural de caña panelera en el municipio Junín, estado Táchira, Venezuela	38	
Solórzano C., C.; Carrero, Y.; Padilla, V.; Alayón, M. y Herrera, J.		
Efecto de <i>Trichoderma</i> , de sus metabolitos no volátiles y extractos de plantas sobre <i>P. brassicae</i>	46	
Becerra C., C.; Escalante O., M. y Pérez R., M.		
Contaminación por parásitos caninos de importancia zoonotica en playas del estado falcón, Venezuela	54	
Perruolo, L. Gustavo; Chacon-Ortiz, Andres; Agudelo, Eddy; Orellana, Andrés; Tovar, William		
Empleo de programas en labview para la dilución y mezcla de bebidas alcohólicas artesanales	58	
Herrera, Juan Pablo.; Padilla, Victoria; Moreno, Mayerllyn		

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)	1	
Castillo, Maicol y López, Roberto		
Diseño de estrategias de neuromarketing para la Universidad Nacional Experimental del Táchira	13	
Pacheco, Mónica del Carmen		
Fortalecimiento de la responsabilidad social universitaria en los docentes de la UNET	20	
Rodríguez, Karena		
Orientación educativa y responsabilidad social universitaria garantía para la consolidación de una carrera profesional	28	
Delgado Muñoz, Ana Rita		
Análisis de la aplicabilidad de los derechos humanos: desde una mirada internacional, nacional, local y del consultorio jurídico - Universidad Simón Bolívar, extensión Cúcuta	37	
Illera, Mercedes		
Comunidades de aprendizaje para el desarrollo de la agroindustria rural en caña panelera del estado Táchira	45	
Solórzano, Carmen Sol; Carrero, Yvan; Padilla, Victoria; Herrera, Juan ; Alayón, Mario y Vivas, Marisabel		
Entornos Virtuales		
Software educativo para la integración en la lectura de niños con discapacidad visual (baja visión)	56	
Fernández, Luisenia		
Problemas de contextualización de transferencia de conocimiento virtual entre países; un estudio de caso	61	
Vega, Lurelis; Rondón, Blanca; Matos, Nixdoris; Berrios, María del Socorro; Monsalve, Trina		
Transdisciplinariadas en las Ciencias Sociales		
Escritura académica, una práctica transdisciplinaria y colaborativa	68	
Guerrero, Rosmar; Guerrero, Nathalia		
Actitud de los docentes de ciencias básicas ante la incorporación de las tic en el proceso de enseñanza y aprendizaje	73	
Ramírez, Grelys; Vivas, Marisela		
Configuración del patrón cognitivo en la elaboración del proyecto de investigación	83	
Rondón, Blanca; Sánchez, Marina; Berrios, María; Bastidas, Trina; Matos, Nixdoris		
La síntesis estereognóstica como definición de la transdisciplinariedad	91	
Miguel Martínez Miguélez		

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.	1	
Pernia, Jazael; López, Alejandro; Acosta, Bladimiro		
SOCIO HUMANÍSTICO		
Intervención de frentes de agua urbanos en América Latina. Principios de sostenibilidad	8	
Ruiz Ferrer, Isis; Pérez de Murzi, Teresa		
Tutorial de Metodología de la Investigación, dirigido a estudiantes de Ingeniería Informática de la UNET	20	
Ruiz, Yovanni; Moreno, Teresa; Leguizamón, Andrés y Velandia, Rocío		
Diagnóstico de la asignatura Geometría Descriptiva para diseñar un material de instrucción basado en TIC	34	
Machado González, José Ramón		
Caracterización de residuos y desechos sólidos de la Clínica Médico-Dental del Instituto de Previsión Social del Personal Académico de la UNET (IPPUNET)	42	
Carrero, Darcy; Peña, Luimart; Rangel, Zulay; Paz, Martin y Rodríguez, Karena		
INDUSTRIAL		
Influencia de la Extensión Universitaria UNET en el desarrollo endógeno del estado Táchira	53	
Guerrero, Yadira y Ramírez, Jenny		
CIENCIAS EXACTAS		
Carbonatos Orgánicos Cíclicos como Monómeros: Síntesis y Caracterización	67	
Monsalve, Meribary; Contreras, Jesús		
Calibración de un Algoritmo para la determinación de períodos en Estrellas Variables Periódicas	80	
Velásquez, Raúl; Vivas, A. Katherina y Sánchez, Néstor		

**Vol.
26(2)
2014**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
AGENDA HÁBITAT. INDICADORES CLAVE DE VIVIENDA PARA EL MUNICIPIO SAN CRISTÓBAL, ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA <i>García, Norma; Pérez, Teresa</i>	91
CARACTERIZACIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA <i>Márquez, Alexandra; Ruiz, Bianey</i>	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 <i>Mendoza, Luis D.; Velázquez Araque, L.; Casanova, Jesús</i>	111
POLÍTICA SOCIAL EN EL IX PLAN DE LA NACIÓN Y EL PLAN DE DESARROLLO ECONÓMICO – SOCIAL 2001-2007 <i>Weky, Luis</i>	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 MICROSÓPICA ENTRE AISLAMIENTOS DE <i>Trichoderma</i> spp. <i>Becerra Claudia; Escalante, Mayra y Galvis, Johana</i>	133
RECONOCIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LOS PLATANILLOS DE LA FAMILIA HELICONIACEAE EN EL ESTADO TÁCHIRA <i>Acuña, Elsie; Tapia, Omar; Zapata, Yurli</i>	142
DIPTEROS FORESTICOS DE <i>Dermatobia hominis</i> (Linnaeus Jr. 1781) EN PEDRAZA, MUNICIPIO SAN CRISTÓBAL, ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA <i>Perruolo, L. Gustavo; Chacón-Ortiz, Andrés; Agudelo, Eddy; Orellana, Andrés y Tovar, William</i>	154

**Vol.
27(2)
2015**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
ELEMENTOS MOTIVACIONALES DEL DESEMPEÑO LABORAL: DIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA. <i>Carrero, María; Márquez, Alexandra; González, Yanireth</i>	85
PROPUESTA DE MIGRACIÓN A IPV6 PARA UNA RED DE COMUNICACIÓN DE DATOS. CASO DE ESTUDIO RED UNET <i>Monsalve, Norma; Amaya, Jhon; Reyes, Douglas; Pernia, Edgar</i>	97
ECOSISTEMAS DEL ESTADO TÁCHIRA COMO ESPACIOS PARA LA ENSEÑANZA EN BIOLOGÍA. <i>Chacón-Ortiz, Andrés; Tovar, William; Perruolo, Gustavo; Salcedo, Marco</i>	107
DIAGNÓSTICO FÍSICO DE LA CASA DE LA HACIENDA PARAMILLO <i>Márquez, Manuel; Pinzón, Lourdes; Porras, María; Uscche, Iván</i>	114

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
USO DE LAS NARRATIVAS TRANSMEDIA COMO UNA NUEVA FORMA DE COMUNICACIÓN EN LA ERA DIGITAL <i>Contreras C., Juan J.</i>	126

**Vol.
27(1)
2015**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
EFEKTOS PRODUCIDOS POR LA VARIACIÓN DE PARÁMETROS DIMENSIONALES SOBRE LOS ESFUERZOS SOPORTADOS POR ENGRANES RECTOS <i>Vivas, Jose; García, J. Marcey</i>	1
LA GERENCIA DE PROYECTOS COMO HERRAMIENTA DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES <i>Salazar Herrera Olga Jasmin; Morris Molina Lloyd Herbert; Castillo Romero Doris Yorlet; Guglielmi Ovalles Indira Isolina; Quiñónez Valduz, Yeanette Beatriz</i>	14
REQUERIMIENTOS DEL ENTORNO SOCIOLABORAL PARA LA FORMACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES <i>Ugues, Martha; Madriz, Delta</i>	25
PLAN ESTRÁTICO DE EXTENSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL EN EL MUNICIPIO RANGEL DEL ESTADO MÉRIDA – VENEZUELA <i>Zambrano R. Fernando; Vivas L.; Cañas A.</i>	41
EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y EL ESTADO NUTRICIONAL DE UN CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR BAJO FERTIRRIGACIÓN EN EL PERÍODO DE PLANTILLA <i>Moreno, Alejandro; Molina, José A.; Darghan, Enrique; Montilla, Juan; Zambrano, Ramón</i>	53
EVOLUCIÓN DE LAS REDES VIARIAS DE LOS ALREDEDORES DE SAN CRISTÓBAL. EFECTOS EN LA CONFORMACIÓN METROPOLITANA CONTEMPORÁNEA <i>Mogollón de Márquez, Ligia Esther</i>	60
ANÁLISIS QUÍMICO EN LA ESTRELLA GIGANTE HD 206066 <i>Molina, Ramón E.</i>	70

**Vol.
28(1)
2016**

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
VALORIZACIÓN DE MODELOS DE TURBULENCIA EN DOMINIOS COMPUTACIONALES PARA SIMULACIÓN DE UNA TURBINA HELICOIDAL <i>Marturet, Gustavo; Gutiérrez, Edgar; y Caraballo, Simón</i>	1
ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE BASADA EN RETROALIMENTACIÓN, LABORATORIO DE FÍSICA DE LA UNET. <i>Guerra, Karyna; Ramírez, María; Sanabria, Irma.</i>	19
MELASTOMATACEAE EN LOS MUNICIPIOS FERNÁNDEZ FEO Y TORBES DEL ESTADO TÁCHIRA <i>Zapata, Yurli</i>	30
DISEÑO DE LAS PAILAS PARA UN CENTRAL PANELERO A VAPOR <i>Alarcón, Karla; Alayón, Mario; Carrero, Yvan; Díaz, Carmen; Vivas, Marisabel</i>	37
EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN PANELAS DE LOS MUNICIPIOS SUCRE, JUNÍN, AYACUCHO Y CÁRDENAS DEL ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA. <i>Solórzano, Carmen; Montilva, Leonarda</i>	48

**Vol.
28(2)
2016**

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 ARMAGACO-c Aguilar, José; Altamiranda, Junior; Diaz, Francisco; Mosquera, Diego	100
PLN Y PROCESOS DE INFERENCIA EN LA IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS GENÉTICAS Y SUS MODOS DE REGULACIÓN López, José; Ramírez, Yascon; Morales, Yonathan; González, Luis	111
ROSTRO GENÉRICO PARA MÁQUINAS QUE INTERACTUAN CON PERSONAS Dapena, Eduardo; Pérez, Jesús; Rivas, Rafael; Guijarro, Alfonso	121

**Vol.
29(1)
2017**

TÍTULO DEL ARTÍCULO PÁGINA

Sistema de Gestión de la productividad de la microempresa y PYME del sector comercio (rubro venta de calzado) del municipio San Cristóbal del estado Táchira. Sierra, Maritza; Castillo, María	1
Propuesta metodológica para identificar factores influyentes en las funciones de docentes universitarios. Sánchez, Lilian; Ramírez, Jenny; Guerra, Karyna	20
Un modelo normativo para orientar el pensamiento creativo aplicando el método PIAEM Roa, Mary; Porras, Yazmira	31
Estudio de la Fitotoxicidad de Hidrogeles derivados de Acrilamida y Ácido Itacónico hacia plantulas de papa (<i>Solanum tuberosum, L.</i>) Contreras, Jesús; Juárez, Jessica; Oliveros, Alberto	41
Efectividad del Biocarbón, Vermicompost, Turba y la adición de <i>Trichoderma</i> sp. en la aclimatación de plantulas de fresa producidas <i>in vitro</i> Becerra, Claudia; Linares, Sonia; Linares, Clemente y Jiménez, Dubraska	53
Compatibilidad entre <i>Trichoderma</i> spp., sus metabolitos no volátiles y extractos de plantas Becerra, Claudia; Escalante, Marlyn	60
Calidad del calostro de búfalas (<i>Bubalus bubalis</i>) en la zona norte del estado Táchira, Venezuela Arellano, Eudi; García, José; Vivas, Fernando	68

**Vol.
29(2)
2017**

TÍTULO DEL ARTÍCULO PÁGINA

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	104
PRÁCTICAS PARA LA INTEGRACION SOCIO-LABORAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD Flores, Yatnelly; Tapias, Gabriel; Oviedo, Libia	121
DIAGNÓSTICO DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA DE LA UNET EN FUNCIÓN DE LOS PROCESOS EDITORIALES Y LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES. Villalobos, Salvador; Chacón, José	135
IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ETAPA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS. CASO: TERRAZAS DEL VALLE MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO TACHIRA. Pérez, José; Carrero, Darcy	148
CARACTERIZACIÓN MORFOLOGÍCA Y MOLECULAR DE TRICHODERMA spp. (ASCOMYCOTA: HYPOCREACEAE) CON RAPDS E ITS-RFLPS. Becerra, Sioly; Vera, Rosa; Pérez, Mayra; Moreno, Bridget	162
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DEL AGUA RESIDUAL DE UNA GRANJA PORCINA EN EL MUNICIPIO TORBES, TACHIRA Cárdenas, Marcos; Espinosa, Sindy; Cárdenas, Mayra	173

**Vol.
30(1)**

Congreso Binacional de Investigación

2018 TÍTULO DEL ARTÍCULO PÁGINA

CONFERENCIA ¿CUÁL ES LA INFLUENCIA DE LA INTENCIÓN DEL EXPERIMENTADOR EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA? Reyes, Isabella	3
INDUSTRIAL OPTIMIZACIÓN DEL FILTRO DE KALMAN EXTENDIDO MEDIANTE ALGORITMOS MÉMÉTICOS Amaya, Jhon; Tarazona, María	17
IDENTIFICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE UN ROBOT MÓVIL DIFERENCIAL A TRAVÉS DE UN PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL Reyes, Jesús; García, Jesús; Sánchez, Gerardo; Gil, Angel	28
CONTROL DE UN PÉNDULO INVERTIDO USANDO EL FILTRO DE KALMAN EXTENDIDO PARA LA ESTIMACIÓN SIMULTÁNEA DE ESTADOS Y PARÁMETROS INCERTOS Tarazona, María; Rodríguez, José	38
HERRAMIENTAS 2.0 PARA FOMENTAR EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LOS CONTENIDOS MATEMÁTICOS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL Peña, Tania; Barbosa, Alejandro; Zambrano, Ramón	48
ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO MÍNIMO Y MÁXIMO RECOMENDADO PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE INGENIERÍA Castro, Alexis; Sánchez, Gustavo	56
CONTROL DIFUSO DE ESTRUCTURA VARIABLE PARA UN PROCESO DE EVAPORACIÓN DE CIRCULACIÓN FORZADA Requejo, Juan; Strefezza, Miguel; Sánchez, Gustavo; Granado, Ernesto	67
HORNOS CERÁMICOS SUSTENTABLES PARA PRODUCTOS ARTESANALES DE ARCILLA EN LATINOAMÉRICA. CASO: MÉXICO Díaz, Juan; Suárez, Gustavo; García, Francisco; Rosales, Wilber; Reina, Jesús; Zambrano, Heidy	80
CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN CLIMAS TROPICALES LATINOAMERICANOS Agudelo, Nancy; Ramírez, Rodrigo; Sainz, Luis	91
AGROPECUARIA	
ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE CLOROFILA Y NITROGENO EN PLANTAS DE PIMENTON INOCULADAS CON BACTERIAS RIZOSFÉRICAS Castro, Yulimar; Blanco, Ericka	105
EFFECTO DE CEPAS NO PATÓGENICAS DE <i>Fusarium oxysporum</i> (ASCOMYCOTA: NECTRIACEAE) EN PLÁNTULAS DE TOMATE, PEPINO Y CEBOLLA Bautista, Luis; Granados, Liliana	113

**Vol.
30(1) Continuación**

2018

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

INCIDENCIA DE LA INOCULACIÓN CON MICROORGANISMOS RIZOSFÉRICOS Y ROCA FOSFORICA SOBRE EL CRECIMIENTO DEL PIMENTON (<i>Capsicum annuum</i> L.)	122	EFECTO DEL FENOL ÁCIDO Y BÁSICO EN LA PURIFICACIÓN DE PROTEÍNAS APOLARES DEL SUELO	274
Sánchez, Lúberto; Reyes, Isbelia		Abreu, Erika; Almarza, Jorge; Ruiz, Claudia; Camargo, Danny; Linares, Clemente; Camargo, Daniela	
APLICACIONES DE GALLINAZA Y <i>Trichoderma harzianum</i> EN EL DESARROLLO DE <i>Solanum tuberosum</i> VAR GRANOLA	129	ESTUDIO TEÓRICO DE LA BIODISPONIBILIDAD Y RECONOCIMIENTO MOLECULAR ENTRE METABOLITOS SECUNDARIOS DE <i>Euphorbia hirta</i> L Y α , β -TUBULINA	283
Ros María; Bautista, Luis		Marcano, Emilio; Sánchez, Ysbelia; Canelón, Veríson	
EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN LÍQUIDA O GRANULADA DE <i>Trichoderma</i> spp. PARA PROMOVER EL CRECIMIENTO DE <i>Lilium candidum</i> Y <i>Lactuca sativa</i>	139	INDICE EPT COMO BIOINDICADOR DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA SUBCUENCA ALTA DEL RIOTORBES, TACHIRA, VENEZUELA	293
Roche, Laura; Vera, Rosa; Galvis, Johana; Moreno, Bridget		Perruelo, Gustavo; Chacón, Andrés; Tovar, William	
EFFECTO DE EXTRACTOS ETANÓLICOS DE <i>Cymbopogon citratus</i> Y <i>Lippia micromera</i> SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO DE <i>Alternaria</i> sp.	150	EFECTO DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS CON FILTROS ANAEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE DE TRES FASES (TRI-FAFS)	313
Escalante, Marly; Briceño, Tito; Barbosa, Alejandro		Maldonado, Julio; Rodríguez, Jarsón; Márquez, Adriana	
PATOGENICIDAD DE CEPOS NATIVAS DE <i>Metarrizium anisopliae</i> SOBRE LARVAS DE <i>Phthorimaea</i> spp. (COLEOPTERA: MELOLONTIDAE)	158	MATERIAL ECOLÓGICO CON FINES DE EMBALAJE A PARTIR DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i> Y RESIDUOS ORGÁNICOS AGROINDUSTRIALES	324
Bautista, Luis; Peña, Yury; Gutiérrez, Yusleidy		Colmenares, Elic; Bautista, Luis; Oliveros, Cleomary	
CITOGENÉTICA CONVENCIONAL Y MOLECULAR APLICADAS A PROPUESTAS DE FITOMEJORAMIENTO EN <i>Aloe vera</i> (L.) Burm. f.	167	TEOREMAS DE REPRESENTACIÓN DE RELACIONES DE CONSECUENCIA NO MONOTONAS SOBRE SEMIORDENES	333
Sánchez, Ysbelia; Raymundo, María; Imery, José		Díaz, Janneth	
ESTANDARIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE PROTOCOLO PARA DETERMINACIÓN DE FÓSFORO TOTAL EN MATERIAS PRIMAS AGROALIMENTARIAS	179	ESTIMACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES DE OXOCARBONOS COMO INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL URBANA	339
Rodríguez, Ulce; Mora, Robert; Herrera, Ana; Valduz, Zuleima		Merantes, Giberto; Giraud, Loraine	
DIFERENTES MÉTODOS DE CURADO EN PIERNAS DE OVINO MAYOR Y CORDERO	190		
Lendvay, Helmut; Casique, Maider			
DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE EVENTOS PRODUCTIVOS EN REBAÑOS BOVINOS DE LECHE	199		
Cuadros, Jean; Usche, Miguel; Zambrano, Ramón			
SOCIO ECONÓMICO			
ANÁLISIS Y CATEGORIZACIÓN DE LOS ERRORES ESTADÍSTICOS EN LOS TRABAJOS DE GRADO	211		
Gandica, Elizabeth			
LA ACCIÓN DEL RECONOCIMIENTO: CLAVE EN EL APRENDIZAJE PROYECTUAL	221		
Rivera, María			
LA ARQUITECTURA DE LOS EDIFICIOS RECREACIONALES CONSTRUIDOS EN SAN CRISTÓBAL (1952–1958)	230		
García, Viviana			
ARQUITECTURA "RETAZOS": LA IMAGEN DEL SECTOR DE BARRIO OBRERO EN SAN CRISTÓBAL, TACHIRA, VENEZUELA	242		
Duque, Yasmin			
EVOLUCIÓN DE LA INFECCIÓN POR VIH EN PACIENTES MEDICADOS CON COINFECCIÓN VIH/HEPATITIS B	253		
Timare, Rossana; Orlando, Giampaolo; Ramoni, Josefá; Valeri, Lenin			
CIENCIAS EXACTAS			
PRODUCCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE SUERO CONCENTRADO DE QUESO UTILIZANDO LA LEVADURA <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	267		
Betancor, Rafael; Quintero, América; Trujillo, Antonio			

**Vol.
30(1) Continuación**

2018

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

EFECTO DEL FENOL ÁCIDO Y BÁSICO EN LA PURIFICACIÓN DE PROTEÍNAS APOLARES DEL SUELO	274
Abreu, Erika; Almarza, Jorge; Ruiz, Claudia; Camargo, Danny; Linares, Clemente; Camargo, Daniela	
ESTUDIO TEÓRICO DE LA BIODISPONIBILIDAD Y RECONOCIMIENTO MOLECULAR ENTRE METABOLITOS SECUNDARIOS DE <i>Euphorbia hirta</i> L Y α , β -TUBULINA	283
Marcano, Emilio; Sánchez, Ysbelia; Canelón, Veríson	
INDICE EPT COMO BIOINDICADOR DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA SUBCUENCA ALTA DEL RIOTORBES, TACHIRA, VENEZUELA	293
Perruelo, Gustavo; Chacón, Andrés; Tovar, William	
EFECTO DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS CON FILTROS ANAEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE DE TRES FASES (TRI-FAFS)	313
Maldonado, Julio; Rodríguez, Jarsón; Márquez, Adriana	
MATERIAL ECOLÓGICO CON FINES DE EMBALAJE A PARTIR DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i> Y RESIDUOS ORGÁNICOS AGROINDUSTRIALES	324
Colmenares, Elic; Bautista, Luis; Oliveros, Cleomary	
TEOREMAS DE REPRESENTACIÓN DE RELACIONES DE CONSECUENCIA NO MONOTONAS SOBRE SEMIORDENES	333
Díaz, Janneth	
ESTIMACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES DE OXOCARBONOS COMO INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL URBANA	339
Merantes, Giberto; Giraud, Loraine	

**Vol.
30(2) Congreso Binacional de Investigación**

2018

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

INDUSTRIAL	
ESTADO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LAS LADRILLERAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE CÚCUTA-COLOMBIA: PROPUESTA DE USO DE INDICADORES	351
Cárdenas, Ricardo; Díaz, Juan; Zambrano, Heidy	
PERFIL DE COMPETENCIAS DEL MAGÍSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	361
Ugueso, Martha; Madriz, Delia; Castillo, María	
DESARROLLO DE UN MEDIDOR DE FLUJO PARA REFRIGERANTES EN FASE LÍQUIDA BASADA EN IOT	372
Contreras, César; Molina, José; Rivero, Angie; Morales, Alfredo	
IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTIMADOR DE VELOCIDAD DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN CON CONTROL VECTORIAL POR MEDIO DE UNA RED NEURONAL	380
Belandra, Luciano; González, Jaime	
DESARROLLO DE UN SIMULADOR PARA EL ESTUDIO DEL MODELO CINEMÁTICO DE ROBOTS MÓVILES TIPO SKID STEER	393
García, Jesús; Vecino, Yossyan	
MAQUETA SMART CITY CON FINES ACADÉMICOS	404
Conterras, César	
METAHEURÍSTICA HÍBRIDA ENTRE FIREFLY ALGORITHM Y HARMONY SEARCH PARA ENTONACIÓN DE CONTROLADOR PID	413
Aspé, Catherine; Amaya, Jhoni	
AGROPECUARIA	
EVALUACIÓN DE <i>Trichoderma asperellum</i> , <i>Metarrizium anisopliae</i> Y <i>Bacillus subtilis</i> EN LA PROMOCIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE TOMATE Y PIMENTÓN	425
Bautista, Luis; Córdó, Eduard	
LOS BIOFERTILIZANTES COMO UNA HERRAMIENTA DE LA AGRICULTURA SOSTENIBLE EN LOS CULTIVOS DEL PIMENTÓN Y DEL CAFÉ	435
Sánchez, Argens; Dávila, Belsy; Briceño, José; Valery, Alexis	

**Vol.
30(2) Continuación**

2018

TÍTULO DEL ARTÍCULO

PÁGINA

EVALUACIÓN DE <i>Trichoderma asperellum</i> Y MEZCLAS DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) VARIEDAD GRANOLA	444
Montoya, Carlos; Arias, Karen; Chacón, Hernando; Sulbarán, José; Ramírez, Beatriz	
EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CLON DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) 'ANGOSTUREÑA' EN DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA EN EL ESTADO TÁCHIRA	452
Roa, María; Morales, Ender; Linares, José	
EFECHO DE EXTRACTOS DE CLAVO Y CANELA PARA EL CONTROL POSTCOSECHA DE LA ANTRACNOISIS (<i>Coleotrichum gloeosporioides</i>) EN LECHOSA (<i>Carica papaya</i>)	463
Roche, Glenny; Pérez, Mayra; Moreno, Bridget; Vera, Rosa	
DISMINUCIÓN DEL CRECIMIENTO MICELIAL DE <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Y DEL MOHO BLANCO EN LECHUGA POR EFECTO DE EXTRACTOS ETANÓLICOS DE PLANTAS	473
Escalante, Marly; Chacón, José; Suárez, María; Barbosa, Alejandro	
MODELO DE SIMULACIÓN DEL CRECIMIENTO DE CULTIVOS: CASO DE ESTUDIO PLANTAS DE LISIANTHUS (<i>Eustoma grandiflorum</i>) CV MARIACHI BLUE	482
Valery, Alexis; Guerrero, Jean; Molina, José	
CARACTERIZACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE AGROECOSISTEMAS EN CAÑA PANELERA DEL MUNICIPIO CÓRDOBA, ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA	490
Solórzano, Carmen; Carrero, Yvan	
POTENCIAL RESTAURADOR DE <i>Setaria</i> sp., EN UN SUELO DEGRADADO POR EXPLOTACIÓN MINERA CARBONÍFERA	502
Álvarez, Luimar; Reyes, Isbelia	
COMPOSICIÓN Y CALIDAD DEL QUESO GUAYANÉS A NIVEL DE CENTROS DE COMERCIALIZACIÓN	512
Maldonado, Ronald; Llanca, Luis; Homsi, Wendy; Paiva, Alicia; Román, Yasmin; Calderón, Norely; Istariz, Rosaura; Jiménez, Olymar; Gómez, Lis; Meléndez, Bernavé	
TRANSFERENCIA DE INMUNOGLOBULINAS CALOSTRALES EN BÚFALOS (<i>Bubalus bubalis</i>)	521
Arellano, Eudi	
SOCIO ECONÓMICO	
ANÁLISIS FISIOLÓGICO DE LA TRANSICIÓN AERÓBICA-ANAERÓBICA, CON PATINADORES DE CARRERAS POR MEDIO DEL TEST DE CAMPO TIVRE-PATÍN	529
Lozano, Rafael; Bustos, Brian; Acevedo, Andrés	
LA WEBQUEST COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE LAS BASES TEÓRICAS EN UN TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL	536
Ruiz, Yovanni	

**Vol.
30(2) Continuación**

2018

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
UNA MIRADA A LA TECNOLOGÍA NO CONVENCIONAL ACERO-CONCRETO A TRAVÉS DE LA OBRA DEL ING. JOSÉ ADOLFO PEÑA Hernández, Erika	547
MODELO INTERACTIVO DE SIMULACIÓN: PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS, VIGAS Y LOSAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO PARA EDIFICACIONES ORTOGONALES Vivas, Pablo	558
PARTICULARIDADES MORFOLÓGICAS Y CONSTRUCTIVAS DEL CRECIMIENTO VERTICAL EN EDIFICACIONES EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE SAN CRISTÓBAL, ESTADO TÁCHIRA Villanueva, Luis; Machado, José; Marín, Dulce; Orozco, Enrique	568
CIENCIAS EXACTAS	
MORFOLOGÍA DE ESTRUCTURAS VEGETATIVAS EN CUATRO ESPECIES DEL GÉNERO <i>Heliconia</i> , PRESENTES EN DOS MUNICIPIOS DEL ESTADO TACHIRA-VENEZUELA Castillo, Maicol; Acuña, Eslie; Sanabria, María; Zapata, Verlly	581
DESARROLLO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE PROTEÍNAS POLARES DEL SUELO MEDIANTE EL USO DE NaOH/H ₂ O Quiñonez, Mayuri; Almarza, Jorge; Camargo, Danny; Ruiz, Claudia; Camargo, Daniela; Linares, Clemente	592
EXTRACCIÓN DE PROTEÍNAS TERMOESTABLES (POLARES/APOLARES) DEL SUELO EN AGROECOSISTEMAS DEL ESTADO TÁCHIRA Almarza, Jorge; Camargo, Danny; Ruiz, Claudia; Camargo, Daniela; Linares, Clemente.	603
CENTRO DE ACOPIO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL MUNICIPIO SAN CRISTÓBAL, ESTADO TÁCHIRA Peña, Héctor Rodríguez; Karen; Ramírez, Betty; Cárdenas, Mayra	613
EMISIONES URBANAS DE DIÓXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE COMO INDICADOR FRENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO Morante, Giberti, Giraud, Loraine	622
EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y BIOLÓGICA EN EL SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS DE UNA INDUSTRIAL LACTEA Pimentel, Kleiver; Cárdenas Marcos	642
PROTOTIPO EXPERIMENTAL PARA LA MEDICIÓN DE METANO A PARTIR DE LA DESCOMPOSICIÓN ANAEROBIA DE EXCRETAS VACUNAS Parra, Carlos; Arellano, Juan; Rey, Daniela; Sánchez, Lenis; Cárdenas, Mayra	653

**Vol.
31(1)**

2019

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
ALGORITMO DE COLONIAS DE HORMIGAS PARA RUTEO DE VEHÍCULOS CON CAPACIDAD LIMITADA Y FLOTA HOMOGENEA Moreno, Joel; Aragón, Gunther	1
CONTROL DE ACCESO PARA EL LABORATORIO REMOTO DE MOTORES MONOFÁSICO Y TRIFÁSICO Hernández, Edwin; Suarez, Glendy	11
ARQUITECTURA DE NEGOCIACIÓN EN PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN DINÁMICO Moreno, Joel; Andrickson, José; Pabon, María	23
SISTEMA AUTONÓMICO INTELIGENTE PARA PROCESOS PETROLEROS. (SAI2P) Lozada, Héctor; Camargo, Edgar; Aguilar, José	33
GESTIÓN DE ALMACENAMIENTO DE UNA PLANTA VIRTUAL UTILIZANDO LA INTERFAZ TWINKAT Y VISUAL BASIC Moreno, Joel; Suarez, Glendy	50
FORMULARIOS WEB CON TÉRMINOS DIFUSOS Labbad, José; Rodríguez, Roseline; Tineo, Leonid	65
CONTROL DIFUSO EMBEBIDO PARA CULTIVO PROTEGIDO Molina, Alberto; Andrickson, José; Pabon, María	83

**Vol.
31(2)**

2019

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
FACTORES INCIDENTES EN LA VINCULACIÓN ENTRE LAS PYMES DEL SECTOR TEXTIL DEL MUNICIPIO SAN CRISTÓBAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA Requirova, Mónica; González, Yanireth; Carrero, María; Díaz, Zirlis	95
CONTROL DIFUSO DE ESTRUCTURA VARIABLE PARA UN PROCESO DE EVAPORACIÓN DE CIRCULACIÓN FORZADA Requez, Juan; Strefezza, Miguel; Sánchez, Gustavo; Granado, Ernesto	106
LAS AMENAZAS A LA PROTECCIÓN MARÍTIMA EN LOS ESPACIOS ACUÁTICOS VENEZOLANOS Flores, Nalliver; Viso, Alfredo	120
ABUNDANCIAS ELEMENTALES DE LA ESTRELLA HD 185732 Molina, Ramón; Paredes, Gilberto; Pérez, Dionel	131
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA, FÍSICA Y BIOLÓGICA DE TRES COMPOST PRODUCIDOS A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES Peña, Haydee; Arias, Karen; Santos, Milagrosa; Subaran, José; Ramírez, Beatriz	144
SUPERPRODUCTOS OBTENIDOS A PARTIR DE RESIDUOS DE NARANJA CON Y SIN TRATAMIENTOS Ramírez, Tibisay; González, Nélida; Villamizar, José; Valero, Wilkemar	154
SEROPREVALENCIA DE <i>Brucella spp.</i> EN PERSONAL DEL MATADERO MUNICIPAL DE SAN CRISTÓBAL, ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA Contreras, Jamile; Perruolo, Gustavo; Dueñas, Aglaé; Barrera, Reggie	168

**Vol.
32(1)**

2020

TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
EFECHO DE LA VARIACIÓN DE PARÁMETROS DIMENSIONALES EN LOS ESPUEROS PRESENTES EN ENGRANES CILÍNDRICOS HELICOIDALES UTILIZANDO EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS Bohórquez, Leomar; García, Jesús	1
ARQUITECTURA METAMÓRFICA CON MÓDULOS DE CONTROL Andrickson, J.; Lopez, M.; Chacón, E.; Casanova, L.	22
MORTALIDAD DEL AGENTE POLINIZADOR DE LA PALMA ACEITERA <i>Elaeodobius sp.</i> , CAUSADA POR AISLAMIENTOS DE <i>Beauveria bassiana</i> Escalante, M.; Moreno, M.; Dámaso, D.	36

**Vol.
32(2)**

2020

	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA BASADO EN SOFTWARE LIBRE González, Edymar; Andrickson, José; Chacón, Edgar; Casanova, Lezdy	58	
DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUA EN LOS RÍOS LA CHUCURI Y LAS MARTÍNEZ (TÁCHIRA, VENEZUELA) UTILIZANDO MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES Díaz, Smallin; Perruolo, Gustavo	71	
ESTRATEGIAS DE MERCADEO PARA EL FONDO EDITORIAL UNET Girardi, Ubaldo	83	

**Vol.
33(1)**

2021

	TÍTULO DEL ARTÍCULO	PÁGINA
1) GEMELOS DIGITALES Andrickson, José; Blancco, Oscar; Inciarte, Marilin; Chacón, Edgar; Pabón, María; Casanova, Lezdy	1	
2) ESTANDARIZACIÓN DE UN MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN DE HUMO LÍQUIDO Y SU POSTERIOR USO EN PRODUCTOS CÁRNICOS Guerrero, Ruth; Casique, Maida	15	
3) ESTIMACIÓN DE CO ₂ EN ÁRBOLES DEL PARQUE 12 DE FEBRERO Y AVENIDA 1 EN TÁRIBA, MUNICIPIO CÁRDENAS, ESTADO TÁCHIRA – VENEZUELA Flores, Dayana; Pereira, Engelbert; Castillo, Maicol	26	



**Universidad Nacional Experimental del Táchira
Revista Científica
San Cristóbal. Táchira - Venezuela
VOL 34(1): Enero - Junio, 2022**