# RIAS

Revista
de Investigación Agropecuaria
y Desarrollo Sostenible

ISSN 2539-0562

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
Centro Agroempresarial y Minero
Regional Bolívar

SENA

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

RIADS | Revista de Investigación Agropecuaria y Desarrollo Sostenible

SENNOVA

SENA

## Equipo Directivo

**Carlos Mario Estrada Molina**
Director General del SENA

**Farid de Jesus Figueroa Torres**
Director de Formación Profesional

**Farid de Jesus Figueroa Torres (E)**
Cooordinador Grupo de Investigación, Innovación y Producción Academica. Dirección de Formación Profesional

**Jaime Torrado Casadiegos**
Director Regional Bolívar

**Bibiana Cecilia Pinto Tovar**
Subdirectora
Centro Agroempresarial y Minero

**Enmer Enrique Perez Castro**
Coordinadora Misional
Centro Agroempresarial y Minero

**Omaira Miranda Macias**
Coordinadora Académico
Centro Agroempresarial y Minero

**Sandra Patricia Torres Benavides**
Coordinadora de programas especiales

**Adriana Lucia Verhelst Salazar**
Líder Sennova

**Eder Dadner Durango Ballesteros**
Director de Grupo de Investigación GIBIOMAS

## Comité Científico Externo

**Donicer Montes Vergara PhD**
Doctor en Genética y Mejoramiento Animal. Unesp (SP). Brasil.
Universidad de Sucre, Colombia

**Eder Dadner Durango Ballesteros PhD**
Doctor en Biotecnologia Agrícola, Mención Vegetal
Ingeniero Agrónomo
Grupo de Investigación GIBIOMAS
SENA Centro Agroempresarial y Minero

**Piedad A. Franco Anaya Esp. MSc**
Especialista en Aseguramiento de la Calidad Microbiológica de los Alimentos.
Magister en Administración con Especialidad en Sistemas Integrales de Gestión de Calidad, Seguridad, Medio Ambiente.
Grupo de investigación en Microbiología y Ambiente (GIMA)
Universidad de San Buenaventura, Cartagena – Colombia.

**Marco Eliecer Anaya Romero MSc PhD (c)**
Candidato a Doctor en Ciencias y Tecnologías Marinas
Universidad de Cádiz - España.
Magister en Genética.
Universidad Simón Bolívar, Barranquilla – Colombia.

**Yenifer Olivo Martínez Bact. MSc**
Magister en Bioquímica Clínica
Universidad de San Buenaventura, Cartagena – Colombia.
Corporación para el desarrollo de la Investigación en Biomedicina & Biotecnología.
Grupo de investigación traslacional en Biomedicina & Biotecnología (GITB&B), Cartagena – Colombia.

## Comité Editorial

**Bibiana Cecilia Pinto Tovar**
Directora de la Revista

**Mauricio E. Orozco-Ugarriza**
Editor Científico

**Adriana Verhelst Salazar**
Gestión Editorial

**Eder Dadner Durango Ballesteros**
Gestión Editorial

## Contacto Editorial

**Mauricio E. Orozco-Ugarriza**
Editor Científico Revista RIADS
Sena Regional Bolívar.
Centro Agroempresarial y Minero, Cartagena.
Email: revistacaymbol@sena.edu.co
Email: morozcou@sena.edu.co
Email:orevistariadssena@gmail.com

## Datos de Contacto

**Dirección de Correspondencia**

Sena Regional Bolívar. Centro Agroempresarial y Minero, Cartagena.
Ternera Km 1 Vía Turbaco. Bolívar, Colombia.
Teléfono: +57 (5) 653 9040.
Email: revistacaymbol@sena.edu.co

RIAS Revista de Investigación Agropecuaria y Desarrollo Sostenible

Volumen 4 • Número 1 • Enero - Diciembre 2019 • ISSN 2539-0562

# Tabla de Contenido

## Editorial

» PRESENTACIÓN EDITORIAL REVISTA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA Y DESARROLLO SOSTENIBLE.
Bibiana Cecilia Pinto Tovar. ..... 6

» REFLEXIONES SOBRE A LA BIOTECNOLOGÍA EN COLOMBIA.
Mauricio E. Orozco- Ugarriza. ..... 7

## Artículo Original

» CONDICIONES DE SALUD Y TRABAJO EN UNA EMPRESA DE INGENIERÍA
Elías Alberto Bedoya Marrugo; Javier Isaac Torres Vergara. ..... 9

» EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, EN UNA EMPRESA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES CIVILES DE ACUERDO A LA NORMATIVA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN COLOMBIA
Elías Alberto Bedoya Marrugo. ..... 19

» FORMACIÓN DE CALLOS Y EMBRIONES SOMÁTICOS EN DOS VARIEDADES DE YUCA
Eder Durango Ballesteros; Ana Milena Suarez Gómez; Yorsi Padilla Perez. ..... 28

## Artículo de Revisión

» POLIMEROS DERIVADOS DE PLANTAS LEGUMINOSAS: ***MORINGA (Moringa Oleifera), ALGARROBO (Prosopis spp.), OREJERO (Enterolobium cyclocarpum) Y ACACIA FORRAJERA (Leucaena Leucocephala)*** Y SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS
Adriana Verhelst-Salazar. ..... 34

RIAS Revista de Investigación Agropecuaria y Desarrollo Sostenible

Volume 4 • Issue 1 • January - Diciembre 2019 • ISSN 2539-0562

# Table of Contents

## Editorial

» EDITORIAL PRESENTATION JOURNAL OF AGROPECUARY RESEARCH AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT.
Bibiana Cecilia Pinto Tovar. ..... 6

» REFLECTIONS ABOUT BIOTECHNOLOGY IN COLOMBIA
Mauricio E. Orozco- Ugarriza. ..... 7

## Original Research

» HEALTH AND WORK CONDITIONS IN A COMPANY OF ENGINEERING
Elías Alberto Bedoya Marrugo; Javier Isaac Torres Vergara. ..... 9

» EVALUATION OF THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEM IN A CIVIL ENGINEERING CONSTRUCTIONS COMPANY ACCORDING TO SAFETY AND HEALTH AT WORK REGULATIONS IN COLOMBIA
Elías Alberto Bedoya Marrugo. ..... 19

» SOMATIC EMBRYOS AND CALLUS DEVELOPMENT IN TWO VARIETIES OF CASSAVA
Eder Durango Ballesteros; Ana Milena Suarez Gómez; Yorsi Padilla Perez. ..... 28

## Reviews Article

» POLYMERS DERIVED FROM LEGUMINOUS PLANTS*: Moringa (Moringa oleifera), Algarrobo (Prosopis spp), Orejero (Enterolobium cyclocarpum)* AND *Acacia forrajera (Leucaena)* AND ITS APPLICATION IN THE FOOD INDUSTRY
Adriana Verhelst-Salazar. ..... 34

# Presentación Editorial
# Revista de Investigación Agropecuaria Y Desarrollo Sostenible - RIADS.

La presente edición de la Revista de Investigación Agropecuaria y Desarrollo Sostenible - RIADS, reúne una variada selección de temas y recoge contribuciones de estudios realizados por investigadores nacionales, que realizan sus actividades de investigación y docencia en instituciones públicas o privadas en las que se reconoce la importancia de la investigación, entre ellas la familia SENA, artículos con los cuales nos proponemos abrir un espacio para el debate y la reflexión académica, con cinco (5) contribuciones academicas, que representan un aporte valioso para la divulgación y circulación del conocimiento especializado, relacionado con las líneas de investigación de *Agroindustria, Biotecnología y Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).*

La sección de artículos originales incluye tres interesantes aportes, un (1) artículo original corto bajo el título "*Formación de callos y embriones somáticos en dos variedades de yuca",* dos (2) artículos originales "*Condiciones de salud y trabajo en una empresa de ingeniería"* y *"Evaluación del sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo, en una empresa de ingeniería y construcciones civiles de acuerdo a la normativa en seguridad y salud en el trabajo en Colombia"*. Una reflexión editorial basado en el estado actual de la biotecnología en Colombia y finalmente una revisión temática sobre los *"Polímeros derivados de plantas leguminosas: Moringa (Moringa oleifera), Algarrobo (Prosopis spp.), Orejero (Enterolobium cyclocarpum) y Acacia forrajera (Leucaena leucocephala) y su aplicación en la industria de los alimentos"*

Nuevamente, agradezco a todos los autores que enviaron y sometieron sus manuscritos a nuestro proceso editorial, a los pares evaluadores externos por su revisión oportuna, imparcialidad y rigor, a los miembros del comité científico y editorial por su excelente colaboración en la gestión de este proyecto editorial. A partir de este momento, los lectores tienen la palabra sobre el contenido de la revista y les agradeceremos sus comentarios y, especialmente, el aporte de nuevos trabajos de investigación que aseguraren la continuidad de nuestro proyecto editorial.

Dra. Bibiana Cecilia Pinto Tovar.
Subdirectora
Centro Agroempresarial y Minero,
Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Regional Bolívar.

# REFLEXIONES SOBRE LA BIOTECNOLOGÍA EN COLOMBIA

*Reflections about biotecnology in Colombia*

Mauricio E. Orozco - Ugarriza https://orcid.org/0000-0002-7385-0036

Editor Científico. Revista deInvestigación Agropecuaria y Desarrollo Sostenible (RIADS).

Centro Agroempresarial y Minero, Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Regional Bolívar.

La Biotecnología es una disciplina científica en la cual los procesos biológicos, los organismos, las células y sus componentes son utilizados para el desarrollo de nuevas tecnologías y herramientas aplicadas en la agricultura, industria y la clínica para ayudar a mejorar nuestras vidas y la sostenibilidad del planeta. Históricamente la humanidad ha utilizado los procesos biológicos aplicados por los microorganismos por muchos años, los ejemplos típicos y más antiguos son uso para preparar la cerveza, el queso, el pan o en la conservación de otros alimentos.

Al contrario que otras disciplinas científicas básicas, la biotecnología es una ciencia multidisciplinar que aúna los esfuerzos de la química, la biología, la informática o, incluso, la física para realizar una serie de procesos. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la biotecnología consiste en "la aplicación de principios científicos y de ingeniería para el proceso de materiales a través de agentes biológicos a fin de obtener bienes y servicios. Estos principios cubren una amplia variedad de disciplinas, pero se basa principalmente en microbiología, bioquímica, genética e ingeniería genética".

Para simplificar su comprensión y alcance, hoy en día las áreas en las que se divide la Biotecnología se clasifican en los siguientes colores:

Biotecnología roja: como decíamos, la biotecnología asociada a la materia de salud, tanto humana como animal. Aquí podemos encontrar investigaciones biomédicas de primera magnitud, así como la producción de medicamentos, prevención de enfermedades y tratamientos enmarcados en el ámbito biotecnológico.

Biotecnología azul: esta es, probablemente, la segunda área más prestigiosa de la biotecnología. El mundo submarino es todavía un gran desconocido. Del mar, sin embargo, están surgiendo conocimientos que nos abren puertas a nuevos fármacos, aplicaciones y materiales. Toda la biotecnología marina se engloba aquí.

Biotecnología verde: al igual que ocurre con el color azul y el mar, la biotecnología verde está relacionada con las plantas y sus productos, crecimiento o mantenimiento. De las plantas tenemos mucho que aprender. Y también las usamos para producir sustancias químicas, fármacos y materiales.

Biotecnología blanca: hace referencia a la rama de la biotecnología dedicada a optimizar los procesos industriales, buscando reemplazar a las tecnologías contaminantes por otras más limpias o amigables con el ambiente. Básicamente, emplea organismos vivos y enzimas para obtener productos más fáciles de degradar, y que requieran menos energía y generen menos desechos durante su producción.

Biotecnología gris: se constituye por las aplicaciones que estén directamente relacionadas con el medio ambiente. Estas aplicaciones se pueden subdividir en dos grandes ramas: mantenimiento de la biodiversidad y eliminación de la contaminación.

Entre el alcance de las áreas de los programas fundamentales de la biotecnología que se promulgan están:

a) Aumento de la disponibilidad de alimentos, piensos y materias primas renovables.

b) Mejoramiento de la salud humana.

c) Aumento de la protección del medio ambiente.

d) Aumento de la seguridad y establecimiento de mecanismos internacionales de cooperación.

e) Establecimiento de mecanismos que faciliten el desarrollo y la aplicación ecológicamente racional de la biotecnología.

Actualmente, la biotecnología moderna y sus líneas de especialización ofrecen numerosos casos de éxito y sus desarrollos tecnológicos se han aplicado para resolver los problemas más relevantes de la sociedad como enfermedades de importancia en salud pública, la contaminación ambiental por emisión de gases de

invernadero, seguridad alimentaria mediante prácticas de agricultura sostenible, energías limpias y renovables, y en la revolución industrial 4.0.

En el caso específico de la Biotecnología agroindustrial, actualmente existe una oferta de más 250 productos biotecnológicos aplicados en la salud pecuaria para el manejo farmacéutico de patologías antes incurables. Se estima que más de 18 millones de agricultores de todo el mundo utilizan la biotecnología agrícola para aumentar el rendimiento de sus cultivos, combatir las plagas, y reducir el impacto de la agricultura sobre el medio ambiente. Además, se construyen biorrefinerías para probar y perfeccionar las tecnologías, para producir biocombustibles y productos químicos a partir de biomasa renovable, que puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Si bien es cierto la Biotecnología no puede resolver todos los problemas de la sociedad en cuanto al desarrollo sostenible y la preservación del medio ambiente, tiene un aporte muy importante en la intervención en salud pública, en el incremento de la seguridad alimentaria, un mejor abastecimiento de agua potable, procesos de desarrollo industrial más eficaces para la elaboración de las materias primas, el apoyo a métodos sostenibles de forestación y reforestación, así como la biorremediación. Además, actualmente en torno al acceso a los recursos biológicos se pueden fundamentar nuevas estratégicas de desarrollo económico “Bioeconomía” para los países e integrar una matriz productiva dinámica, inclusiva y globalizada para aprovechamiento de los recursos naturales “Bioprospección” y de esta manera responder a las necesidades del desarrollo sostenible.

En ese sentido, es necesario que en Colombia se desarrollen capacidades científicas y tecnológicas habilitantes y consolidantes según sea el caso de la región, para emprender actividades de ciencias y tecnología en Biotecnología, en especial procesos de "Bioprospección", y a su vez seguir fortaleciendo el sistema de ciencia y tecnología nacional con un enfoque traslacional y un elevado componente de responsabilidad social, mediante una política clara focalizada en una agenda que contemple las necesidades individuales, grupales, institucionales sociales y priorice las necesidades en materia de investigación, que se puedan presentar en el accionar de las instituciones y grupos dentro del área de la Biotecnología.

Además, permita en el mediano plazo aportar al cumplimiento de las metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), propendiendo por la articulación entre la Universidad-Empresa-Estado-Sociedad como modelo de desarrollo e innovación social y construcción de una ciudadanía e inclusión social.

## Bibliografía

Santiago Vispo, N. (2016). Biotechnology. Bionatura, 1(1), 3. doi:10.21931/rb/2016.01.01.1

Bull, A. T., Holt, G., Lilly, M. D., & González, T. S. (1984). Biotecnología: perspectivas y tendencias internacionales. Academia.

DaSilva, E. J. (2012). The Colours of Biotechnology: Science, Development and Humankind. Electronic Journal of Biotechnology, 7(3).

Orozco-Ugarriza, M. E., Anaya, P. F., & Martinez, Y. O. (2016). Validación In Silico de oligonucleótidos-primers para la detección especifica de Salmonella spp. mediante reacción en cadena de la polimerasa. RIADS: Revistas de Investigación Agropecuaria y Desarrollo Sostenible, 1(1), 42-50.

Anaya, P. A. F., Gutiérrez, L. A. L., & Orozco-Ugarriza, M. E. (2014). Calidad microbiológica del agua destinada para consumo humano en siete municipios de la región Caribe colombiana. Ciencia Actual, 3, 60-69.

Tamayo, J., Chaparro, A., Ariel, C., Orrego, C., Yepes, F., Serna, L., & Ospina, S. (2012). Plan Global de Desarrollo 2010-2012. Prospectiva UN-Agendas de Conocimiento. Agenda: Biotecnología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Orozco-Ugarriza, M. E. (2014) "La Integración Universidad-Empresa-Estado-Sociedad como modelo de desarrollo e innovación social." *Ciencia Actual* 3, 3-4.

Orozco-Ugarriza, M. E. (2016). La investigación científica con responsabilidad social: más allá del artículo y más cerca de la sociedad. *RIADS*: *Revistas de Investigación Agropecuaria y Desarrollo Sostenibl*e, 1(1), 8-9.

Artículo Original

# CONDICIONES DE SALUD Y TRABAJO EN UNA EMPRESA DE INGENIERÍA

*Health and work conditions in a company of engineering*

*Elías Alberto Bedoya Marrugo [1]; Javier Isaac Torres Vergara[2].*


## *Resumen*

Determinar las condiciones de salud de los trabajadores de una empresa de ingeniería en Cartagena, Colombia. Estudio de tipo cualitativo con enfoque descriptivo. Para la recolección de información se realizaron inspecciones a la organización, en las cuales emplearon listas de chequeo, junto a la aplicación de encuestas de condiciones de salud a la población trabajadora y por medio de la Guía Técnica Colombiana (GTC 045) para evaluar las condiciones de trabajo. Se encontró que el promedio de edad fue de 38 años, (DS 8.4) donde el 77,78% de los evaluados son de género masculino y el 22,22% es femenino, el 66,67% vive en el segundo nivel socioeconómico 2. El 44,44% no practica deporte, y el 66,67% ha tenido problemas de salud a causa de su trabajo. Los principales peligros o condiciones inseguras en la empresa son los trabajos en altura, exposición a ruido, gases, vapores, nieblas de pintura y radiaciones no ionizantes. Además, los controles de ingeniera son ineficientes o nulos, así como también la ausencia de elementos de protección personal.


**Palabras clave:** *Seguridad, Trabajo, Peligro.*

© 2019 Bedoya *et al.* Este es un artículo Open Access distribuido la bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-ncnd/4.0/). No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, su distribución se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.


## *Abstract*

Determine the health conditions of workers in an engineering company in Cartagena, Colombia. Qualitative study with descriptive approach. For information gathering inspections to the organization, which used checklists, along with conducting surveys of health conditions for the working population and through the Technical Guide Colombian (GTC 045) to assess the conditions were made of work. It was found that the average age was 38 years (SD 8.4) where 77.78% of those tested are male and 22.22% are female, 66.67% live in the second socioeconomic Level 2. The 44.44% does not practice sport, and 66.67% had health problems because of their work. The main hazards or unsafe conditions in the company are working at heights, noise exposure, gases, vapors, mist and non-ionizing radiation. In addition, engineering controls are ineffective or non-existent, as well as the absence of personal protection.


**Keywords:** *health, work, hazard.*

© 2019 Bedoya *et al.* This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Commercial use of the original work of the possible derivative works is not allowed, its distribution must be done with a license equal to that which regulates the original work.

**Recibido para publicación:** 18 de Julio de 2019 - **Aceptado para publicación:** 01 de Diciembre de 2019

[1] Doctor en investigación y Docencia, ESP Salud Ocupacional, ESP Gestión de Calidad y auditoria, Instructor de Salud Pública, Centro Agroempresarial y Minero. Correo de Correspondencia: ebedoya@sena.edu.co.

[2] Ingeniero Industrial, Tecnólogo en Seguridad e Higiene. javierisaactorresvergara@tecnocomfenalco.edu.co

# 1. Introducción

En el entorno productivo actual son las pequeñas y medianas empresas (Pymes) protagonistas del desarrollo económico de los países latinos, estas emplean hasta al 40% de la población económicamente activa y constituyen el 93% de las empresas productivas formales en Latinoamérica (Zeballos, 2008). A pesar de querer el empleador el máximo beneficio económico no consideran, como atestigua (Gonzales, Martínez, Muraira, & Ramos 2010) para el buen desempeño humano, el trabajador no debe rebasar sus límites de resistencia y permanecer en condiciones ambientales adecuadas (McCunney, 2007).

De esta manera, surgen accidentes y/o enfermedades laborales (Colombia, Ministerio de la Protección Social, 2007). Ahora bien, se ha comprobado que los trabajos que requieren un gran esfuerzo físico o en los que el trabajador está sometido a una carga importante de estrés pueden propiciar el inicio y mantenimiento del consumo de alcohol y/o sustancias psicoactivas (Valencia & Gómez, 2005). El mantenimiento de condiciones de seguridad y salud en el trabajo acordes a lo exigido por estándares internacionales como principal referente son de carácter fundamental para que la labor de la empresa se desarrolle con éxito y sin percances u accidentes exacerbadas por situaciones peligrosas, presentes en la diaria exposición a riesgos de diferente índole (Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2014).

La empresa objeto de estudio, tiene como actividad económica la prestación de servicios de reparación de sistemas hidráulicos y neumáticos. Para prestar dichos servicios, se deben ejecutar diferentes actividades, desarme y arme de los sistemas hidráulicos o neumáticos, uso de torno, fresadora y/o taladradora, maquinas comúnmente ruidosas (Chávez, 2006), u otros como la soldadura o equipo, según la necesidad del trabajo pueden surgir nuevas actividades como trabajo en altura y manipulación de sustancias químicas. En medio de esas actividades, los empleados se ven expuestos a peligros de tipo eléctrico, arquitectónico, mecánico y otros (Estrada, 2000), a causa los agentes contaminantes que están presentes en el ambiente de trabajo, físicos, químicos, biológicos, psicosociales que se le atribuyen a la jornada laboral y tipo de trabajo (Comité mixto OIT- OMS, 1984) biomecánicos que incluye movimientos repetitivos, comunes en las empresas metalmecánicas así como en casi todas las industrias, pudiendo dar lugar a lesiones musculo esqueléticas; estando reconocida mundialmente como una causas importante de enfermedad y lesiones de origen laboral. Esto implica la presencia de varias condiciones o situaciones que tornan el trabajo riesgoso (ICONTEC (2012). Con potencial de causar daño a los trabajadores, a las instalaciones o al medio ambiente.

Como se ha descrito previamente, se evidencia la exposición de los trabajadores a tareas de alto riesgo como: trabajo en caliente, trabajo en altura, trabajo con químicos, trabajo con energía eléctrica, neumática e hidráulica (Bovenzi, 2000). Esto, implica una alta probabilidad accidentes en cada labor realizada, o desencadenamiento de enfermedades laborales a largo plazo. Esto a su vez, produce pérdidas para la organización, el trabajador y su núcleo familiar, traumas que puede dejar una enfermedad, la invalidez para trabajar o en un extremo la muerte; bajas en la productividad, pérdidas económicas. No obstante, estos no son los únicos factores que pueden deteriorar la salud de los trabajadores, sino también, la clase de remuneración que ganan los trabajadores que oscila entre 1 y 3 salarios mínimos (González, Pérez & Rodríguez, 2012). Lo cual a discreción de los trabajadores no está acorde a las labores que desempeñan, propiciando la desmotivación, además crea en los trabajadores estrés laboral, añadido a esto se produce un efecto adverso niveles de productividad bajos. Cabe destacar que la organización no cuenta con sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, como lo exige la norma (Colombia, Ministerio del Trabajo, 2015), lo cual es imprescindible si se quieren prevenir los riesgos ocupacionales y, tampoco un vigía de seguridad y salud en el trabajo (Colombia, Ministerio de Trabajo y Seguridad social, 2012).

El propósito del presente estudio es determinar las condiciones de salud de los trabajadores de una empresa de ingeniería en Cartagena, Colombia.

## 2. Metodología

Estudio descriptivo observacional dedicado a describir el fenómeno de condición de salud y trabajo el cual hizo énfasis en la identificación de los aspectos relevantes del fenómeno alineado con las características sociodemográficas, aspectos de la condición de trabajo y salud en una población que constó de 9 trabajadores, tres administrativos, seis operativos, entre estos dos torneros, dos mecánicos y dos soldadores, en los cuales se distribuyó en valores absolutos y porcentajes que permitieron dar un panorama de la situación encontrada en la empresa.

Para la consecución de los objetivos, en primera instancia se realizaron visitas a la organización en medio de las cuales se identificó la población de estudio.

A esta, se le aplicaron encuestas de perfil sociodemográfico y de morbilidad sentida, previo diligenciamiento de consentimiento informado de los trabajadores; luego se empleó una lista de verificación o check list con el cual se identificaron las condiciones inseguras presentes en la empresa, simultáneamente se utilizó la metodología de la norma técnica colombina GTC 045, para la identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos. Finalmente, se realizaron recomendaciones a fin de contrarrestar las condiciones y actos inseguros presentes en la organización, que propendan a preservar, mantener y mejorar las condiciones de salud y trabajo presentes en la compañía.

## 3. Resultados

### *3.1 Caracterización sociodemográfica de la población de estudio.*

El promedio de edad fue de 38 años, (DS 8.4) la distribución porcentual por sexo en esta población evidencio, que un 77, 78% (7 de 9) son hombre y un 22,22% mujeres (2 de 9). En cuanto al estado civil, un 44,44% (4 de 9) son solteros, esa misma proporción yacen los casados, mientras un 11,11 % (1 de 9) viven en unión libre. Según el nivel de escolaridad, se registra que tan solo el 22,22% (2 de 9) tiene un título universitario, un 11,11% (1 de 9) título tecnológico y un 66,67% (6 de 9) poseen título técnico. El 33,33% (3 de 9) de la población vive en estrato 1 y el 66,67 % (6 de 9) en estrato 2.

### *3.2 Perfil de salud de la población trabajadora.*

El auto reporte de condiciones de salud del trabajador arrojó un 77,78% de la población con labores en un área con alto nivel de ruido, 55,56% con altas temperaturas y un 88,89% declaró trabajar en área con ventilación adecuada.

El perfil de hábitos evidenció que solo un 44,44% no práctica deporte, solo el 55,56% lo hace, el 44,44% confesó que consume alcohol. El total de la población consume más de 4 veces por semanas carne, pollo o pescado. El 44,45% visitó al médico hace menos de seis meses, el 33,33% manifestó haber tenido problemas de salud a causa de su trabajo. Un 11,11% declaró presentar molestias en cuello y espalda, un 22,22% en brazos, manos y piernas, sólo el 11,11% perciben que la molestia aumenta con el dolor, mientras que un 22,22% asegura que aumenta con el reposo. Del total de la población 33,33% presenta dermatitis en manos. El 33,33% asevera que la empresa realiza actividades de promoción y prevención, mientras el 77,67% lo contradice, lo cual refleja una amplia mayoría sobre la no realización de actividades de prevención y promoción. Un trabajador presenta tos con expectoración y el 77,78% atestigua que en su puesto de trabajo hay polvo, humo, vapores y/u olores fuertes.

### *3.3 Perfil de salud de la población trabajadora.*

El auto reporte de condiciones de salud del trabajador arrojó un 77,78% de la población con labores en un área con alto nivel de ruido, 55,56% con altas temperaturas y un 88,89% declaró trabajar en área con ventilación adecuada.

El perfil de hábitos evidenció que solo un 44,44% no práctica deporte, solo el 55,56% lo hace, el 44,44% confesó que consume alcohol. El total de la población consume más de 4 veces por semanas carne, pollo o pescado. El 44,45% visitó al médico hace menos de seis meses, el 33,33% manifestó haber tenido problemas de salud a causa de su trabajo. Un 11,11% declaró presentar molestias en cuello y espalda, un 22,22% en brazos, manos y piernas, sólo el 11,11% perciben que la molestia aumenta con el dolor,

mientras que un 22,22% asegura que aumenta con el reposo. Del total de la población 33,33% presenta dermatitis en manos. El 33,33% asevera que la empresa realiza actividades de promoción y prevención, mientras el 77,67% lo contradice, lo cual refleja una amplia mayoría sobre la no realización de actividades de prevención y promoción. Un trabajador presenta tos con expectoración y el 77,78% atestigua que en su puesto de trabajo hay polvo, humo, vapores y/u olores fuertes.

***Tabla 1.*** **Características sociodemográficas de los trabajadores.**

| Ítem | Nº | % |
|---|---|---|
| *Genero* | | |
| Masculino | 7 | 77,78 |
| Femenino | 2 | 22,22 |
| *Estado civil* | | |
| Soltero (a) | 4 | 44,44 |
| Casado (a) | 4 | 44,44 |
| Unión libre | 1 | 11,11 |
| *Nivel de escolaridad* | | |
| Técnico | 6 | 66,67 |
| Tecnólogo | 1 | 11,11 |
| Universitario | 2 | 22,22 |
| *Estrato socioeconómico* | | |
| Estrato 1 | 3 | 33,33 |
| Estrato 2 | 6 | 66,67 |

**Fuente**: Encuestas del estudio.

### 3.4 *Perfil de salud de la población trabajadora.*

Como se observa en el gráfico 1 de condiciones de trabajo no aceptables, la clasificación de todas las condiciones no aceptables o inseguras presentes en la organización, inicialmente las condiciones de tipo biomecánico, posturas forzadas y /o anti gravitacionales, posturas inadecuadas asociados al esfuerzo, postura en cuclillas, manipulación de cargas o requerimientos de fuerzas más de 2 veces/ hora, trabajadores realizan fuerza y cargan pesos asociados al movimiento, movimiento repetidos, postura sentado mantenida, levantamiento de cargas de más de 25 Kg, son los peligros biomecánicos registrados, los cuales pueden generar, alteraciones en el sistema musculo esquelético, por posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, levantamiento de peso por encima del estándar de 25 Kg para hombres (Navarrete & Saldías 2018).

Seguido de las condiciones inseguras o peligros de demarcación y señalización con un numero de 8 condiciones inseguras identificadas, vías de circulación sin señalización ni demarcación, ausencia de equipos de contra incendios con demarcación y señalización, situaciones de peligros no señalizados, falta de demarcación en zonas de protección, cuidado al pasar, falta de sistema de prevención contra incendio, cilindros de gases comprimidos sin identificación y el color de recubrimiento de acuerdo a la norma, salida de emergencia es la misma de entrada, falta de señales de prohibición, protección, prevención o advertencia, informativas, de acuerdo a la norma y en los pisos para indicar situaciones de peligro para restringir transitoriamente el paso (González, Bonilla, Quintero, Reyes, & Chavarro, 2016).

Este aspecto en la empresa es prácticamente nulo, lo cual puede generar daños a los mismos trabajadores o a terceros, como amputación en miembro superior por atrapamiento en máquinas en movimiento sin señalización, fibrilación ventricular hasta paro cardiaco por contacto con corriente eléctrica (por riesgo eléctrico no señalizado), caídas al mismo nivel, incluso en caso de emergencia, por no haber ruta de evacuación ni salida de emergencia, una catástrofe (Beltrán, López, Murcia & Salamanca, 2015). Del mismo modo, peligros que pueden ir desde explosiones hasta incendios por la no señalización de productos químicos explosivos e inflamables. Cabe añadir, el 88,78% de los trabajadores desconoce el uso de extintores.

***Tabla 2. Condiciones de salud de los trabajadores.***

| Ítem | Nº | % |
|---|---|---|
| *Hay en su puesto de trabajo* | | |
| Ruido | 7 | 77,78 |
| Altas temperaturas | 5 | 55,56 |
| Existe ventilación adecuada | 8 | 88,89 |
| *Maneja usted* | | |
| Gasolina | 2 | 22,22 |
| Pintura | 2 | 22,22 |
| Pegante | 2 | 22,22 |
| ¿Siente algún malestar cuando maneja estas sustancias? | 0 | 0 |
| *Estilo de vida saludable* | | |
| Practica deporte | | |
| Si | 5 | 55,56 |
| No | 4 | 44,44 |
| Consume de alcohol | | |
| Si | 4 | 44,44 |
| No | 5 | 55,56 |
| Consume más de 4 veces carne, pollo o pescado/semana | | |
| Si | 9 | 100 |
| No | 9 | 100 |
| Conoce usted su masa corporal y talla | | |
| Si | 8 | 88,89 |
| No | 1 | 11,11 |
| ¿Hace menos de 6 meses que consulto al médico? | | |
| Si | 4 | 44,45 |
| No | 5 | 55,55 |
| *Peligros psicosociales* | | |
| ¿Ha tenido problemas de salud a causa de su trabajo? | | |
| Si | 3 | 33,33 |
| No | 6 | 67,77 |
| Sistema osteomuscular, Tiene dolor o molestia en: | | |
| Cuello | 1 | 11,11 |
| Brazos y/o manos | 2 | 22,22 |
| Espalda | 1 | 11,11 |
| Piernas | 2 | 22,22 |
| El dolor o la molestia aumenta con la actividad | 1 | 11,11 |
| El dolor o la molestia aumenta con el reposo | 2 | 22,22 |
| *Dermatitis Ocupacional* | | |
| Manos | 3 | 33,33 |
| *Actividades de prevención* | | |
| Realiza actividades de prevención, educación y promoción | 3 | 33,33 |
| *Sistema respiratorio* | | |
| Presenta tos con expectoración o flema | 1 | 11,11 |
| En su ambiente de trabajo hay polvo, humos, vapores, olores fuertes | 7 | 77,78 |

Hay presencia de gases, vapores, polvos, neblinas, no uso de elementos de protección personal (EPP), falta de un sistema de extracción de los contaminantes presentes, envases con productos químicos no poseen etiquetas según peligrosidad de acuerdo a la normalización de NFPA, no existe una codificación para identificar las condiciones de riesgo de las sustancias y las medidas de seguridad a tener en cuenta, según la hoja de seguridad, no existen normas de seguridad generales y específicas para el manejo de sustancias químicas en los riesgos de incendios, salpicaduras, inhalación o ingestión y quemaduras, los productos químicos peligrosos no son almacenados en lugares aparte y en condiciones adecuadas de seguridad, en el plan de inducción y entrenamiento no se incluyen las prácticas seguras durante el uso de los productos químicos.

La falta de control, ausencia de normas de seguridad para la manipulación, transporte y almacenamiento de sustancias químicas, y el uso de hojas de seguridad es nulo, junto a la presencia de los contaminantes químicos

descritos anteriormente, pueden generar desde afecciones en el sistema respiratorio hasta cáncer (De Sousa, Blanco, Travieso, Correia & Colmenares, 2014).

Falta de orden y aseo, distribución inadecuada de los espacios de trabajo, distribución inadecuada de máquinas y equipos, obstrucción en vías de circulación, pisos con huecos y con residuos de hidrocarburos (Gasolina, ACPM y/o Aceite), escalera no cumple los requisitos exigidos por la norma Ancho mínimo 0.9m; Inclinación 20º a 45º. Escalones: Huella mínima 0.23m; contra huella: Mínimo 0.13m máxima 0.2m. Altura máxima entre descansos: 1.7m; Pasamanos: Hacia el vacío pasamanos y baranda. Dentro de esta clasificación se incluyó una tarea de alto riesgo, trabajo en altura, la cual es desarrollada sin los elementos de seguridad exigidos por seguridad industrial, arnés de seguridad, eslinga, andamio certificado y elementos de protección personal. Teniendo en cuenta los descrito anteriormente, es evidente el alto riesgo que están corriendo los trabajadores, por la negligencia del gerente o representante legal de la empresa, lo cual puede traer consecuencias graves hasta catastróficas. Como caídas, golpes, fracturas o una víctima mortal (Finol et al., 2017).

En el mismo orden, las condiciones inseguras de tipo mecánico 6 reconocidas, trabajar debajo del "volco" de una volqueta sostenida con soporte (estacas de madera ubicadas trasversalmente al vehículo) sin protección, manipulación inadecuada de herramientas corto punzantes, manipulación de herramientas contundentes de manera inadecuada, mecanismos en movimiento en las maquinas sin resguardo, equipos y herramientas sin resguardo, materiales proyectados, son los principales peligros mecánicos inherentes a las actividades realizadas por los trabajadores, en caso de materializarse, pueden producir desde laceraciones hasta amputaciones en miembros superiores o inferiores, atrapamiento, lesiones en los ojos o cara (OMS, 2018).

No se realizan inspecciones a los equipos e instalaciones, no realizan análisis de riesgos previo a la actividad a realizas, permiso de trabajo seguro, además, la empresa no dispone de ningún sistema de detección de incendios, como tampoco alarmas ni extintores o matafuegos. A lo sumo los productos químicos no cumplen con los requisitos exigidos por la NFPA.16 Lo que puede traer consigo, incendios, explosiones, que pueden ocasionar daño a los mismos trabajadores, a terceros y/o a las instalaciones de la organización (Montero, 2008).

Ruido, vibraciones, radiaciones no ionizantes, hacen parte del grupo de peligros de tipo físico, para con los cuales hay controles deficientes, no hay controles de ingeniería y los EPP son suministrados a destiempo (Ávila & Galvis, 1988). Como consecuencia, puede generar en los trabajadores, por ruido hipoacusia neurosensorial inducida, a causa de la vibración, trastornos fisiológicos, neuromusculares, alteraciones cardiovasculares, respiratorias, endocrinas y metabólicas (Romeral, 2012). En cuanto a la radiación ultravioleta, eritema, fotoquerratitis, lesión en retina.

Conexiones eléctricas en mal estado, sin señalización, no uso de EPP y no aplicación de normas de seguridad como tampoco permisos de trabajo seguro, hacen de las condiciones inseguras electicas una amenaza, pues la gran parte del trabajo que se realiza en la empresa es con 220 voltios (Sliney, 2000). Por ocasionar paro cardiaco, tiranización, filiación ventricular hasta cobrar una vida se considera a los trabajos con energía eléctrica como de alto riesgo (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2016).

El manejo y almacenamiento de producto terminado, materia prima y residuos es otro factor determinante en las inadecuadas condiciones de trabajo presentes en la organización, no existen procedimientos de almacenamiento, manipulación y transporte; lo que produce, amontonamiento de residuos, materias primas y los mismos productos terminados, los trabajadores suelen emplear las herramientas para fines distintos a los propios de ella, además, no utilizan los EPP adecuados, como guantes tipo ingeniero, gafas y protector auditivo (Martínez, Palmero & González, 2017).

El no control de calidad del aire, la presencia de perros y la falta de un programa de mantenimiento que complementen la inspección, la limpieza y la desinfección, son condiciones inseguras presentes en la organización, las

cuales pueden acarrear en los trabajadores problemas de salud, como gastroenteritis, infecciones entre otros trastornos (Abrutzky, Dawidowski, Murgida & Natenzon, 2014).

En cuanto a los peligros psicosociales, la falta de dotación y baja remuneración son predominantes en la compañía, según fuentes propias de la empresa. Que puede llevar a desmotivación, falta de interés por sobresalir, monotonía hasta síndrome de Burnout a causa de un estrés crónico (Merino-Plaza, 2018).

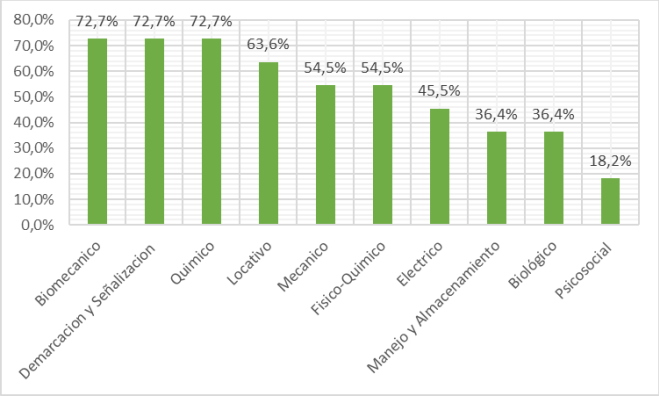



Gráfico 1. Condiciones de trabajo no aceptables
Fuente: Encuestas del estudio.

### 3.5 *Recomendaciones de acuerdo con el diagnóstico de condiciones de salud y trabajo.*

Señalización y demarcación en todas las áreas de la empresa, en especial el área operativa, donde se desarrollan las labores de fresado, torneado, taladrado soldadura. A lo sumo, realizar un plan anual o semestral de capacitaciones actualizable cada periodo, como capacitación en higiene postural, uso de EPP, manipulación de cargas, comunicación asertiva. Añadido a lo anterior, crear normas de seguridad en la empresa, que sirvan de referencia a los trabajadores a la hora de realizar sus actividades (Sliney, 2000).

Diseñar procedimientos de trabajo seguro junto con permisos de trabajo seguros, son también una solución efectiva y de prevención (Martínez, Palmero & González, 2017). Realizar pausas activas cada dos horas o dos veces por jornada. A lo sumo, programa de inspecciones, que permita identificar antes de, las condiciones inseguras presentes en la empresa, para oportunamente corregirlas y evitar accidentes o enfermedades laborales15. Dotar eficaz y racionalmente a los trabajadores de elementos de protección personal como, guantes, gafas, protector auditivo tipo copa botas de seguridad, pecheras, polainas, careta de seguridad, protector respiratorio según normas internacionales que versan sobre el tema (De Sousa, Blanco, Travieso, Correia & Colmenares, 2014). Adquirir extintores y mantenerlos igualmente se hace necesario en la organización. No obstante, desarrollar un plan de emergencias y contingencias como también un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo serían lineamiento general bajo el cual, monitorear, prevenir y controlar los peligros a los cuelas están expuestos los trabajadores (Beltrán, López, Murcia & Salamanca, 2015).

## 4. Discusión

En un estudio de condiciones de trabajo y estado de salud en una empresa metalmecánica a cargo de (Ávila & Galvis, 1988), cuya muestra fue de 245 trabajadores, quienes tenían edades entre 31 y 58 años, dato similar registrado en la presente investigación, donde el rango de edades oscila entre los 21 y 50 años. Al igual que la presente investigación, ellos se basaron en entrevista, inspecciones para llevar acabo el estudio. Identificaron riesgos como físicos, mecánico, ergonómico o biomecánico, químico, psicosocial y, al igual alteraciones más frecuentes reconocidas fueron en el sistema osteomuscular. Datos similares a los registrados por (Romero, Rodríguez, & López, 1993). En un diagnóstico integral del estado de un colectivo de trabajadores, se estudió una muestra estratificada de 106 individuos, obteniendo como resultados, los bajos ingresos salariales estriban en el nivel de vida de los trabajadores, dentro de los peligros identificado en dicho estudio están, ruido con alta prevalencia de hipoacusia, lesiones en ojos por radiaciones, trastornos osteomusculares por sobre carga física, procesos irritativos de mucosas por exposición a humos y gases de soldadora.

En concordancia con Morelos & Montalvo (2013), quienes en su estudio registraron que las pequeñas empresas metalmecánicas tienen entre 1 y 10 trabajadores. Al igual que en esta investigación ellos identificaron que los principales peligros o agentes a los que se encantan expuestos son, ergonómico, químico, de condiciones de seguridad (mecánico, eléctrico, locativo, manejo y almacenamiento, demarcación y señalización), físicos, psicosociales y en menor proporción biológicos (OMS, 2015).

Dentro de los agentes ergonómicos sobresalían, sobreesfuerzos, diseño inadecuado del puesto de trabajo, posturas prolongadas, movimientos repetitivos; en cuanto a los peligros químicos, el 43,75% está expuesto a polvos metálicos, el 18,75% está expuesto a gases y vapores. En el 100% de las empresas metalmecánicas hay presencia de ruido, el 52,25% está expuesto a vibraciones, 6,25 a radiaciones no ionizantes. En cuanto a las condiciones de seguridad, en el citado estudio, se evidenciaron, contacto con energía eléctrica con un 68,75%. Golpeado por o contra 62,5%, caída al mismo nivel 50%, atrapamiento 43,75% y caída de altura un 18,75%.

## 5. Conclusiones

Es evidente que la falta de compromiso gerencial en relación con la gestión integral de riesgos es débil, más aún en empresas del sector metalmecánico, donde los controles son casi nulos como se registró en este manuscrito. Lo cual lleva a un alto nivel de probabilidad de ocurrencia de un evento con consecuencias casi siempre negativas para los trabajadores o en ocasiones para la empresa, a esto se suma las condiciones de salud en las cuales los trabajadores que en su mayoría son personas que superan los 35 años de edad, individuos que ya se encuentran en edad madura y que suelen ser reacios al cambio como la mayoría de las personas, además, a esa edad ciertas factores de riesgo aumentan la probabilidad de sufrir efectos negativos, como el peso, los estilos de vida saludable, la visión entre otros; puede resultar desde accidentes leves hasta catastróficos.

## 6. Bibliografía

Abrutzky, Rosana, Dawidowski, Laura, Murgida, Ana, & Natenzon, Claudia Eleonor. (2014). Contaminación del aire en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires: el riesgo de hoy o el cambio climático futuro, una falsa opción. *Ciência & Saúde Coletiva*, 19(9), 3763-3773.

Ávila Vera, A. C., & Galvis López, C. R. (1988). Diagnóstico de las condiciones de trabajo y estado de salud de los trabajadores de la industria metalmecánica induacero S.A. LILIACS.

Beltrán Molina, Jhon Jairo; López Becerra, Liliana; Murcia Chinchilla, Yenny Constanza; Salamanca, Johana Carolina (2015). Condiciones de seguridad en el trabajo relacionadas con la exposición a peligro mecánico en una empresa de logística – Bogotá. *Revista de la Universidad Industrial de Santander.* Salud, vol. 47, núm. 2, pp. 193-198

Bovenzi, M. (2000). Vibraciones transmitidas a las manos. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo; 50.8-50.14

Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (2014). Seguridad y salud en el Trabajo. Primera edición. Ginebra.

Chávez, J. Ruido (2006). Efectos sobre salud y criterio de su evaluación al interior de recintos. Ciencia & Trabajo; 2006 42-46.

Colombia, Ministerio de la Protección Social (2007). Resolución 1401 Bogotá D.C, Cundinamarca, Colombia: Ministerio de la Protección Social.

Colombia, Ministerio de Trabajo y Seguridad social (2012). Resolución 2400 Estatuto de Seguridad Industrial. Bogotá D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

Colombia, Ministerio del Trabajo (2015) Decreto 1072. Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Bogotá D.C, Colombia: Ministerio del Trabajo.2015.

Comité mixto OIT- OMS. (1984) (18-24 de septiembre). Factores psicosociales en el trabajo: naturaleza, incidencia y prevención. 9º Reunión de medicina del trabajo. Ginebra, Suiza: Comité mixto OIT- OMS.

De Sousa, Cristina, Blanco, Mariangel, Travieso, Francy, Correia, Angelina, & Colmenares, María Cristina. (2014). Propuestas para mejorar el manejo de sustancias peligrosas en los Laboratorios del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Carabobo. Boletín de Malariología y Salud Ambiental, 54(2), 220-235.

Estrada, Muñoz (2000) Ergonomía. Tercera edición. Universidad de Antioquia. Medellín.

Finol Muñoz, Alexander, Rivero Colina, Johanna, Domínguez Fernández, Julián, Pomares, María Elena, Ortega Martín, Gloria, & Márquez Rodríguez, Elvira. (2017). Trabajos de altura. Cuando un arnés sostiene la vida. Medicina y Seguridad del Trabajo, 63(246), 85-90.

González, A., Bonilla, J., Quintero, M., Reyes, C., & Chavarro, A. (2016). Análisis de las causas y consecuencias de los accidentes laborales ocurridos en dos proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción,* 31(1), 05-16.

Gonzales, B. Z., Martínez, J. V., Muraira, Y. C., & Ramos, C. V. (2010). Disminución Auditiva de Trabajadores Expuestos a Ruido en una Empresa Metalmecánica. *Ciencia & Trabajo*, 233-236.

González Guemes, Inmaculada; Pérez Domínguez, Carlos y Rodríguez Caballero, Juan Carlos (2012). Los efectos del incremento del salario mínimo interprofesional en el empleo de los trabajadores inmigrantes en España. El trimestre econ [online]. vol.79, n.314

ICONTEC (2012). GTC 45. Guía Técnica Colombiana Para la Identificación de Peligros y Valoración de Riesgos. Bogotá, Bogotá D.C, Colombia: ICONTEC.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2016). *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 19(3), 187-189.

Martínez Curbelo, Gretel, Palmero Berberena, Yunior, & González Dueñas, Lisbanys. (2017). mejora en las condiciones de almacenamiento del almacén de insumos de la empresa Transcupet, UEB centro. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(2), 76-82.

McCunney RJ (2007). A Managers Guide to Occupational Health Services. Environmental Medical Service. Cambridge, Massachusetts, 2004; USA: MIT.

Merino-Plaza, Maria-Joseet (2018). Burnout y factores de riesgo psicosocial en el personal de un hospital de larga estancia. *Cadernos de Saúde Pública* [online]. 2018, v. 34.

Montero Ramírez, R (2008). Análisis de las críticas a la tecnología de la Gestión de la Seguridad Basada en los Comportamientos. *Rev Bras Ergon*;(6)1

Morelos Gómez, J., & Fontalvo Herrera, T. J. (2013). Caracterización y análisis del riesgo laboral en industria metalmecánica en Cartagena-Colombia. Soluciones de Postgrado EIA; 2013. 13-40.

Navarrete E & Saldías E, (2018). Percepción del Peso de una Carga Según Composición Corporal en Asistentes de Buses Interurbanos.

Organización Mundial de la Salud. (2018). Intoxicación por plomo y salud. Ginebra: 71.ª Asamblea Mundial de la Salud en la decisión WHA70.

Romeral Hernández, Josefa. (2012). Gestión de la seguridad y salud laboral, y mejora de las condiciones de trabajo: El modelo español. *Boletín mexicano de derecho comparado,* 45(135), 1325-1339.

Romero, M., Rodríguez, N., & López, S. (1993). Diagnóstico de la situación de salud de los trabajadores de una empresa metalmecánica. *Revista Facultad de Medicina de Caracas*;1993. 16(1):21-4.

Sliney, D. H (2000). Radiaciones no ionizantes. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo; 2000. 49.14-49-18.

Valencia, J. E., & Gómez, A. P. (2005). Ausentismo laboral y su relación con el consumo de alcohol y sustancias psicoactivas.

Zevallos, E (2008). Pymes, tecnología y gestión de información; Visión Estratégica para el Desarrollo Económico y Social, Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (SELA), p.p. 32-33.

Artículo Original

# EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, EN UNA EMPRESA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES CIVILES DE ACUERDO CON LA NORMATIVA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN COLOMBIA

*Evaluation of the occupational health and safety management system in a civil engineering construction company according to safety and health at work regulations in Colombia*

*Elías Alberto Bedoya Marrugo* [1]


## *Resumen*

El presente artículo tiene por objetivo identificar la manera en que una empresa de ingeniería y construcciones civiles cumple los requisitos exigidos por la normativa en Seguridad y salud en el trabajo Colombiana, para lo cual se realizó una evaluación de cuerdo a los decretos y resoluciones vigentes en relación a la seguridad y salud en el trabajo, basados principalmente en los estándares mínimos para su implementación y los plazos establecidos por la normativa actual reglamentada, demostrando resultados reales en este aspecto que involucran a la empresa, El tipo de investigación utilizada fue descriptiva con enfoque cualitativo. Mediante análisis de contexto y aplicación del documento de estándares mínimos del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, resolución 0312 de 2019. La empresa evaluada solo obtuvo un 17% de cumplimiento, lo cual la ubica por debajo del 60% catalogándola en estado crítico frente a lo exigido por los estándares del SGSST colombiano y por lo cual sugirieron acciones puntuales para tener en cuenta dentro del plan de mejoramiento organizacional del Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.


**Palabras clave:** *Seguridad, Salud, Peligro, Sistema de gestión.*

© 2019 Bedoya *et al.* Este es un artículo Open Access distribuido la bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-ncnd/4.0/). No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, su distribución se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.


## *Abstract*

The purpose of this article is to identify the way in which an engineering and civil construction company complies with the requirements demanded by the Colombian Occupational Health and Safety regulations, for which a payment evaluation is made to the decrees and resolutions in force in In relation to safety and health at work, mainly in the specific protocols for its implementation and the deadlines established by current regulated regulations, demonstrating real results in this aspect that involve the company, the type of research used was descriptive with a qualitative approach. Through the context analysis and the application of the document of minimum parameters of the occupational safety and health management system, resolution 0312 of 2019. The affected company only obtained a 17% compliance, which the location below the 60% cataloging it in critical condition compared to that demanded by the critics of the Colombian SGSST and therefore suggested specific actions to take into account within the organizational improvement plan of the Occupational Health and Safety Management System.


**Keywords:** *Safety, Health, Danger, Management system.*

© 2019 Bedoya *et al.* This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Commercial use of the original work of the possible derivative works is not allowed, its distribution must be done with a license equal to that which regulates the original work.

**Recibido para publicación:** 10 de Julio de 2019 - **Aceptado para publicación:** 10 de Julio de 2019

[1] Doctor en investigación y Docencia, ESP Salud Ocupacional, ESP Gestión de Calidad y auditoria, Instructor de Salud Pública, Centro Agroempresarial y Minero. Correo de Correspondencia: ebedoya@sena.edu.co.

# 1. Introducción

El Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) permite que los empleadores desarrollen un proceso lógico, basado en la mejora continua, con el objetivo de gestionar los peligros y riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud de sus trabajadores (Seguí, 2015). Teniendo en cuenta la importancia de prevenir las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo a los cuales están expuestos los trabajadores, el SG-SST es una herramienta simple que permite desarrollar de manera organizada, las fases de planear, hacer, verificar y actuar (ciclo PHVA), de la seguridad y salud en el trabajo para toda empresa dentro del territorio colombiano (Agudo, Rubio & Seisdedos, 2017).

El SG-SST se establece dentro del marco del cumplimiento de la normatividad legal vigente, que básicamente se articula alrededor con la legislación Colombia (Gómez & Turizo, 2016). La importancia de este trabajo consiste en evaluar el cumplimiento del sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo, en una empresa y validar las pautas para que dicha implementación haga cumplir los requisitos legales (Riaño, Hoyos & Valero, 2016).

La seguridad y salud en el trabajo actualmente constituye uno de los instrumentos de gestión más importantes para mejorar la calidad de vida laboral en las empresas y con ella su competitividad, esto es posible siempre y cuando se promueva y estimule en todo momento la creación de cultura dirigiéndola a los planes de calidad, mejoramiento de los procesos, puestos de trabajo, desarrollo del capital humano y la reducción de los costos operacionales (Bazzani & Sánchez, 2016).

Empresas dedicadas a la ingeniería y construcciones civiles, en sus actividades de prestación de servicios en asesorías, construcción de infraestructuras, vías y obras civiles, ejecuta sus actividades y tareas tanto de tipo administrativo como de tipo operativo con diferentes circunstancias (oficina y trabajo de campo), lo que puede llevar a que sus trabajadores se vean implicados en diferentes riesgos que pueden afectar su integridad física, mental y social, aunque la organización no cuente con una gran cantidad de trabajadores por su actividad económica, se refleja la necesidad de tener un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para darle cumplimiento a la normatividad vigente (Álvarez & Riaño, 2018).

Por lo tanto, se evidencia la importancia que tiene la realización de este documento, ya que con este se quiere mejorar la calidad de vida laboral, lograr una reducción de los costos generados por los accidentes y las enfermedades laborales, mejorar la calidad de los servicios, aumentar su competitividad, realizar mayores alianzas y ante todo generar ambientes sanos para los que allí trabajan (Gómez & Turizo, 2016).

El presente estudio busca identificar como una empresa de ingeniería y construcciones civiles cumple los requisitos exigidos por la normativa en Seguridad y salud en el trabajo en Colombia.

Ahora bien, veamos la presentación de los aspectos teóricos conceptuales y antecedentes de la investigación, basados en trabajos realizados por diversos autores cuyos temas guardan similitud con el presente estudio, así como referencias de teóricos de renombre en la temática de la SST (Ortega, Rodríguez & Hernández, 2017).

**Aspectos normativos de la Seguridad y salud en el trabajo Colombiano.**

Tabla 1. Antecedentes Legales del SGSST.

| Año | Norma | Evento |
|---|---|---|
| 1904 | Inespecífica | El general Rafael Uribe Uribe, fue el primero en plantear una plática orientada hacia la salud de los trabajadores. En el teatro Municipal de Bogotá decía: "Creemos en la obligación de dar asistencia a los ancianos, caídos en la miseria y que ya no tienen fuerzas para trabajar; veremos que es necesario dictar leyes sobre accidentes de trabajo y de protección del niño, de la joven y de la mujer en los talleres y en los trabajos del campo, creemos que es necesario obligar a los patronos a preocuparse de la higiene, del bienestar y de la instrucción gratuita de los desamparado", estos elementos conceptuales tienen indudable vigencia en nuestros días, teniendo en cuenta las condiciones de la sociedad |
| 1934 | Decreto | Se crea la oficina de medicina laboral, esta dependencia comenzó a nivel nacional con sede en Bogotá y tenía como actividad principal el reconocimiento de los accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales y de su evaluación en materia de indemnizaciones. |
| 1935 | Inespecífica | Se establece la legislación laboral, en donde se habla de los riesgos del trabajo y en julio primero de 1936 empezó a regir la ley |
| 1946 | Inespecífica | Se funda la Sociedad Colombiana de Medicina del Trabajo fue fundada y se desarrollan laborales importantes de promoción de la medicina del trabajo. |
| 1954 | Inespecífica | El Ministerio de Salud desarrolló un plan de Salud Ocupacional, para capacitar profesionales colombianos, se creó la entidad CONALPRA; que en 1958 cambió su nombre por el Consejo Colombiano de Seguridad (CCS) con sede en Bogotá |
| 1961 | Resolución | El Ministerio de Trabajo formó la División de Salud Ocupacional que se encargó de la prevención y control de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. |
| 1979 | Ley 9 – Res. 2400 | Se articuló el código sanitario nacional y el reglamento de seguridad |
| 1986 | Resolución 2013 | Se crea el Comité Paritario de Salud Ocupacional. Por la cual se reglamenta la organización y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo. |
| 1989 | Resolución 1016 | Se reglamenta los programas de salud ocupacional en las empresas. La presente Resolución estará constituida por los siguientes subprogramas: 1. Subprograma de Higiene Industrial<br>2. Subprograma de Seguridad Industrial |
| 1991 | Constitución Nacional | La asamblea nacional constituyente promulgó la constitución con normas relacionadas con las derechos a la salud y el trabajo |

| | | |
|---|---|---|
| 1993 | Ley 100 | Se publica el Sistema general de seguridad social integral |
| 1993 | Ley 55 | Se crea la norma que trata sobre la seguridad en el uso de productos Químicos en el Trabajo |
| 1994 | Decreto 1295 | Se ampliaron las normas y procedimientos en salud ocupacional por el cual el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social establece la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales |
| 2008 | Resolución 2646 | Se reglamentó la evaluación de riesgo psicosocial |
| 2010 | Resolución 180540 | Se diseñó el anexo general reglamento técnico de iluminación y alumbrado público. RETILAP |
| 2012 | Ley 1562 | Se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional en especial el reemplazo del término de salud ocupacional por Seguridad y salud en el trabajo (SST) y el Programa de Salud Ocupacional, por el Sistema de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo SG SST. |
| 2012 | Resoluciones 652 y 1356 | Se establece la obligación de conformar un Comité de Convivencia Laboral (CCL) en las empresas del sector privado. El CCL se encargará de las quejas relacionadas con el trabajo, la revisión de casos específicos, la implementación de planes para mejorar las relaciones entre las partes afectadas (incluido el seguimiento de estos), y del desarrollo de medidas preventivas y correctivas para promover un medio ambiente sano de trabajo. Este comité de convivencia en conjunto con el COPASST, garantizan un mejor ambiente laboral, correcta resolución de conflictos e inconvenientes y buscan la armonía entre los diferentes participantes de la organización |
| 2014 | Decreto 1443 | Se dictan disposiciones para la implementación del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST). |
| 2014 | Resolución 1565 | Se estableció que todas las empresas se deben capacitar en seguridad vial |
| 2017 | Resolución 1565 | Se aportó el anexo técnico que recopiló en un solo documento, gran parte de la normatividad vigente en riesgos laborales, para determinar el nivel de cumplimiento de los estándares de SST |
| 2015 | Decreto 1072 | El gobierno nacional unificó todas las normas laborales en el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Todo el contenido del decreto 1443 unificando el Libro 2, parte 2, título 4, capítulo 6 , se reglamentan las competencias del Ministerio de Trabajo, hasta las relaciones laborales individuales, abordando temas como la jornada de trabajo suplementario, las vacaciones, los riesgos laborales y juntas de calificación |
| 2019 | Resolución 0312 | Se establecieron los estándares mínimos del SG-SST y unas fases de adecuación y transición del SG-SST con estándares mínimos |

De acuerdo con lo anterior, son de obligada aplicación los siguientes términos y definiciones:

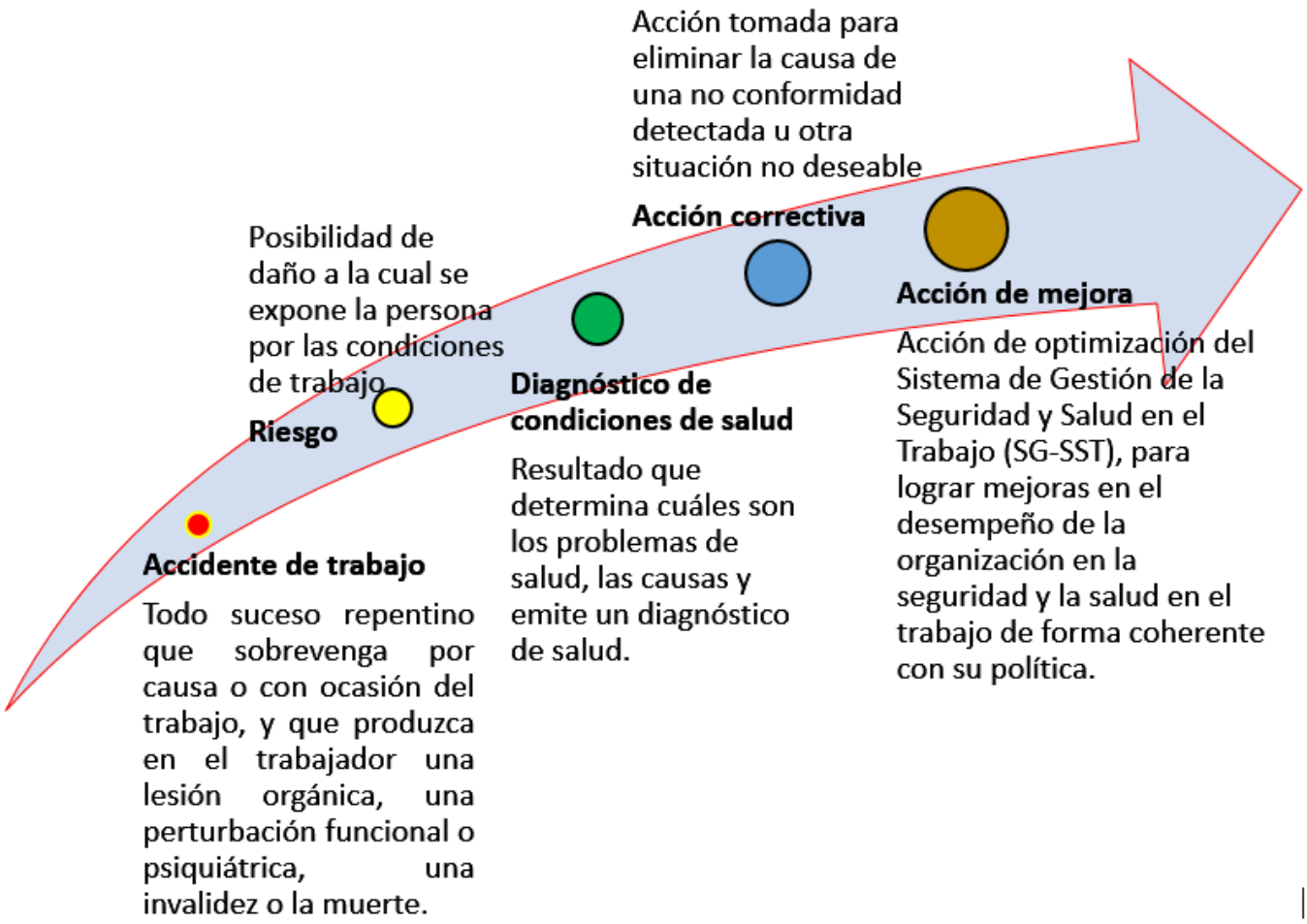



Figura 1. Esquema de definiciones del SGSST.

## 2. Metodología

El tipo de investigación fue descriptiva con enfoque cualitativo. Se realizó el análisis de una empresa de ingeniería, dedicada a construcciones civiles. Para la recolección de los datos cuantitativos se tomó información el documento de estándares mínimos del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, de acuerdo con la última norma relacionada (Ministerio de trabajo, 2019), bajo los cuales se utilizaron valoraciones que se dieron a cada pregunta:

CT: Cumple Totalmente

No Cumple (No ha implementado ni trabajado en el criterio)

No Aplica (El criterio a evaluar no aplica o el cual se justifica o no se justifica).

El criterio para tener en cuenta se basa en tener en cuenta el criterio a implementar conforme al número de trabajadores que para el caso corresponde al intervalo entre once (11) a cincuenta (50) trabajadores permanentes, clasificadas en riego IV ó V, los cuales son señalados en el Capítulo III de la resolución 0312 del 2019. Durante el desarrollo de la investigación se vinculó a la empresa descrita en la cual se desarrolla un proceso de recolección de la información y aplicación de los requisitos solicitados en la normativa (Ministerio de trabajo, 2015), cuyo objetivo principal fue determinar el nivel de cumplimiento de dichos estándares, los cuales se logran considerar como crítico, si el puntaje obtenido es menor al 60%; moderadamente aceptable, si el puntaje obtenido está entre el 60 y 85% y aceptable, si el puntaje obtenido es mayor al 85%. Con el resultado obtenido se busca proponer la formulación de un plan de mejoramiento conforme a la evaluación de los estándares mínimos que realiza la empresa y poner a disposición de la Administradora de riesgos laborales quien dará sus recomendaciones a aplicar.

# 3. Resultados

Informe de resultados del diagnóstico de seguridad y salud en el trabajo realizado en una empresa de ingeniería y construcciones civiles de acuerdo con las normas vigentes al respecto resolución 0312 del 2019.

Información Básica

Nombre de la Empresa: ingeniería y construcciones civiles

Actividad Económica: Actividad de Arquitectura Ingeniería y otras actividades conexas consultorías técnicas.

Sector Económico: Construcción

Número de Empleados: 14

Tipo de empresa: Pequeña empresa

Fecha del diagnóstico Inicial: 22 de junio de 2019

Etapas del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SGSST) evaluadas en la empresa.

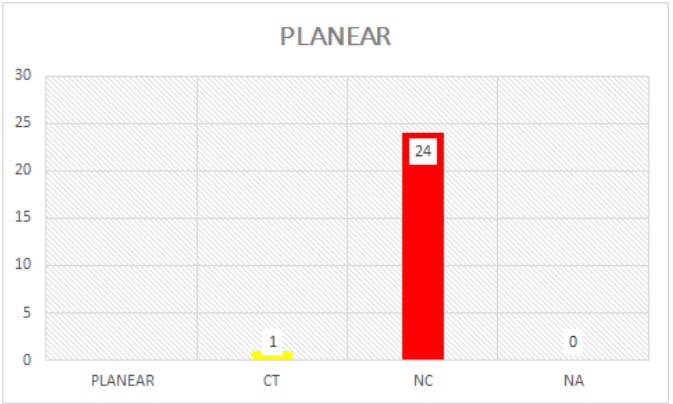
El Sistema de Gestión de la seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) está fundamentado en un procedimiento lógico y por etapas que permite el mejoramiento continuo a través del: Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

### *3.1 Planear*

En esta etapa, se revisaron las generalidades de la empresa, los estándares con el fin de verificar si la empresa dispone de las personas y de los recursos financieros, técnicos y humanos y de otra índole requerida para coordinar y desarrollar Sistemas de gestión de la Seguridad y salud en el Trabajo (SG- SST) y plan de capacitación.

Se verificó la gestión Integral del sistema de gestión y salud en el trabajo con el fin de verificar si cuenta con política, objetivos de Seguridad y Salud en el Trabajo, Plan anual y procedimiento de compras y adquisiciones.

Este aparte tiene un valor del 25%, Sin embargo, la empresa solo cumplió con un 1%.




#### *3.1.1 Recursos.*

El personal se encontró afiliado al Sistema General de Riesgos Laborales y cumple con el pago de pensión a trabajadores alto riesgo, conforme a lo dispuesto en el decreto 2090 del 2002, a demás No existen

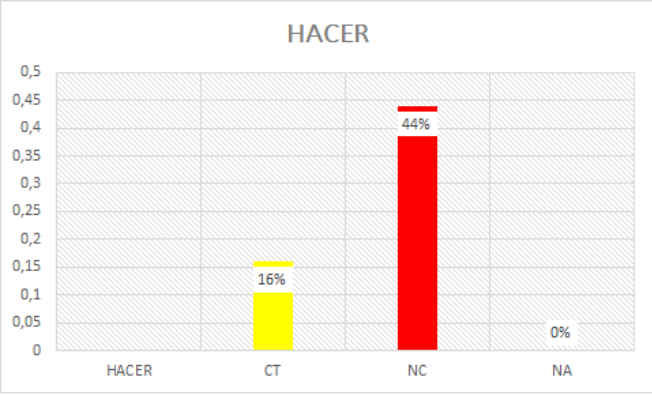
responsabilidades del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo – SG-SST, No se han asignado recursos económicos para el funcionamiento de este como tampoco se cumple con un responsable del sistema, ni se han conformado los comités paritarios de SST ni de convivencia Laboral. No existe un programa capacitación anual de promoción y prevención, que incluya los peligros prioritarios o la realización de la inducción - reinducción frente al SGSST.

### *3.1.2 Gestión Integral del SGSST.*

La empresa no cuenta con una política y objetivos SST, carece de un plan de trabajo anual y una matriz legal, los procedimientos para la identificación, evaluación, para adquisición de productos y servicios en SGSST no están establecidos, tampoco cuenta con un sistema de archivo o retención documental del Sistema y adolece de un responsable del proceso, adicionalmente no disponen de mecanismos eficaces para recibir y responder las comunicaciones internas y externas relativas a la seguridad y salud en el trabajo , no se ha evaluado el impacto sobre la SST.

### *3.2 Hacer*

En esta segunda etapa se revisó todo lo concerniente a la gestión de la Salud: diagnóstico de las condiciones de salud en el trabajo, reporte e investigación de las enfermedades laborales y los incidentes y accidentes del trabajo, existencia de exámenes médicos laborales, mecanismos de vigilancia de las condiciones de salud de los trabajadores.




En la gestión de peligros se solicitó la metodología que la empresa haya definido para la identificación de peligros y valoración de los riesgos y la formulación medidos de prevención y control para aquellos riesgos prioritarios.

Con respecto a gestión de amenaza se revisaron la vulnerabilidad de la empresa, plan de prevención preparación y respuesta ante emergencia, brigadas, socialización del plan y mantenimiento a las instalaciones, equipos y herramientas.

Este aparte tiene un valor del 60%, Aunque la empresa solo cumplir logró con un 16%.

### *3.2.1 Gestión de la Salud*

La empresa no cuenta con la realización de las evaluaciones médica ocupacionales a todos los trabajadores (ingreso, periódico y egreso), al igual que no se desarrollan actividades de promoción y prevención en salud y de esta manera no se entrega Información al médico de los perfiles de cargo de todos los trabajadores.

No cuenta con agua potable, servicios sanitarios y disposición de basuras y además se realiza eliminación adecuada de residuos sólidos, líquidos o gaseosos, y tampoco reporta los accidentes de trabajo y enfermedad laboral a la Administradora de riesgos laborales (ARL), Empresa promotora de salud (EPS) y Dirección Territorial del Ministerio de Trabajo.

No se evidenció registro y análisis estadístico de Incidentes, accidentes de trabajo y enfermedad laboral. Y no existe medición de la severidad, frecuencia, mortalidad, prevalencia, incidencia y ausentismo de los accidentes de trabajo y enfermedad laboral.

### *3.2.2 Gestión de peligros y Riesgos*

La empresa cuenta con un procedimiento en el que se describe la metodología para la identificación, evaluación y valoración de peligros al igual que con la matriz respectiva. Se evidenció que la empresa cuenta con un plan de mantenimiento periódico de instalaciones, equipos,

máquinas, herramientas, entrega los EPP, y se verifica con contratistas y subcontratistas, realizan e Identifican y priorizan los peligros de la naturaleza (Metodología adicional, cancerígenos y otros).

A la fecha la empresa no ha sido posible la realización mediciones ambientales, químicas, físicas y biológicas, no implementan las medidas de prevención y control de peligros, pero no quedan evidencias en el plan de trabajo anual y no se verifica aplicación de las medidas de prevención y control, por otro lado, no hay procedimientos, instructivos, fichas, protocolos enfocados a la Seguridad y Salud en el Trabajo.

### *3.2.3 Gestión de Amenazas*

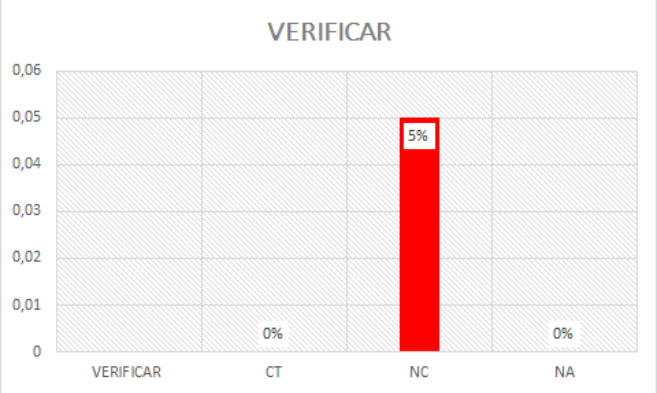
Con la identificada, evaluada y priorizada la vulnerabilidad de la empresa frente a las amenazas, no existe un plan de emergencia, ni las brigadas están conformadas y ni capacitadas, como no cuenta el plan de emergencia no cuenta con planos de las instalaciones que identifiquen áreas y salidas de emergencia y se cuenta con plan de mantenimiento preventivo de las instalaciones, equipos y herramientas de los dos últimos años.

### *3.3 Verificar*

En esta tercera etapa se verificó si la empresa mide la gestión y los resultados del SG-SST. Este aparte tiene un valor del 5%, Sin embargo, la empresa obtuvo un 0% en cumplimiento.

#### 3.3.1 *Estándar de verificación del Sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo*

El empleador no tiene definido los indicadores de estructura, proceso y resultado del SGSST, pero la alta dirección no adelanta auditoría la cual debe realizarse por lo menos una vez al año con la participación del COPASST.



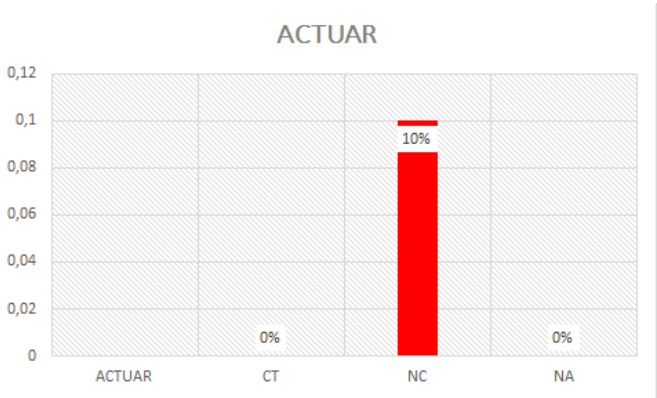

### *3.4 Actuar*

En esta cuarta etapa se verificó si la empresa implementa acciones preventivas y correctivas con base en los resultados del SG-SST sean estas generadas por inspecciones, investigaciones o por autoridades administrativas.

Este aparte tiene un valor del 10%, En este ítem la empresa obtuvo un 0% en cumplimiento.

### *3.4.1 Mejoramiento*

La empresa no ha implementado acciones preventivas y correctivas, la alta dirección no realiza revisión de las acciones correctivas y preventivas, ni se ejecutan las acciones preventivas y correctivas de las inspecciones realizadas. La empresa evaluada solo obtuvo un 17% de cumplimiento, lo cual la ubica por debajo del 60% catalogándola en estado crítico frente a lo exigido por los estándares del SGSST colombiano.



## 4. Discusión

De acuerdo con la información que arrojó el diagnostico los siguientes son los aspectos en los que la empresa deberá trabajar para la implementación del SGSST (Ministerio de trabajo, 2015): Aspectos en la gestión de SST como política, objetivos de seguridad los planes anuales son críticos e importantes y no tenerlos en cuenta es una omisión grave al SGSST, lo anterior si se desean evitar lesiones y enfermedades en relación con el trabajo y sus implicaciones (Agudo, Rubio & Seisdedos, 2017).

No asignar recursos económicos para el funcionamiento del SGSST (Ministerio de trabajo, 2019), es una de las falencias más frecuentes entre las pequeñas empresas, las cuales necesitan hacerse responsables, al igual que nombrar a la medida de la empresa un responsable del sistema, conformar sus comités y hacer funcionales sus planes de capacitación anual que junto al registro y análisis estadístico de Incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades laborales son esenciales para establecer las prioridades de intervención y mejora en la gestión (Riaño, Hoyos & Valero, 2016), lo anterior demuestra una seria omisión que se refleja en los resultados de esta investigación, donde se logra encontrar que no se han asignado recursos para el funcionamiento del sistema, ni se ha gestionado su adecuada operación.

## 5. Conclusiones

Conforme a lo encontrado en el estudio se permite indicar que la empresa debe diseñar y documentar el Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial, divulgarlo y comunicarlo a todos los trabajadores, junto a la documentar de responsabilidades en seguridad y salud en el trabajo para cada nivel de la Organización.

El no implementar la evaluación de sus necesidades de capacitación en SST demuestran otra falencia seria que imposibilita el cumplimiento del ciclo PHVA y los componentes del sistema de gestión (Planificación, ejecución, mejoramiento, evaluación y auditoria).

En consecuencia, a las falencias encontradas en los resultados de este estudio resta indicar cuales serían las intervenciones con mayor prioridad a desarrollar por parte de la empresa en virtud del cumplimiento de lo exigido por la legislación actual en seguridad y salud en el trabajo y en lo cual la empresa deberá trabajar:

Elaboración de indicadores de estructura, proceso y resultados que define actualmente el decreto 1072 de 2015 en desarrollo al plan de trabajo y en general al desempeño de SGSST.

Implementación de las evaluaciones médicas ocupacionales de ingreso, periódicas y de retiro conforme a los peligros detectados en la organización.

Aplicación de la encuesta de morbilidad sentida y elaborar las condiciones de salud de los trabajadores.

Documentación del mantenimiento, entrega y reposición de los equipos de protección personal entre el personal que labora en la empresa.

Desarrollo del análisis de amenazas y vulnerabilidad, e incluirlo dentro de su Plan de emergencias, el cual deberá ser documentado, socializado y practicado entre sus trabajadores.

Realización de auditoria anual, con la participación del COPASST o Vigía ocupacional, basada primordialmente en el cumplimiento de la política de seguridad y salud en el trabajo acorde a las exigencias de la normativa vigente sobre el tema.

## 6. Bibliografía

Álvarez Torres, S., & Riaño Casallas, M. (2018). La política pública de seguridad y salud en el trabajo: el caso colombiano. *Gerencia Y Políticas De Salud*, 17(35). https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps17-35.ppss

Agudo Díaz, Francisco Javier, Rubio Collar, Miguel Ángel, & Seisdedos Rodríguez, Inmaculada. (2017). La mejora continua en la gestión de la prevención de riesgos laborales en la empresa desde la vigilancia colectiva de la

salud. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo,* 26(1), 39-54.

Bazzani L, Sánchez A (2016). Promoción de la salud en los lugares de trabajo: un camino por recorrer. *Cien Saude Colet*;21(6):1909-20.

Colombia, Ministerio de trabajo (2019) Resolución 0312. Por la cual se modifican los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo para empleadores y contratantes. Diario Oficial No. 50872.

Colombia, Ministerio de trabajo (2015) Decreto 1072. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Diario Oficial 49523.

Gómez N, Turizo F (2016). Seguridad y salud en el trabajo en Colombia: retos frente a las personas con discapacidad. *Revista CES Derecho*; 7(2):84-94.

Ortega Alarcón, JA., Rodríguez López, JR & Hernández, Palma (2017). Importancia de la seguridad de los trabajadores en el cumplimiento de procesos, procedimientos y funciones*. Revista Academia & Derecho*, 8, (14), pp. 155-176.

Riaño-Casallas, Martha Isabel, Hoyos Navarrete, Eduardo, & Valero Pacheco, Ivonne. (2016). Evolución de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo e impacto en la accidentalidad laboral: Estudio de caso en empresas del sector petroquímico en Colombia. *Ciencia & trabajo,* 18(55), 68-72. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492016000100011

Seguí Crespo, MM (2015). Efectividad de la formación en seguridad y salud en el trabajo. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales,* 18(3), 150-151. https://dx.doi.org/10.12961/aprl.2015.18.3.07

Artículo Corto

# FORMACIÓN DE CALLOS Y EMBRIONES SOMÁTICOS EN DOS VARIEDADES DE YUCA

## *Somatic embryos and callus development in two varieties of Cassava*

*Eder Durango Ballesteros [1]; Ana Milena Suarez Gómez [2]; Yorsi Padilla Perez[3];*


### *Resumen*

La embriogénesis somática constituye una técnica de cultivo de tejidos in-vitro con gran importancia en la biotecnología vegetal. En este trabajo se evaluó el efecto de Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D) a tres diferentes concentraciones en la formación de callos y embriones somáticos en dos variedades de yuca provenientes de parcela experimental del SENA, Centro Agroempresarial y Minero, Regional Bolívar. Las variedades seleccionadas fueron venezolano y Negrita. Des las cuales se obtuvieron explates de peciolos que se sembraron en Murashige y Skoog (1962), que se diferenciaron por y tres concentraciones (0,0; 0,5 y 1 mg/L), suplementado con 3% de sacarosa, 0.4mg/l Tiamina, 100mg/l de M-inositol de Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D). la variedad venezolana obtuvo un porcentaje de callogénesis del 100 %, comparado con la variedad Negrita la cual solo alcanzó el 26%.


**Palabras clave:** *Callos, embriogénesis Somática, Micropropagación, Yuca.*

© 2019 Durango *et al.* Este es un artículo Open Access distribuido la bajo la licencia CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-ncnd/4.0/). No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, su distribución se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.


### *Abstract*

La embriogénesis somática constituye una técnica de cultivo de tejidos in-vitro con gran importancia en la biotecnología vegetal. En este trabajo se evaluó el efecto de Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D) a tres diferentes concentraciones en la formación de callos y embriones somáticos en dos variedades de yuca provenientes de parcela experimental del SENA, Centro Agroempresarial y Minero, Regional Bolívar. Las variedades seleccionadas fueron venezolano y Negrita. Des las cuales se obtuvieron explates de peciolos que se sembraron en Murashige y Skoog (1962), que se diferenciaron por y tres concentraciones (0,0; 0,5 y 1 mg/L), suplementado con 3% de sacarosa, 0.4mg/l Tiamina, 100mg/l de M-inositol de Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D). la variedad venezolana obtuvo un porcentaje de callogénesis del 100 %, comparado con la variedad Negrita la cual solo alcanzó el 26%.


**Keywords:** *Callos, embriogénesis Somática, Micropropagación, Yuca.*

© 2019 Durango *et al.* This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Commercial use of the original work of the possible derivative works is not allowed, its distribution must be done with a license equal to that which regulates the original work.

**Recibido para publicación:** 13 de Noviembre de 2019. **Aceptado para publicación:** 13 de Noviembre de 2019.

[1] Instructor Investigador, Centro Agroempresarial y Minero, SENA Regional Bolívar. Correo de Correspondencia: Edurangob@sena.edu.co.

[2] Instructor Investigador Centro Agroempresarial y Minero, SENA Regional Bolívar. amsuarezg@sena.edu.co.

[3] Investigador, Centro Agroempresarial y Minero, SENA Regional Bolívar. padillaperez160990@gmail.com.

# 1. Introducción

En La yuca es un cultivo con gran importancia para la alimentación humana, animal y diferentes usos industriales, ocupa el noveno puesto después del arroz, el trigo, la caña de azúcar, el maíz, la soya, la papa, las legumbres y el aceite de palma, además de ser considerado como una importante reserva cuando hay malas cosechas de otros productos alimentarios". Aguilera (2012, Núm. 158). África, encabeza la lista con un 60% de la producción mundial. particularmente Nigeria con (57. 134,478 Toneladas). Le siguen en importancia el continente asiático, principalmente Tailandia (31,161,000 Toneladas) de hecho, India es el país de más altos rendimientos en el mundo 33.5 ton/ha. Finalmente, Brasil (20´891.532 Toneladas) encabeza los principales productores de yuca en América Latina y el Caribe, Según el Ministerio de Agricultura para el 2016 en Colombia se cultivó 106.943 ha. (FAOSTAT, 2016).

La planta de yuca crece en una variada gama de condiciones tropicales: en los trópicos húmedos y cálidos de tierras bajas; en los trópicos de altitud media y en los subtrópicos con inviernos fríos y lluvias de verano. Se siembra desde el nivel del mar hasta los 1 800 msnm, a temperaturas comprendidas entre 20 y 30 ˚C con una óptima de 24 ˚C, una humedad relativa entre 50 y 90 por ciento con una óptima de 72 por ciento y una precipitación anual entre 600 y 3 000 mm con una óptima de 1 500 mm. (FAO 2000).

Este cultivo es de propagación y crecimiento rápido, pero presenta problemas de diseminación de enfermedades, desfavoreciendo la producción. Debido a ello se ha incrementado las investigaciones científicas de esta plata para lograr un mejor aprovechamiento. Por lo ya mencionado el cultivo in vitro surge como una alternativa que Permite incrementar la producción de la yuca en corto tiempo, en cualquier época del año y libre de enfermedades.

Unas de estas técnicas de la propagación in vitro es la embriogénesis Es el proceso por el que las células del explantes comienzan a dividirse muy rápido y aumentar su volumen, fácilmente visible, y cambia de color, el cual puede ir de blanco, a un verde y café, esto vienen a ser los callos somáticos iniciales. Fernández-Guijarro (1997).

La formación del callo está determinada por el tipo de explante y de regulador de crecimiento y su concentración, del genotipo y del contenido endógeno de reguladores de crecimiento, siendo necesario en algunos casos adicionar auxinas, citoquininas o ambas. La Utilización de auxinas, en concentraciones de moderadas a altas han sido las más utilizadas para la formación de callos. La alta concentración de auxina y baja de citoquinina en el medio activa la proliferación celular en algunas especies, con la consecuente formación de callo. Las citoquininas más utilizadas son la Kinetina (Kin) y la Benciladenina (BA) y dentro de las auxinas, las más empleadas son ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolacético (AIA) (Chawla 2002).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), en tres concentraciones diferentes en embriogénesis in vitro de 2 variedades de yuca provenientes de parcela experimental del SENA, Centro Agroempresarial y Minero, Regional Bolívar.

# 2. Metodología

### *2.1 Selección de explantes.*

Se tomaron explantes de pecíolos de plantas de yuca de 3 meses de edad, provenientes de la parcela experimental del SENA, Centro Agroempresarial y Minero, Regional Bolívar, ubicada a 10° 22´17,7" N. y 75°27´44,8" W, con precipitaciones anuales de 1500 mm y temperaturas promedias de 28°C.

### *2.2 Preparación y desinfección de explantes.*

Se colectaron peciolos de hojas de dos variedades de Yuca: Venezolana y Negrita; los cuales se lavaron con detergente comercial más dos gotas de Tween 20 y se enjuagaron con abundante agua corriente, posteriormente los explantes se sumergieron en una solución de yodo al 3.75% por 10 min, Transcurrido el tiempo, se sumergieron en alcohol al 70% por 1 min., y luego se pasaron a una solución de hipoclorito de sodio al 2.5% por 10 min. En cada paso se realizaron tres enjuagues con agua estéril para eliminar residuos del producto utilizado en la desinfección. Se realizó la defección teniendo en cuenta el procedimiento utilizado por Buechsel (2012), modificado.

### *2.3 Inducción de callogénesis.*

Los explantes de peciolo, se cultivaron en cajas de petri, disponiendo 5 explantes por caja, conteniendo medio MS básico (1962), suplementado con 3% de sacarosa, 0.4mg/l Tiamina, 100mg/l de M-inositol y tres concentraciones (0,0; 0,5 y 1 mg/L) de Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D). Los explantes se incubaron en oscuridad durante 10 días, a temperatura de 25 ± 1°C, hasta la iniciación o formación de callo (Twyford y Mantell, 1996). En cada caja de Petri se registró el número de explantes que forman callo, tiempo de formación y el % de callo formado.

### *2.4 Caracterización anatómica*

Se realizaron cortes a mano alzada y la técnica del Squash, para observar las estructuras formadas y determinar la naturaleza del proceso de regeneración *in vitro.* Los cortes anatómicos se observaron en un microscopio óptico a 10 X y 40 X, marca Advance optical, con pantalla digital integrada.

# 3. Resultados y Discusión

### *3.1 Callogénesis*

En la formación de callo se observó una respuesta diferencial entre las variedades; encontrándose que la variedad Venezolana obtuvo un porcentaje de callogénesis del 100 %, comparado con la variedad Negrita la cual solo alcanzó el 26%. (*Ver tabla 1*); Callos que fueron desde el tipo organogénico hasta el embriogénico. La respuesta diferencial, se deber a la adición al medio de cultivo de las concentraciones de auxinas o citoquininas, en cada variedad, pudiendo aumentar la eficiencia en la formación de callos. (Manrique y Roca 1987). La respuesta de menor formación de callo en la variedad Negrita, puede atribuir a que la especie necesite una mayor concentración de reguladores en el explante seleccionado para activar el proceso de división celular.

Lo anterior Implica que las concentraciones de 2,4-D utilizadas, no son las adecuadas para inducir la formación de callo en la variedad Negrita, resultado que es similar al obtenido por Manrin (2009), cuando usaron BAP en el desarrollo y la germinación de embriones en yuca.

### *3.2 Caracterización Anatómica.*

Para caracterizar anatómicamente la formación de callos en yuca, se observaron masas de callo de color blanco opaco o crema, diferenciándose callos de tipo embriogénico y no embriogénico por ser este último de color blanco más transparente y de apariencia lisa. En los callos formados, se pudo observar células competentes embriogénicas con núcleos grandes y células no embriogénicas alargadas con deformaciones, obtenidas en el medio de cultivo a concentraciones de 1 mg/l de 2,4-D (Figura 2).

En cuanto a las 3 concentraciones de 2,4-D. Ensayadas, en la de 0,5ml después de los 15 días de cultivo, se observaron células isodiametricas y amorfas en los callos formados procedentes de la variedad Venezolana. Muchas de estas células isodiametricas se encontraban en división

celular (Figura 3), provistas de doble membranas, con gran número de plástidos y con núcleos definidos., mientras en la variedad negrita no se observó estructuras definidas. Posiblemente esta última variedad necesita una concentración mayor que un 1ml. De 2,4-D para la inducción de callos embriogénico.

Diversos estudios han evaluado varias auxinas sintéticas con fines de producción de embriones somáticos y han encontrado que 2,4-D presentan la mayor eficiencia con valores superiores al 50% (Groll *et al.,* 2001; Medero et al., 2000; Medina et al., 2003; Raemakers et al., 1993).

Estos resultados surgieren es más eficiente para producir callos y embriones somáticos en la variedad venezolana que en la variedad Negrita requiere estudios por la deficiencia en la formación de estructuras embriogénicas.

Sin embargo, la alta heterocigocidad de la yuca implica que se observen diversas respuestas a nivel de cultivo de tejidos, por tal razón se hace necesario realizar modificaciones a los protocolos para que puedan ser adaptados a otros cultivares (Medero *et al.,* 2000).

***Tabla 1. Efecto del 2,4-D en la formación de callos en yuca, de las variedades Venezolana y Negrita a los 15 días de cultivo.***

| *2,4-D mg/L.* | *No Explates Formador de Callo* | | *Callos formado (%)* | | *Tiempo de formación de Callo (días)* | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Venezolana* | *Negrita* | *Venezolana* | *Negrita* | *Venezolana* | *Negrita* |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 15 | 0 | 100 | 0 | 10 | 0 |
| 1,0 | 15 | 3 | 100 | 26 | 7 | 10 |

***Figura 1. a) Callo Embriogénico de yuca. b) callo organogénico de yuca obtenidos a partir del cultivo in vitro de peciolos de yuca.***

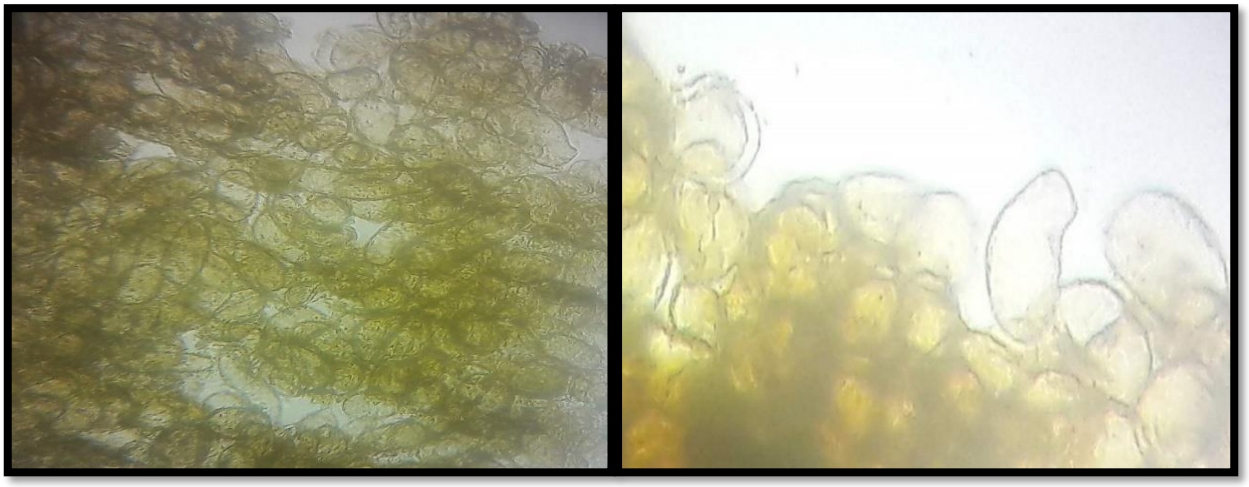


***Figura 2. Células amorfas originadas en la concentración de 2,4-D a 1 mg/L.***

## 4. Conclusiones

Es La variedad Venezolana tiene una respuesta eficiente en el porcentaje general de callogénesis, en las dos concentraciones 2,4-D. (0,5 y 1ml.), el tratamiento con mayor concentración (1ml.) Genero una producción de callos embriogénicos, se destaca los resultados obtenidos en el análisis anatómico ya que se pudieron observar estructuras celular es definidas (Figura 3) y se puede evidenciar que es correcto para esta variedad inducir a callo a partir del cultivo *in vitro* de peciolos.

Por el contrario, la variedad Negrita tuvo respuestas deficientes; en la inducción de callo, en las dos concentraciones 2,4-D. (0,5 Y 1ml.), el análisis anatómico no se observaron estructuras definidas. El Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D) en las concentraciones ya señaladas no fueron eficientes para el desarrollo de callos organogénico y embriogénicos.

Los resultados obtenidos en este trabajo surgieren que la variedad Negrita debe ser evaluada en cuanto a sus reservas endógenas de reguladores (Auxina y citoquinina), y el tipo de explante más apropiado para el cultivo *in vitro*.

## 5. Bibliografía

Buechsel C.D. (2012). Establecimiento *in vitro* de yuca - variedad valencia- mediante domos meristemáticos y evaluación de tres medios de cultivo para la producción de brotes. Zamorano, Departamento de ciencias y producción agropecuaria, Hondura.

Chawla, H.S. (2002). Introduction to plant biotechnology. Science Publishers Inc., USA.

R.H. Escobar, L. Muñoz, J. E. Montoya, J. Tohme y W.M. Roca (2002). Implementación del sistema RITA® en la propagación a gran escala y en la embriogénesis somática de yuca R.H. * Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) - Cali-Colombia (*) Centro Internacional de la Papa-CIP, Lima, Perú

Fernández B., 1997. Embriogénesis somática en alcornoque (*Quercus suber L.*). Tesis Doctoral. E.T.S. Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

Groll J., Mycock D., Gray V., Laminski, S. (2001). Secondary somatic embryogenesis of cassava on Picloram supplemented media. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture.* 65 201-210.

Manrique y Roca (1987). Efecto del fotoperiodo y del medio de cultivo en la embriogénesis somática, y análisis histológico del proceso en la yuca manihol esculenta crantz. Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

Medero V. R., Borroto C., Rodríguez S., Gómez R., López J., García M., Ventura J., Espinosa J., Cabrera M., Martínez M., Torres M., Torres Y., Álvarez M., García J. (2000). Embriogénesis somática a partir de meristemos axilares en yuca. Biotecnología Vegetal. 1 21-26

Marín, A., J. G. Albarrán, F. Fuenmayor y D. Perdomo. (2009). Evaluación del efecto de los reguladores de crecimiento en la regeneración in vitro de cinco cultivares élites de yuca (Manihot esculenta Crantz). UDO Agrícola. Venezuela.

Medina R. D., Faloci M. M., Solís-Neffa V y Mroginski, V. (2003). Embriogénesis Somática y Regeneración de Plantas de Mandioca (Manihot esculenta Crantz) de Cultivares de Interés Para Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias. 32 (3): 143-160.

Raemakers C. J. J. M., Schavemaker C. M., Jacobsen E., Visser R. G. (1993). Improvements of cyclic somatic embryogenesis of cassava (Manihot esculenta Crantz). Plant Cell Reports. 12 226-229.

Twyford, C; Mantell, S. (1996). Production of somatic embryos and plantlets from root of the greater yam. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 46(1):17-26.

Valderrama, S; Chico, J; Tejada, J; Vega, A. (2008) Regeneración de plántulas, vía embriogénesis somática, a partir de hojas de fresa, Fragaria virginiana, utilizando ANA y BAP. Laboratorio de Fisiología y Cultivo de Tejidos Vegetales. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional de Trujillo. Perú. REBIOL. 28(2):26-38

# POLIMEROS DERIVADOS DE PLANTAS LEGUMINOSAS: MORINGA (*Moringa Oleifera*), ALGARROBO (*Prosopis spp.*), OREJERO (*Enterolobium cyclocarpum*) Y ACACIA FORRAJERA (*Leucaena Leucocephala*) Y SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS

*Polymers derived from leguminous plants: Moringa (Moringa oleifera), Algarrobo (Prosopis spp), Orejero (Enterolobium cyclocarpum) and Acacia forrajera (Leucaena leucocephala) and its application in the food industry*

*Adriana Verhelts* [1]


## *Resumen*

Los polisacáridos de las semillas de varias especies de plantas han sido utilizados a nivel industrial durante años como una forma de reemplazar productos más costosos y menos efectivos. Algunos ejemplos son las industrias de alimentos, donde algunos polisacáridos son utilizados como aditivos alimentarios debido a su comportamiento reológico (Pilnik y Rombouts, 1985). En este sentido las principales aplicaciones de los polímeros derivados de plantas leguminosas se han centrado en su uso como espesantes, estabilizantes, emulsionantes, biopelículas para el recubrimiento de alimentos y micro encapsulación de principios activos, con la finalidad de mejorar la textura, extender la vida útil y propiedades físico químicas, microbiológicas y sensoriales de los productos alimenticios. El elevado costo que representan los hidrocoloides, debido a que muchos de estos deben ser importados, plantea la necesidad de establecer investigaciones que persigan ensayar gomas producidas por especies de leguminosas diseminadas en la región Caribe Colombiana.


**Palabras clave:** *Seguridad, Salud, Peligro, Sistema de gestión.*

© 2019 Bedoya *et al.* Este es un artículo Open Access distribuido la bajo la licencia CC BY-NC-SA (http:// creativecommons.org/licenses/by-ncnd/4.0/). No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, su distribución se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.


## *Abstract*

Seed polysaccharides of various plant species have been used at the industrial level for years as a way to replace more expensive and less effective products. Some examples are the food industries, where some polysaccharides are used as food additives due to their rheological behavior (Pilnik and Rombouts, 1985). In this sense, the main applications of polymers derived from leguminous plants have focused on their use as thickeners, stabilizers, emulsifiers, bio-films for food coating and micro encapsulation of active ingredients, in order to improve texture, extend life useful and physical chemical, microbiological and sensory properties of food products. The high cost of hydrocolloids, because many of these must be imported, raises the need to establish research that seeks to test gums produced by disseminated legume species in the Colombian Caribbean region.


**Keywords:** *Safety, Health, Danger, Management system.*

© 2019 Bedoya *et al.* This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY-NC-SA (http:// creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Commercial use of the original work of the possible derivative works is not allowed, its distribution must be done with a license equal to that which regulates the original work.

**Recibido para publicación:** 09 de Diciembre de 2019 - **Aceptado para publicación:** 23 de Diciembre de 2019.

[1] Ingeniera de alimentos, Magister en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Líder SENNOVA, Centro Agroempresarial y Minero. Correo de Correspondencia: averhelst@sena.edu.co

# 1. Introducción

En los últimos años se ha enfatizado en la importancia de preservar el medio ambiente por lo tanto es crucial mantener la biodiversidad y reevaluar las especies nativas, especialmente los árboles de los cuales pueden obtenerse alimentos o ser utilizados a nivel industrial, (Ramachandran, 2007). Por lo anterior han sido consideradas especies subutilizadas, entre estas, la moringa, el algarrobo, la acacia y el orejero, debido a que tienen un importante potencial, ya que las semillas de las legumbres desarrollan un endospermo compuesto de polisacáridos que sirven de reserva de energía y agua. El endospermo de estas semillas está compuesto de galactomananos que son polisacáridos neutros formados por una cadena lineal de manosa con sustituciones laterales de galactosa en diferentes proporciones, sus propiedades sirven para espesar y estabilizar emulsiones. (Wielinga, 2000; Azero y Andrade, 2002).

Las leguminosas tienen importancia desde el punto de vista agrícola debido a la superficie mundial que se dedica a su cultivo y por su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico por la simbiosis con la bacteria *Rhizobium* del suelo, lo que permite elevar la fertilidad del sustrato, reemplazando parcialmente el uso de fertilizantes nitrogenados costosos. Las legumbres, que pueden ser utilizadas en la alimentación humana y animal, revisten una especial importancia nutritiva y económica debido a su presencia en la nutrición de millones de personas de todo el mundo (FAO, 2005).

La seguridad y salud en el trabajo actualmente constituye uno de los instrumentos de gestión más importantes para mejorar la calidad de vida laboral en las empresas y con ella su competitividad, esto es posible siempre y cuando se promueva y estimule en todo momento la creación de cultura dirigiéndola a los planes de calidad, mejoramiento de los procesos, puestos de trabajo, desarrollo del capital humano y la reducción de los costos operacionales (Bazzani & Sánchez, 2016).

La industria alimentaria está continuamente ensayando tecnologías e ingredientes para producir nuevos alimentos o mejorar algunas propiedades organolépticas, funcionales y nutritivas ya existentes. Las leguminosas han sido empleadas en función de su composición, de forma directa como ingredientes de las dietas o de piensos compuestos para animales y, alternativamente, en la obtención de aceites vegetales, en la preparación de concentrados de proteína y en la formulación de comidas vegetarianas o de regímenes especiales.

Los polímeros derivados de plantas recientemente han generado interés debido a sus diversas aplicaciones farmacéuticas como diluyentes, aglutinantes, disgregantes en tabletas, espesantes en líquidos orales, coloides protectores en suspensiones, agentes gelificantes en geles y bases en supositorios (Zatz y Kushla, 1989); también se usan en cosméticos, textiles, pinturas y fabricación de papel (Jani, Shah, Prajapati, y Jain, 2009). Estos materiales incluyen: goma guar, cáscara de isapghula, galactomanano de Mimosa scabrella, Gleditsia triacanthos Linn (goma de algarrobo), goma Sesbania, mucílago de las vainas de Hibiscus esculenta, goma copal y chicle dammar, agar konjac, quitosano, etc. (Efentakis & Kouttis, 2001). Las gomas industriales y mucílagos son en su mayoría solubles en agua, tienen amplias aplicaciones en la industria alimentaria y no alimentaria. Su uso depende de las propiedades fisicoquímicas únicas que proporcionan, a menudo a un costo inferior al de los polímeros sintéticos.

Los polisacáridos de las semillas de varias especies de plantas han sido utilizados a nivel industrial durante años como una forma de reemplazar productos más costosos y menos efectivos. Algunos ejemplos son las industrias de alimentos, donde algunos polisacáridos son utilizados como aditivos alimentarios debido a su comportamiento reológico (Pilnik y Rombouts, 1985).

## 2. *Descripción de las leguminosas.*

Leguminosa es una palabra que proviene del latín *legumen* que indica fruto alargado o en espiral (fruto en "legumbre" o "vaina") que contiene varias semillas dispuestas en fila. Las leguminosas, desde el punto de vista botánico, pertenecen a la familia Fabaceae, cuyas especies presentan la característica común de producir vainas. De las más de 18.000 especies conocidas, y de todas las que son cultivadas, sólo se producen 20 tipos distintos y que se utilizan como alimento para el ser humano en los diferentes continentes, destacando las semillas de soja (*Glycine max L.*), cacahuete (*Arachis hypogaea L.*), judías (entre las que se encuentran diversas especies del género (*Phaseolus*), guisantes (*Pisum sativum L.*), garbanzos (*Cicer arietinum L.*) y lentejas (*Lens culinaris Medik.*). Las semillas de las leguminosas se diferencian por el color, forma, tamaño y grosor del tegumento (testa), pero la mayoría de éstas tienen una estructura similar, y cuando madura tienen tres partes estructurales principales: cubierta, cotiledón y embrión. (Amóros, 2000).

En el endospermas de sus semillas existe una goma del tipo galactomanano que posee propiedades viscosantes y estabilizadoras de emulsiones.

## 3. *Componentes principales de las leguminosas.*

Entre los componentes más importantes de las leguminosas se destacan: las proteínas, carbohidratos y fibra alimentaria. La composición nutricional media de las leguminosas se destaca por la fracción de almidón y proteína como las más abundantes respecto al total de los componentes. El valor nutritivo de las leguminosas se debe primeramente a su contenido proteico, a la vez que son fuente importante de carbohidratos complejos, algunos de absorción lenta (Zulet y Martínez, 2001).

### a. *Proteínas.*

En general las proteínas de las leguminosas constituyen el nutriente de mayor interés constituidas en un 70% de globulinas, 10 al 20% de albumina, 10 a 15% de glutelina y el resto de prolamina, a diferencia de los cereales en los que abundan las prolaminas y glutelinas, fracciones proteicas asociadas a contenidos diferentes de aminoácidos. (Cubero y Moreno, 1983), (Rubio y col., 2004).

Los concentrados y aislados proteicos más extendidos son los de soja (Henn y Netto, 1998; Friedman y Brandon, 2001). Los concentrados proteicos se emplean empleados por la industria alimentaria ya que ofrecen ventajas económicas, nutricionales y funcionales, manteniendo las cualidades sensoriales deseables y necesarias para la aceptación por el consumidor. Las aplicaciones más importantes son como mejoradores en la industria cárnica (sustitutos o complementos de la proteína animal), en fórmulas infantiles (Fernández-Quintela y col., 1993; Vioque y col., 2001) y también para mejorar la textura de los productos de panadería y pastas o en el procesado de quesos (El-Sayed, 1997).

### b. *Carbohidratos.*

El valor nutritivo de las leguminosas se debe especialmente a su aporte en carbohidratos, siendo el almidón el polisacárido mayoritario (Salunkhe y Kadam, 1989). Los carbohidratos contribuyen sustancialmente a las propiedades de emulsión, como es el caso de las fracciones de fibra alimentaria que se encuentran presentes en el alimento (Betancur-Ancona y col., 2004). Por lo tanto, las harinas procedentes de leguminosas que posean una buena capacidad de formar emulsiones podrán ser utilizadas en la fabricación alimentos tales como mayonesa, salchichas y aderezos.

Actualmente, los polisacáridos derivados de plantas se utilizan ampliamente en diversos fines industriales debido a su excelente biodegradabilidad, producción sostenible, bajo costo de procesamiento y biodisponibilidad. Los hidrocoloides de polisacáridos que incluyen mucílagos, gomas y los glucanos son abundantes en la naturaleza y se

encuentran comúnmente en muchas plantas superiores. Estos polisacáridos constituyen una clase diversa de macromoléculas biológicas con un amplio rango de propiedades fisicoquímicas que son utilizados para diversas aplicaciones en la industria farmacéutica y alimentaria.

i. ***Mucilagos.***

Por el término "mucílago" se entiende aquellas sustancias que son solubles o al menos se hinchan muy perceptiblemente en agua y que, al agregar alcohol, se precipitan en una masa menos amorfa o granular. Aunque los mucílagos pueden encontrarse en altas concentraciones en los diferentes órganos de las plantas, la función fisiológica en la mayoría de los casos no está clara. Los mucilagos encontrados en rizomas, raíces y endospermas de semillas pueden actuar principalmente como reservas de energía, (Clifford, Arndt, Popp y Jones, 2002). Debido a la alta concentración de grupos hidroxilo, los mucílagos generalmente tienen una alta capacidad de enlazar al agua (Clarke, Andreson, & Stone, 1979).

ii. ***Gomas vegetales.***

Las gomas vegetales son segregadas de árboles y arbustos en forma de lágrimas, nódulos estriados o protuberancias amorfas. Después del secado natural, forman duros y vidriosos exudados de diferentes colores que van del blanco al ámbar pálido / oscuro y del gris pálido al marrón oscuro. Las teorías más comunes dicen que las gomas se forman como un fenómeno natural, en el que los tejidos internos de la planta se desintegran a través de un proceso llamado mucosis. La formación de la goma se produce con mayor rapidez y en abundantes cantidades durante el verano, mientras que en invierno su secreción es muy baja o está ausente.

Las gomas tienen una función protectora para limitar la propagación de patógenos fúngicos y bacterianos mediante el aislamiento de los tejidos infectados. Este fenómeno evita que los microorganismos lleguen a los tejidos internos de la planta, ya que no pueden atravesar la barrera de la goma, lo que permite cubrir la infección, y las plantas afectadas pueden recuperarse. Si por alguna razón, la formación de las gomas se retrasa o se previene, los microorganismos se pueden diseminar y pueden ocurrir grandes daños.

Las gomas de plantas son carbohidratos hidrófilicos de alto peso molecular, generalmente compuestos por unidades de monosacáridos unidos por enlaces glucosídicos. Tienen numerosas características que incluyen la no toxicidad, la no irritación, la disponibilidad a bajo costo, la sostenibilidad, la biodegradabilidad, la biocompatibilidad y la propiedad ecológica, que los hacen más utilizados que los polímeros sintéticos y semisintéticos (Bhunvara, 1985); (Kulkarni et al, 2005). Según su solubilidad en agua, las gomas se clasifican como gomas solubles, insolubles o parcialmente solubles. Las gomas parcialmente solubles inicialmente forman una jalea hinchada al dispersarse en agua, y luego se convierten en una solución cuando se agrega más agua.

Hay un gran número de especies de plantas que están siendo "cultivadas" que son capaces de producir gomas que pueden implementarse en la industria alimentaria como aditivos. La mayoría de las gomas vegetales pertenecen a la familia Leguminosae, como: Acacia senegal como fuente de goma arábiga; *Astragalus spp*., como fuente de tragacanto; *Cyamopsis tetragonolobus*, como fuente de goma guar; *Ceratonia siliqua*, como fuente de goma *garrofín*. (Ibañez y Ferrero, 2003). Recientemente, muchas plantas han sido químicamente analizadas e introducidas como una fuente potencial de exudados de goma vegetal.

Las gomas vegetales presentan mayores ventajas comparadas con las gomas de origen animal y gomas microbianas, debido a la imagen amigable hacia los consumidores (Glicksman, 1982). Las gomas de origen vegetal pueden clasificarse de acuerdo con la fuente de donde son obtenidas así:

*Tabla 1. Clasificación de las gomas de origen vegetal*

| FUENTE | GOMA |
|---|---|
| Arboles | Celulosa |
| Exudados gomosos de arboles | Goma arábica, goma karaya, goma Ghatii, goma tragacanto |
| Plantas | Almidón, pectina, celulosa, |
| Semillas | |
| Tubérculos | Goma jonja |

Las características físicas y estructurales de los exudados de goma vegetal, se definen por el peso molecular, la composición y secuencia de monosacáridos, conformación, configuración y posición de enlaces glucosídicos, tamaño de partícula, solubilidad y propiedades reológicas (Cui, 2005). Muchos científicos han informado sobre la presencia de galactosa, arabinosa, ramnosa, ácido urónico, ácido galactorónico, proteína, Ca y Mg como estructura principal constituyentes de gomas vegetales (Williams y Phillips, 2000).

Los exudados gomosos del género acacia (Mimosaceae) han sido los más estudiados, debido a que Acacia Senegal produce la goma arábiga, materia prima de amplio uso a nivel industrial, como aditivo alimentario. Por lo anterior se ha incentivado la búsqueda de otras especies productoras de gomas, que puedan competir con las tradicionales.

iii. ***Galactomananos.***

Los Galactomananos son polisacáridos de (1→4) β-D manosa total o parcialmente sustituido en O-6 por unidades de α-D-galactopiranosil. La relación entre las dos unidades de azúcar y las propiedades fisicoquímicas pueden variar dependiendo de la planta. Estos biopolímeros tienen diferentes funciones fisiológicas en las semillas, una es mantener una humedad mínima dentro de la célula reproductiva, y el otro es proporcionar un almacenamiento de nutrientes para la germinación de las semillas (Dea et al., 1986; Dey, 1978; Dea y Morrison, 1974) (Da Silva y Gonçalves, 1990; Estévez et al., 2004).

Es un polisacárido de reserva de energía en todo el endospermo de las semillas de plantas leguminosas (Meier y Reid, 1982). Son hidrocoloides altamente solubles en agua que proporcionan alta viscosidad y soluciones acuosas estables (Neukom, 1988). Ellos exhiben diferentes propiedades fisicoquímicas y reológicas dependientes de la relación Manosa/Galactosa (M / G), distribución de residuos de galactosa, el peso molecular y la distribución del peso molecular (Robinson, Ross-Murphy, y Morris, 1982).

Tienen amplias aplicaciones en diferentes alimentos, cosméticos y productos farmacéuticos, como espesantes, estabilizadores en emulsiones y suspensiones y como agentes emulsionantes y gelificantes. También se han utilizado como sustitutos de grasa dietética en mayonesa baja en grasa, se usan como ingredientes alimentarios en productos de panadería dietéticos en formulación de leche para bebes, aderezos, salsas, sopas, congelados y alimentos cárnicos curados.

Las leguminosas son una importante fuente de proteínas y energía pudiendo ser utilizadas como ingredientes en raciones para animales. Sin embargo, pueden contener una gran variedad de componentes químicos naturales que son capaces de inducir efectos adversos en animales que consumen estas plantas, siendo el mono gástrico particularmente susceptibles a la presencia de estos componentes en el alimento. Los factores anti nutricionales son sustancias naturales no fibrosas generadas por el metabolismo secundario de las plantas, como un mecanismo de defensa ante el ataque de mohos, bacterias, insectos y pájaros, o en algunos casos, productos del metabolismo de las plantas sometidas a condiciones de estrés.

Entre estas sustancias anti nutricionales se encuentran: lectinas, flavonoides, alcaloides, taninos, aminoácidos

libres, ácido cianhídrico y fitatos, entre otros, los cuales se pueden encontrar desde las hojas hasta en los granos tiernos o secos, reduciendo su calidad alimenticia. Sin embargo, la mayoría de estos factores anti nutricionales son eliminados con tratamientos térmicos.

### 4. *Moringa (Moringa Oleifera).*

Históricamente *M. oleífera* es originaria de India, pero ahora se cultiva en países subtropicales del mundo debido a su adaptabilidad, como la capacidad de crecer rápido, sobrevivir en condiciones de sequía y su longevidad. Fue descrita por primera vez como una hierba medicinal alrededor del año 2000 a. C., y actualmente se han desarrollado para consumo humano y animal una cantidad de productos a base de M. oleífera tales como aditivos alimentarios (polvo de hojas), nutracéuticos (medicamentos / cápsulas, aceites esenciales) y alimentos funcionales (alimentos fortificantes, pan, yogur y carne).

La *M. oleífera* es un árbol perenne, caducifolio, de rápido crecimiento, adulto llega de 10 a 12 m de altura máxima, tiene ramas colgantes, quebradizas, con corteza de corcho, hojas color verde claro, florece a los 7 meses de su plantación, las flores son fragantes y de color blanco o crema de 2.5 cm de diámetro. Produce vainas colgantes color marrón, triangulares, divididas longitudinalmente en 3 partes, cuando se secan cada una contiene aproximadamente 20 semillas incrustadas en la médula, (Olson y Carlquist, 2001).

La especie más ampliamente distribuida y económicamente importante es *Moringa oleifera* Lam. (M. oleifera); una especie arbórea altamente utilizada, plantada como un cultivo arbóreo en los trópicos secos en Asia, África y América (Ramachandran et al., 1980; Somali et al., 1984) con un potencial no explotado en los subtrópicos (Palada, 1996).

También es conocido como el "Árbol Milagroso", M. oleifera es una planta multipropósito con una gran variedad de usos potenciales, incluido el aceite de semilla utilizado para alimentos, cosméticos y bioenergía (Sengupta y Gupta, 1970; Ramachandran et al., 1980; Kleiman et al., 2008; Rashid et al., 2008), el polvo de semilla es utilizado como coagulante natural para la purificación de agua a bajo costo (Jahn et al., 1986), las hojas proporcionan una excelente materia prima para la producción de biogás (Sabale et al.,2008) y la alimentación animal (Cohen-Zinder et al., 2016), algunas partes de las plantas son utilizadas como medicamentos (Caceres et al., 1991; Holst, 2000), la corteza del árbol es utilizada en el curtido de pieles (Emmanuel et al., 2011).

Estudios analíticos han identificado M. oleífera como una importante fuente de nutrientes esenciales; rica en proteínas, aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas, con una cantidad relativamente baja de antinutrientes. La planta se ha utilizado para mejorar la nutrición y aumentar la seguridad alimentaria en algunos países en desarrollo (Fahey, 2005; Fuglie, 1999; Saini, Manoj, Shetty, Srinivasan y Giridhar, 2014).

Curiosamente, cada parte de la planta de M. oleifera, incluyendo la hoja, la raíz, corteza, semilla, flor y vaina es comestible y contiene compuestos que son importante para el bienestar humano y del ganado (Kadhim y AL-Shammaa, 2014). Se ha informado que las hojas de M. oleífera tienen una mayor proporción de vitaminas C y A, calcio, potasio, hierro y proteínas que los encontrados en otros productos alimenticios como naranja, zanahorias, leche, plátanos, yogur y espinaca, respectivamente (Gopalakrishnan, Doriya, y Kumar, 2016; Rockwood, Anderson, y Casamatta, 2013). Las hojas de M. oleífera se han utilizado ampliamente para combatir la desnutrición entre los bebés, las mujeres embarazadas y las madres lactantes, así como aumentar producción de leche en madres lactantes (Fahey, 2005; Fuglie, 1999; Saini et al., 2014).

La corteza de la planta produce fibra que es una materia prima adecuada para la producción de pulpa de celulosa para uso en celofán y textiles (Duke, 2001). Sin embargo,

sigue siendo una especie silvestre y rara vez se ha considerado su valor comercial.

Son necesarias más investigaciones acerca de otras técnicas innovadoras que pueden ser empleadas para reducir el olor a hierbas y el color verdoso resultante de la inclusión de polvo de hoja de M. oleifera en productos lácteos para una mayor aceptabilidad de estos productos sin afectar su composición nutricional. El uso de las flores (Arise, Arise, Sanusi, Esan y Oyeyinka, 2014) y semillas (Ogunsina, Radha, y Indrani, 2010) de M. oleifera en lugar de hojas podría utilizarse para reducir el olor y la intensidad del color en estos productos cuando es utilizada como fortificante (Oyeyinka y Oyeyinka, 2016), ya que también tienen una cantidad sustancial de proteínas y fito-nutrientes comparable a las hojas (Zaku, Emmanuel, Tukur, y Kabir, 2015).

Los aceites esenciales extraídos de partes de plantas incluyendo hojas y flores son incoloros en la mayoría de los casos, y podrían usarse como aditivos para productos lácteos en lugar de los extractos de hojas.

Samson et al, (2017), estudiaron el potencial que tienen las hojas y las semillas de esta leguminosa en la extracción de carboximetil celulosa (CMC) para mantener la calidad durante el almacenamiento y controlar las enfermedades del aguacate tipo Hass, la fruta tuvo menor pérdida de masa, producción de etileno y tasa de respiración en comparación con la fruta no recubierta. Los hallazgos informados en este estudio demostraron que la CMC que contiene extracto de moringa suprime las enfermedades, prolonga la vida útil y mantiene la calidad total de los aguacates durante la cadena de suministro postcosecha.

### 5. *Acacia forrajera (Leucaena Leucocephala).*

Es una especie arbórea perteneciente a la familia de las leguminosas o Fabáceas, alcanza de 3 a 12 m de altura, hojas alternadas de color verde grisáceo de 9 a 25 cm de largo, con 11 a 24 pares de foliolos de 8 a 25 mm de largo, copa redondeada, posee raíz profunda y reacciona bien a la poda. Crece bien entre el nivel del mar y 1800 m, a temperatura de 22 a 30 °C, y precipitación mayor de 700 mm/año. Se adapta a un rango amplio de suelos, con pH de 5 a 8, prefiere suelos de mediana fertilidad, no tolera sombra ni inundaciones, pero tolera la sequía (Pandey et al, 2013). Sus hojas son bipinnadas, las flores se encuentran en grupos en el ápice de las ramas de color crema blanco, fructifica en racimos de 5 a 20 vainas con 8 a 10 semillas cada una.

La planta ha sido ampliamente utilizada como forraje, madera, leña, combustible, goma, fertilizante orgánico, y materia prima para la industria de la celulosa y el papel, en alimentos y la industria farmacéutica (Rastogi, 2003). Casi todas las partes de la Leucaena (semillas, hojas, vainas y cortezas) se han usado en alimentos especialmente en ensaladas y para la preparación de muchos platos (Chowdhury et al, 1984). Además, también muestra propiedades como anticancerígeno, antiviral, anticoagulante, antitrombótico, propiedades antiinflamatorias, antidiabéticas e inmunoestimulantes (Ramesh et al, 2002); (Syamsudin et al, 2010). Las semillas se usan como sustituto del café y la goma de la semilla se ha usado como laxante y para controlar enfermedades estomacales.

Las vainas frescas se usan como vegetales. Las semillas tienen potencial como fuente de polisacáridos solubles en agua. Informes de investigaciones muestran que las semillas contienen alrededor del 20-25% de un galactomanano, que consiste en un 57% de manosa y un 43% de galactosa (Buckeridge, 2000) localizado principalmente en el endospermo. Se ha reportado el uso de polisacáridos extraídos de Leucaena como aglutinante en la formación de comprimidos (Kailash et al, 2005).

Las semillas constituidas principalmente de galactomananos también contienen aceites (ácidos grasos linoleicos y oleicos insaturados), taninos, ácido oxálico y la mimosina no proteica en menores cantidades (Chowdhury et al, 1984). La goma de galactomanano extraída del

endospermo de la semilla de Leucaena leucocephala se compone de cadenas lineales de unidades (1-4) -D-manosa sustituidas por unidades de D-galactosa únicas en O-6. La proporción de manosa a galactosa de la goma de Leucaena es de 1.3: 1 (Buckeridge, 2000). Sin embargo, la relación manosa / galactosa es variable entre las especies, porciones o incluso fracciones de Leucaena. (Kailash et al, 2005).

Varios estudios han reportado su uso como materia prima para la producción de pulpas celulósicas para cartón y fabricación de papel, y también para obtener polímeros de hemicelulosa, que pueden usarse para producir oligómeros, xilosa y arabinosa usados en industrias farmacéuticas y alimentarias (López et al, 2013).

La mayor cantidad de proteína cruda se encuentra en los brotes o renuevos (47.4%), semillas maduras sin testa (45.2%) y en semillas verdes con testa (40.1%). Por otra parte, el menor contenido de proteína corresponde a las vainas maduras sin semillas y a las semillas maduras con testa (8.2 y 9.7 % respectivamente). La fibra cruda incrementa a medida que las partes comestibles de la planta maduran con la edad encontrándose la mayor cantidad en las vainas verdes con semillas maduras y en las semillas maduras; estas partes de la planta contienen 25.4 y 35.8 % de fibra cruda respectivamente.

Neeraj *et al,* 2016, extrajeron y caracterizaron galactomananos obtenidos a partir de Leucaena, los resultados mostraron que la goma extraída es un galactomanano con un comportamiento pseudoplástico no newtoniano (adelgazamiento por cizallamiento). Las excelentes propiedades funcionales de las gomas indican que se puede usar como estabilizantes, emulsionantes y agentes de suspensión. Todas estas propiedades sugieren que el galactomanano obtenido a partir de Leucaena tiene potencial para su uso en la industria farmacéutica y la industria alimentaria.

### 6. *Algarrobo (Prosopis spp.)*

Son plantas leguminosas pertenecientes a la familia Mimosoideae, distribuidas salvajemente en zonas áridas y semiáridas sobre el mundo conocidas con el nombre común de Mesquite en América del Norte y Algarrobo en Perú y Colombia (Cruz, 1999). Tiene un alto contenido de azúcares y proteínas; por lo tanto, puede ser considerado como un forraje valioso (Ibáñez & Ferrero, 2003). Además, el cotiledón de Prosopis contiene 65% de proteína, que representa 31% del peso de la semilla (Cruz A, 1999).

El valor nutritivo de los algarrobos reside principalmente en sus frutos, llamados bajo el nombre común de “algarrobas” “chauchas” o “vainas” las cuales poseen semillas de excelente calidad nutricional y constituyen una buena fuente de carbohidratos y de proteínas (13-60 g/100 g peso seco y 9-17 g/100g peso seco, respectivamente) (Andrade et al., 2009; Galán et al., 2008; Bernardi, et al., 2006; Prokopiuk, 2004; Felker et al., 2003).

Bravo et al. (2) indican en la pulpa de la vaina del *P. pallida,* niveles en g / 100 g MS, de proteína: 4,01, extracto etéreo: 0,71, cenizas: 3,67. Los frutos de la algarroba *P. chilensis* presentan contenido de proteína de 11,48 g / 100 g MS y carbohidratos de 59 g/100 g MS (3).

El algarrobo se puede utilizar como fuente de mucílago, químicamente clasificado como galactomanano (Cruz et al., 1987). La goma extraída de las semillas de Prosopis flexuosa tiene una composición particular, que la asemeja a otras gomas comerciales de la familia de las leguminosas, pero con un alto contenido (66.1-72.5%, p / p) del polisacárido total. Dos tipos diferentes de mucílago de polisacáridos se han extraído del endospermo de la semilla de Algarrobo: la goma exudada de la corteza y una fracción de galactomanano (polisacárido de almacenamiento), que representa casi el 30% (p / p) de la semilla (Estévez et al.,2004)

Boeri et al, 2017, caracterizaron la harina integral de algarrobo (P. Alpataco), los resultados obtenidos del análisis nutricional de la harina indican que este producto presenta importantes propiedades nutricionales y funcionales, alto contenido de fibra y bajos niveles de antinutrientes. Por otra parte, debido a la presencia mayoritaria de ácidos grasos insaturados, este producto podría utilizarse como suplemento dietario para la industria alimentaria, ya sea en la elaboración de alimentos para seres humanos como para animales.

### 7. Orejero *(Enterolobium cyclocarpum)*

*Enterolobium cyclocarpum* es un árbol con una distribución natural desde México, América Central y las Antillas hasta el norte de Sudamérica, alcanza hasta 30 m de altura y desarrolla una copa muy extendida (en algunos casos, más de 20 m de ancho). Puede encontrarse en diversos tipos de vegetación, como el bosque tropical húmedo, el bosque tropical seco y el bosque muy húmedo premontano (Holdridge et al., 1997; Camacho, 1981).

Entre los meses de abril y junio se le desprenden los frutos que son semillas envueltas en su vaina (Distancia, 2008). La vaina de este árbol es ancha, aplanada, curva e indehiscente, y dentro de esta trae consigo de 10 a 15 semillas de 7 a 12 cm de diámetro ovoides y aplanadas de 2.3 a 4.5 cm de largo, pardos brillantes con una línea pálida con forma del contorno de la semilla cuyo valor nutricional radica en su contenido de proteínas de hasta 200-400 g/kg (Distancia, 2008; Jiménez et al., 2011).

Las semillas maduras tienen una testa dura e impermeable, de modo que pocas veces son atacadas por insectos. Dichas características se deben a capas de esclereidas lignificadas. Se ha reportado una producción anual de fruto de E. cyclocarpum de 725 kg/árbol (Álvarez-Morales et al., 2003), por lo que representa un recurso atractivo para utilizarse. Las semillas son un alimento típico en algunos países, donde las consumen tostadas, molidas o mezcladas con otros alimentos (González, 1984). El valor nutricional de las semillas enteras radica en su contenido de proteínas (200–400 g/kg) (Vásquez-Yanes y Pérez García, 1977) y carbohidratos (631 g/kg Extracto libre de nitrógeno, b.s.), encontrándose el almidón en mayor concentración (Olvera-Novoa et al., 1993; Serratos Arévalo et al., 2008).

En la actualidad existe un mayor interés en fuentes alternativas de almidón, lo cual puede proveer nuevos almidones con propiedades especiales para usos específicos en la industria de alimentos y química (Guızar-Miranda et al., 2008; Henríquez et al., 2008; Espinosa-Solis et al., 2009).

Jiménez-Hernández *et al,* 2011, extrajeron y caracterizaron almidón de las semillas de *E. cyclocarpum* concluyendo que las semillas representan una fuente novedosa y atractiva de almidón al tener un rendimiento de extracción (750 g/kg) similar al reportado para semillas de leguminosas. El almidón extraído presento una pureza media (850 g/kg), alto contenido de amilo pectina (734 g/kg), un bajo grado de ionización (pH 6,9) y gránulos con forma redonda a oval y un tamaño promedio (25 mm). Además, las propiedades de formación de pasta, la solubilidad y capacidad de hinchamiento del almidón de *E. cyclocarpum* fueron inferiores a las del almidón de maíz. Estas características sugieren que puede ser utilizado en la formación de geles con baja tendencia a la retrogradación, o bien, como ingrediente de productos cosméticos debido a su tamaño de gránulo

Los resultados de Serratos (2008), sobre la composición aminoacídica de las semillas de orejero (Enterolobium cyclocarpum), como un alimento no convencional es fundamental por su aporte en particular de lisina, además de otros aminoácidos limitantes como son leucina, valina y treonina con relación a los alimentos de consumo tradicional como el maíz, trigo, soya, huevo y otros.

Las semillas de *E. cyclocarpum* forman parte de las proteínas no convencionales que aún se desconocen

algunas de sus características bioquímicas y nutricionales, por lo cual se plantea la necesidad de extraerlas y caracterizarlas y conocer su potencial como materia prima en la industria de los alimentos.

## 8. Conclusiones

La inseguridad en el suministro, calidad y estabilidad de los precios de hidrocoloides naturales y sintéticos utilizados actualmente en la industria alimentaria ha incentivado la búsqueda de nuevas materias primas alternativas para su producción.

Las proteínas y los polisacáridos son dos biopolímeros (hidrocoloides) importantes, que se usan ampliamente en la industria alimentaria y están a cargo de las propiedades reológicas, mecánicas y fisicoquímicas de los productos alimenticios. Los polisacáridos empleados como aditivos alimentarios son comúnmente almidones, derivados de celulosa y gomas. A diferencia del almidón nativo y la gelatina, que son considerados ingredientes, los hidrocoloides se emplean como aditivos alimentarios para mejorar o controlar las propiedades de un alimento procesado y en algunos casos como materiales no calóricos para reducir el contenido y la densidad calórica de algunos alimentos. La propiedad más relevante de la mayoría de hidrocoloides que ha conducido a que su uso sea muy extendido en la industria alimentaria es su capacidad para modificar significativamente el flujo de sistemas acuosos con pequeñas concentraciones de polímero, debido a su alto peso molecular.

Los galactomananos son hidrocoloides obtenidos de las semillas de distintas leguminosas. Los depósitos de galactomananos se encuentran en las paredes de las células del endospermo con una concentración de 35 a 85%, cantidad que depende de la especie, lugar de origen de la semilla y método de separación.

Diversos estudios se han encaminado a obtener alimentos de origen vegetal ricos en proteínas y de bajo costo entre algunos de los vegetales que más prometen por su alto contenido proteico se encuentran las especies de la familia Leguminosae entre las que se destacan en el presente artículo la Moringa, el orejero, la acacia forrajera y el algarrobo.

Las semillas de Orejero representan una fuente novedosa de almidón y sus características sugieren que puede ser utilizado en la formación de geles con baja tendencia a la retrogradación, o bien, como ingrediente de productos cosméticos debido a su tamaño de granulo. Estudios realizados demuestran que el almidón de Orejero puede ser utilizado para incrementar el contenido de sólidos y la viscosidad en sistemas alimentarios procesados mediante tratamientos térmicos, sin embargo, hacen falta mayores estudios que demuestren la viabilidad de sus aplicaciones.

Estudios analíticos han identificado M. oleifera como una importante fuente de nutrientes esenciales; rica en proteínas, aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas, con una cantidad relativamente baja de sustancias antinutrientes.

Las proteínas de las semillas de Moringa han atraído una amplia atención científica en los últimos años en gran medida debido a sus aplicaciones potenciales en la industria alimentaria y farmacéutica.

Se ha informado que la fortificación de los alimentos procesados con M. oleifera aumenta el valor nutricional, las propiedades organolépticas, la estabilidad oxidativa y la vida útil del producto; con una notable necesidad de mayores estudios analíticos en el desarrollo de estos productos.

Las propiedades de absorción de agua de la fibra de algarrobo permiten mejorar productos alimentarios. La fibra de algarrobo retiene hasta 3 a 3,6 veces su peso en agua (dependiendo de la aplicación). Esta retención de humedad mejora la calidad del producto y reduce el crecimiento de microorganismos fomentado por el agua no ligada.

La fibra de algarrobo también presenta efectos antioxidantes en sistemas de alimentos y puede prolongar la conservación de estos. Las semillas del algarrobo son

ricas en galactomanano, una goma muy parecida a la del garrofín, utilizada como espesante y gelificantes en la industria de alimentos en el área de cárnicos y helados. Su uso hasta ahora ha sido poco explorado por lo que se puede investigar su aplicación en otros alimentos que requieran mejorar las propiedades de retención de agua.

La acacia despierta gran interés debido a que la mayor parte de la planta (semillas, hojas, vainas y cortezas) se han usado en alimentación humana. Además, también muestra propiedades anticancerígenas, antivirales, anticoagulantes, antitrombóticas, antiinflamatorias, antidiabéticas e inmunoestimulantes.

Las proteínas de las leguminosas pueden tener un papel muy destacado en la industria alimentaria tanto en alimentos procesados como en la elaboración de nuevos productos texturizados destinados al consumo humano. Se hace necesario estudiar nuevas alternativas en la producción de hidrocoloides, por lo que actualmente la Universidad de Cartagena, con su grupo de investigación IFCRA, estudian nuevas materias primas no convencionales y propias de la región, para la obtención de hidrocoloides alimentarios orientados a la preparación de alimentos para consumo humano y su promoción como materia prima en las cadenas agroalimentarias.

## 9. Bibliografía


Ramachandran, C., Peter, K.V., Gopalakrishnana, P.K., 1980. Drumstick (Moringa oleifera): a multipurpose Indian vegetable. Econ. Bot. 34, 276–283.

Wielinga, W.C. (2009). Galactomannans. In G.O. Phillips, & P.A. Williams (Eds.), Handbook of hydrocolloids (2nd ed.). (pp. 228-251). Cambridge: Woodhead Publishing.

Azero, E. & Andrade, C. (2002). Testing procedures for galactomannan purification. Polymer Testing, 21, 551-556.

Azero, E. & Andrade, C. (2006). Characterization of Prosopis juliflora seed gum and the effect of its addition to k-carrageenan systems. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 17, 844-850.

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2005. Legumbres: tendencias registradas en el pasado y perspectivas para el futuro. Perspectivas alimentarias – sistema mundial de información y alerta sobre la agricultura y alimentación (SMIA). Nº 4. In: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/j6801s/j6801s00.pdf

Zatz, J. L., & Kushla, G. P. (1989). In M. M. Reiger, & G. S. Banker (Eds.), Pharmaceutical dosage forms – Disperse systems (p. 508). New York: Marcel Dekker Inc.

Jani, G. K., Shah, D. P., Prajapati, V. D., & Jain, V. C. (2009). Gums and mucilages: Versatile excipients for pharmaceutical formulations. Asian Journal of Pharmaceutical Science, 4(5), 309–323.

Efentakis, M., & Kouttis, A. (2001). Release of furosemide from multiple unit and single unit preparations containing different viscosity grade of sodium alginate. Pharmaceutical Development and Technology, 6(1), 91.

Pilnik, W. y Vorgen, G. J. (1971). Pectic Substances and other Uronides. En: «The Biochemistry of fruits and their products». Cap. 3. Editado por: HULME, A. C. New York: Academic Press. Vol.1, p. 53-85

Amorós, M.L.L. 2000. Estudios de compuestos fenólicos en legumbres. Influencia de la variedad y del proceso de germinación. Tesis Doctoral Universidad Autónoma de Madrid.

Zulet, M.A.; Martínez, J.A. 2001. Dieta Mediterránea: legumbres y colesterolemia. *Rev. Chil. Nutr.,* 28, 312-320.

Cubero, J.I.; Moreno, M.T. 1983. Leguminosas de grano. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España, 31-47.

Rubio, L.A.; Rodríguez, J.; Fernández, C.; Crespo, J.F. 2004. Storage proteins: physiological and antigenic effects. EAAP publication nº. 110: Toledo, Spain. 159-175.

Henn, R.L.; Netto, F.M. 1998. Biochemical characterization and enzymatic hydrolysis of different commercial soybean protein isolates. J. Agric. Food Chem., 46, 3009-3015.

Friedman, M.; Brandon, D.L. 2001. Nutritional and health benefits of soy proteins. J. gric. Food Chem., 49, 1069-1086.

Fernández-Quintela, A.; Larralde, J.; Macarulla, M.T.; Marcos, R.; Martínez, J.A. 1993. Leguminosas y concentrados de proteína: nuevas perspectivas y aplicaciones. Alimentaria., 1, 59-63.

Vioque, J.; Sánchez-Vioque, R.; Pedroche, J.; Yust, M.M.; Millán, F. 2001. Obtención y aplicaciones de concentrados y aislados proteicos. Grasas y aceites., 52, 127-131.

El-Sayed, M.M. 1997. Use of plant protein isolates in processed cheese. Nahrung., 41, 91-95.

Salunkhe, D.K.; Kadam, S.S. 1989. CRC Handbook of world food legumes: nutritional chemistry processing technology and utilization. CRC Press, INC Boca Ratón: Florida, I, 5-25.

Betancur-Ancona, D.; Gallegos-Tintoré, S.; Chel-Guerrero, L. 2004. Wet-fractionation of *Phaseolus lunatus* seeds: partial characterization of starch and protein. J. Sci. Food Agri., 84, 1193-1201.

Clifford, S. C., Arndt, S. K., Popp, M., & Jones, H. G. (2002). Mucilages and polysaccharides in Ziziphus species (Rhamnaceae): Localization, composition and physiological roles during drought-stress. Journal of Experimental Botany, 53(366), 131–138.

Clarke, A. E., Andreson, R. L., & Stone, B. A. (1979). Form and function of arabinogalactans and arabinogalactan-proteins. *Journal of Phytochemistry*, 18(4), 521–540.

N.S. Bhunvara, M.L. Khorana, Studies on suspending properties of Hyprophilaspinosa, *Indian Drugs* 22 (1985) 500–502.

G.T. Kulkarni, K. Gowthamarajan, R.R. Dhobe, F. Yohanan, B. Suresh, Development of controlled release spheroids using natural polysaccharideas release modifier, *Drug Deliv.* 12 (2005) 201–206.

Ibáñez, M.C., Ferrero, C. (2003). Extraction and characterization of the hydrocolloid from Prosopis flexuosa DC seeds. Food Research International 36, 455-460.

Glicksman, M. (1982). Food Hydrocolloids. New York: Boca Raton: CRC Press. Vol. 1, 219 p.

Glicksman M. Gum arabic (Gum acacia). In: Glicksman M. (Ed.), Food Hydrocolloids, v.2. CRC Press, Boca Raton (1983)

Cui, W. (2001). Polysaccharide Gums from Agricultural Products, Technomic Pub., Lancaster

Zhang, L.M, Kong, T. y Hui, P.S. (2007). Semi-dilute solutions of hydroxypropyl guar gum: Viscosity behaviour and thixotropic properties. *J. Sci. Food Agr.* 87, 684-688

Williams, P.A. y Phillips, G.O. (2000). Introduction to food hydrocolloids. En Phillips, G.O., Williams, P.A. (Eds.), Handbook of Hydrocolloids, (pp. 1-67) Woodhead Pub., Cambridge

Williams, P.A., Phillips, G.O., Stephen, A.M. y Churms, S.C. (2006). Gums and mucilages. En Stephen, A.M., Phillips, G.O., Williams, P.A. (Eds.), Food Polysaccharides and Their Applications, (pp. 476-525) CRC, Boca Raton

Dea, I.C.M. y Morrison, A. (1975). Chemistry and interactions of seed galactomannans. *Adv. Carbohyd. Chem. Biochem.,* 31, 241-312

Estevez A., Saenz C., Hurtado M., Escobar B., Espinoza S., Suarez C. Journal of the Science of Food and Agriculture 84(12): 1487- 1492, 2004

Da Silva, J.A.L., Gonçalves, M.P. y Rao, M.A. (1992). Rheological properties of high-methoxyl pectin and locust bean gum solutions in steady shear. J. Food Sci., 57, 443-448

Da Silva, J.A.L., Gonçalves, M.P. y Rao, M.A. (1993). Viscoelastic behavior of mixtures of locust vean gum and pectin dispersion. J. Food Eng., 18, 211-228

Olson, M.E., Carlquist, S., 2001. Stem and root anatomical correlations with life form diversity, ecology, and systematics in Moringa (Moringaceae). Bot. J. Linn. Soc. 135, 315–348.

Ramachandran, C., Peter, K.V., Gopalakrishnana, P.K., 1980. Drumstick (Moringa oleifera): a multipurpose Indian vegetable. Econ. Bot. 34, 276–283.

Somali, M.A., Bajneid, A., Fhainian, S.S., 1984. Chemical composition and characteristic of Moringa peregrina seeds and seed oil. J. Am. Oil. Chem. Soc. 16, 85.

Kleiman, R., Ashley, D.A., Brown, J.H., 2008. Comparison of two seed oils used in cosmetics, Moringa and Marula. Ind. Crop. Prod. 28, 361–364.

Sengupta, A., Gupta, M.P., 1970. Studies on the seed fat composition of Moringaceae family. Fett. Wiss. Technol. 72, 6–10.

Rashid, U., Anwar, F., Moser, B.R., Knothe, G., 2008. Moringa oleifera oil: a possible source of biodiesel. *Bioresour*. Technol. 99, 8175–8179.

Jahn, S.A.A., Mussad, H.A., Burgstaller, H., 1986. The tree that purifies water: cultivating multipurpose Moringaceae in the Sudan. Unasylva 152, 23–28.

Sabale, V., Patel, V., Paranjape, A., Arya, C., Sakarkar, S.N., 2008. Moringa oleífera (Drumstick): an overview. *Pharmacog. Rev.* 2, 7–13.

Cohen-Zinder, M., Leibovich, H., Vaknin, Y., Sagi, G., Shabtay, A., Ben-Meir, Y., Nikbachat, M., Portnik, Y., Yishay, M., Miron, J., 2016. Effect of feeding lactating cows with ensiled mixture of Moringa oleifera, wheat hay and molasses, on digestibility and efficiency of milk production. *Anim. Feed Sci. Technol.* 211, 75–83.

Caceres, A., Cabrera, O., Morales, O., Mollinedo, P., Mendia, P., 1991. Pharmacological properties of Moringa oleifera. 1: preliminary screening for antimicrobial activity. J. Ethnopharmacol. 33, 213–216.

Holst, S., 2000. Moringa: Nature's Medicine Cabinet, vol. 14622 Sierra Sunrise Books, Sherman Oaks, CA.

Emmanuel, S.A., Zaku, S.G., Adedirin, S.O., Tafida, M., Thomas, S.A., 2011. Moringa oleifera seed-cake, alternative biodegradable and biocompatibility organic fertilizer for modern farming. Agric. Biol. J. N. Am. 2, 1289–1292.

Fahey, J. W. (2005). Moringa oleifera: A review of medical evidence for its nutritional, therapeutic and prophylactic properties, part 1. Trees for Life Journal, 1–5.

Fuglie, L. J. (1999). The miracle tree: Moringa oleifera, natural nutrition for the tropics. 1999. New York: Church World Service.

Saini, R. K., Manoj, P., Shetty, N. P., Srinivasan, K., & Giridhar, P. (2014). Dietary iron supplements and Moringa oleifera leaves influence the liver hepcidin messenger RNA expression and biochemical indices of iron status in rats. Nutrition Research, 34(7), 630–638.

Saini, R. K., Sivanesan, I., & Keum, Y. S. (2016). Phytochemicals of Moringa oleifera: A review of their nutritional, therapeutic and industrial significance. 3 Biotech, 6(2), 203. http://dx.doi.org/10.1007/s13205-016-0526-3.

Gopalakrishnan, L., Doriya, K., & Kumar, D. S. (2016). Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. Food Science and Human Wellness, 5(2), 49–56.

Rockwood, J. L., Anderson, B. G., & Casamatta, D. A. (2013). Potential uses of Moringa oleifera and an examination of antibiotic efficacy conferred by M. oleifera seed and leaf extracts using crude extraction techniques available to underserved indigenous populations. International Journal of Phototherapy Research, 3(2), 61.

Duke, J. A. (2001). Moringa oleifera Lam. (Moringaceae). In J. A. Duke (Ed.). Handbook of nuts (pp. 214–217). Boca Raton: CRC Press.

Arise, A.K., Arise, R.O., Sanusi1, MO., Esan1, OT., Oyeyinka, SA., 2014. Effect of Moringa oleifera flower fortification on the nutritional quality and sensory properties of weaning food. Croat. J. Food Sci. Technol. 6 (2), 65–71.

Ogunsina, B., Radha, C., & Indrani, D. (2010). Quality characteristics of bread and cookies enriched with debittered Moringa oleifera seed flour. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 62, 185–194.

Oyeyinka, A. T., & Oyeyinka, S. A. (2016). Moringa oleifera as a food fortificant: Recent trends and prospects. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 2016. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.02.002.

Zaku, S. G., Emmanuel, S., Tukur, A. A., & Kabir, A. (2015). Moringa oleifera: An underutilized tree in Nigeria with amazing versatility: A review. African Journal of Food Science, 9, 456–461.

Samson Zeray Tesfay, Lembe Samukelo Magwaza, Nokwazi Mbili, Asanda Mditshwa. (2017). Carboxyl methylcellulose (CMC) containing moringa plant extracts as new postharvest organic edible coating for Avocado (Persea americana Mill.) fruit. *Scientia Horticulturae* 226 (2017) 201–207.

V.C. Pandey, A. Kumar, Genet. Resour. Crop Evol. 60 (2013) 1165–1171.

S. Rastogi, U.N. Dwivedi, Regeneration and transformation of tree legumes with special reference to Leucaena species, in: P.K. Jaiwal, R.P. Singh (Eds.),Focus on Biotechnology: Applied Genetics of Leguminosae Biotechnology, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2003, pp. 329–359.

A.R. Chowdhury, R. Banerji, G. Misra, S.K. Nigam, J. Am. Oil Chem. Soc. 61(1984) 1023–1024.

H.P. Ramesh, K. Yamaki, T. Tsushida, Carbohydr. Polym. 50 (2002) 79–83.

D. Syamsudin, R. Summary, P. Simanjuntak, Eur. J. Sci. Res. 43 (2010) 384–391.

M.S. Buckeridge, S.M.C. Dietrich, D.U. Lima, Galactomannans as the reserve carbohydrate in legume seeds, in: A.K. Gupta, N. Kaur (Eds.), Carbohydrate Reserves

in Plants-synthesis and Regulation, Elsevier, Netherlands, 2000, pp.283–316.

Kailash T., Vandana S., Gupta P. Carbohydrate Polymers 59(3): 393- 396, 2005

Y.L. López-Franco, C.I. Cervantes-Montano, K.G. Martínez-Robinson, J.Lizardi-Mendoza, L.E. Robles-Ozuna, Food Hydrocolloids 30 (2013) 656–660

Neeraj Mittal, Pooja Mattu, Gurpreet Kaur. (2016). Extraction and derivatization of Leucaena leucocephala (Lam.) galactomannan: Optimization and characterization. International Journal of Biological Macromolecules 92 (2016) 831–841

Cruz Alcedo, G. E. (1999). Production and characterization of prosopis seed galactomannan, a research dissertation.

Cruz, G. 1999. Characterization and new food products from algarroba pods (Prosopis pallida and Prosopis juliflora). Tesis doctoral. Swiss Federal Institute of Technology, ETH Zurich, 1999. 118 pp.

Ibáñez, M.C. & C. Ferrero. 2003. Extraction and characterization of the hydrocolloid from Prosopis flexuosa DC seeds. Food Research International 36(5): 455-460.

Andrade-Montemayor, H.M., F.S Alegría-Ríos, M. Pacheco-López, J.H. Aguilar-Borjas, J.L.O Villegas-Díaz, R. Basurto-Gutiérrez, H. Jiménez-Severiano & H.R. Vera-Ávila. 2009. Effect of dry roasting on composition, digestibility and degradability of fiber fractions of mesquite pods (Prosopis laevigata) as feed supplement in goats. Tropical and Subtropical

Galán, A.G., A.D. Correa & M.D. Barcelos. 2008. Caracterización química de la harina del fruto de Prosopis spp. procedente de Bolivia y Brasil. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 58 (3): 309.

Bernardi, C., S. Drago, N. Sabbag, H. Sánchez & M. Freyre. 2006. Formulation and sensory evaluation of Prosopis alba (algarrobo) pulp cookies with increased iron and calcium dialyzabilities. Plant Foods for Human Nutrition 61(1): 37-42.

Prokopiuk, D., G. Cruz, N. Grados, O. Garro & A. Chiralt. 2000. Estudio comparativo entre frutos de Prosopis alba y Prosopis pallida. Multequina 9(1): 35- 45.

Felker, P., N. Grados, G. Cruz & D. Prokopiuk. 2003. Economic assessment of production of flour from Prosopis alba and P. pallida pods for human applications. J. Arid Environ. 53: 517-528.

Bravo, L., N. Grados & F. Sauracalixto, 1998. Characterization of Syrups and Dietary Fiber Obtained from Mesquite Pods (Prosopis pallida L). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 1727-1733.

Boeri, Patricia; Lucrecia Piñuel; Sandra Sharry; Daniel Barrio. (2017). Caracterización nutricional de la harina integral de algarroba (Prosopisalpataco) de la norpatagonia Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata (2017) Vol. 116 (1): 129-140

Holdridge, L.R., Poveda, L.J., & Jiménez, Q. (1997). Arboles de costa rica. Costa Rica: Centro Científico Tropical

Camacho, M.P. (1981). Ensayos de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales en Costa Rica. Costa Rica: Cartago, ITCR/MAG.

J. Jiménez-Hernández, F. Meneses-Esparza, J. Rosendo-Escobar, M. A. Vivar-Vera, L. A. Bello-Pérez & F. J. García-Suárez (2011). Extraction and characterization of starch from Enterolobium *cyclocarpum* seeds. CyTA - *Journal of*

*Food,* 9:2, 89-95. https://doi.org/10.1080/19476331003743626.

Distancia-Carbajal, O. 2008. Evaluación del crecimiento de una plantación experimental de 1992 al 2005 de Cadrela odorata, Swietenia macrophylla, Enterolobium cyclocarpum y Tubebuia rosea en la costa de Jalisco. Universidad de Guadalajara. División de Ciencias Biológicas. 92 pp.

Álvarez-Morales, G., Melgarejo-Velásquez, L., & Castañeda-Nieto, Y. (2003). Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos alimentados con fruto (semilla con vaina) de parota (Enterolobium cyclocarpum) y gallinaza. Veterinaria México, 34(1), 39–46.

González C, 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Ed Porrúa. Pág. 13-305. México D.F.

Vásquez-Yañez, C. y Pérez, G. 1977. Notes on the morphology seed, anatomy and physiology of the sedes of Enterolobium cyclocarpum. Turrialba. 27: 27-430.

Olvera-Novoa, M.A., Martínez-Palacios, C.A., & Real-de León, E. (1993). Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. México: FAO.

Serratos-Arévalo, J.C., Carreón-Amaya, J., Castañeda-Vázquez, H., Garzo´ n-De la Mora, P., & García-Estrada, J. (2008). Composición químico nutricional y de factores antinutricionales en semillas de parota. Interciencia, 33(11), 850–854.

Guızar-Miranda, A., Montañez-Soto, J.L., & García-Ruiz, I. (2008). Parcial caracterización de nuevos almidones obtenidos del tubérculo de camote del cerro (Dioscorea spp). Rev. Iberoamericana de Tecnología. Postcosecha, 9(1), 81–88.

Henríquez, C., Escobar, B., Figuerola, F., Chiffelle, I., Speisky, H., & Estévez, A.M. (2008). Characterization of pin˜ on seed (Araucaria araucana (Mol) K. Koch) and the isolated starch from the seed. Food Chemistry, 107(2), 592–601.

Espinosa-Solis, V., Jane, J.L., & Bello-Perez, L.A. (2009). Physicochemical characteristics of starches from unripe fruits of mango and banana. Starch/Starke, 61, 291–299.

Jiménez-Hernández, J., Salazar-Montoya, J.A., & Ramos-Ramírez, E.G. (2007). Physical, chemical and microscopic characterization of a new starch from chayote (Sechium edule) tuber and its comparison with potato and maize starches. *Carbohydrate Polymers,* 68(4), 679–686.

Serratos-Arévalo, J.C., Carreón-Amaya, J., Castañeda-Vázquez, H., Garzón-De la Mora, P., & García-Estrada, J. (2008). Composición químico nutricional y de factores anti nutricionales en semillas de parota. Interciencia, 33(11), 850–854.

# GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA, MEDIOAMBIENTE Y DESARROLLO AGROINDUSTRIAL - GIBIOMAS

El grupo de Investigación en Biotecnología, Medioambiente y Desarrollo Agroindustrial - GIBIOMAS, adscrito al Centro Agroempresarial y Minero del SENA, Regional Bolívar, es el resultado de una iniciativa de varios instructores que, motivados a realizar aportes a la academia y al desarrollo regional desde su perfil profesional, decidieron juntar esfuerzos y conformar un grupo de trabajo interdisciplinario para desarrollar actividades de ciencia y tecnología que promuevan la generación de conocimiento.

El grupo de investigación fue conformado en el año 2014 y registrado ante el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación COLCIENCIAS, entidad rectora de políticas de investigación en el país. GIBIOMAS sigue los lineamientos institucionales de ciencia y tecnología determinados por el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA de la dirección general del SENA, quien ha otorgado el aval institucional del grupo de investigación.

Desde su conformación GIBIOMAS ha estado participando en diversas actividades de ciencia, tecnología e innovación a través de la formulación y ejecución de trabajos e investigaciones, de proyectos de ciencia y tecnología, participación en eventos de intercambio y divulgación de conocimientos a nivel local, regional e internacional, lo cual ha ido posicionando el grupo en diversos escenarios académicos e institucionales.

Los trabajos del grupo de investigación GIBIOMAS se orientan a los sectores agropecuario, ambiental e industrial. Fundamentado en la academia, en principios de ética y valores institucionales, el grupo de investigación trabaja en la búsqueda de soluciones a problemas de conocimiento y dificultades de los sistemas productivos y de las empresas.

Para materializar sus trabajos, GIBIOMAS cuenta con varias líneas de investigación, acopladas a los programas nacionales de ciencia y tecnología y a líneas medulares del Centro Agroempresarial y Minero:

- Biotecnología y Microbiología Aplicada - BAM
- Ciencias Agrícolas y Pecuarias - CAP
- Ambiente y Recursos Naturales - ARN
- Ciencia y Tecnología Agroindustrial - CyTA
- Sistemas Integrados de Gestión - SIG
- Sociedad y cultura - SyC

Cada línea de investigación es integrada por un instructor líder, instructores-investigadores y un grupo de aprendices vinculados a semilleros de investigación, para el desarrollo de sus actividades. Todos los integrantes del grupo y participantes en las actividades del grupo se encuentran registrados con CvLAC ante COLCIENCIAS.

GIBIOMAS es un grupo de investigación con proyección social, de trabajo permanente, que busca convertirse en un referente de investigaciones para el desarrollo regional. Sus miembros son apasionados por la generación de conocimiento y están convencidos de que a través de la investigación y las actividades de ciencia y tecnología es posible incursionar en nuevos procesos, productos y servicios que mejoren la calidad de vida de la sociedad y la productividad regional.

GIBIOMAS está en capacidad de establecer alianzas con otros grupos de investigación y empresas para desarrollar trabajos académicos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en respuesta a necesidades de los sectores productivos y de la sociedad en general.

Ubicación: Centro Agroempresarial y Minero SENA Regional Bolívar.

Dirección: Km 1 vía a Turbaco, Cartagena de Indias.

Email: gibiomas.sena@gmail.com

# INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La Revista de Investigación Agropecuaria y Desarrollo Sostenible (RIADS) es el órgano de divulgación técnico científico del Centro Agroempresarial y Minero del SENA regional Bolívar. Es una revista de acceso libre, editada anualmente en formato impreso y digital, creada para apoyar la publicación de resultados de investigación aplicada en la región: Es un espacio para que los investigadores y profesionales puedan difundir los resultados de sus trabajos y experiencias investigativas publicando artículos inéditos y arbitrados (peer review) en temas relacionados con la agricultura, agronomía, ciencias del suelo, ciencias veterinarias, bioproductos, biomateriales, alimentos, biotecnología, medio ambiente, recursos naturales y otras disciplinas transversales y aplicadas a estas áreas, que contribuyan a la generación de nuevo conocimiento y su transferencia al sector rural como solución a sus dificultades y aporte a la productividad de la economía rural.

**La tipología de los artículos a publicar es:**

• **Artículos originales extensos:** documento que presenta de forma detallada, resultados originales de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico.

• **Artículos cortos:** documento breve, que presenta resultados originales, preliminares o parciales, de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico, que requieren de una difusión rápida, sobre trabajos relacionados con las áreas temáticas de interés de esta revista, cuyo valor o importancia, justifique la necesidad de información puntual sobre la temática.

• **Artículos de revisión:** documento que describe un análisis sistematizado y la integración de los resultados de investigaciones publicadas, sobre investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo.

• **Nota técnica:** describe nuevas técnicas de laboratorio o de campo, o modificaciones realizadas a una técnica ya establecida; resaltando las ventajas que presenta el nuevo procedimiento o la innovación desarrollada, generalmente contiene resumen, introducción, técnica para presentar y conclusiones, conservando la estructura de los artículos resultados de investigación.

• **Cartas al editor:** posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los artículos publicados en la revista que, a juicio del Comité Editorial, constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia. La correspondencia publicada puede ser editada por razones de extensión, corrección gramatical o estilo, y de esto se informará al autor antes de su publicación.

• **Artículo de Reflexión:** presenta resultados inéditos de investigación desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico recurriendo a fuentes originales. Artículo de reflexión no derivado de investigación: se refiere a un ensayo que presenta la opinión sustentada del autor sobre un tema específico. Ambas tipologías generalmente contienen Resumen, Introducción, División de los temas tratados y Conclusiones.

• **Editorial:** documento escrito por el editor, un miembro del Comité Editorial o un investigador invitado, sobre temas de actualidad científica u orientaciones en el dominio temático de la revista.

## Contenido De Los Artículos

**Estructura del Manuscrito**

***Extensión***

**Artículos originales extensos:** No debe exceder las 5000 palabras o las 25 páginas, incluyendo el resumen (máximo 250 palabras) con su traducción al idioma inglés, texto, pero excluyendo las referencias (máximo 25), tablas y figuras.

**Articulo Cortos:** No debe exceder las 2000 palabras o 15 paginas, incluyendo el título, resumen (máximo 250 palabras), texto, las referencias (máximo 15) y las leyendas de las tablas y figuras.

**Artículos de revisión:** No debe exceder las palabras o el rango de 15 a 25 paginas, incluyendo el resumen con una extensión máxima de 100 palabras y 250 palabras para las revisiones sistemáticas, pero excluyendo las referencias (mínimo 50), tablas y figuras.

**Nota técnica:** No debe exceder las 2500 palabras o 15 paginas, incluyendo el título, resumen (máximo 250 palabras), texto, pero excluyendo las referencias (máximo 15), tablas y figuras.

**Cartas al editor:** Tienen una extensión máxima de 500 palabras o dos página y 5 Referencias.

**Artículo de Reflexión:** No deben exceder las 3500 palabras o 10 páginas, (sin incluir título, autores y resúmenes). Debe tener hasta 30 referencias.

**Editorial:** Tiene una extensión máxima de 1000 palabras o tres páginas y 5 Referencias Bibliográficas.

***Tablas e Ilustraciones***

En el artículo se usará la palabra "Figura" para referirse a todas las ilustraciones (gráficas de datos, fotografías o dibujos originales). Estos deben presentarse con numeración consecutiva (Figura 1 … Figura n, etc.). Las figuras deben ser de buena calidad, con trazos limpios, bien definidos y texto legible; y sus márgenes deben ser de máximo 1 cm. Las fotografías deben ser nítidas y bien enfocadas.

Todas las tablas y figuras deben ser tituladas, las tablas en la parte superior y las figuras en la parte inferior, numeradas y citadas en el artículo, sin recuadros. Las tablas no se admiten en formato de imagen y todas deben anexarse al final del texto en páginas separadas, deberán suministrarse en el archivo del manuscrito y también en su original del programa estadístico. El número máximo entre tablas y figuras será de 7. Cada figura debe enviarse por separado y en los archivos originales, se deben enviar en los formatos gráficos: jpg, tiff o bmp, con resolución de 300 dpi (dots per inch o puntos por pulgada). De ser necesario, se deben anexar los permisos para la reproducción de tablas, cuadros, figuras e imágenes que estén protegidas por derechos de autor.

Cada una de las tablas y figuras serán citadas en el texto con mayúscula inicial, un número y en el orden en que aparezcan, y se deben presentar en hoja aparte identificadas con el mismo número. Por ejemplo: "Como se indica en la Tabla 1 o Figura 1". Las tablas deben explicarse por sí solas y no duplican lo planteado en el texto, sino que lo sustituyen o complementan. Las abreviaturas que se utilicen en los encabezamientos irán explicadas en nota de pie de la tabla y se identificarán exclusivamente con letras minúsculas en superíndice. Se deben presentar sólo con líneas horizontales visibles, sencillas y en color negro.

***Idiomas, unidades, abreviaturas y estilo***

**Idioma:** El idioma oficial de la revista es el Español, por tanto, los artículos deberán estar escritos en este idioma y se deberá incluir un resumen en Ingles.

**Símbolos, Unidades, Enumeración:** Es necesario utilizar las normas del Sistema Internacional de Magnitudes (ISO/IEC 80000), en lo referente a unidades, símbolos y abreviaturas. Debe utilizarse exclusivamente el Sistema Métrico Decimal (SI), además de las unidades específicas de mayor uso por parte de la comunidad científica. Para la enumeración se deberá dejar un espacio entre el número y la unidad excepto para los signos de porcentaje (%), grados centígrados (°C) y pesos ($), los cuales deben ir unidos a la cifra. Las unidades de medidas no deben ir en plural y no deben llevar punto ni coma al final.

**Nombres comerciales:** Se recomienda evitar el uso de nombres comerciales; en su lugar se utilizarán los nombres genéricos; pero si es imprescindible para la claridad del manuscrito, se indicará con el símbolo ®.

Nombres científicos: Los nombres científicos deben ser indicados en cursiva, con mayúscula inicial e incluya los nombres de los clasificadores solamente refiriéndose al organismo utilizado en la investigación. Se debe indicar las cepas y las variaciones de la especie, si es relevante para el trabajo. El nombre del cultivar o variedad debe encerrarse en comillas cuando este es escrito después del nombre científico. Las especies de plantas y animales deben referirse por su nombre común. El nombre científico y el clasificador deben escribirse completamente cuando la especie de planta es enunciada por primera vez en el texto o resumen para las especies vegetales utilizadas en la investigación. Pesticidas deben referirse por su ingrediente activo aprobado.

Nombres de equipos, instrumentos y reactivos: debe indicarse los valores precisos para la replicación del experimento, describiendo detalles específicos que facili-

ten su identificación; para reactivos y medios de cultivo se debe indicar la marca y el país de procedencia entre otros.

Abreviaturas: Se incluirá un listado de las abreviaturas presentes en el trabajo con su correspondiente explicación. La primera vez que aparece la palabra que se quiere abreviar, tanto en el resumen como en el texto, ésta estará seguida de la abreviatura entre paréntesis. En el resto del texto ya puede aparecer la abreviatura sin más añadidos.

Formato y Estilo: El estilo de escritura debe ser absolutamente impersonal, en tiempo gramatical pasado, evitando la conjugación de verbos en primera o tercera persona del singular o el plural. Redactados en formato Word en una sola columna, en tamaño carta, letra Arial, tamaño de la fuente 12 puntos y márgenes de 2,5 cm, interlineado a 1,5. Únicamente el título del artículo debe ser Arial 14 puntos.

## Estructura General del Artículo

**Primera Página**

***Título y autores***

Título: Debe identificar claramente la investigación desarrollada, preciso, (no pasar las 15 palabras) ir escrito en mayúscula y centrado. Los nombres en latín deben ir en cursiva. Este mismo título debe ser presentado en inglés. Los autores deben suministrar un título breve no mayor a ocho palabras, para ser ubicado en las páginas interiores del artículo publicado.

Autores: Autor(es): Son aquellos que participan en la planeación, ejecución, elaboración, discusión y escritura del artículo. El nombre de los autores se deberá escribir completo. En nota de pie de página se indicará acorde al superíndice: Institución, Facultad, Departamento, Instituto, Laboratorio, Grupo de estudio, etc., dirección, ciudad y país. El autor a cargo de la correspondencia debe venir señalado con asterisco y tener dirección electrónica.

***Resumen, Abstract y Palabras Claves***

El resumen debe ser escrito en pasado y estructurado en un solo párrafo, junto a la traducción al idioma ingles correspondiente al ***Abstract***, sin exceder las 250 palabras para artículos de investigación y de revisión, y máximo 100 palabras para comunicaciones breves. Deberá ofrecer una idea clara del contenido del artículo con secciones diferenciadas y etiquetadas con los subtítulos resaltados con negrita: ***Introducción, Objetivo, Materiales y Métodos, Resultados y Conclusiones***, este último enfatizando en los logros alcanzados. Después de cada subtítulo se debe escribir un punto e iniciar la redacción del texto de cada sección. En el resumen no se incluyen citas bibliográficas, figuras, tablas, ni abreviaturas.

**Palabras clave:** Una lista de máximo cinco palabras clave deben ser incluidas y colocadas después del resumen, las palabras pueden estar incluidas en el título, para facilitar la búsqueda del trabajo en internet por motores de búsqueda como Google Scholar. En todo caso, las palabras clave deben corresponder a descriptores de acuerdo al área de conocimiento del manuscrito: MeSH y DeCS (Ciencias de la Salud), Tesauro Agrovoc-FAO (Ciencias Agrícolas), CAB Thesaurus - Centre for Agricultural Bioscience International "CABI" (agricultura, Ciencias de la Salud , Ciencias Humanas y Sociales y áreas relacionadas).

**Key words:** Corresponde a una traducción fiel de las palabras claves al idioma inglés y deben ser colocadas después del Abstract.

***Cuerpo del Manuscrito***

Los artículos completos y cortos presentan de manera detallada los resultados originales derivados de proyectos de investigación terminados, que no hayan sido publicados previamente. El cuerpo del trabajo de un artículo científico original extenso o corto, debe estar escrito de acuerdo a las normas de la redacción científica y debe caracterizarse por la claridad y la concisión; su estructura debe responder al formato IMRYD (***introducción, métodos, resultados y discusión***), agradecimientos (opcional) y referencias bibliográficas.

Los títulos principales del cuerpo del trabajo deben estar alineados a la izquierda, en mayúscula sostenida y

negrita separados por doble espacio. Los subtítulos deben redactar en minúscula con la letra inicial mayúscula en negrita, alineados a la izquierda y separados con doble espacio del párrafo.

**Introducción**

La introducción debe responder a la pregunta de ¿Por qué se ha hecho este trabajo?, debe indicar claramente la importancia y necesidad de la de la investigación, el contexto del Objeto de estudio, los antecedentes de investigación y el vacío del conocimiento, relacionando igualmente en forma selectiva lo expuesto en la literatura pertinente más reciente sobre el tema. No se pueden incluir datos ni conclusiones del trabajo que se está dando a conocer. Esta sección deberá finalizar indicando los objetivos que se persiguen con la realización del trabajo.

**Materiales y Métodos**

En esta sección se responde a la pregunta de **¿Cómo se ha hecho el estudio?**, debe ser escrita de forma lógica y detallada de manera que permita la reproducibilidad de forma independiente de la investigación por parte de la comunidad académica. Si la metodología ha sido publicada anteriormente, se debe explicar la metodología empleada y citar la publicación original de donde fue tomada. Si a la metodología se le han realizado algunos cambios, estos deben ser aclarados y descritos. Debe incluir el **sitio o área de investigación, materiales y equipos utilizados, métodos, técnicas, diseño experimental, análisis y procesamiento estadístico de los datos.** Para los casos en donde se emplee algún tipo de software para el análisis de los datos, se debe especificar la versión y licencia o uso libre.

La información incluida en la sección de material y métodos se organizará en cinco áreas:

» **Diseño de estudio:**
» **Población y Muestra:** Sobre la que se ha hecho el estudio. Describe el marco de la muestra y cómo se ha hecho su selección.
» **Sitio o Área de investigación:** Indica dónde se ha hecho el estudio.
» **Materiales, Equipos y Procedimientos:** Se describen las técnicas, tratamientos (utilizar nombres genéricos siempre), mediciones y unidades, pruebas piloto, aparatos y tecnología, etc.
» **Análisis de los datos:** Señala los métodos estadísticos utilizados y cómo se han analizado los datos.

**Resultados**

Los resultados deben redactarse en forma impersonal y coherente con la formulación de los objetivos, métodos y deben limitarse a los datos obtenidos y presentarse en una secuencia lógica, utilizando tablas y figuras para sintetizar la información, evitando su interpretación las cuales deberán citarse en esta sección en estricto orden, la información que se presenta en las tablas no debe ser repetición de la presentada en las figuras. Cuando se citen tablas o figuras dentro del texto no colocar punto después de la numeración de las mismas. Las tablas y figuras deben ir al final del documento.

Los resultados deben poder ser vistos y entendidos de forma rápida y clara, por tanto, la construcción de esta sección debe comenzar por la elaboración de las tablas y figuras, y sólo posteriormente redactar el texto pertinente en función de ellas. Esta sección debe ser escrita utilizando los verbos en pasado. Aunque es válido utilizar la voz pasiva o el impersonal ("**se ha encontrado que...**").

**Discusión**

La discusión es la interpretación de los resultados obtenidos o los aportes más significativos, comparándolos en función de sus similitudes y/o diferencias con otros estudios similares o relacionados que hayan sido publicados por otros autores, realizando las respectivas citas bibliográficas. Debe finalizar, con un apartado donde se destaque las limitaciones del estudio y evitando especulaciones.

A continuación, se sugieren algunas recomendaciones para su elaboración y organización:

» Comience esta sección, con la respuesta a la pregunta de la Introducción, seguida inmediatamente con las pruebas expuestas en los resultados que la corroboran.
» Escriba esta sección en voz presente ("**estos datos indican que**"), porque los hallazgos del trabajo se consideran nivel de evidencia científica.
» Exponga con claridad, en lugar de ocultarlos, los resultados anómalos, argumentándolos con imaginación y lógica lo más coherente posible o sim-

plemente mencionando su hallazgo, aunque por el momento no se vea explicación.
» Incluya las recomendaciones que considere pertinente y por encima de todo, evite sacar más conclusiones de las que sus resultados permitan.

**Conclusiones**

Deben ser claras, concisas y originarse de los resultados obtenidos en el trabajo, se deben redactar en función de los objetivos, omitiendo aquellos enunciados no son soportadas por los resultados. Es importante la realización de recomendaciones para futuras investigaciones. Se puede incluir nuevas hipótesis soportadas de los resultados, pero calificándolas claramente como tales.

**Agradecimientos**

Esta sección no es obligatoria y obedecen al reconocimiento a persona o instituciones que sin cumplir los requisitos de autoría hayan contribuido significativamente con la realización de la investigación, bien sea por el aporte económico, material o técnico.

**Financiación de los Proyectos**

Es necesario incluir información suficiente sobre las fuentes de financiación del estudio y de apoyo, en dinero, en especie o en trabajo. Si las instituciones financiadoras o que apoyaron el estudio participaron de manera directa en algunas de las fases (diseño, ejecución, recolección información, procesamiento, análisis, redacción del manuscrito, etc.) se deben proporcionar los detalles al respecto.

**Referecias Bibliográficas**

A excepción de publicaciones de gran relevancia histórica, las citas deben ser recientes, no superiores a los 5 años en caso de un trabajo de revisión. La bibliografía debe citarse conforme se relacione con el cuerpo del documento, debe ir en orden alfabético y sin numeración alguna. Recuerde usar el estilo de la American Psychological Association (APA).

**Evaluación de Manuscritos**

Los artículos deben ser sometidos a través de la plataforma de gestión editorial Open Journal System (OJS): http://revistas.sena.edu.co/index.php/riads/index, acompañado de una carta remisoria firmada por todos los autores donde declaran expresamente que el documento es original, que todos conocen y están de acuerdo con su contenido e igualmente, que no ha sido publicado anteriormente ni está siendo sometido a evaluación por otra revista.

Todo documento propuesto para publicación tendrá una revisión inicial por parte del Comité Editorial de la revista, los cuales corroborarán que el documento se encuentre escrito siguiendo las normas establecidas por la revista y determinarán su pertinencia para publicación. Cumplido esto, los artículos serán revisados por pares científicos externos y expertos en el área específica del conocimiento, quienes en forma determinarán:
» Publicar el documento sin modificaciones.
» Publicar el documento con modificaciones menores.
» Publicar el documento después de una revisión a fondo o con modificaciones mayores.
» Rechazar el artículo.

En caso de presentarse una diferencia de conceptos entre los evaluadores con relación a la aceptación o rechazo del artículo, el artículo será enviado a un tercer evaluador que definirá la publicación o no del artículo. Los manuscritos que no sigan las normas de presentación se devolverán a los autores sin pasar por el proceso de evaluación.