

ISSN: 2346 - 0687

Revista de Investigaciones de Uniagraria

Vol. 4 No. 1 • Enero - Diciembre de 2016



UNIAGRARIA

Fundación Universitaria Agraria de Colombia

LA U VERDE DE COLOMBIA

ISSN: 2346 - 0687

Revista de Investigaciones de Uniagraria



UNIAGRARIA

Fundación Universitaria Agraria de Colombia

LA U VERDE DE COLOMBIA

REVISTA DE INVESTIGACIONES DE UNIAGRARIA
Vol. 4 No. 1
Enero-diciembre 2016
Vicerrectoría de Investigación
Fundación Universitaria Agraria de Colombia-UNIAGRARIA-
ISSN: 2346-0687

Director

Dr. Álvaro Mauricio Zúñiga Morales
Vicerrector de Investigación

Coordinación editorial

Msc. Nora Milena Roncancio Parra
*Coordinadora de Investigación Formativa y
Gestión del Conocimiento*

Rector

Dr. Jorge Orlando Gaitán Arciniégas

Vicerrector de Formación

Dr. Pedro Pablo Martínez Méndez

Vicerrectora de Extensión

Dra. Claudia Patricia Toro Ramírez

Vicerrector Financiero

Dr. Iván Alejandro Ramírez Bermúdez

Secretario General

Dr. Jhon Jairo Guarín Rivera

Asamblea General

Héctor Jairo Guarín Avellaneda
Presidente

Consejo superior

Álvaro Zúñiga García
Presidente
Teresa Arévalo Ramírez
Consejera
Teresa Escobar de Torres
Consejera
Emiro Martínez Jiménez
Consejero
Álvaro Ramírez Rubiano
Consejero
Héctor Jairo Guarín Avellaneda
Consejero
Jorge Orlando Gaitán Arciniégas
Consejero y Rector
Gloria González Blair
Representante Principal por los Docentes
Fernando Barros Algarra
Representante Principal por los Egresados

Revisión abstract

Lía Elvira Buitrago Quiroga
Docente tiempo completo
Instituto de Idiomas

Concepto Gráfico, Composición e Impresión
Entrelibros e-book solutions
www.entrelibros.co
Diseñador
Carlos Sandoval N.

Corrección de estilo
Osmar A. Peña Martínez

© 2016 Fundación Universitaria Agraria de
Colombia - UNIAGRARIA-
Bogotá D.C - Colombia



Revista de Investigaciones de Uniagraria by Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA- is licensed under a
Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported License.

La Revista de Investigaciones de Uniagraria es impresa bajo el ISSN 2346-0687, en idioma español. Es un producto protegido por el *copyright* © y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta, sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento *Creative Commons* (CC).

COMITÉ CIENTÍFICO

Yoannis Domínguez Rodríguez

Phd. posdoctorado, Universidad e Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho" – SP Brasil.
Doctorado en Biotecnología, Universidad e Mogi das
Cruzes, Mogi das Cruzes – SP, Brasil

Gerhard Fischer

Doctorado en Ciencias Agrarias
Colombia

Alejandro Plascencia Jorquera

Doctorado en Ciencias de la Salud
Mexico

Katina Urdaneta Méndez de Vélchez

Doctorado en Ciencias Sociales
Venezuela

Oscar Díaz

Doctorado en Mejoramiento Genético de Vegetales,
con Especialización en Áreas de Conservación,
Caracterización y Utilización de Recursos Genéticos
Chile

Arable Elías Iglesias

Ph.D. Doctor en Ciencias Veterinarias,
Universidad de Aberdeen, Escocia
Cuba

Ángel Cárdenas Cágál

Doctor en Agricultura Protegida
México

COMITÉ EDITORIAL

Eduardo Mora Bejarano

Doctor en Ciencias con Énfasis en Microbiología
Ambiental
Colombia

Viviana Beatriz Negro

Médico Veterinario, Doctora en Ciencias Veterinarias
México

Mauricio González Medina

Ingeniero Agrónomo, Master of Science,
Doctor en Ciencias
Colombia

Gerhard Fischer

Ingeniero Hortícola, Master en Ciencias Agrarias,
Doctor en Ciencias Agrarias
Colombia

José Armando Guarnizo Primero

Doctor en Ciencias Económicas y Administrativas
Colombia

María Mercedes Hernández Henríquez

Doctora en Filología Clásica

Sabas Zacarías Hernández

Doctor en Ciencias Veterinarias y Biológicas

Viviana Beatriz Negro

Doctora en Ciencias Veterinarias

Luz Mery Bernal Parra

Doctora en Genética
Colombia

Constanza Beatriz Pérez Martelo

Doctora en Sociología
México

Frank H Suárez

Medio Veterinario, Doctor en Veterinaria

Camilo Antonio Rozo Bernal

Químico, Magister Food Science and Technology,
Doctor food Science and Technology

EVALUADORES EXTERNOS

Diana Quilaguy
Edgar Martínez Granja
Gustavo Laverde
Dora Cañón
Luz Aida Moya
Jairo Alonso Segura
Sandra Pinzón
Ernesto Villegas

Contenido

Editorial	9
<i>Nora Milena Roncancio Parra</i>	
Evaluación nutricional y sensorial de una crema deshidratada con sabor a pollo, adicionada con <i>Moringa Oleífera</i> Lam	11
<i>Juliana Pardo C., Alejandra García R., Gloria Helena González B., Patricia Paola Miranda V.</i>	
Control biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith) con aislamientos nativos de <i>Bacillus thuringiensis</i> (Berliner)	25
<i>Jorge Enrique Díaz P.</i>	
Evaluación de la acción del cloruro de sodio, nitrato de potasio y tripolifosfato de sodio en la descongelación de las costillas de cerdo	39
<i>Laura Isabel Márquez M., Nathalia Barragan Y., Carlos Hernán Pantoja A.</i>	
Sistema de iluminación automatizado para cuarto de crecimiento de cultivos vegetales	51
<i>Gustavo Alberto Ríos Cortes, Santiago Sánchez Escobar, Rubén Darío Cárdenas Espinosa</i>	
Evaluación de la producción y la calidad de la semilla de cuatro variedades de <i>Brachiaria</i>	61
<i>M. Suárez, C. Padilla, G. Febles, Lurdes Rodríguez, Nidia Fraga, D. Suárez.</i>	
Seguridad alimentaria: el desafío	69
<i>Irene Nieto, E., Frank Harry Suárez S., Pedro Pablo Martínez M.</i>	
Valoración económica de incendios forestales en las principales ciudades de América Latina y el Caribe: una lección para Bogotá	75
<i>Korina Ocampo Zuleta</i>	

Metodología para la evaluación de impacto para programas de asociatividad y emprendimiento social	91
<i>Jaime Rangel Bolaños, Margarita Miranda Villera</i>	
Crecimiento económico y Flujos de efectivo en las empresas del sector servicios de Santander durante el periodo 1995 – 2014	97
<i>Gabriel Eduardo Escobar Arias, Andres Valencia Diaz</i>	
Diseño de modelos de microfinanzas para los municipios de la región del Alto Magdalena	115
<i>Rodrigo Pérez Peña</i>	
Instructivo para los autores	139

Editorial

Nora Milena Roncancio Parra ¹

La relación investigación-divulgación se ha fortalecido en los últimos años en el contexto académico colombiano, al considerar la necesidad de visibilizar la producción científica nacional, no solo a nivel local, sino también a nivel internacional. Las directrices nacionales se han actualizado de tal forma que, desde el Departamento Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación-Colciencias y en cumplimiento de sus funciones, entre las que está la de generar condiciones que permitan la inserción del país en las dinámicas de los sistemas internacionales que incorporan el conocimiento, se plantea como meta nacional duplicar la producción científica nacional de alto impacto.

Este panorama es resultado de la sensibilización en cierto grado respecto a la relevancia de la divulgación en el escenario investigativo, pues con ella se logra validar el conocimiento con la comunidad académica y científica. Aunque el escepticismo todavía perdura, los avances en divulgación son importantes, según el Observatorio de Ciencia y Tecnología, el país pasó de 300 artículos en revistas indexadas en *SCI* en 1996 a 6.708 artículos en revista indexadas en *Web of Science* en 2014. Entre otras variables que inciden, se cuenta también el avance de las nuevas tecnologías que facilitan el acceso al nuevo conocimiento en el mundo y, sobre todo, la colaboración entre los investigadores. Este contexto lleva al país a adaptarse a estas nuevas dinámicas, las cuales fortalecen la relación del dúo investigación-divulgación y que responde a indicadores de excelencia y calidad en el escenario científico, con lo cual se contribuye al desarrollo del país desde la ciencia, la tecnología y la innovación.

En este contexto se gesta la Revista de Investigaciones de *Uniagraria Volumen 4*, la cual continúa con el propósito de compartir resultados en torno a las líneas de investigación de Uniagraria, asociadas a desarrollo rural y sostenible, emprendimiento e innovación y ambiente y sociedad, las cuales se enriquecen a partir de los aportes realizados por investigadores, quienes desde distintos contextos han desarrollado exploraciones aplicadas de impacto. Así, se presentan en esta oportunidad 10 artículos de investigación, de los cuales 8 son de investigación, 1 de revisión y 1 artículo corto, distribuidos de acuerdo a las líneas temáticas que orientan la estructura de la revista.

¹Coordinadora de Investigación Formativa y Gestión del Conocimiento.

Línea desarrollo rural y sostenible se presentan:

- “Evaluación nutricional y sensorial de una crema deshidratada con sabor a pollo, adicionada con *moringa oleífera lam*”, de Juliana Pardo C., Alejandra García R., Gloria Helena González B. y Patricia Paola Miranda V.
- “Control biológico de *spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) con aislamientos nativos de *bacillus thuringiensis* (berliner)”, de Jorge Enrique Díaz P.
- “Evaluación de la acción del cloruro de sodio, nitrato de potasio y tripolifosfato de sodio en la descongelación de las costillas de cerdo”, de Laura Isabel Márquez M., Nathalia Barragán y Carlos Hernán Pantoja A.
- “Sistema de iluminación automatizado para cuarto de crecimiento de cultivos vegetales”, de Gustavo Alberto Ríos Cortes, Santiago Sánchez Escobar y Rubén Darío Cárdenas Espinosa.
- “Evaluación de la producción y la calidad de la semilla de cuatro variedades de *Brachiaria*”, de Mikel Suárez .

Línea de ambiente y sociedad:

- “Seguridad alimentaria: el desafío”, de Irene Nieto E., Frank Harry Suárez S. y Pedro Pablo Martínez M.
- “Valoración económica de incendios forestales en las principales ciudades de América Latina y el Caribe. Una lección para Bogotá”, de Korina Ocampo Zuleta.

Línea emprendimiento e innovación:

- “Metodología para la evaluación de impacto para programas de asociatividad y emprendimiento social”, de Jaime Rangel B. y Margarita Miranda V.
- “Crecimiento económico y flujos de efectivo en las empresas del sector servicios de Santander durante el periodo 1995 – 2014”, de Gabriel Eduardo Escobar Arias y Andrés Valencia Díaz.
- “Diseño de modelos de microfinanzas para los municipios de la región del alto Magdalena”, de Rodrigo Pérez Peña.

Estas producciones ponen de manifiesto alternativas y métodos para aportar al desarrollo del escenario rural y sostenible, al emprendimiento, a la innovación y a la relación entre el ambiente y la sociedad, los cuales presentan necesidades que, desde la investigación, son reflexionados, teorizados y mejorados bajo la supervisión de la comunidad científica y que, a través de la divulgación, se validan al permitir a los investigadores identificar nuevos problemas para ser abordados desde la investigación aplicada. Esperamos que este nuevo volumen de la Revista de Investigaciones de Uniagraria, aporte al debate científico de los temas abordados.

Evaluación nutricional y sensorial de una crema deshidratada con sabor a pollo, adicionada con *Moringa Oleífera* Lam

Juliana Pardo C.¹ Alejandra García R.² Gloria Helena González B.³
Patricia Paola Miranda V.³

Fecha de recepción: 2 de febrero del 2014 / **Fecha de aceptación:** 12 de diciembre del 2014

Resumen

El presente trabajo tuvo por finalidad el aprovechamiento de la *Moringa Oleífera* Lam deshidratada para el desarrollo de una crema con sabor a pollo y la evaluación de sus características nutricionales, microbiológicas y sensoriales. Inicialmente, se caracterizó bromatológicamente la harina de moringa, esta reportó un valioso aporte calórico (348 kcal/100g), alto contenido de proteínas (13,53%) y de digestibilidad (81,88%); se realizaron cinco formulaciones, donde se varió el porcentaje de harina de moringa y se evaluó el nivel de agrado mediante un panel sensorial de aceptación. La formulación escogida fue F2, constituida por el 25 % de moringa, donde resaltó que esta presentó un color verde claro, olor suave a pollo y vegetal con textura cremosa. El producto escogido fue analizado nutricionalmente, se destacó una contribución importante de proteínas (15 %), grasas (12,2 %) y carbohidratos (62 %), en comparación con cinco (5) cremas existentes en el mercado colombiano. Finalmente, se realizó un análisis microbiológico en el tiempo 0 y después de ser almacenada durante 10 días a temperaturas de 32 °C y 55 °C en empaque Flex Vac metalizado de 140 µm, para la valoración de la calidad microbiológica, lo que dio como resultado el cumplimiento de los requisitos especificados por el Invima para sopas y consomés deshidratados.

Palabras claves: cremas deshidratadas, alimentos funcionales, aporte nutricional.

Nutritional and sensory assessment of a chicken flavored cream soup added with Moringa oleífera Lam

Abstract

The aim of this paper is to report the use of dehydrated *Moringa oleífera* Lam to develop a chicken-flavored cream soup. As well as, this document aims to provide an evaluation of the aforementioned plant nutritional, microbiological and sensorial properties. Initially, a bromatological analysis on Moringa flour's composition was performed, reporting valuable energy intake (348 kcal / 100g), high protein content (13.53%) and digestibility (81.88%). Five formulations were developed in which the use percentage of moringa flour varied to evaluate the level of appreciation by a sensory panel acceptance. The formulation that was chosen was the F2 formulation (that consists of 25% moringa). It is highlighted that such formulation presented a light green color, soft vegetable chicken-like smell and creamy texture. The selected product was nutritionally analyzed and our research study led to the following results: there is an important protein (15%), fat (12.2%) and carbohydrates (62%) contribution in comparison with five (5) existing cream soups in the Colombian market. Finally, a microbiological analysis was performed at time 0 and after having the product stored for 10 days at temperatures of 32 and 55 °C in metallic FlexVac packages of 140µm in order to assess its microbiological quality. Consequently, the requirements specified by the INVIMA regarding dehydrated soups and bouillons were accomplished.

Keywords: dehydrated creams, functional foods, nutritional value.

¹ Ingeniera de alimentos, Fundación Universitaria Agraria de Colombia – Uniagraria, Bogotá, Colombia. pardo.juliana@uniagraria.edu.co

² Ingeniera de alimentos, Fundación Universitaria Agraria de Colombia – Uniagraria, Bogotá, Colombia. alejandragarciarodriguez@hotmail.com

³ Ingeniera química, docente del programa Ingeniería de Alimentos, Fundación Universitaria Agraria de Colombia – Uniagraria, Bogotá. gloria_blair@yahoo.com

³ Ingeniera de alimentos, estudiante de doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Nacional de Córdoba – UNC, Córdoba, Argentina. pmirandavilla@gmail.com

Introducción

Las propiedades nutritivas y benéficas para la salud que ofrece la *Moringa oleífera Lam.* presentan un interesante campo de aplicación e inserción de esta planta en la dieta diaria, para la obtención de una alimentación saludable, al mismo tiempo de prevenir y disminuir riesgos para la salud.

En épocas pasadas, se consideraba que una alimentación equilibrada, desde el punto de vista nutricional, era la que prevenía las carencias. Actualmente, las sociedades prósperas han avanzado de tal forma que el concepto de alimentación equilibrada ha pasado a significar el consumo de una dieta óptima a base de alimentos que promuevan la salud y disminuyan el riesgo de enfermedades crónicas relacionadas con la alimentación (Ashwell, 2004).

La *Moringa oleífera Lam.* es la especie más cultivada de una familia monogénica, el *Moringaceae*, un cultivo importante en India, Etiopía, Filipinas y Sudán, y se cultiva en occidente, oriente y África del Sur, Asia tropical, América Latina, el Caribe, Florida y las islas del Pacífico (Olson & Fahey, 2011). Esta planta ha sido tradicionalmente utilizada en países asiáticos y africanos como alimento humano y animal, con propiedades especiales para la recuperación de las personas desnutridas y para la prevención de enfermedades, debido a su alto contenido de proteínas, hierro, calcio y vitaminas (Alfaro & Martínez, 2008; Vitalmor, 2009).

Las hojas de moringa poseen todos los aminoácidos esenciales (isoleucina, leucina, arginina, histidina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina) en un perfil alto y balanceado, por lo que se puede considerar como un alimento de buena calidad proteica, así como las vitaminas y minerales necesarios para el buen funcionamiento del organismo (Olson & Fahey, 2011; Mathur, sf).

A la planta se le atribuyen múltiples propiedades farmacológicas, tales como ser purgante, expectorante, diurética, antihipertensiva, antiulcerosa, antianémica, antiasmática, antiespasmódica, antiescorbútica, antiinflamatoria, cicatrizante, antibacteriana y anti-fúngica, reductora de actividades de colesterol, antitumoral y actividades contra el cáncer, conjuntamente fortalece músculos y huesos, mejora la agilidad mental, la memoria y la capacidad de aprendizaje, entre otras. Medicinalmente, se usan las hojas, la corteza, las raíces y las semillas (Anwar et al., 2006; Alfaro & Martínez, 2008; Paradell, 2010).

Es considerada una de las más poderosas fuentes de antioxidantes naturales, con un contenido aproximado de 46 antioxidantes, los cuales juegan un papel importante en el control de los síntomas del proceso de envejecimiento y mejoran la salud cardiovascular (Dhakar, 2011).

Inesperados beneficios de la moringa incluyen una aparente cura para las tenias y una ayuda en el control de la diabetes y la presión arterial alta. Es una planta con nutrientes que pueden ayudar a mantener niveles normales de azúcar en la sangre, lo que la convierte en un alimento prometedor para las personas que sufren de diabetes. Se ha demostrado que la *Moringa oleífera Lam.* estimula el sistema inmunológico, el cual normalmente se ve comprometido en las personas que sufren de diabetes tipo 1 y 2. Asimismo, la moringa posee muchos beneficios antiinflamatorios y, a menudo, la diabetes causa problemas circulatorios que pueden ser administrados a través de suplementos antiinflamatorios (Dhakar, 2011).

Con relación a los factores antinutricionales de la moringa, los autores Makkar & Becker (1996) mostraron que los contenidos de sustancias antinutritivas son muy bajos, ya que en estudios realizados a las hojas de moringa se presentaron cantidades despreciables de

taninos (1,4 %) y valores bajos de saponinas (5,0 %), los cuales son más o menos equivalentes a los niveles registrados en los frijoles de soya, es decir, en niveles inocuos no encontraron actividad hemolítica.

Al tener en cuenta las propiedades y el contenido proteico de la moringa, se diseñó un alimento tipo crema deshidratada con sabor a pollo, mediante la evaluación de la calidad nutricional, microbiológica y sensorial, con miras a adquirir nuevos conocimientos acerca de esta planta y sugerir un producto innovador, de fácil y rápida preparación y con un alto valor nutricional.

Metodología

Caracterización de la moringa deshidratada. La moringa deshidratada (mezcla de hoja y tallo liofilizada) fue proporcionada por la empresa Fullmoringa S.A. Esta fue caracterizada bromatológicamente mediante el análisis de humedad (método de diferencia de peso A.O.A.C. 7.003/84), cenizas (método por calcinación A.O.A.C. 7.009/84), proteína (método Kjeldahl A.O.A.C 920.87), extracto etéreo (método Soxhlet A.O.A.C 7.060/84), fibra cruda (método de digestión ácida-alcalina y calcinación A.O.A.C 7.066/84), carbohidratos (cálculo por diferencia Bernal, 1993) y digestibilidad proteica (digestibilidad en pepsina NTC 719:1994). Los análisis fueron realizados por triplicado.

Preparación de las formulaciones. Se aplicó un diseño experimental totalmente aleatorio. Se plantearon cinco formulaciones en donde los componentes principales fueron harina de moringa (M) y harina de soya (S), en las siguientes proporciones: F1 = 0 % M - 100 % S, F2 = 25 % M - 75 % S, F3 = 50 % M - 50 % S, F4 = 75 % M - 25 % S y F5 = 100 % M - 0 % S. Los demás ingredientes utilizados para la mezcla fueron: leche en polvo (20 %), harina de trigo

(21 %), harina de arroz (10 %), almidón de maíz (14,7 %), aceite vegetal (6 %), sal (2 %), estabilizante (0,2 %) y mezcla de especias al 0,5 % cada uno (laurel, orégano, tomillo, ajo y cebolla en polvo). El sabor artificial a pollo se adicionó al 5 % y se tuvieron en cuenta los límites permitidos, de acuerdo a la NTC 4482:1998.

Análisis sensorial. Para definir la formulación con un alto nivel de agrado, se aplicó una prueba sensorial de tipo afectiva en el laboratorio de análisis sensorial de Uniagraria, al utilizar escalas hedónicas de cinco puntos, donde 1 correspondió a “me desagrada mucho”, 2 “me desagrada”, 3 “ni me agrada ni me desagrada”, 4 “me agrada” y 5 “me agrada mucho”.

Para la prueba se contó con 83 jueces no entrenados (jueces consumidores), y fueron evaluados atributos como olor, color, sabor, consistencia y apariencia general.

La preparación de las muestras utilizadas en el análisis sensorial consistió en lo siguiente: se preparó un litro de producto de cada muestra, que correspondió a 80 gr de crema en polvo disuelto en 1.000 ml de agua pura, sometido a cocción por 10 minutos y a una temperatura de 95 °C. Durante la prueba sensorial, la temperatura se mantuvo a 60 °C en una estufa y las porciones por panelista fueron de 5 ml, servidas en copas de poliestireno de color blanco.

Evaluación de la calidad del producto. Se evaluó la calidad del producto escogido por los panelistas consumidores, mediante análisis fisicoquímico y microbiológico. Nutricionalmente, se comparó la crema en estudio con productos similares existentes en el mercado (crema de verduras marca 1, crema de mazorca marca 2, crema de verduras marca 3, crema de espárragos marca 4 y crema de espinacas marca 5). Los análisis se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de los diferentes métodos de compostaje según zonas de estudio.

Tipo de análisis	Característica a medir	Método
Fisicoquímico	Humedad (%)	Diferencia de peso (A.O.A.C 7.003/84)
	Proteína	Kjeldahl (AOAC 928.08)
	Grasa	Soxhlet (A.O.A.C 7.060/84)
	Cenizas	Calcinación (A.O.A.C. 7.009/84)
	Fibra	Digestión ácida-alcalina y calcinación (A.O.A.C 7.066/84)
	Carbohidratos	Cálculo por diferencia
Microbiológico	Aerobios mesófilos	Recuento en placa (UFC/g) NTC 4519:2009
	Coliformes fecales	Número más probable (UFC/g) NTC 4458:2007
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Recuento en placa (UFC/g) NTC 4779:2007
	<i>Bacillus cereus</i>	Recuento en placa (UFC/g) NTC 4679:2006
	Mohos	Recuento en placa (UFC/g) NTC 4132:1997
	Levaduras	Recuento en placa (UFC/g) NTC 4132:1997
	<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia / presencia en 25 g NTC 4574:2007

Fuente: propia del autor.

El análisis microbiológico se realizó para los días 0 y 10, al producto empacado en bolsas de flexvac metalizadas de 140 micras de grosor, en condiciones de temperatura de 32 °C y 55 °C

(NTC 719, 1994). Los resultados obtenidos fueron comparados con los requerimientos del Invima para sopas y consomés deshidratados como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Requisitos microbiológicos para sopas y consomés deshidratados.

Parámetro	Límite	Técnica
Aerobios mesófilos (UFC/g)	H200000 - 300000	Recuento en placa
Coliformes fecales (UFC/g)	<3	Número más probable
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	<100	Recuento en placa
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	700 - 1000	Recuento en placa
Mohos (UFC/g)	3000 - 5000	Recuento en placa
Levaduras (UFC/g)		Recuento en placa
<i>Salmonella sp./25g</i>	Negativo/25g	Ausencia / Presencia

Procesamiento de datos. Las determinaciones bromatológicas se efectuaron por triplicado y los resultados fueron expresados como la media \pm la desviación estándar. Los resultados obtenidos en el panel sensorial fueron analizados mediante tablas de contingencia y análisis de correspondencia simple para identificar la asociación entre las calificaciones emitidas por los jueces y las formulaciones. El software estadístico utilizado fue Infostat, versión profesional (Di Rienzo et al., 2014).

Resultados y discusión

Caracterización de la *Moringa oleífera* Lam. deshidratada. En la tabla 3 se muestran los resultados de la caracterización bromatológica. Se obtuvo un contenido de proteína del 13,55 %, considerablemente inferior en comparación con lo reportado teóricamente por Mathur (sf) para hojas deshidratadas de moringa (27 %). Esto pudo deberse a que la materia prima estaba compuesta por una mezcla entre hojas y tallos, y es conocido bibliográficamente que la proporción de proteínas de harinas a base de tallo oscila entre 9 % y 11 % (Makkar & Becker, 1996; Garavito, 2008), en comparación con las de la hoja, la cual es aproximadamente del 27 %. Además, pudieron influir factores como la variedad de suelo en que fue cultivada la moringa, el tipo de fertilizante y el tiempo de la recolecta o poda (Del Toro et al., 2011; Zayed, 2012).

Al comparar con otras fuentes vegetales, el contenido de proteína de la harina de moringa es mayor que el reportado para harina de maíz (0,3 %), de arroz (6 %), de trigo (11,8 %) (Quintero & Escobar, 2001), de yuca (0,7 %), de papa (6,9 %) y de plátano (3,7 %) (ICBF, 1988), e incluso menor a las harinas de soya (32,6 %), arveja verde (21,4 %) (Alasino et al., 2008) y frijol zaragoza (21,28 %) (Miranda et al., 2007).

Por otro lado, el porcentaje de digestibilidad de la proteína de *Moringa oleífera* Lam. obtenido (81,88 %) fue superior al reportado teóricamente en estudios realizados en Nicaragua, con 79 %

Tabla 3. Requisitos microbiológicos para sopas y consomés deshidratados.

Análisis	Resultados
Humedad (g/100g)	4,15 \pm 0,15
Proteína (g/100g)	13,55 \pm 0,15
Digestibilidad proteica (%)	81,88 \pm 0,00
Grasa total (g/100g)	7,95 \pm 0,06
Cenizas (g/100g)	6,20 \pm 0,00
Fibra cruda (g/100g)	12,60 \pm 0,10
Carbohidratos (g/100g)	55,55 \pm 0,15
Calorías (Kcal/100g)	348,00 \pm 0,00

Pruebas realizadas por triplicado (se reporta la media \pm la desviación estándar).

Fuente: propia del autor.

para hojas y 57 % en tallo (Makkar & Becker, 1996; Foidl et al., 2003), en Guatemala con resultados de 74 % y 75 % para hojas secas (Sanchinelli, 2004) y en Ecuador con porcentajes de 65,5 % (Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2013); lo que sugiere que la harina suministrada por la empresa Fullmoringa S.A. presenta un mayor aprovechamiento de los aminoácidos en el organismo.

Análisis sensorial. La tabla 4 muestra las frecuencias relativas (%) de las calificaciones emitidas por los jueces y las formulaciones evaluadas, particionadas de acuerdo con los atributos sensoriales; así mismo, se muestra la información del chi-cuadrado de Pearson, el cual indica, en general, que el análisis es estadísticamente significativo (p -valor $<$ 0,05), y confirma que existe una relación entre los tratamientos y las calificaciones dadas por los jueces, por lo que aquel tratamiento con porcentaje mayor a 35 en la calificación 4 (corresponde a percepción agradable) será considerado el de mejor calidad organoléptica.

Tabla 4. Frecuencias relativas de las apreciaciones sensoriales.

Estadístico		Valor	GL	P
Chi-cuadrado Pearson		357,92	16	<0,0001
Coef. conting. Pearson		0,38		

Atributo	Calificación	F1	F1	F1	F1	F1	Total
Olor	1	4,8	2,4	13,2	10,8	9,6	8,2
	2	12,1	13,2	24,1	18,1	22,9	18,1
	3	30,1	21,7	42,2	42,2	43,4	35,9
	4	37,4	49,4	18,1	24,1	21,7	30,1
	5	15,7	13,2	2,4	4,8	2,4	7,7
Color	1	4,8	7,2	16,9	7,2	15,7	10,4
	2	15,7	14,5	31,3	21,7	37,4	24,1
	3	32,5	26,5	28,9	43,4	26,5	31,6
	4	28,9	38,6	20,5	25,3	16,9	26,0
	5	18,1	13,2	2,4	2,4	3,6	7,9
Sabor	1	0,0	2,4	27,7	13,2	33,7	15,4
	2	13,2	15,7	30,1	26,5	28,9	22,9
	3	26,5	19,3	26,5	34,9	21,7	25,8
	4	34,9	40,9	13,2	20,5	12,1	24,3
	5	25,3	21,7	2,41	4,8	3,6	11,6
Consistencia	1	4,82	1,2	15,7	18,1	18,1	11,6
	2	14,5	15,7	36,1	19,3	33,7	23,7
	3	32,5	25,3	33,7	33,7	36,1	32,3
	4	31,3	39,8	13,2	25,3	9,6	23,9
	5	16,9	18,1	1,2	3,6	2,4	8,4
Ap. general	1	7,2	3,6	13,2	7,2	13,2	8,9
	2	9,6	9,6	38,6	25,3	36,1	23,9
	3	28,9	26,5	27,7	40,9	32,5	31,3
	4	39,8	44,6	18,1	22,9	15,7	28,2
	5	14,5	15,7	2,4	3,6	2,4	7,7
Total		100	100	100	100	100	100

Fuente: propia del autor.

La tabla de contingencia indica que la formulación 2 (25 % M - 75 % S) fue quien presentó mayores calificaciones en todos los atributos, al superar el 35 % de escogencia con cuatro puntos. Por su parte, la formulación 1 (0 % M - 100 % S) solo superó este porcentaje en los atributos de olor, sabor y apariencia general.

Entre los comentarios que emitieron los jueces consumidores, se destaca que la F2

tuvo un color verde claro, olor suave a pollo y a vegetales, y que contaba con una textura cremosa. En aquellas formulaciones con el 50 % y 100 % de moringa adicionado (F3 y F5) se evidenció el mayor desagrado, por presentar consistencia semilíquida con un alto grado de sensación arenosa en el paladar.

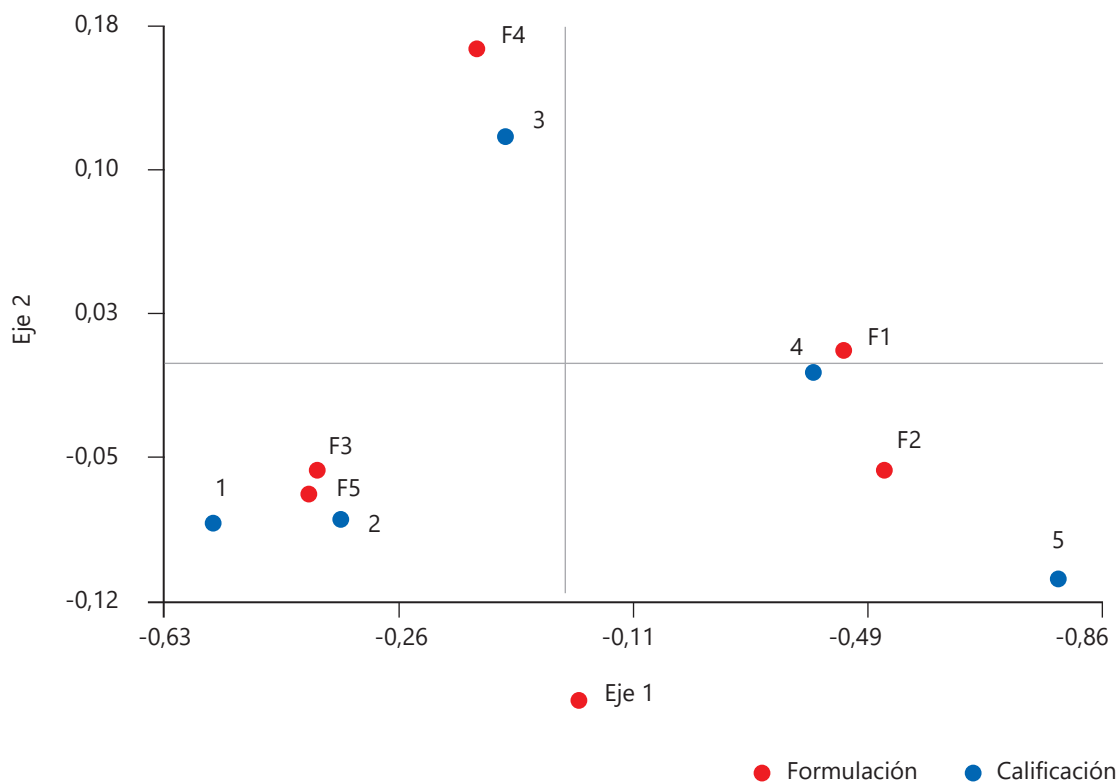


Gráfico 2. Biplot de análisis de correspondencia simple.

Fuente: propia del autor.

En el gráfico 1 se muestra el *biplot* generado en el análisis de correspondencia simple, donde se evidencia una fuerte dependencia de la formulación 1 y 2 con calificaciones de cuatro puntos; sin embargo, la F2 supera a la F1 por presentar adicionalmente calificaciones de cinco puntos. Por el contrario, las formulaciones 3 y 5 están fuertemente relacionadas con las calificaciones 1 y 2.

Por su parte, la F4 que estuvo constituida por 75 % M y 25 % S ni agradó ni desagradó a los panelistas, aun cuando emitieron juicios como: olor a vegetal, color verde oscuro, sabor fuerte y residual picante.

Es importante mencionar, que las variables del eje 1 corresponden a los atributos sensoriales evaluados a cada formulación y en el eje 2 las

calificaciones emitidas por los jueces. Este tipo de análisis descompone el estadístico χ^2 (Chi-cuadrada) de una tabla de contingencia, al usar los valores propios (Balzarini y Bruno, 2014; Lawless & Heymann, 2010).

Con esta descomposición se llega a un modelo de independencia donde cada una de las filas y columnas de dicha tabla quedan reflejadas en un espacio específico (Taddei, 2006). El porcentaje total de inercia que mostró el gráfico fue de 97,85 %. Correspondiendo al primer eje un valor de inercia del 93,47 %, el cual indica la variabilidad de las calificaciones con relación a las formulaciones, que en este caso fue alto.

Evaluación de la calidad del producto.

El análisis bromatológico del producto final (ver tabla 5) tiene un aporte de proteínas del 15 %, lo cual indica (en comparación con las cremas existentes en el mercado) un aporte mayor, tal como se aprecia en el gráfico 2. Se resalta que el producto obtenido en la investigación tiene un aporte nutricional importante y se puede

considerar como un alimento con potencial en el mercado, debido a su presentación en forma de crema, como una alternativa para el uso del material vegetal.

Tabla 5. Resultado bromatológico producto final

Parámetro	Resultados
Humedad (g/100g)	1,5 + 0,05
Proteína (g/100g)	15 + 0,06
Grasa total (g/100g)	12,2 + 0,72
Fibra cruda (g/100g)	0,6 + 0,03
Cenizas (g/100g)	8,7 + 0,10
Carbohidratos (g/100g)	62 + 0,12
Calorías (Kcal/100g)	418 + 0,00

Pruebas realizadas por triplicado (se reporta la media \pm la desviación estándar)

Fuente: propia del autor.

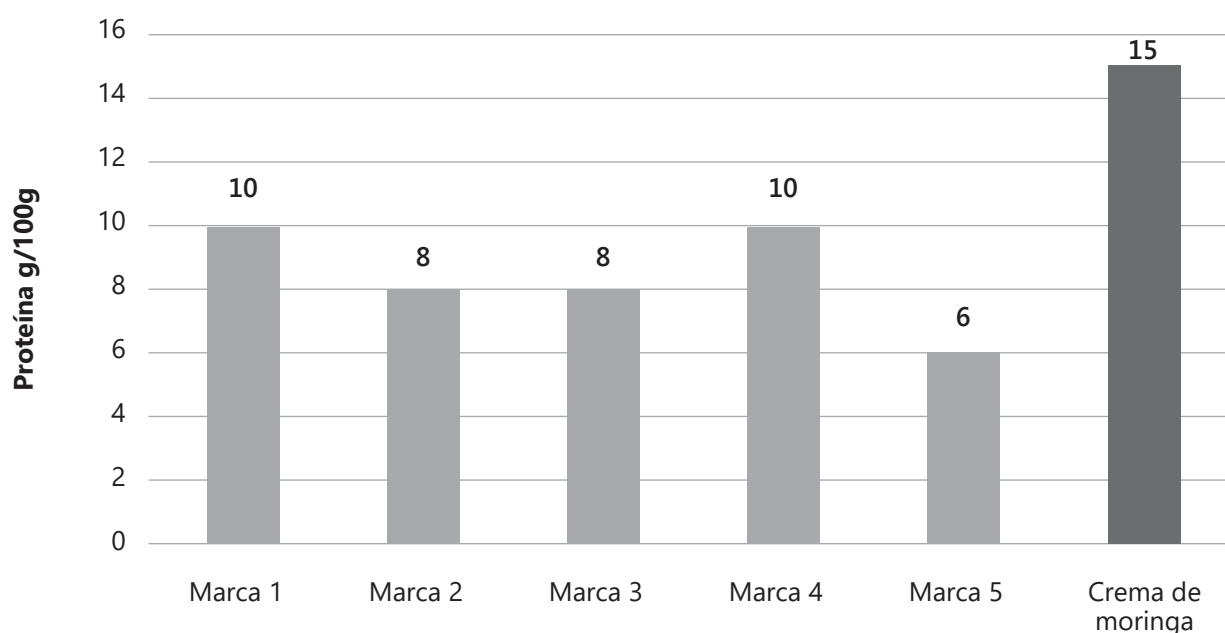


Gráfico 1. Comparativo del contenido de proteína aportado por cremas deshidratadas de verduras del mercado nacional.

Fuente: propia del autor.

Por su parte, en el cuadro comparativo de la crema de moringa con las existentes en el mercado (ver tabla 6), se puede observar que 15 gramos de porción de la crema de moringa (correspondiente a una cucharada) proporciona más calorías que las demás cremas. Así mismo, esta tiene un alto porcentaje de grasa total, mientras que el contenido en sodio (131 mg) es

bajo en comparación a las cremas deshidratadas de verduras del mercado, las cuales superan los 500 mg; de acuerdo a esto, se considera que el consumo de crema de *moringa* puede ayudar a prevenir el riesgo de hipertensión, una enfermedad que altera varios órganos del cuerpo humano en adultos y niños (Publicaciones Semana, 2012; FDA, 2012; OMS, 2013).

Tabla 6. Comparativo de tablas nutricionales de cremas deshidratadas del mercado.

Tamaño por porción 1 cucharada (15 g)						
Nutrientes	Marca 1: crema de mazorca	Marca 1: crema de verduras	Marca 1: crema de espárragos	Marca 1: crema de espinacas	Marca 1: crema de verduras	Marca 1: <i>Moringa Oleífera Lam</i>
Calorías	42	50	60	50	45	83,6
Grasa total	0 g	0 g	1,5 g	1 g	0 g	1,6 g
Colesterol	0 mg	0 mg	0 mg	0 mg	0 mg	3,9 mg
Sodio	652 mg	570 mg	910 mg	850 mg	810 mg	131,4 mg
Carbohidratos	8 g	10 g	10 g	8 g	9 g	12,4 g
Fibra dietaria	1 g	0 g	0 g	<1 g	1 g	0 g
Proteína	2 g	1 g	2 g	2 g	2 g	3 g
Calcio	3%	0%	0%	0%	0%	9%
Vitamina A	0%	0%	0%	2%	0%	1%
Vitamina C	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Hierro	0%	2%	0%	2%	0%	6%
Fósforo	1%	0%	0%	0%	0%	4%

Fuente: propia del autor.

Cabe resaltar que los valores en porcentaje de los minerales (calcio, vitamina A, vitamina C, hierro y fósforo) fueron calculados teóricamente en Excel, al tener en cuenta las tablas de valores nutricionales expresados por Quintero & Escobar (2001).

En este orden de ideas, el producto obtenido tiene un alto contenido en calcio, calculado en 9% en comparación con las cremas

deshidratadas de verduras del mercado, la cuales en su mayoría no aportan calcio (0%), solo la crema de mazorca de marca 1 aporta un 3% de este mineral. La importancia de la ingestión de calcio minimiza la pérdida ósea que se produce con la edad (Hernández & Porrata, 1999).

El porcentaje de hierro que aporta la crema deshidratada de *moringa oleífera* Lam. (6%) es superior al reportado por las demás cremas del

mercado (0 % y 2 %). Cabe resaltar que el hierro en la nutrición humana contribuye a la prevención de la anemia ferropénica (Cardero *et al.*, 2009).

En general, se resalta que el producto tiene un aporte nutricional importante con un alto contenido de calcio, hierro y un contenido de proteína superior a otras cremas del mercado. Por estos motivos y por los beneficios que podría aportar a la salud, la *Moringa oleífera Lam.* puede llegar a considerarse como un alimento con características funcionales interesantes y ser potencial en el mercado; sin embargo, se deberían realizar los estudios pertinentes a este alimento para ser considerado o llamado “alimento funcional”.

Por otro lado, los análisis microbiológicos realizados al producto final (ver tabla 6) en el día 0, a temperatura ambiente y después de diez días de almacenamiento a temperaturas de 32 °C y 55 °C indican que el empaque utilizado (Flex Vac metalizado de 140 micras) protegió el producto de la contaminación microbiológica. Por lo tanto, se pudo verificar el cumplimiento de los requisitos microbiológicos especificados por el Invima para sopas y consomés deshidratados.

Para los análisis microbiológicos del producto almacenado a 32 °C, se observó un aumento en el recuento de aerobios mesófilos (aunque no sobrepasaron los límites), en comparación con los valores obtenidos de las

Tabla 6. Resultados microbiológicos.

Parámetro	Resultado día 0	Resultado día 10, a 32 °C	Resultado día 10, a 55 °C	Límite	Técnica
Aerobios mesófilos (UFC/g)	12 x 10 ³	24 x 10 ³	19 x 10 ²	200.000 - 300.000	Recuento en placa
Coliformes fecales (UFC/g)	<3	<3	<3	<3	Número más probable
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	<100	<100	<100	<100	Recuento en placa
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	<100	<100	<100	700 - 1.000	Recuento en placa
Mohos (UFC/g)	13 x 10 ²	390	<10	3.000 - 5.000	Recuento en placa
Levaduras (UFC/g)	<10	<10	<10		Recuento en placa
<i>Salmonella sp.</i> /25g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo / 25 g	Ausencia / Presencia

Fuente: propia del autor.

muestras a temperatura ambiente en el día 0 y a 55 °C a los 10 días de almacenamiento. Lo cual pudo ser porque estos microorganismos crecen mejor a temperaturas que oscilan entre los 30 y 45 °C (Prescal, sf). Por su parte, los recuentos de mohos disminuyeron del día 0 (1300 UFC/g) al día 10 (390 UFC/g a 32 °C y <10 UFC/g a 55 °C) a medida que aumentó la temperatura de almacenamiento, ya que la temperatura óptima de crecimiento se encuentra alrededor de los 25 a 30 °C (Camacho et al., 2009).

Conclusiones

La harina de *Moringa oleífera* Lam. usada para el desarrollo del producto presentó un alto contenido de proteínas (15 %) y una digestibilidad proteica del 81,88 %, al llegar a afirmar que esta harina presenta un mayor aprovechamiento de los aminoácidos en el organismo. Por su parte, la crema con sabor a pollo cuenta con un valor proteico por porción superior (3g) al observado en las tablas nutricionales de las diversas marcas de cremas deshidratadas con verduras existentes en el mercado (6 y 10 % aproximadamente). También fue positivo, para el producto, el alto contenido en hierro y calcio y el bajo contenido en sodio, el cual podría ser recomendado en personas hipertensas y niños.

En cuanto a la evaluación de la calidad, la crema deshidratada cumplió con los requerimientos microbiológicos especificados por el Invima. La formulación con mayor nivel de agrado fue la que contenía el 25 % de moringa, y destacadas características en color, olor y consistencia.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al programa de Ingeniería de Alimentos de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia, en especial a los grupos de investigación en conservación de frutas y hortalizas y Biotecnología Uniagraria. Igualmente, a la empresa Fullmoringa S. A. por proporcionar la materia prima para el desarrollo de la crema deshidratada con moringa.

Referencias

- Alasino, M. C., Andrich, O. D., Sabbag, N. G., Costa, S. C., De La Torre, M. A. y Sánchez, H.D. (2008). Panificación con harina de arvejas (*Pisum sativum*) previamente sometidas a inactivación enzimática. En ALAN. (58) 4. Pp. 397-402.
- Alfaro, N. y Martínez, W. W. (2008). *Uso potencial de la moringa (Moringa oleífera Lam.) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Cartilla: caracterización agronómica y nutricional de la Moringa Oleífera Lam. (en el contexto guatemalteco)*. Guatemala: INCAP. Recuperado de: <http://redmarango.una.edu.ni/documentos/18-uso-alimentacion-moringa.pdf>
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M. y Gilani, A. H. (2006). *Moringa oleífera: a food plant with multiple medicinal uses*. Review article. En *Rev Wiley InterScience Phytother.* (21). Pp. 17-25.
- A.O.A.C. (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analysis Chemist. United States: AOAC Standard.
- Ashwell, M. (2004). Conceptos sobre los alimentos funcionales. Bélgica: International Life Sciences Institute.
- Balzarini, M. y Bruno, C. (2014). *Aplicaciones del análisis multivariado*. Chile: INIA-Quilmap.
- Bernal, R.I. (1993). *Análisis de alimentos*. Colección Julio Carrizosa Valenzuela No.2. Santafé de Bogotá D.C.: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B. y Velázquez, O. (2009). *Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos*. 2ª ed. México: UNAM.
- Cardero, R. Y., Sarmiento, G. R. y Selva, C. A. (2009). Importancia del consumo de

hierro y vitamina C para la prevención de anemia ferropénica. En *MEDISAN*. (6) 13. Recuperado de: http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol13_6_09/san14609.pdf

- Dhakar, R. C., Maurya, S. D., Pooniya, B. K., Bairwa, N. y Gupta, M. S. (2011). *Moringa: The herbal gold to combat malnutrition*. Recuperado de: <http://www.cysonline.org/text.asp?2011/2/3/119/90887>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2014). *www.infostat.com.ar*. Grupo InfoStat, FCA, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Fahey, J. W. (2005). Moringa Oleífera: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. In *Trees for Life Journal*. Recuperado de: http://www.tfljournal.org/images/articles/20051201124931586_3.pdf
- FDA, Food and Drug Administration. (2012). *Información sobre alimentos*. Recuperado de: <http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/UCM317101.pdf>
- Fennema, O. R. (2000). *Química de los alimentos. Zaragoza, España*: Editorial Acribia.
- Foidl, N., Mayorga, L. y Vásquez, W. (2003). *Utilización del marango (Moringa oleífera) como forraje fresco para ganado, Nicaragua*. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". Recuperado de: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/Foidl16.htm>
- Garavito, U. (2008). *Moringa Oleífera, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel*. Colombia: Corporación Ecológica Agroganadera S. A. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/97088582/Moringa-Oleífera-alimento-ecologico-para-ganado-vacuno-porcino-equino-aves-y-peces-para-alimentacion-humana-tambien-para-produccion-de-etanol-y>
- Hernández, T. M. y Porrata, M. C. (1999). Calcio, osteoporosis, hipertensión arterial y cáncer colorrectal. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. En *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. (1) 13. Pp. 33-45.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (1988). *Tabla de composición de alimentos colombianos*. Quinta edición. Bogotá, Colombia: ICBF.
- Icontec. (1994). NTC 719. *Alimento para animales. Determinación de la digestibilidad con pepsina de la proteína de origen animal*. Bogotá: Icontec.
- Icontec. (1997). NTC 4132. *Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25 °C*. Bogotá: Icontec.
- Icontec. (1998). NTC 4482. *Industrias alimentarias: sopas y cremas*. Bogotá: Icontec.
- Icontec. (2006). NTC 4679. *Microbiología. Método horizontal para el recuento de Bacillus cereus*. Técnica de recuento de colonia. Bogotá: Icontec.
- Icontec. (2007). NTC 4458. *Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o Escherichia coli o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos*. Primera actualización. Bogotá: Icontec.
- Icontec. (2007). NTC 4574. *Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para la detección de Salmonella spp*. Bogotá: Icontec.

- Icontec. (2007). NTC 4779. *Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de Estafilococos coagulasa positiva (Staphylococcus aureus y otras especies)*. Primera actualización. Bogotá: Icontec.
- Icontec. (2009). NTC 4519. *Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonia a 30 °C*. Bogotá: Icontec.
- Lawless H. T. & Heymann H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. New York: Springer.
- Makkar, H. & Becker, K. (1996). Nutritional value and whole and ethanol ant nutritional components of extracted *Moringa oleífera* leaves. In *Animal Feed Science Technology*. (63). Pp. 211-228.
- Mathur, B. (s.f.). *Moringa Book*. Recuperado de: www.treesforlife.org/moringa/book
- Miranda, V. P., Coneo, R. R., Torregrosa, F. E., Marrugo, L. Y. y Montero, C. P. (2007). Obtención de una bebida de alto contenido proteico a partir de frijol zaragoza (*phaseolus lunatus*) variedad blanca. *Revista @Limentech*. (5). Pp. 63-67.
- Olson, M. E. y Fahey, J. W. (2011). *Moringa oleífera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. En *Revista mexicana de biodiversidad*, (4) 82. Pp. 1071-1082.
- Organización mundial de la salud. (2013). *Directrices: ingesta de sodio en adultos y niños*. Recuperado de: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85224/1/WHO_NMH_NHD_13.2_spa.pdf
- Pardo, J. C. y García, A. R. (2013). *Desarrollo de una crema deshidratada de Moringa oleífera Lam. con sabor a pollo para la empresa Fullmoringa S. A.* Bogotá: Fundación Universitaria Agraria de Colombia.
- Paradell, D. R. (2010). Paso a paso, hasta la cumbre mundial por Haití. En *Diario Dominicano*. Recuperado de: <http://www.diariodominicano.com/n.php?id=49695>
- Prescal. (s.f.). *Manipulación de alimentos (manual común)*. España: Editorial Servicio Andaluz de empleo, consejería de empleo y desarrollo tecnológico.
- Publicaciones Semana S. A. (2012). *Hipertensión arterial, una muerte silenciosa*. Recuperado de: <http://www.semana.com/vida-moderna/articulo/hipertension-arterial-muerte-silenciosa/257953-3>
- Quintero, S. D. y Escobar, E. L. (2001). *Tabla de composición de alimentos*. Medellín, Colombia: Centro de atención nutricional.
- Sanchinelli, P. K. (2004). *Contenido de proteína y aminoácidos, y generación de descriptores sensoriales de los tallos, hojas y flores de Moringa oleífera Lamark (Moringaceae) cultivada en Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Taddei, B. C. (2006). Estrategias de mercado en firmas líderes de la industria alimentaria. En *Estudios Sociales*. (28) 14. Pp. 67-106.
- Universidad Estatal Península de Santa Elena. (2013). Nota de prensa del Centro de Investigaciones Agropecuarias CIAP, Ecuador. Recuperado de: <http://www.upse.edu.ec/index.php/noticias/1-latest-news/877-dia-de-campo-del-cultivo-moringa-moringa-oleifer>
- Vitalmor. (2009). *Moringa vital foods*. Recuperado de: www.moringa.es
- Zayed, M. S. (2012). Improvement of growth and nutritional quality of *Moringa oleífera* using different biofertilizers. En *Annals of Agricultural Science*. (1) 57. Pp. 53-62.

Control biológico de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) con aislamientos nativos de *Bacillus thuringiensis* (Berliner)

Jorge Enrique Díaz P.¹

Fecha de recepción: 17 de noviembre del 20165 / Fecha de aceptación: 26 de abril del 2017

Resumen

Con el fin de proporcionar una metodología para evaluar la actividad insecticida de diferentes aislamientos nativos de *Bacillus thuringiensis* contra *Spodoptera frugiperda*, y de esta manera contribuir con alternativas para el control biológico de este insecto plaga, se realizó esta investigación. En esta se probó la actividad insecticida de diez aislamientos de *B. thuringiensis* M3001, M3003, M3004, M3007, M3008, M4001, M2006, M5002, M5004 y M28 005, comparadas con un testigo comercial HD1 (*Subsp. Kurstaki*), contra *S. frugiperda*. Se determinó inicialmente la CL50 por el método "Probit", la cual fue de 5.88 E-4 mg de i.a/ml de dieta, de la cepa HD1 con diferentes dosis (0.0; 6.8 E-2; 3.4E-2; 6.8E-3; 6.8E-4; 6.8E-5 y 6.8E-6 mg de i.a/ml de dieta) en larvas de primer instar de *S. frugiperda*. Además de las observaciones cualitativas, se midió la mortalidad a las 96 y 120 horas; posteriormente, y determinada la CL50 con la cepa HD1, se procedió a utilizar esta concentración en cada uno de los aislamientos nativos de *B. thuringiensis* para ser comparada con la CL50 del testigo comercial. Los resultados indicaron que los aislamientos nativos M3008 y M4001 presentan mayores promedios de mortalidad, los cuales fueron del 75 % y 71,65 % respectivamente, en larvas de primer instar en dieta purificada, comparada con la mortalidad de la CL50 del testigo comercial.

Palabras claves: *Bacillus thuringiensis*, *Spodoptera frugiperda*, Bioensayo, Control Biológico.

Biological control of Spodoptera frugiperda (j.e. smith) with native isolates of Bacillus thuringiensis (Berliner)

Abstract

This research aims to provide a methodology in order to evaluate the insecticidal activity of various native isolates of *Bacillus thuringiensis* used against *Spodoptera frugiperda* - fall armyworm, and thus contribute with alternatives which can be used to the biological control of this pest. In this research study, the insecticidal activity of ten *Bacillus thuringiensis* (B.T.) isolates (M3001, M3003, M3004, M3007, M3008, M4001, M2006, M5002, M5004 and M28 005) was tested comparing them to a commercial strain HD1 (subsp. *Kurstaki*) against *S. frugiperda*. The HD1 of the strain's LC50 was initially determined by means of the probit analysis of the strain HD1 with different doses (0.0; 6.8 E-2; 3.4E-2; 6.8E-3; 6.8E-4; 6.8E-5 6.8E-6 mg ai / ml diet) on first instar larvae of *S. frugiperda*. In addition to qualitative observations, the mortality was measured at 96 and 120 hours. The concentration LC50 was subsequently used with the strain HD1 in each native B. T. isolates to be compared with the commercial strain LC50. The results indicated that the native isolates M3008 and M4001 have higher mortality ranges, whose percentages were 75% and 71.65% respectively in first instar larvae in purified diet, in comparison with the mortality rate of the LC50 of the commercial strain.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, *Spodoptera frugiperda*, Bioassay, Biological control.

¹ Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Administración de la Informática Educativa, de la UDES. Magister de Gestión de la Tecnología Educativa, de la UDES. Docente de Matemáticas en la I.E. General Santander, Bogotá D.C., Colombia. jediazp@unal.edu.co

Introducción

El desarrollo de resistencia de los insectos-plaga a ciertos insecticidas, el incremento de las plagas en el tiempo y en el espacio, la aparición de otras nuevas, la eliminación del control biológico natural, la contaminación ambiental, los problemas de salud pública, los incrementos en los costos de producción y la disminución de la eficiencia de control, son algunas de las razones que permitirán mirar con cierta reserva este tipo de control e incrementar el interés por

todas las facetas del control biológico de plagas (Cenipalma, 1992).

Se entiende por control biológico de insectos-plaga a la manipulación de microorganismos que realiza el hombre, con el fin de mantener la población de dichos insectos por debajo de los niveles a los cuales pueda causar daño económico (Acosta y Baquero, 1984).

Según Yáñez (2007), citado por Chango (2007), es calificado como una de las plagas más

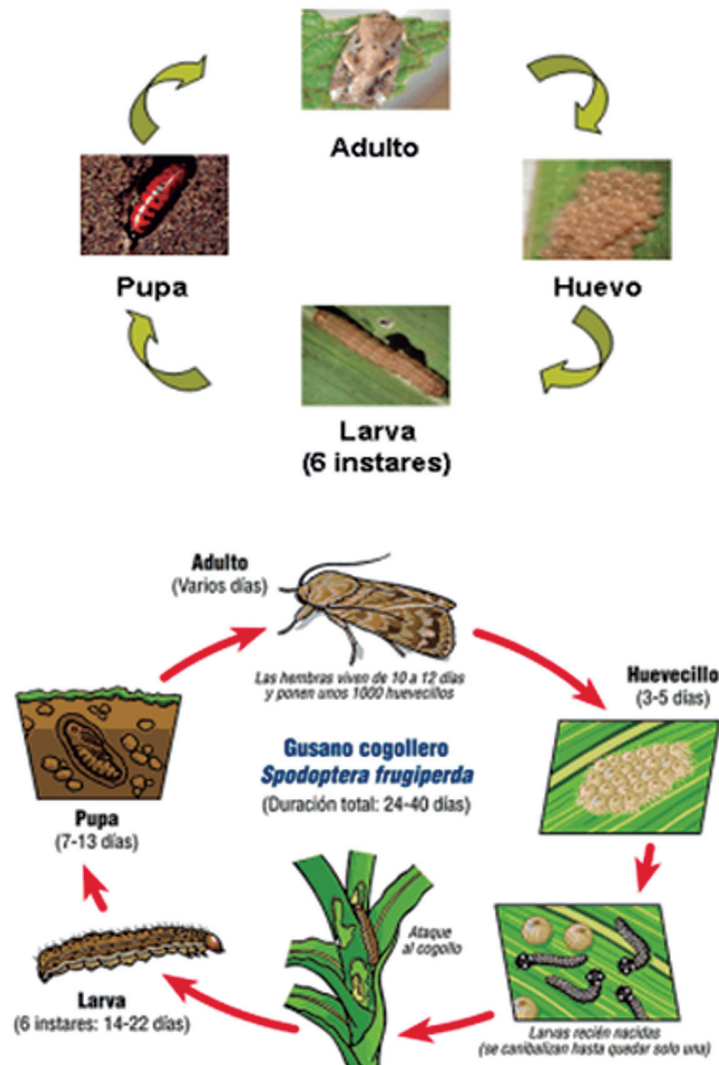


Figura 1. Ciclo biológico de la *Spodoptera frugiperdae*.
Fuente: Ángulo, 2000.

significativas del maíz en las regiones tropicales y subtropicales del continente americano. En diversas entidades del país se han presentado pérdidas ocasionadas por este insecto, las cuales van desde 13 hasta el 60 % y los daños más serios corresponden a las zonas temporales de las regiones tropicales y subtropicales.

Su presencia es muy amplia, ocurre en todas las zonas productoras de maíz. Además de maíz, este insecto tiene una amplia gama de afectación en otras gramíneas como sorgo, arroz, pasto, algunas leguminosas como frijol, soya y cacahuate, y en cultivos hortícolas como papa, cebolla, pepino, col y camote.

El ciclo completo del insecto depende de la zona geográfica y de la temperatura, pero este

puede durar aproximadamente entre 24 y 40 días. El ciclo del insecto está dividido en cuatro instares: huevo, aproximadamente, tres días, larva entre 17-28 días, prepupa entre uno y dos días y adulto entre siete y once días.

Según Ángulo (2000), citado por Pepa (2013), "las larvas al nacer se alimentan del corion, más tarde se trasladan a diferentes partes de la planta o a las vecinas, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo. Su color varía según el alimento pero en general son oscuras con tres rayas pálidas estrechas y longitudinales; en el dorso se distingue una banda negruzca más ancha hacia el costado y otra parecida pero amarillenta más abajo, en la frente de la cabeza se distingue una "Y" blanca invertida".



Figura 2. Caracterización de larvas de *Spodoptera frugiperdae*.

Fuente: Pepa, 2013.

Según López (2008), “el daño puede manifestarse en la forma de raspado e ingestión de la epidermis superior y del mesófilo de las hojas, muy evidente cuando se presenta en plantas jóvenes, y es ocasionado por larvas pequeñas” (ver figura 3).

Otro daño diferente lo representa el corte de plantas jóvenes a nivel de la base del tallo, al ocasionar la pérdida irremediable de la planta (Clavijo, 2000) (ver figura 4).



Figura 3. Daños ocasionados por *Spodoptera frugiperda*.

Fuente: Peralta, 2014.



Figura 4. Daño severo sobre tallos de maíz.

Fuente: López, 2015.

Según Soberón y Bravo (2016), "*Bacillus thuringiensis* (Bt) es una bacteria Gram positiva y aerobia estricta durante su ciclo de vida. Esta presenta dos fases principales, la fase de crecimiento vegetativo y la de esporulación, la cual es un programa de diferenciación de bacteria a espora".

De acuerdo a Sauka y Benintende (2008), "*Bacillus thuringiensis* es el insecticida biológico más aplicado en el mundo y se utiliza para

controlar diversos insectos que afectan la agricultura, la actividad forestal y que transmiten patógenos humanos y animales".

Esta bacteria al esporular produce simultáneamente una toxina. Los insectos al consumir las esporas y una vez dentro la toxina se activa, debido al pH alcalino del tubo digestivo del insecto, y posteriormente se presenta la muerte del mismo (Sánchez, 2008) (ver figuras 5 y 6).

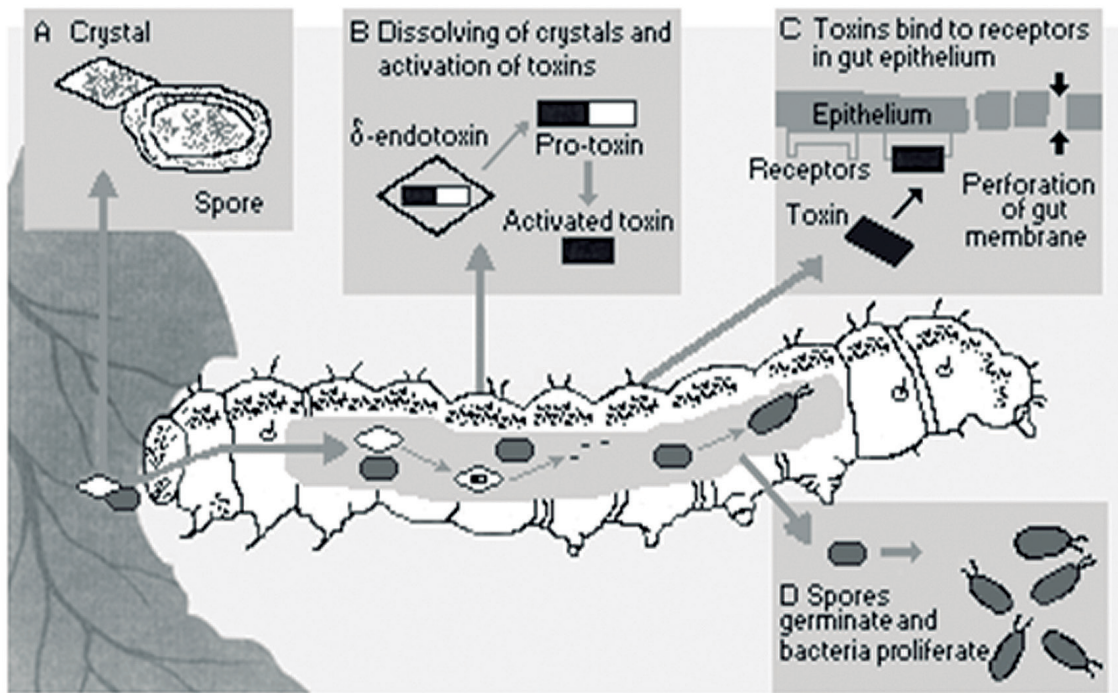


Figura 5. Mecanismo de toxicidad de Bt.
Fuente: Sánchez, 2008.

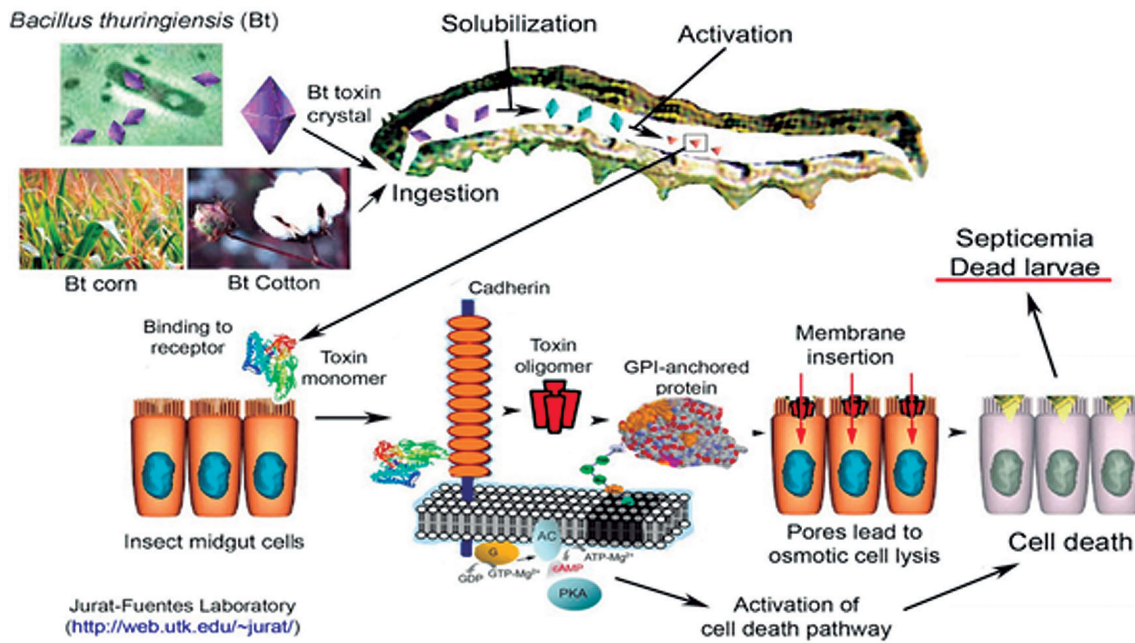


Figura 6. Modo de acción propuesto para las toxinas Cry en lepidópteros.
Fuente: Jurat-Fuentes Laboratory, 2008.

Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en las instalaciones del insectario del Instituto de Biotecnología y en el laboratorio de control biológico de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. La temperatura promedio interna del laboratorio fue de 27 ± 5 °C, humedad relativa de $75 \pm 5\%$ y un fotoperiodo de 12:12 (luz-oscuridad). La cepa y los aislamientos de *Bacillus thuringiensis* fueron cultivados y fermentados en el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia.

Cepas

Para la investigación se consideraron una cepa comercial (HD1), 10 aislamientos nativos de un organismo patógeno y uno de su hospedero, los cuales presentaron las siguientes características:

Cepa entomológica

Se recolectó una raza de *Spodoptera frugiperda* en un cultivo de sorgo de la zona de El Espinal (Tolima), para ello se procedió a la recolección de larvas de todos los instares, en campo.

Así, se realizó la cría masiva de *Spodoptera frugiperda*, y posteriormente las larvas de primer instar fueron llevadas a copas plásticas con 1,35 ml de dieta y su respectiva dosis de *Bacillus thuringiensis*.

Cepas bacterianas

Estas fueron seleccionadas por el Instituto de Biotecnología, de acuerdo a la concentración de proteína que produjeron y su posible espectro de acción, comparada con la cepa comercial HD1. La caracterización de cada uno de los aislamientos nativos se puede observar en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Hoja de vida de los aislamientos nativos de *Bacillus thuringiensis*.

Cepa	Localización	Altura msnm	HR (%)	Precipitación promedio (mm)	Tipo de suelo
M2006	Funza (Cundinamarca)	2.550	82	780	Ar
M3001	Funza (Cundinamarca)	2.550	82	780	L
M3003	Funza (Cundinamarca)	2.550	82	780	L
M3004	Funza (Cundinamarca)	2.550	82	780	L
M3007	Funza (Cundinamarca)	2.550	82	780	L
M3008	Funza (Cundinamarca)	2.550	82	780	L
M4001	Funza (Cundinamarca)	2.550	82	780	Ar
M5002	Tunja (Boyacá)	2.985	74	820	Ar
M5004	Tunja (Boyacá)	2.985	74	820	Ar
M28005	Silvania (Cundinamarca)	1.750	77	2125	FA

Ar: Arcilloso **L:** Limoso **FA:** Franco-Arcilloso

Fuente: propia del autor.

Medio de cultivo de las bacterias

De producción: para la fermentación de las cepas de *Bacillus thuringiensis* se utilizó caldo nutritivo (HCO); este proceso se llevó a cabo a 29 °C y 200 rpm.

Obtención del ingrediente activo (espora y cristal)

Después de la fermentación, se determinó la cantidad de ingrediente activo por la técnica de LOWRY, centrifugando a 4.000 rpm durante 15 minutos a 4 °C en un equipo Survall RC-3B.

Tabla 2. Características del cristal, bacilo, prueba de electroforesis, inmunodetección (Elisa) de cada uno de los aislamientos de Bt evaluados.

Muestra	Cristal	Bacilo	Electroforesis	Elisa
M2006	Rómbico	Encadenados alargados	130-70	Cry I
M3001	Rómbico y esférico	Encadenados alargados	130-70	Cry I
M3003	Rómbico y esférico	Encadenados alargados	130-70	Cry I
M3004	Rómbico y esférico	Encadenados alargados	130-70	Cry I
M3007	Rómbico y esférico	Encadenados alargados	130-70	Cry I
M3008	Rómbico y bipiramidal	Grandes encadenados	130-70	Cry I
M4001	Rómbico	Encadenados delgados	130-70	Cry I
M5002	Rómbico	Encadenados delgados	130-70	Cry I
M5004	Rómbico y bipiramidal	Encadenados delgados	130-70	Cry I
M28005	Rómbico	Encadenados	130-70	Cry I

Fuente: propia del autor.

Tabla 3. Tratamientos con *Bacillus thuringiensis* realizados bajo condiciones de laboratorio sobre larvas de primer instar de *S. frugiperda* para determinar la CL50.

Tratamiento	Dosis (mg/ml de Bt)
T0	0.0
T1	6.8E ⁻²
T2	3.4 E ⁻²
T3	6.8 E ⁻³
T4	6.8 E ⁻⁴
T5	6.8 E ⁻⁵
T6	6.8 E ⁻⁶

Fuente: propia del autor.

Determinación de rangos de mortalidad para el testigo comercial HD1

Con el fin de establecer parámetros de evaluación y comparación con aislamientos a ensayar, como cantidad de dosis a usar, metodología para realizar la lectura de mortandad y otros, se procedió a determinar estos parámetros con la cepa comercial en una dieta purificada (ver tabla 3).

Determinación de la actividad insecticida de los 10 aislamientos nativos de *Bacillus thuringiensis* con relación al estándar HD1

Después de obtener la CL50 de la cepa comercial HD1, se utilizó esta concentración expresada en i.a. para cada uno de los 10 aislamientos nativos de *Bacillus thuringiensis* (ver tabla 4).

Tabla 4. Aislamientos de *Bacillus thuringiensis* evaluados.

Tratamiento	Aislamiento
T1	M3001
T2	M3003
T3	M3004
T4	M3007
T5	M3008
T6	M2006
T7	M4001
T8	M5002
T9	M5004
T10	M28005
T11	HD1

Fuente: propia del autor.

Para cada aislamiento a probar, se suspendió en el agua que se agrega a la licuadora en el momento de preparar la dieta, luego de licuada la dieta se vertieron 2 ml por vaso plástico; posteriormente, cuando se gelificó se colocó una larva de primer instar por copa y se utilizó un pincel; por cada aislamiento se utilizó una dosis con tres unidades experimentales, cada una de ellas con 20 larvas colocadas individualmente para un total de 60 larvas por aislamiento, incluyendo al testigo absoluto. En total se utilizaron 780 larvas de primer instar para el segundo ensayo.

Prueba de efectividad

Estas se realizaron con el fin de determinar si la muerte del insecto fue causada por la bacteria o por un factor externo a esta, como manipulación, inapetencia u otros organismos.

Para esta se colectaron larvas muertas en las diferentes dosis y aislamientos, se les agregó agua y con la ayuda de un vortex se hizo una suspensión homogénea, de la cual se sacó parte para realizar un cultivo en agar nutritivo y comprobar que efectivamente la bacteria fue ingerida por el insecto; de la otra parte se tomó una gota para montarla en una lámina porta-objeto y hacer observaciones al microscopio, para distinguir fauna bacteriana externa de células de *Bacillus thuringiensis* (Arango *et al.*, 1993).

Al considerar el resultado anterior, se procedió al análisis de regresión "Método Probit" para el instar estudiado, al utilizar los datos de mortalidad originales.

La salida del análisis de regresión "Método Probit", mediante el paquete estadístico SAS, en los cuales se indica el intercepto y su pendiente, da como ecuación la siguiente:

$$Y = 7,032 + 0,629$$

Cálculo matemático de la concentración letal media

Con base en la ecuación de regresión "Probit", se hace $Y = 5$ (valor Probit correspondiente al 50 % de la variable dependiente de mortalidad) y se obtiene el valor de X (variable independiente), a este valor se le halla el antilogaritmo y se logra el valor real de la CL50, expresada en miligramos de ingrediente activo por mililitro de dieta purificada.

$$Y = 7,032 + 0,629X$$

$$Y = 5$$

$$X = 5 - 7,032 / 0,629$$

$$X = -3,230$$

Ahora antilogaritmo de -3,230

Se obtiene: CL50 = $5,88 \text{ E}^{-4}$ (mg/ml de dieta)

El análisis de la concentración letal media, el límite de confianza y los pendientes de la línea de regresión para condiciones de laboratorio no mostró diferencias significativas entre las replicaciones del bioensayo, por presentarse en

todos los casos sobrexposición de los límites de confianza del 95 % (Tabashnik, 1990).

Comparación de la mortalidad observada y esperada en la determinación de la CL50 de *B. thuringiensis*. En primer instar larval de *S. frugiperda*.

En la ecuación de regresión obtenida para el tiempo de evaluación de 120 horas, se sustituyeron los valores de X por el logaritmo de las concentraciones que se usaron en el experimento. Posteriormente, se determinó el valor de Y que se presenta en la tabla 6.

La prueba de X^2 de bondad de ajuste para el dato obtenido en el instar estudiado ($X^2 = 5,91$) fue no significativo al compararlo con X^2 tablas con K-2 grados de libertad y un nivel de significancia $\alpha = 0,005$ igual a 9,48. Se indica que la ecuación de regresión es una representación satisfactoria de los datos del experimento, ya que no existe discrepancia entre la mortalidad observada y esperada.

Tabla 6. Porcentaje de mortalidad de aislamientos nativos de *Bt.* en dieta purificada, en larvas de primer instar de *S. frugiperda* a las 120 horas.

Aislamientos	Mortalidad (%)
M2006	23,30
M3001	43,30
M3003	26,5
M3004	30,0
M3007	40,0
M3008	75,0
M4001	71,65
M5002	36,65
M5004	21,65
M28005	30,0

* Concentración: $5,88 \text{ E}^{-4}$ mg/ml de dieta = $3,25 \mu\text{g}/\text{cm}$

Fuente: propia del autor.

Tabla 5. Comparación de la mortalidad observada y esperada en la determinación de la CL50 del Bt., en larvas de primer instar de *S. frugiperda*.

log (dosis)	Y	P	n	No. Animales muertos		Discrepancia	(r-np) ²
				Obs (r)	Esp (np)	(r-np)	Np(1-p)
-1.16	6.30	90	25	25.00	22.50	2.5	2.770
-1.46	6.11	87	25	21.60	21.70	-0.1	-0.003
-2.16	5.67	75	25	15.60	18.80	-3.2	2.184
-3.16	5.04	51	25	11.00	12.80	-1.8	0.518
-4.16	4.41	28	25	8.30	7.00	1.3	0.335
-5.16	3.78	11	25	3.30	2.80	0.5	0.100

$$X^2 = 5,91 \quad (4GL) P > 0,05 \quad X^2 \text{ Tab} = 9,48$$

Fuente: propia del autor.

Diseño experimental

Para el primer ensayo de la determinación de CL50 se utilizó un diseño completamente al azar, con siete tratamientos (cada uno con 25 larvas de primer instar) y tres replicaciones. Para el segundo ensayo de la determinación de aislamientos promisorios de Bt, se arregló un diseño completamente al azar, con 11 tratamientos (cada uno con 20 larvas de primer instar) y tres replicaciones.

Análisis estadístico

Con el dato de mortalidad obtenido a las 120 horas, en condiciones de laboratorio y previamente hecha la transformación de estas mediante la fórmula $y = \arcseno \sqrt{X}$, los resultados del ensayo fueron sometidos a un análisis de varianza con el procedimiento Anova del software estadístico SPSS, versión 23, con un nivel de significación del 5 % (valor alfa de 0,05).

Tabla 7. Anova.

Mortalidad	Suma de cuadrados	gl	F	Media cuadrática	Sig.
Entre grupos	1.527,905	6	254,651	534,767	,000
Dentro de grupos	6,667	14	,476		
Total	1.534,571	20			

Fuente: propia del autor.

La significancia (Sig) de los tratamientos es 0,00, menor al valor de alfa de 0,05, por tanto se rechaza la hipótesis nula (H_0) de igualdad entre tratamientos y de la cual se puede concluir que los tratamientos discriminados en dosis presentan diferencias altamente significativas entre sí. El coeficiente de variación obtenido fue de 14,81 %, lo cual concuerda con lo reportado por Dulmage *et al.*, citado por Gallegos (1990), donde menciona que para validar un bioensayo, el coeficiente de variación debe ser menos o igual al 20 %.

Discusión de resultados

Con la concentración letal media para larvas de primer instar de *Spodoptera frugiperda* con la cepa HD1 de *Bacillus thuringiensis*, la cual fue de 3,25 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, que comparado con los resultados obtenidos por (7), para tres cepas nativas de *Bacillus thuringiensis*, se estimaron valores de CL50 de 7.636, 3.867 y 3.966 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, respectivamente; así se presentó un nivel menor de CL50.

Esto se puede evidenciar por lo corroborado por López-Edwards *et al.* (1999), quienes encontraron que las larvas de *Spodoptera frugiperda* tienen diferentes grados de susceptibilidad a *Bacillus thuringiensis*, relacionado con la ubicación geográfica del insecto.

Además, Hernández (1988) menciona que las larvas de *Spodoptera frugiperda* presentan una susceptibilidad diferente al *Bacillus thuringiensis*, y ello está relacionado a la especie o subespecie que se utilice en el control biológico.

Es transcendental resaltar que la susceptibilidad de una especie de lepidóptero a las toxinas de *B. thuringiensis* obedece directamente al tipo de toxinas que contenga cada cepa, ya que se conoce que existe una enorme variedad de proteínas Cry, con más de 250 diferentes genes que las codifican (Crickmore *et al.*, 1998), (Del Rincón *et al.*, 2006).

Es importante destacar que la cepa nativa (M3008) fue la más tóxica de las diez estudiadas, de modo que sería importante continuar con una identificación a nivel molecular de su contenido de genes Cry, como ya se ha realizado con anterioridad para disímiles cepas de *B. thuringiensis* por medio de la técnica del PCR (Chak *et al.*, 1994; Bravo *et al.*, 1998, citado por Del Rincón *et al.*, 2006).

Las larvas de primer instar de *Spodoptera frugiperda* se ven afectadas con el uso de toxinas de *Bacillus thuringiensis*, al afectar su desarrollo larval y el fenómeno de alimentación, producto de la intoxicación bacteriana, tal como lo registran Navon y Federici (1992), Stapel *et al.* (1998) y Flórez (2000).

Conclusiones

Se determinó la concentración letal media para larvas de primer instar de *Spodoptera frugiperda* con la cepa HD1 de *Bacillus thuringiensis*, la cual fue de 5,88 E^{-4} mg/ml de dieta.

El desarrollo de la metodología planteada es viable de realizar para insectos que se pueden criar en condiciones de laboratorio. Esta permite comparar directamente la efectividad de cepas o aislamientos nativos de *Bacillus thuringiensis*, a las que no se les conoce su actividad, con cepas con las que ya se les ha determinado su actividad en insectos lepidópteros.

El aislamiento nativo de mejor comportamiento en dieta purificada en larvas de primer instar de *Spodoptera frugiperda* es la M3008, seguidamente del aislamiento M4001.

En lo concerniente al tiempo de evaluación del bioensayo, se concluye que el tiempo óptimo de evaluación de los tratamientos es de 120 horas, porque en ese periodo el porcentaje de mortalidad larval se estabiliza.

Agradecimientos

El autor de este trabajo de investigación expresa su agradecimiento a la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, por permitir el uso de los laboratorios de Entomología y cuarto climatizado. Al Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, por la financiación del proyecto y por permitir el uso de los laboratorios.

A todas las demás personas que colaboraron con el desarrollo de este trabajo.

Referencias

- Acosta, M. y Baquero, G. M. (1984). *Desarrollo del control biológico de insectos plaga del algodonero en Colombia*.
- Angulo, J. M. y Negrete Barón, F. (2000). *El gusano cogollero del maíz (Spodoptera frugiperda Smith)*. Recuperado de: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4870/2/20061127153058_1%20gusano%20cogollero%20del%20maiz.pdf
- Arango, A. R. y Rodríguez, F. A. (1993). *Propuesta de una metodología para la eficiencia de tres cepas de Bacillus thuringiensis sobre Heliothis virescens*. Bogotá:
- Cenipalma. (1992). *Control microbiano de insectos*. Bogotá: Cenipalma.
- Chango, L. I. (2012). *Control de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en el cultivo de maíz (Zea mays L.)*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Clavijo, S. y Pérez Greiner, G. (2000). *El Maíz en Venezuela*. Venezuela: Fundación Polar.
- Del Rincón-Castro, M. C., Méndez-Lozano, J. e Ibarra, J. E. (2006). Caracterización de cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* con actividad insecticida hacia el gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: noctuidae). *Folia Entomológica Mexicana*. 45 (2). México: Sociedad Mexicana de Entomología.
- Flórez, R. (2000). *Efecto de la variedad de maíz sobre el desarrollo y susceptibilidad de larvas de Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: noctuidae) a Bacillus thuringiensis*. México: Universidad de Colima.
- Gallegos, M. (1990). Implementación de la concentración mínima letal como método para cuantificar actividad de formulaciones de *Bacillus thuringiensis*. *Biota*.
- Hernández M. J. L. (1988). Evaluation de la Toxicité de *Bacillus thuringiensis* sur *Spodoptera frugiperda*. *Entomophaga*. (33). Pp. 163-171.
- Jurat-Fuentes, J. L. (2008). Jurat-Fuentes Laboratory, insect physiology and molecular pathology. Disponible en <http://web.utk.edu/~jurat/>
- López-Edwards, M., Hernández-Mendoza, J. L., Pescador-Rubio, A., Molina-Ochoa, J., Lezama-Gutiérrez, R., Hamm, J. J. & Wiseman, B. R. (1999). Biological differences between five populations of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) collected from corn in Mexico. *Florida Entomologist*, 82 (2). Pp. 254-262.
- López Pérez, J. T. (2008). Selección artificial para el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) con el virus SJNPV y efectividad biológica en campo en combinación con un abrillantador óptico. México: Universidad de Guadalajara.
- García, R. F., Mosquera, A., Vargas, S. C. y Rojas, L. (1999). Manejo integrado del gusano cogollero del maíz. *Boletín técnico*. Corpoica.
- Pepa, G. H. (2013). *Oruga Militar Tardía: "Un Bicho Muy Peligroso En Maíz"*. Recuperado de: <http://www.cordobatimes.com/el-campo/2013/12/04/oruga-militar-tardia-un-bicho-muy-peligroso-en-maiz/>

- Peralta, R. (2014). *Spodoptera frugiperda* [Smith] en Maíz. Recuperado de: <http://horizonteadigital.com/spodoptera-frugiperda-smith-en-maiz/>
- Navon, A., Hare, J. D. & Federici, B. A. (1993). Interactions among *Heliothis virescens* larvae, cotton condensed tannin and the CryIA(c) δ -endotoxin of *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Chemical Ecology*. 9 (11). Pp. 2485–2499.
- Stapel, O. J., Waters, D., Ruberson, J. & Lewis, J. W. (1998). Development and Behavior of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae in Choice Tests with Food Substrates Containing Toxins of *Bacillus thuringiensis*. *Biological Control*. (11) 1. Pp. 29-37.
- Sánchez, M. (2008). Maíz transgénico y economía española. Recuperado de: <http://curiosidadesdelamicrobiologia.blogspot.com.co/2008/04/maiz-transgnico-y-economia-espaola.html>
- Sauka, D. H. y Benintende, G. B. (2008). *Bacillus thuringiensis*: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. *Revista argentina de microbiología*. (40) 2.
- Soberón, M. y Bravo, A. (s.f.). *Bacillus thuringiensis* y sus toxinas insecticidas. En E. Martínez Romero & J. C. Martínez Romero (Eds.), *Microbios* (capítulo 12). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tabashnik, B. E., Cushing, N. L., Finson, N. & Johnson M. W. (1990). Field Development of Resistance to *Bacillus thuringiensis* in Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Economic Entomology*. (83) 5. Pp. 1671-1676.

Evaluación de la acción del cloruro de sodio, nitrato de potasio y tripolifosfato de sodio en la descongelación de las costillas de cerdo

Laura Isabel Márquez M.¹, Nathalia Barragan Y.²
Carlos Hernán Pantoja A.³

Fecha de recepción: 17 de noviembre del 2016 / **Fecha de aceptación:** 25 de abril del 2017

Resumen

Para hacer una correcta descongelación de la carne de las costillas de cerdo influyen factores como: la hidratación interna de la carne, la conservación de su peso, sus características nutricionales y su duración. Generar un protocolo que ayude a conservar todas esas características permitirá a la empresa Cárnicos Stefany manejar adecuadamente su producto, al respetar sus características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas, para evitar así la pérdida de peso por deshidratación en el producto terminado, y así mismo aumentar sus ganancias. Para ello, se utilizaron cinco tratamientos basados en disoluciones con tres aditivos diferentes, los cuales son cloruro de sodio (NaCl), nitrato de potasio (KNO₃) y tripolifosfato de sodio (Na₅P₃O₁₀), los tratamientos se hicieron a temperatura ambiente (entre 19 y 22 °C) y en refrigeración (entre 0 y 3 °C) al alterar las concentraciones de estos aditivos en la disolución (1%, 3% y 5%), al igual que la combinación entre ellos (aditivos individuales, cloruro de sodio-polifosfato y nitrato de potasio-polifosfato) con el fin de determinar con qué tratamiento se obtuvieron los mejores resultados para la descongelación, al basarse en la evaluación de las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de las costillas, posteriores al tratamiento. Adicionalmente a ello, se generó el protocolo que proporcionó los mejores resultados en cuanto al tiempo de descongelación y peso de la materia prima.

Palabras claves: costillas de cerdo, descongelación, protocolos, cloruro de sodio, nitrato de potasio, tripolifosfato de sodio.

Evaluation of the effects of sodium chloride, potassium nitrate and sodium tripolyphosphate on the thawing process of pork ribs

Abstract

Properly thawing meat, in this case pig ribs, means that factors such as the meat's hydration, the conservation of its weight, its nutritional features and its duration must be taken into consideration. In order to generate a protocol capable of aiding to preserve such properties will allow Cárnicos Stefany to fittingly handle their product respecting its physicochemical, microbiological and organoleptic properties. In accordance to the aforesaid, the loss of weight due to dehydration in the finished product is avoided and, thus, the income of the company is increased. To this end, five treatments that are based on dissolutions of three different additives - sodium chloride (NaCl), potassium nitrate (KNO₃) and Sodium tripolyphosphate (Na₅P₃O₁₀) - were employed. Such treatments were conducted at room temperature (between 19 and 22 C) and at a different refrigeration temperatures (between 0 and 3 C) altering the concentration of the aforementioned additives (1%, 3% and 5%), as well as the combination amongst them (individual additives, Sodium chloride-polyphosphate and Potassium nitrate-polyphosphate). These procedures were executed in order to determine with which treatment the best thawing results were achieved by basing the analysis on the assessment of the physicochemical, microbiological and organoleptic features of the post-treatment ribs. Additionally, the most efficient protocol considering the times of thawing and weight of the raw material was generated.

Keywords: pork ribs, thawing, protocols, sodium chloride, potassium nitrate, sodium tripolyphosphate.

¹ Estudiante de Ingeniería de Procesos, Universidad Mariana, Pasto, Colombia, lamarquez@umariana.edu.co

² Estudiante de Ingeniería de Procesos, Universidad Mariana, Pasto, Colombia.

³ Biólogo, Especialista en educación, Magister en docencia universitaria.

Introducción

La carne de cerdo es un alimento altamente nutritivo y es aceptado por los consumidores, no solamente por sus características organolépticas, sino también por sus efectos nutricionales.

El proceso de descongelación es el inverso al de la congelación y existen algunas diferencias entre ambos, puesto que la conductividad térmica de los tejidos congelados es mucho menor que la de los no congelados. Además, la formación de una capa acuosa en la superficie del producto que se está descongelando forma una barrera que mantiene el producto un largo período a 0 °C, con todos los problemas que esto implica, como el aumento de la concentración, las recristalizaciones y el incremento de microorganismos (Gutiérrez, 2012). La temperatura juega un papel crucial en el almacenamiento, procesamiento, manejo y distribución, tanto de materias primas como de productos terminados.

Este factor influye de manera determinada en la vida útil de los productos, debido a que el abuso de la temperatura favorece la proliferación de los microorganismos causantes de deterioro, así como de patógenos (Jiménez, 2012).

Del adecuado manejo de la cadena de frío depende la posibilidad, en muchas ocasiones, de que un producto acceda a mercados del orden regional, nacional o internacional, pues con ello se garantiza la inocuidad del producto, esto especialmente cuando se trata de productos de origen agropecuario susceptibles de transformación o beneficio.

Para el productor, se hace necesario establecer protocolos que garanticen no solo el proceso de enfriamiento y empaque, en este caso de las costillas de cerdo, sino el de la descongelación, para que las propiedades organolépticas no se vean afectadas y desemboquen en procesos fisicoquímicos y microbiológicos de descomposición, putrefacción, entre otros.

Estandarizar el proceso de descongelación de las costillas de cerdo de la empresa “Cárnicos Stefany” podrá extrapolarse a otros productos cárnicos que se manejen en idénticas condiciones, previa evaluación del proceso estandarizado para este producto.

Metodología

Se organizó una metodología, de tal modo que esta se ajustara a los requerimientos y objetivos de la investigación, para ello, en primera instancia se realizó la caracterización de la materia prima recibida, la cual fue seleccionada de forma aleatoria entre los lotes que llegan a la empresa.

Para la caracterización se realizaron pruebas físico-químicas, microbiológicas y organolépticas, para determinar las condiciones de la materia prima previas al tratamiento.

Caracterización físico-química

Determinación de humedad. Se agregaron aproximadamente 3 g de la muestra a una cápsula de porcelana y se registró el peso del conjunto. Posteriormente, se llevó la muestra al horno por dos horas a 100 °C. Ya pasado este tiempo, se retiró la muestra del horno y se llevó al desecador por 20 minutos, se pesó nuevamente la cápsula junto a la muestra posterior a la aplicación del procedimiento para determinar su humedad.

Determinación de cenizas. Se tomaron aproximadamente 3 g de la muestra y se pusieron en un crisol para registrar el peso de ambos, posteriormente, se llevó la muestra a una mufla durante una hora a 600 °C. Al finalizar el procedimiento, se llevó la muestra al desecador por 20 minutos y posteriormente se registró su peso.

Determinación de pH. Se pesaron aproximadamente 10 g de muestra, se trituraron y homogeneizaron con agua destilada y se

dejó reposar por 30 minutos. Después, con un pH-metro previamente calibrado, se realizó la medición del pH de la mezcla homogeneizada y posteriormente se comprobó el rango con papel indicador de pH.

Determinación de proteínas. Según el método Kjeldahl, estipulado en la NTC 1556.

Determinación de grasas. Según el método Soxhlet, estipulado en la NTC 1556.

Nota: las dos últimas se realizaron en Laboratorios del Valle S.A.S.

Caracterización microbiológica. Metodología realizada según NTC 1325, en Laboratorios del Valle.

Caracterización organoléptica. Se tomó un panel de 10 observadores de diferentes edades.

Color. Se realizó la observación con respecto al color de la materia prima, también de la uniformidad del color y la cantidad de grasa que se observó en la muestra.

Olor. Se verificó si tenía el olor característico de la costilla de cerdo y cada observador registró los datos de acuerdo a su criterio de observación. También se realizaron observaciones de si la muestra llegó a tener olor pútrido o rancio, anormal al olor característico.

Consistencia. Los observadores tuvieron que determinar la consistencia de la muestra con respecto a los siguientes aspectos: masa compacta y blanda, pero firme y fácil de cortar, no debía estar exudativa.

Hueso blando. Se verificó la consistencia del hueso, para que no estuviera muy suave y que no estuviera fraccionado.

Hueso duro. Se determinó el olor y el color característicos del hueso.

Los observadores registraron cada aspecto de acuerdo a su criterio individual, ya que de presentar anomalías estas deberían ser registradas.

Una vez realizada la caracterización, se generó un diseño experimental para la descongelación de las costillas de cerdo, en el cual se tomaron como base los siguientes aditivos: cloruro de sodio (NaCl), nitrato de potasio (KNO₃) y tripolifosfato de sodio (Na₅P₃O₁₀).

Se generó un diseño que cuenta con 60 pruebas, de las cuales 30 se realizan a temperatura ambiente (entre 19 y 22 °C) y las 30 restantes en refrigeración (entre 0 y 3 °C).

Pruebas para el tratamiento

Como aditivos base para los tratamientos, se utilizaron tres que son usados en el proceso de producción de la costilla de cerdo, los cuales se eligieron de acuerdo a sus características y funciones. Estos son:

- **Cloruro de sodio (NaCl).** Es un preservativo que ayuda a disminuir la actividad acuosa⁴ de la costilla.
- **Nitrato de potasio (KNO₃).** Esta es una sal de curación que ayuda a la preservación de la costilla.
- **Tripolifosfato de sodio (Na₅P₃O₁₀).** Este, al igual que muchos polifosfatos comerciales, es utilizado como retenedor de agua o humedad, lo cual está íntimamente relacionado con el peso de la misma.

Estas pruebas se dividen según la siguiente tabla:

⁴ Agua disponible para crecimiento bacteriano

Tabla 1. *Diseño del tratamiento para la descongelación de las costillas de cerdo.*

Tratamiento para la descongelación de las costillas de cerdo						
Temperatura	Ambiente			Refrigeración		
Concentración (%)	1	3	5	1	3	5
Aditivos puros	Cloruro de sodio					
	Nitrato de potasio					
	Tripolifosfato de sodio (STPP)					
Aditivos combinados	STPP + cloruro de sodio					
	STPP + nitrato de potasio					

Fuente: propia del autor.

Al tener en cuenta que cada una de las pruebas estimadas fue replicada en exactas condiciones...

Las pruebas consisten en agregar la cantidad necesaria de aditivo(s) en agua y preparar la solución, tomar la costilla de cerdo y agregarla al tanque con la solución, para registrar el tiempo, y con un termómetro de punzón anotar la temperatura interna (dentro de la costilla) y la temperatura externa (de la solución).

Una vez aplicados los tratamientos, se genera una anova⁵ que permita determinar las mejores condiciones para que la costilla no solo se descongele en óptimas condiciones, sino que también, por medio del proceso por osmosis, se halle una mejor retención de agua, y se conserve con los aditivos en la salmuera, evitando la putrefacción temprana (para el diagrama metodológico ver anexo 1).

Resultados y discusión

La descongelación es un procedimiento tan importante en la industria alimenticia que su manejo inadecuado puede interferir en las

condiciones de calidad tanto nutricional como de durabilidad.

Las muestras para aplicación de tratamientos y pruebas fueron elegidas entre lotes de carne de la empresa Cárnicos Stefany, de forma aleatoria.

Para aplicar cualquier tratamiento, en primera instancia es necesario determinar las características propias del producto, en este caso de las costillas de cerdo, y así determinar la calidad de estas según las normas técnicas colombianas. De acuerdo a esto, se determinaron los factores de análisis de calidad.

De los análisis organolépticos, al ser tan subjetivos, estos siempre dependen del analizador y no son cuantificables, sin embargo, a gran escala puede decirse que los factores son aceptados por los analizadores y ya que todo depende del observador, es imposible determinar un número o una norma cuantitativa para seguirlo, así, estas características serían las adecuadas, ya que cualitativamente presenta factores característicos de la costilla.

⁵ Anova: análisis de varianza (analysis of variance), es una herramienta estadística que evalúa la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores.

Tabla 2. Características organolépticas generales de la materia prima.

Muestra	Característica	Observación
Materia prima	Color	Rosa pálido característico
	Olor	Característico no pútrido
	Consistencia	Masa compacta y blanda, pero firme y fácil de cortar.
	Hueso blando	Compacto, blando, no fraccionado.
	Hueso duro	Olor característico, sin anomalías

Fuente: propia del autor.

Tabla 3. Factores fisicoquímicos de las costillas de cerdo.

Muestra	Factor	Porcentaje
Materia prima	Proteína total	27,1
	Materia grasa	30,2
	Cenizas	0,7
	Humedad	60,1
	pH	5,5 (escala de pH)

Fuente: propia del autor.

Según la NTC 1556 (ICONTEC, 2008), la carne de cerdo tiene un promedio de 18 a 23 gramos de proteínas por cada 100 gramos de carne, y de acuerdo a los datos observados (tabla 3) en las pruebas esta se sobrepasa un poco a la cantidad definida de proteínas, sin embargo, al igual que otros factores, esta está relacionada con la especie del cerdo, el corte o el trozo que se tome y la edad del cerdo al sacrificio, ya que cuanto más joven es el animal, este aportará menos nutrientes (entre ellos proteínas) que si se trata de un adulto, pero su carne será más tierna y jugosa que la de los cerdos adultos.

La materia grasa en un cerdo depende de la especie y de la alimentación que este haya tenido durante su vida, sin embargo, hay un rango estimado dependiendo de la parte del cerdo

de donde se tome la muestra, este se encuentra generalmente entre el 30 y el 48 % de materia grasa, por lo que se afirma que se encuentra dentro del rango y cumple con la cantidad general de materia grasa.

Las cenizas que son el residuo inorgánico que queda después a calcinar la muestra deben estar entre 0,6 y el 1 % (FAO, 2015), ya que de presentar un porcentaje de cenizas superior al 1 % puede determinarse la presencia de un adulterante inorgánico en la muestra, sin embargo, esta con un 0,7 % de cenizas se encuentra en un rango aceptable.

El porcentaje de humedad general para la carne de cerdo se encuentra entre el 40 y 75 %, y en el caso de la muestra analizada se encontró

un porcentaje de humedad de 60,1 %, el cual se encuentra dividido en “agua libre” o absorbida (que es la que se encuentra en mayor magnitud, y que se libera muy fácilmente) y el “agua ligada”, la cual se encuentra al interior del producto y que está ligada a las proteínas o hidratos presentes en la fibra animal (HART, 1991).

El pH, al servir como medida ante factores como la conservación y el estado del producto, nos da una idea de las condiciones de higiene que posee el producto, esto ya que muchos microorganismos pueden llegar a proliferarse dentro de la carne, lo cual resulta ser muy peligroso porque de ser consumida puede generar distintas afecciones en el organismo, por lo tanto que este factor (aplicado en cárnicos como la costilla de cerdo) debe clasificarse en alguno de estos rangos:

Tabla 4. Interpretación cualitativa de los rangos de pH.

Valor de pH	Clasificación de la carne
5,4 – 5,6	Normal
<5,4	PSE (pálida, blanda y exudativa)
>5,6	DFD (oscura, firme y dura)

Fuente: propia del autor.

Si se verifica (tabla 3) el último cuadro donde se encuentra el valor para el pH y al realizar la interpretación cualitativa (tabla 4), este es un pH normal para la carne y que a su vez coincide con las características expresadas en las observaciones de los analizadores de los rasgos organolépticos (tabla 2).

De acuerdo a lo estipulado en la NTC 4458, la cual especifica los métodos y las cantidades microbiológicas de coliformes y *E. coli* para alimentos cárnicos aptos para el consumo

humano, se tiene que una cantidad satisfactoria o aceptable para estos coliformes debe ser <3.0 UFC y así ser aptas para el consumo humano o animal. La precisión de estas se debe a que se realizaron en laboratorios que cuentan con equipos especializados para brindar mejores resultados y realizar un análisis determinante.

De acuerdo a esto, se puede decir que la cantidad de coliformes encontrados en la muestra es satisfactoria para la cantidad en la muestra y, por tanto, esta es satisfactoria para consumo humano.

Según lo estipulado en la NTC 4666 para *Listeria monocytogenes* y los valores aceptados para la cantidad UFC, se logró determinar que esta cepa estaba ausente en la muestra y, por lo tanto, se afirma que es apta para consumo humano según la normatividad vigente.

La salmonela es un microorganismo altamente virulento y perjudicial para los seres humanos, por lo que su ausencia o presencia en un alimento es determinante para la aceptabilidad de este en el mercado. Determinar estos factores con altos estándares de precisión permiten al producto su venta y posterior comercialización, previa caracterización.

Tabla 5. Factores biológicos analizados en la materia prima y su conformidad según los criterios de Invima⁶ para productos cárnicos de consumo humano.

Factor biológico	UFC ⁷	Criterio Invima
Coliformes totales	<3,0	Conforme
Coliformes fecales	<3,0	Conforme
<i>Listeria Monocytogenes</i>	Ausente	Conforme
Mohos y levaduras	<10	Conforme

Fuente: propia del autor.

⁶ NTC 1325 y sus derivados para análisis microbianos.

⁷ Unidades formadoras de colonias.

Al tener esto en consideración, se determina que el microorganismo *Salmonella spp* se encuentra ausente en la muestra analizada y, por lo tanto, según la NTC 4574 es apto para consumo humano (tabla 5).

El factor coagulasa es un activador presente en la mayoría de las cepas de *Staphylococcus aureus* y este presenta un importante factor de virulencia, ya que de este factor depende la capacidad de este microorganismo para formar depósitos en el medio al cual entra. De acuerdo a esto y según lo estipulado en la NTC 4779, un UFC <100 establece un factor conforme y apto para consumo humano en cuanto a productos de tipo cárnico.

Es muy importante realizar las pruebas en entidades que aseguren una certeza y precisión en sus análisis, ya que de estos depende que el producto sea aceptado o rechazado y que pueda ser consumido por las personas.

De acuerdo a las 60 pruebas realizadas según la tabla 1, mediante una anova, se determina una comparación entre los factores de tiempo vs sales, concentración y temperatura.

- **Sales.** Siendo 1, 2 y 3 las soluciones de aditivos puros y 1 la solución de cloruro de sodio, donde el orden de estas obedece a la tabla 1. Entonces 4 y 5 son las sales combinadas, en las que se puede apreciar que el menor tiempo posible se encuentra en la solución número 1 y que corresponde al cloruro de sodio.
- **Concentración.** Se tiene que 1 es la concentración al 1%, 2 al 3% y 3 la concentración al 5%, por lo que tienden a ser casi lineales al determinar que el tiempo no es representativo y el menor periodo posible se tiene en la concentración 1 que es al 1%.
- **Temperatura.** Siendo 1 la temperatura de refrigeración y 2 la ambiente, se puede observar que el tiempo mínimo para estas se da a temperatura de refrigeración.

De acuerdo a ello, se puede decir que aunque el tiempo no sea un factor representativo se determina que la solución de cloruro de sodio y agua a una concentración del 1% y en temperatura de refrigeración tiene los mínimos

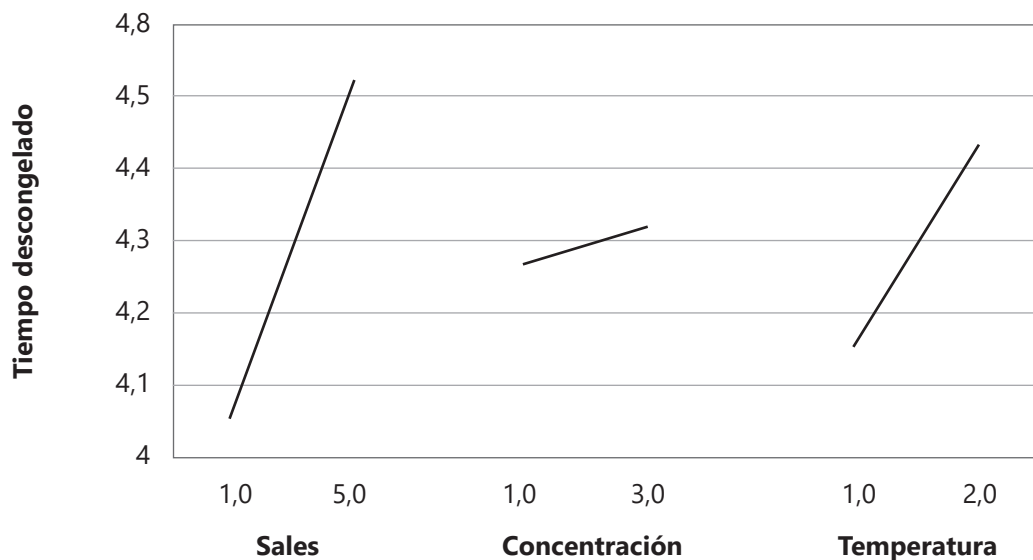


Gráfico 1. Principales efectos para el tiempo de descongelación.

Fuente: propia del autor.

tiempos posibles al actuar en conjunto. Así, se genera el protocolo que obedece a las condiciones que brindan los mejores resultados para la descongelación (procedimiento operacional estándar que se explica mejor al ver el anexo 2).

Conclusiones

- La caracterización de la materia prima utilizada arrojó resultados satisfactorios, aceptados por la NTC.
- De acuerdo a las pruebas aplicadas se obtuvo que la solución con cloruro de sodio al 1% y en temperatura de refrigeración proporciona los mejores resultados para la descongelación de la materia prima.
- El protocolo generado establece condiciones que permiten la conservación de las características de la materia prima y permiten una descongelación controlada.

Sugerencias

- Al tener en cuenta que el tiempo resulta no ser un valor representativo, se sugiere realizar un nuevo análisis de varianza al usar un factor de evaluación como el peso de la costilla.
- Se sugiere verificar el comportamiento del protocolo generado con respecto al peso de la costilla.
- De obtener resultados diferentes, ajustar el protocolo a los nuevos factores que preserven el peso de la costilla y que presenten las mejores características.

Agradecimientos

Expresamos nuestro más profundo y sincero agradecimiento a Hugo Andrés Gomajoa, quien estuvo al tanto de todo el proceso de investigación y fue un apoyo muy importante

dentro de la misma, también queremos agradecer al señor Richard Portilla, gerente de la empresa Cárnicos Stefany, por permitirnos desarrollar esta investigación en las instalaciones de su empresa.

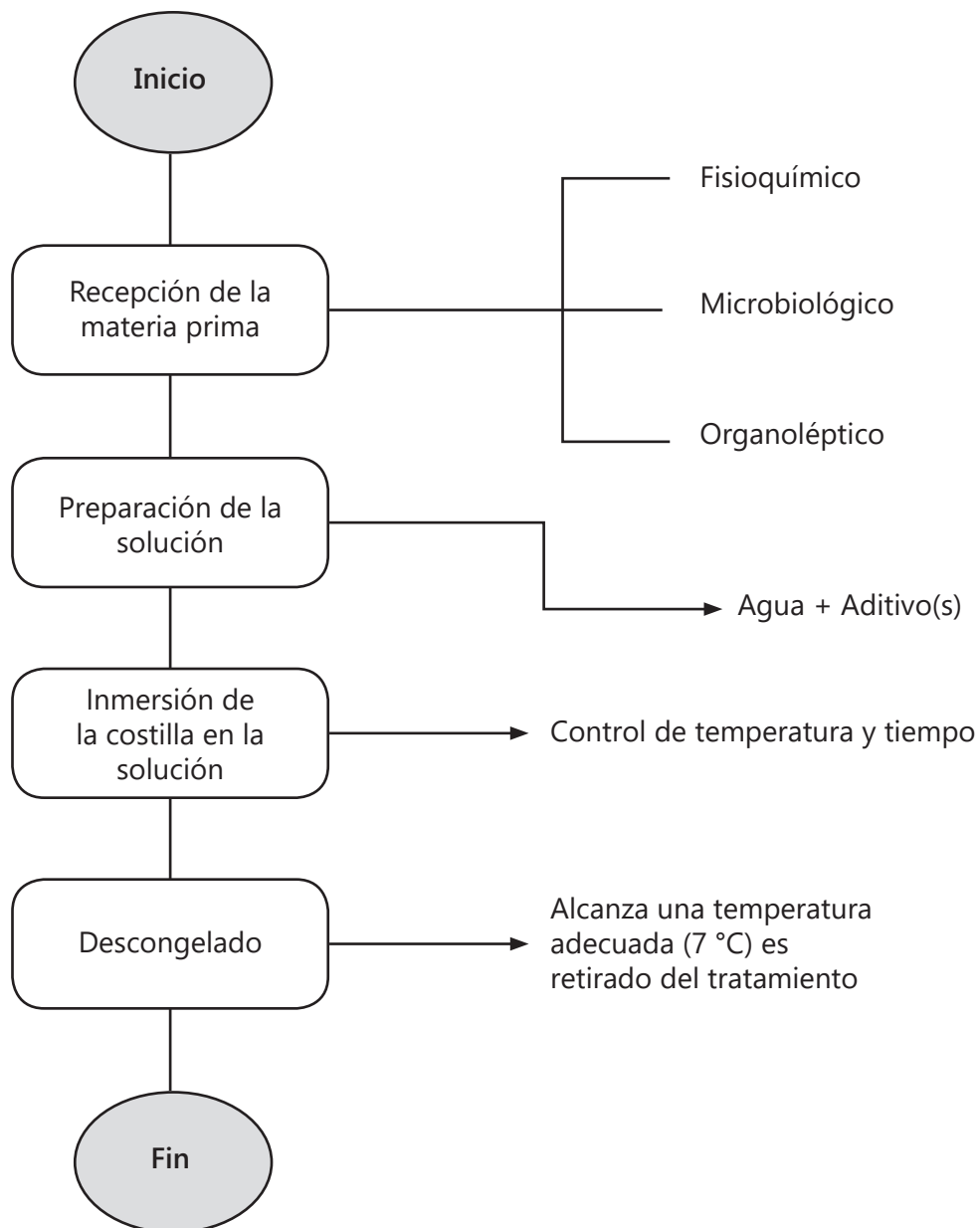
Además de agradecer a todas las personas que nos apoyaron durante todo el desarrollo de la investigación, hacemos un reconocimiento a nuestros padres, abuelos, maestros, amigos y a Dios, por permitirnos la vida, la oportunidad de compartir y encontrarnos en espacios tan bonitos como la academia.

Referencias


- FAO. (5 de Marzo de 2015). *Composicion de la carne*. Obtenido de Producción y sanidad animal: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html
- Gutiérrez, J. B. (2012). *Calidad de vida, Alimentos y Salud Humana: Fundamentos científicos*. Ediciones Díaz de Santos.
- HART, F. (1991). *Análisis moderno de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Herrera A., F., & Suárez Q., W. (2013). AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE *Listeria spp.*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 257-265.
- ICONTEC, C. t. (2008). NTC 1556. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- Jiménez, E. (2012). Importancia de la conservación de la cadena de frío. *IDEA FSI Newsletter*.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Cuarta edición. México: Pearson Addison Wesley.
- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica, principios generales de los alimentos*. España: Ediciones Díaz de Santos S. A.

- FAO. (2015). *Composición de la carne*. Recuperado de: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html
- FAO/OMS. (1991). Informe de la 15a reunión del comité del Codex sobre productos cárnicos elaborados. Roma: FAO.
- Folsom, J. & Frank, J. (2006). Chlorine resistance of *Listeria monocytogenes* biofilms and relationship to subtype, cell density, and planktonic cell chlorine resistance. In *J. Food Prot.* (6) 69. Pp. 1292-1296.
- Gutiérrez, J. B. (2012). *Calidad de vida, alimentos y salud humana: fundamentos científicos*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Hart, F. (1991). *Análisis moderno de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Icontec. (2008). *Productos cárnicos procesados no enlatados*. Bogotá: Icontec.
- Laboratorio de alimentos I. (2010). *Análisis de alimentos*. Fundamentos y técnicas. México: Universidad Autónoma de México (UNAM).
- López, V. (2012). *Composición química de los alimentos*. Primera edición. México: Red Tercer Milenio S.C.
- Rojas, I. J. (2005). *Manual de prácticas tecnología de carnes*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Sánchez, E. (2014). Protocolo de análisis básico nutricional. *Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)*. Colombia: Laboratorio de control de calidad.
- Torricella, R. G. y Huerta, V. M. (2008). *Análisis sensorial aplicado a la restauración*. Segunda edición. Cuba: Editorial Universitaria.
- Torricella, R. G., Zamora, E., y Pulido, H. (2007). *Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria*. Editorial Universitaria.
- Zamora Utset, E. (2007). *Evaluación objetiva de la calidad sensorial de los alimentos procesados*. Cuba: Editorial Universitaria.

Anexos



PROCEDIMIENTOS OPERACIONAL STANDAR (POE)

		TÍTULO: EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONDICIONES DE DESCONGELADO DE LA MATERIA PRIMA CARNICA UTILIZADA EN LA EMPRESA CÁRNICOS STEFANY			POE
		Objetivo: establecer un protocolo para el descongelamiento de la costilla de cerdo utilizadas en la producción de costilla ahumada de cerdo, en la empresa Cárnicos Stefany			Versión 0.1
					Mayo de 2016
ETAPA	BASE PHVA	FLUJOGRAMA	DESCRIPCIÓN	RECOMENDACIONES	RESPONSABLE
1	H	Recepción de la materia prima	Observar características color, olor, textura, temperatura de llegada, empaque y etiquetado		Operario
1	H	Almacenamiento	Temperatura de congelación a -15 °C		Operario
1	H	Pruebas de calidad	Fisicoquímico Microbiológico Organoléptico	Evaluar que esta sea aceptable	Operario
1	H	Preparación de la salmuera	La solución acompañada de sal común 1% agua mas costilla de cerdo		Operario
1	H	Inmersión de la costilla en la solución marina	Proceso de osmosis donde la costilla entrara a - 5 grados en un ambiente de refrigeración		Operario
1	H	Descongelamiento	En esta etapa el descongelamiento se dio en el tiempo 4 y a la temperatura interna del producto requerida de 6 °C	Controlar tiempo y temperatura	Operario

Sistema de iluminación automatizado para cuarto de crecimiento de cultivos vegetales

Gustavo Alberto Ríos Cortes¹, Santiago Sánchez Escobar²
Rubén Darío Cárdenas Espinosa³

Fecha de recepción: 17 de noviembre del 2016 / **Fecha de aceptación:** 8 de marzo del 2017

Resumen

El presente proyecto pretende diseñar y desarrollar el prototipo de un sistema de iluminación, en el cual se pueda programar el tiempo por separado de encendido de cada una de las lámparas. El proyecto parte de la necesidad de que los cultivos vegetales, para su manutención, necesitan estar expuestos a la luz por ciertos periodos de tiempo, dependiendo de las características de cada cultivo.

Los sistemas que hay en la actualidad son totalmente manuales y los tiempos que deben estar encendidas las lámparas deben ser monitoreados por los usuarios, debido a que tienen un sistema de temporización mecánico. Dada esta falta de control en la iluminación, no se obtienen los resultados esperados y se retrasan ciertos procesos específicos de los estudios sobre las plántulas.

La metodología empleada en el proyecto corresponde a una investigación experimental y se enmarca en un enfoque empírico analítico de carácter descriptivo y de corte transversal, en el proceso del desarrollo del proyecto en la línea electrónica y de telecomunicaciones, del programa TecnoParque Nodo Manizales, SENA, Regional Caldas. El resultado esperado es desarrollar un equipo con el cual se pueda automatizar el sistema de iluminación y controlar el tiempo de encendido/apagado de cada una de las lámparas por separado, al configurar el tiempo por medio de una interfaz sencilla para el usuario final, a través de un teclado y de un display, donde se verán los datos ingresados

Palabras claves: sistema de iluminación, prototipo, automatización, micro controladores, vegetales, tecnoParque.

Lighting control system for grow rooms

Abstract

The current project aims to design and develop a lighting control system prototype with which the separate programming of each of the grow lights will be setup. This project intends to meet the crops needs that require to be exposed to light for certain periods of time for their maintenance, which may vary depending on each sown field conditions.

The current illumination devices are manual; this means that the periods of time in which the lights have to be turned on must be monitored by the users due to the fact that such lights' temporizers are mechanical. Owing to this lack of control in the illumination, the results expected are not met and some specific procedures in the studies on seedlings are delayed.

This is an empirical research; its methodology is empirical-descriptive performed by an analytical-transversal study and as a part of the development project of the program TecnoParque Nodo Manizales in the line of research of Electronics and Communication. With this project, it is intended to develop some machinery in order to automate the timing of turning on and off of each of the lights, setting up such timings throughout a user-friendly interface operated by a keyboard and a display to make possible to observe the data uploaded on it.

Keywords: lighting control system, prototype, automation, microcontrollers, vegetable, tecnoparque.

¹ Ingeniero Biomédico de la Universidad Autónoma de Manizales, gustavoarc16@gmail.com

² TecnoParque Nodo Manizales. Gestor de Línea Electrónica y Telecomunicaciones, SENA Regional Caldas, ssanchez522@misena.edu.co

³ Instructor del centro metalmecánico, SENA Distrito Capital, rdcardenas75@misena.edu.co

Introducción

En el presente artículo se presenta el análisis y el desarrollo de un proyecto basado en realizar un prototipo funcional para un sistema automatizado que regule el encendido y el apagado de un sistema de iluminación, para un cuarto de crecimiento de tejidos vegetales, el cual fue desarrollado en TecnoParque Nodo Manizales. En primer lugar, se presentará el marco teórico, el cual parte de unos conceptos técnicos apoyados en autores contemporáneos, metodología empleada, resultados y conclusiones.

El objetivo general es resolver la problemática presentada por los laboratorios de tejidos vegetales, al no tener un control automático e independiente de cada una de las lámparas que se encuentran en los sistemas de almacenamiento, para así optimizar el desarrollo y el avance en las investigaciones en el área de botánica, y mejorar el desempeño de los cultivos de la región.

Actualmente, para la resolución de este problemática se encuentran soluciones pertenecientes a los sistemas eléctricos, los cuales solo tienen un control ON/OFF (encendido/apagado) para la totalidad de un sistema eléctrico, donde se realiza el corte de la energía cuando el tiempo culmina mediante un relé.

Existen sistemas electrónicos para el control de iluminación de este tipo, pero son fabricados en el exterior y sus costos, tanto de importación como de implementación, son elevados.

Al aprovechar los nuevos sistemas electrónicos, tanto para controlar y manipular señales, se vuelve una excelente opción para este tipo de implementación, además de promover la red TecnoParque, cuyos objetivos son impulsar la innovación y el emprendimiento de nuevos talentos, a través del desarrollo de prototipos funcionales que tengan la posibilidad de ofrecer nuevos dispositivos al mercado que brinden excelentes soluciones a bajos costos.

Marco teórico

El cultivo de tejidos vegetales o cultivo *in vitro* de tejidos vegetales es una técnica de reproducción en condiciones totalmente asépticas, en la que a partir de un pequeño segmento inicial de tejido es posible regenerar, en poco tiempo, miles o millones de plantas genéticamente iguales a la planta madre, cuando a este tejido se le aplica un estímulo por medio de variables físicas y químicas controladas en un medio de cultivo.

A diferencia de las técnicas tradicionales de cultivo, esta poderosa herramienta permite la propagación de grandes volúmenes de plantas en menor tiempo; así como el manejo de las mismas en espacios reducidos. Por otro lado, la técnica es de gran utilidad en la obtención de plantas libres de patógenos; plantas homocigotas en la producción de plantas en peligro de extinción, en estudios de ingeniería genética, etc. (Rubio & Hernández, SF).

Las variables que afectan directamente el crecimiento de cualquier vegetal son: temperatura ambiente, humedad, cantidad y calidad de luz (irradiación y composición espectral) y los nutrientes que la planta absorba en sus diferentes fases de crecimiento (Romero & Hernández, 2003).

Generalmente, la heterogeneidad ambiental en experimentos *in vitro* se subestima, al aducir que existe un control de condiciones (iluminación y temperatura) bajo las cuales se obtienen respuestas. Esto no está suficientemente respaldado en otras publicaciones y generalmente no se indica la cantidad de variación explicada en los tratamientos (coeficiente de variación).

Se sabe que si se siembra simultáneamente en tubos adyacentes el mismo tipo de explante con el mismo medio, esto produce resultados diferentes, entre las principales causas de esa falta de consistencia figuran los gradientes de iluminación y de temperatura dentro de

las cámaras y los cuartos de crecimiento. En estas condiciones es acertado caracterizar la heterogeneidad ambiental, lo que puede ser un prerrequisito para la elección de técnicas de alta precisión.

Muchas veces, los investigadores se enfrentan a un diseño inapropiado del cuarto de cultivo, por errores de construcción o de ubicación de equipos. Factores como localización de puertas, unidades de aire acondicionado, el calor desprendido por las lámparas, el tipo de estanterías y el tipo de iluminación, influyen en la creación de gradientes en las condiciones básicas.

En la agricultura, cualquier sistema de cultivo *in vitro* debe lograr como producto final la regeneración de las plantas enteras. La elección de un explante apropiado constituye el primer paso para el establecimiento de los cultivos; en primera instancia, dicha elección está determinada por el objetivo perseguido y la especie vegetal utilizada (Mroginski & Roca, 1991).

La agroindustria, al igual que otras áreas de producción, se ha visto impactada por el amplio uso de tecnologías que buscan mejorar la eficiencia en la producción, mediante el reemplazo de la mano de obra por tecnología electrónica y automatizada para ciertas labores (Baggio, 2005).

Actualmente, para implementar estos sistemas automatizados para controlar la iluminación se están usando métodos embebidos, los cuales hacen referencia a un circuito electrónico digital capaz de realizar operaciones de computación, generalmente en tiempo real, las cuales sirven para cumplir una tarea específica en un producto (Salas, 2015).

La tecnología en sistemas embebidos ha tenido un progreso significativo, tanto en la parte comercial como en investigación, ya que

permite que los usuarios realicen sus propias implementaciones, bajo los licenciamientos de *open hardware* y *open software*, en lo que se refiere a las especificaciones de diseños o de objetos físicos, lo cual ha sido licenciado para el caso de que dicho objeto pueda ser estudiado, modificado, creado y distribuido por cualquier persona (Opensource, 2016).

Metodología

La metodología empleada corresponde a una investigación cuantitativa con enfoque empírico analítico, de carácter descriptivo y de corte transversal, el cual se hizo en tres fases: análisis, diseño e implementación.

Enfoque empírico-analítico. Este tipo de enfoque está representado por la elaboración de explicaciones a los fenómenos de la realidad que se buscan sean controlados o transformados por el hombre. Se pretende, igualmente, que determinado el tipo de experiencias que han resultado particularmente productivas se puedan replicar en condiciones relativamente nuevas. Para esta investigación se realizó un análisis y prueba.

Investigación descriptiva. Es descriptiva porque selecciona una serie de factores técnicos, tecnológicos e ingenieriles que son aplicables a las necesidades del sistema de iluminación desarrollado.

Investigación de corte transversal. La investigación es de corte transversal porque a la hora de la recolección de información se hizo de una sola vez e inmediatamente se procedió a su descripción o al análisis de dicha información.

El presente estudio es de corte transversal porque permite implementar un prototipo del sistema de iluminación automatizado, para obtener el control de la variabilidad de la iluminación.

Análisis: selección de dispositivos

Se realizó un estudio detallado del marco teórico en los temas referentes a las aplicaciones del proyecto y la selección del sistema embebido, los elementos para realizar el control del tiempo, el cómo ingresar los datos para programar el sistema y la etapa de potencia necesaria para realizar el encendido y apagado de las lámparas.

La selección de los dispositivos con los cual se realizó el prototipo debe cumplir con unas características que satisfagan el funcionamiento y que resuelvan la problemática presentada.

Entre los sistemas embebidos, el dispositivo seleccionado es el Arduino® Mega, el cual está diseñado bajo los licenciamientos de open hardware y open software.

Arduino® es una plataforma electrónica de prototipos de código abierto que basa su funcionamiento en *hardware* y *software* modificables, en estas características es donde reside su versatilidad y su fácil funcionamiento e implementación para resolver problemas específicos (Artero, 2013). El funcionamiento de esta plataforma se basa en microcontroladores de la marca Atmel, el microcontrolador es el encargado de realizar las tareas que fueron

ordenadas en las líneas de código por el programador, ya sea leer las entradas o generar una salida. El microcontrolador es programado usando el *Arduino Programming Language* (basado en Wiring) y el *Arduino Development Environment* (basado en Processing) (Herrador, 2009). Los proyectos que se crean para la plataforma pueden ser autónomos o pueden llegar a comunicarse con otros Arduinos por medio de radiofrecuencia, *bluetooth* o con computadores o móviles por medio de puertos seriales o Wi-Fi.

Como se ve en la figura 1, el Arduino estaría en la etapa de procesamiento y control, y tendría una interacción por medio de sensores que pueden obtener lecturas de variables físicas como presión, humedad, temperatura o lecturas de teclados, y pantallas táctiles. Con el procesamiento que el Arduino hace de estas entradas puede actuar sobre el entorno al encender luces, dar alertas, activar motores o generar acciones en equipos de cómputo o móviles, como enviar mensajes de alertas.

Para el sistema de control de tiempo se utilizó una unidad de tiempo real, alimentada con una batería independiente para que de modo siga en funcionamiento en caso de haber una desconexión del sistema. Este control del tiempo es independiente al del sistema embebido,

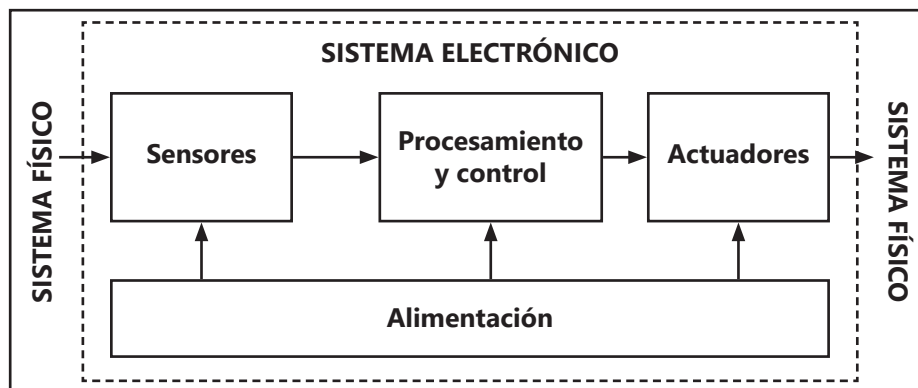


Figura 1. Esquema de un sistema electrónico.

Fuente: Artero, 2013.

debido a que se requiere su procesamiento en la determinación de variables y no en el conteo del tiempo necesario en la programación de las lámparas, al liberar memoria y cantidad de procesos al microcontrolador.

Para la etapa de potencia se utilizaron relés activados con cinco voltios de corriente directa, los cuales pueden controlar la corriente necesaria para el encendido de las lámparas. Se

escogió esta tecnología debido a su larga vida útil y a su estabilidad; además de esto, este sistema se aisló de la etapa de potencia mediante opto acopladores.

Implementación

A continuación se realiza el montaje del sistema (figura 2) con los componentes elegidos para comenzar a realizar pruebas.

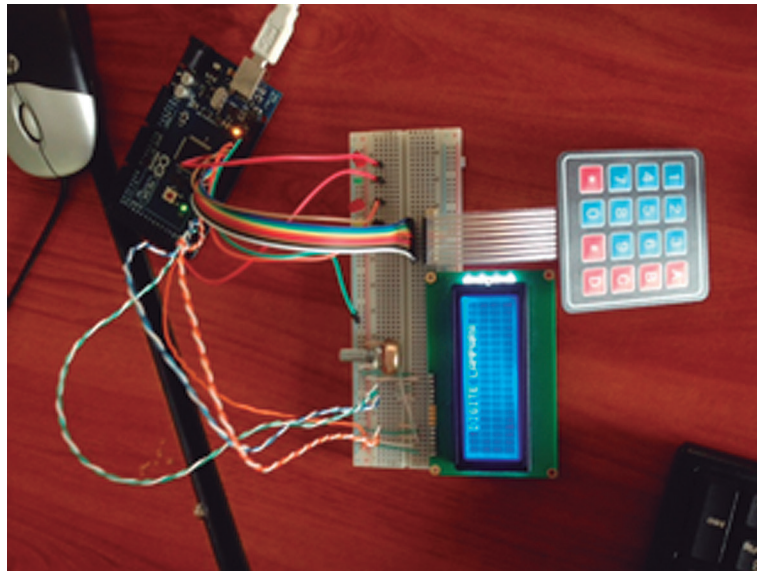


Figura 1. Implementación del circuito en Protoboard.

Fuente: Elaboración Propia.

Resultados

El sistema de iluminación que se tiene actualmente en el laboratorio cuenta con un único temporizador eléctrico para controlar todas las luces de los estantes, en los cuales se encuentran las plántulas, por lo tanto, no tiene la eficiencia energética y funcional para el sistema, ya que no todas las plántulas necesitan la misma cantidad de luz para su crecimiento, haciendo que el control de las luminarias sea manual a la hora de apagar las que necesitan una cantidad menor a la programada en el temporizador eléctrico.

Para la solución del proyecto, el sistema embebido seleccionado fue Arduino® Mega (figura 3), diseñado para proyectos complejos. Está basado en una board con un microcontrolador ATmega2560 y un cristal de cuarzo con una frecuencia de oscilación de 16MHz. Entre sus principales características tiene:

- 54 entradas/salidas digitales, de las cuales 15 son con PWM (*pulse-width modulation*).
- 16 entradas análogas.

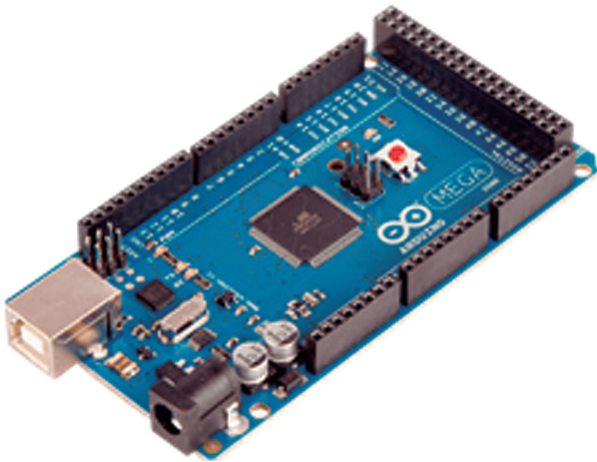


Figura 3. Arduino® Mega 2560.

Fuente: Arduino, s.f.



Figura 4. Teclado matricial de 4x4.

Fuente: Arduino, s.f.

- 4 UART (*hardware serial ports*).
- Memoria de 8 kb para almacenamiento de programas.

Ya que el sistema se diseña para tener la posibilidad de controlar un número de 30 lámparas y para evitar una gran cantidad de pulsadores, se usa un teclado matricial, el cual es un simple arreglo de botones conectados en filas y columnas, de modo que se pueden leer varios botones con el mínimo número de pines requeridos. Un teclado matricial de 4x4 (figura 4) solamente ocupa cuatro líneas de un puerto para las filas y otras cuatro para las columnas, de este modo se pueden leer 16 teclas al utilizar solamente ocho líneas de un microcontrolador.

Después de realizar la validación respectiva del diseño en campo y al evaluar varias alternativas de solución, se seleccionó la adición de la unidad de tiempo real, la cual realiza el conteo de tiempo sin saturar la memoria del Arduino y no genera perturbaciones al sistema.

Una reloj en tiempo real o RTC (figura 5) es un circuito integrado especializado, cuya

función es mantener la hora y la fecha actual en un microcontrolador en otro tipo de CPU, normalmente este tipo de circuitos integrados son mucho más precisos que los temporizadores (*timers*), con los que cuentan algunos microcontroladores, además necesitan de variables que ocupan menos espacio de almacenamiento; en el caso de los temporizadores, estos necesitan de variables más grandes y suelen desbordarse y producir errores.

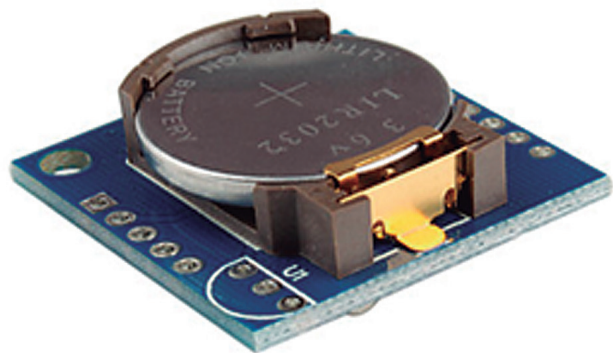


Figura 5. Unidad de tiempo real (RTC).

Fuente: Ruben, 2015.

Este tipo de circuitos integrados son ampliamente usados, debido a que se conectan por medio del protocolo I2C, para la cual el Arduino cuenta con una librería especializada y solo necesita de la conexión de dos pines en la placa de Arduino. Los RTC pueden ser configurados para que tomen la hora y la fecha del equipo de donde es subido el programa, lo cual garantiza que su hora se pueda actualizar fácilmente si esta llega a ser errada alguna vez. Otra característica favorable es que en su mayoría cuentan con una fuente de alimentación auxiliar, lo cual permite que si el microcontrolador se queda sin alimentación este pueda funcionar por su parte (Ruben, 2015).

Se realizó la interface de control electrónico microcontrolado (figura 6) con arquitectura Arduino, con la cual se permite al usuario seleccionar el espacio de almacenamiento y los subsectores de este (figura 7), los cuales tienen una iluminación independiente según las plántulas a cultivar.



Figura 6. Control electrónico implementado.

Fuente: Elaboración Propia.

Así, se realizó el diseño y el cálculo de las cargas en las instalaciones eléctricas de iluminación, al tener en cuenta los lineamientos establecidos por el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público —Retilap— (Castaño & Rojas, 2011). Se diseñó un prototipo a escala para posibilitar la vigilancia y la manipulación de las variables del sistema.



Figura 7. Estantes a los que se va a implementar el sistema.

Fuente: Elaboración Propia.

Conclusiones

- Se realizó el diseño del prototipo funcional, el cual realiza las siguientes operaciones:
 - Selección de encendido o apagado de cualquier lámpara del sistema por etapa (estante) y módulo (entrepaño).
 - Temporización. Se ajusta a la caracterización y ficha técnica del cultivo, suministrada por el experto del laboratorio.
 - Control de interfaces de entrada y salida. Se ajusta de acuerdo a las necesidades del proyecto.
- Se validó en campo y se le hicieron los ajustes pertinentes según las necesidades del laboratorio.
- La implementación realizada cumple con las necesidades planteadas por el cliente, pero si se requieren ajustes o modificaciones para otras aplicaciones, se debe hacer primero el análisis de carga y modificar la interfaz o el módulo de potencia respectivo.
- Si se desean cambiar los tiempos de operación, no se requiere el cambio del algoritmo de programación, ya que con el teclado implementado se seleccionan el módulo y el tiempo requerido por el cliente, lo cual es permitido gracias al módulo externo de tiempo real.

Referencias

- ARDUINO (s.f.). *Arduino Mega 2560*. Recuperado de: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- Baggio, A. (2005). Wireless sensor networks in precision agriculture. In *ACM Workshop on Real-World Wireless Sensor Networks*.

Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.120.46&rep=rep1&type=pdf>

Artero, Ó. T. (2013). *Arduino: curso práctico de formación*. Madrid, España: RC libros.

Cárdenas Espinosa, R. D. (2007). *Los microcontroladores una tecnología que aporta en la construcción de la economía del conocimiento*. Caldas, Colombia: Atlantic International University.

Castaño, J. A. y Rojas, E. (2011). *Inspección eléctrica y de iluminación a la Institución Educativa Bosques de la Acuarela*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

Cedeño, J., Zambrano, M. y Medina, C. (2014). Redes inalámbricas de sensores eficientes para la agroindustria. En *Prisma tecnológico*. (5) 1. Pp. 22-25.

Circuitos Electrónicos. (2011). *Teclado matricial 4x4*. Recuperado de: <http://www.circuitoselectronicos.org/2011/03/teclado-matricial-4x4.html>

Hernández Espinoza, G. y Acosta Márquez, J. D. J. (2014). *Diseño de iluminación inteligente para una tienda comercial*. (Doctoral dissertation). Mexico: Instituto Politécnico Nacional Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica Unidad profesional "Adolfo López Mateos".

Herrador, R. E. (2009). *Guía de usuario de Arduino*. España: Universidad de Córdoba.

Mroginski, L. A. y Roca, W. M. (1991). Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales in vitro. *Cultivo de tejidos en la agricultura: Fundamentos y Aplicaciones*. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste.

- Opensource. (2016). What is open hardware? In *Opensource.com*. Recuperado de: <https://opensource.com/resources/what-open-hardware>
- Ruben, J. (2015). *Tutorial DS1307 Tiny RTC con Arduino*. Recuperado de: <http://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-arduino/ds1307-en-tinyrtc-con-arduino/>
- Rubio, J. L. A. y Hernández, J. H. (s.f.) Propagación comercial de plantas ornamentales por cultivo in vitro de tejidos vegetales para beneficio social de la comunidad. México: Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana IIESCAUV Colegio Profesional de Biólogos del Estado de Veracruz
- Romero, M. M., Fernando, H. R. y Domingo, R. M. (s.f.). Sistema Inteligente para Automatizar el cultivo hidropónico de tomate. México: Universidad Tecnológica de Querétaro
- Salas, S. (2015). *Todo sobre sistemas embebidos*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. No. 54, Banco de la República, marzo.

Evaluación de la producción y la calidad de la semilla de cuatro variedades de *Brachiaria*

M. Suárez¹, C. Padilla¹, G. Febles¹, Lurdes Rodríguez¹, Nidia Fraga¹, D. Suárez².

Fecha de recepción: 16 de noviembre de 2016 / **Fecha de aceptación:** 1 de febrero de 2017

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de semillas de cuatro variedades de *Brachiaria* spp. bajo condiciones de campo, en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Miguel Sistachs Naya” del Instituto de Ciencia Animal, municipio de San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco réplicas. Los tratamientos fueron las cuatro variedades: (T₁) *Brachiaria brizantha* vc. Toledo, (T₂) *Brachiaria decumbens* vc. Basilisk, (T₃) *Brachiaria brizantha* vc. Marandú, (T₄) *Brachiaria híbrido* vc. Mulato II. Se evaluó el número de racimos por panícula, longitud de los racimos (cm), longitud de las panículas (cm), número de tallos fértiles/m², peso de 1000 semillas (g), porcentaje de germinación, rendimiento kg/ha de semilla llena y semilla pura germinable (SPG). En los indicadores longitud de la panícula (cm), número de racimos por panícula, longitud de los racimos (cm) y peso de 1000 semillas (g) la variedad Toledo fue la de mejor comportamiento (P<0,001) con respecto al resto de las variedades. El porcentaje de germinación fue mayor (P< 0,001) en Marandú (34%) quien difirió del resto de los tratamientos. El número de raquis florales/m² (513,8), el rendimiento de semillas llenas (98,13 kg/ha) y semilla pura germinable (25,99kg/ha) fue mejor (P< 0,001) en la variedad Basilisk. Se concluye que la variedad Basilisk fue la que tuvo mejor comportamiento para la producción de semilla, se recomienda continuar con estos estudios e incluir nuevas variedades.

Palabras claves: Rendimiento, semillas, brachiaria, panícula, calidad

¹ Instituto de Ciencia Animal - ICA, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

² Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA, Calle 170 No 54A -10 Bogotá – Colombia.
Correo electrónico: maikel.rivero@ica.co.cu

Introducción

La producción de semillas es un aspecto importante en la economía de los países en vías de desarrollo, ya que, en la actividad ganadera la utilización de semillas de calidad es un aspecto básico y esencial para ejecutar los programas de desarrollo de pastos y forrajes, para obtener elevados rendimientos y garantizar la alimentación de los animales (Herrera, 2015).

Los pastos del género *Brachiaria*, son los que más se cultivan en los trópicos húmedos, subhúmedos y secos (Martínez, 2015). Es la gramínea que más se emplea como pasto en el trópico, especialmente al Centro y Sur de América. Solo en Brasil hay cerca de 153 millones de hectáreas cubiertas con pasturas de *Brachiaria*, de las cuales, más del 65 % son de *B. decumbens* cv. Basilisk (Carrilho *et al.* 2012).

Con respecto al género *Brachiaria* en Latinoamérica, Peralta (2009), mencionan que los mayores volúmenes de semilla comercializada y áreas de pasturas mejoradas establecidas

corresponden a México que pasó de 18 100 ha en 1990 a 2 616 130 ha en 2003. Otros países que se destacan en Centro América son Costa Rica, Honduras, Nicaragua y Panamá.

En Cuba, son insuficientes los estudios realizados sobre la producción y calidad de las semillas del género de *Brachiaria* en los diferentes agroecosistema, esto reduce las posibilidades de producir semilla de forma eficiente.

Al respecto Febles y Baños (2015) plantea que las producciones de semillas de buena calidad de *Brachiaria* en Cuba son muy limitadas, por lo que no satisfacen las demandas que hoy existe en las empresas ganaderas. Lo anterior está causado por los altos costos de producción de las semillas, debido a las exigencias agroclimáticas y de manejo que requieren cada una de las especies.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de semillas y su calidad en cuatro variedades de *Brachiaria spp*, bajo las condiciones de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Miguel Sistachs Naya”

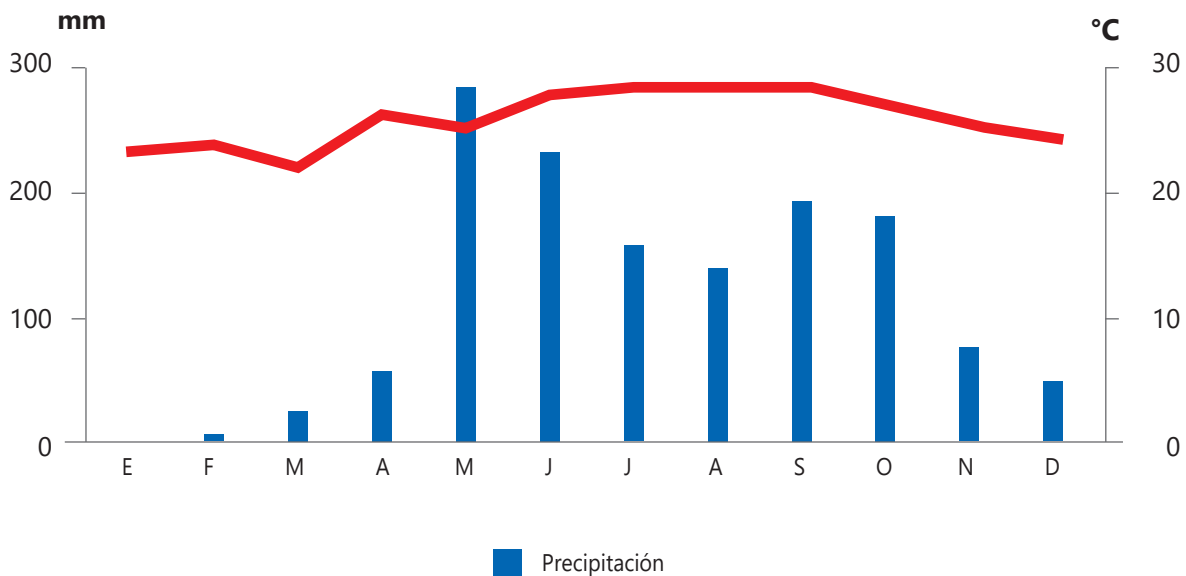


Figura 1. Comportamiento de las precipitaciones y la temperatura media.

Materiales y Métodos

Localización, suelo y clima: El experimento se desarrolló en condiciones de campo, en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Miguel Sistachs Naya" perteneciente al Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, situada en los 23o55, LN, 82o0, LW a 92 msnm.

El trabajo se realizó en un suelo Ferralítico Rojo lixiviado éutrico, según Hernández-Jiménez *et al.* (2015). El comportamiento de algunas variables climáticas se muestra en la figura 1.

Diseño y Tratamientos: Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco réplicas y los tratamientos consistieron en cuatro variedades del género *Brachiaria*: *B. brizantha* vc. Toledo, *B. decumbens* vc. Basilisk, *B. brizantha* vc. Marandú y *B. híbrido* vc. Mulato II.

Procedimiento y mediciones: La siembra se realizó en el mes de junio de 2012, después de realizada una preparación convencional del suelo consistente en aradura y pases alternos de grada medía, en parcelas de 20 m² de área cosechable a una distancia entre surcos de 70 cm a chorrillo y con una densidad de 0,36 kg/ha de SPG.

Al año después de realizada la siembra, en mayo de 2013 se ejecutó un corte de establecimiento, se aplicó una fertilización de 300 kg/ha de fórmula completa 9-13-17 que equivale a 27; 39 y 51 kg/ha de N, P2O₅ y K₂O, respectivamente. A los 30 días antes de la floración de cada una de las variedades se aplicó urea en dosis de 106 kg/ha para estimular la floración.

Los muestreos se realizaron según el número de floraciones emitidas durante el año en estudio, las variedades *B. decumbens* vc. Basilisk, *B. brizantha* vc. Marandú y *B. híbrido* vc. Mulato II emitieron dos floraciones y *B. brizantha* vc. Toledo solo una, estas ocurrieron en el segundo semestre del año.

Para la medición de las variables longitud de la panícula, número de racimos/panícula y la longitud de racimos se tomaron 25 muestras/parcela, y para esta determinación se utilizó una regla milimetrada. El peso de 1000 semillas llenas se determinó en una balanza analítica marca Sartorius. El conteo de semillas se realizó en un estereoscopio mediante separación manual con una pinza de presión manual de 10 cm de longitud. Para las semillas llenas se consideró que las estructuras florales (al tacto o mediante pinzas) contenían una cariósida llena, al ocupar, todo el espacio aproximado entre la lema y la palea. Una semilla vacía es cuando el contenido de las estructuras son solo flores. El rendimiento de semillas llenas se determinó al separar llenas y vacías de cuatro lotes de 100 semillas/réplica. El porcentaje de germinación se evaluó en cuatro lotes de 100 semillas cada uno, replicado al azar, en placas Petri en suelo esterilizado y tamizado con un tamiz de 1 mm. Las placas de Petri se regaron con agua corriente a intervalos de un día y los muestreos de germinación se efectuaron cada tres días durante un mes, al eliminar las plantas emergidas. La prueba de germinación se montó después que las semillas estuvieron almacenadas en cámara fría entre 8 - 12 °C durante 6 meses.

Para determinar el rendimiento de semilla se cosecharon todas las panículas de las parcelas, y se realizó un proceso de sudado, donde se cubre estas con mantas de saco, para facilitar el desgrane de los racimos durante tres días. Después de desgrane manual, se expusieron al sol durante tres días en los horarios de la mañana y la tarde, luego se pesaron las semillas para determinar el rendimiento en kg/ha SPG.

El momento de cosecha se determinó de manera visual sin mediciones precisas (al valorar de un 15 a un 20 % de desgrane de las panículas). Se decidió iniciar la cosecha cuando existía alrededor del 60 % de los hijos fértiles existentes en las parcelas, apreciándose en estas un cambio de color de verde claro a marrón en las panículas. Para la realización de la cosecha se empleó la experiencia desarrollada en este sentido para

Panicum maximum recomendada por Padilla y Febles (1976). Esta se logró al efectuar una observación visual con intervalos de dos días a partir del inicio de la antesis para valorar cambios de coloración en las inflorescencias del área experimental que pudiera relacionarse, en alguna medida, con los indicadores analizados. Este momento ocurrió en fechas diferentes en las variedades estudiadas y su precisión fue relativa.

Análisis estadístico: La información se procesó en los paquetes estadísticos Infostat (Di Rienzo et al. 2012) y StatSoft (2013). Se comprobó el cumplimiento de los supuestos teóricos de Análisis de Varianza normalidad y homogeneidad de los errores, mediante las dójimas de Shapiro Wilk (1965) y Levene (1960), respectivamente, para las variables No. de racimos por panícula, No. de tallos fértiles por m² y porcentaje de germinación. Las mismas no cumplieron dichos supuestos, por lo que fue necesaria la transformación de las variables. En las de conteo se resolvió el inconveniente con la transformación \sqrt{x} por lo que se aplicó Análisis de Varianza, según diseño de bloques al azar y se

empleó dójima de rango múltiple de Duncan para $P < 0,05$. En la variable porcentaje de germinación la transformación ArcoSeno $\sqrt{\%}$, no mejoró su cumplimiento, por lo que se realizó ANAVA no paramétrico de bloques al azar de Friedman y se aplicó la dójima de Conover (1999) para la comparación de los rangos medios.

Resultados y Discusión

En las variables analizadas en la tabla 1 *B. brizantha* vc. Toledo fue la mejor ($P < 0,0001$) y la variedad Basilisk la de comportamiento más bajo para estos componentes del rendimiento de semilla. Sin embargo, estas variedades fueron las que tuvieron el mejor comportamiento en los indicadores reproductivos o sea No. de tallos fértiles/m², rendimiento de semilla pura SP y semilla pura germinable SPG kg/ha (tabla 4). Todo parece indicar que dicho comportamiento es propio de las variedades. Estudios realizados en Cuba por Vieito et al. (2001) en *B. humidicola* demuestran la influencia relativa de estas variables en el rendimiento de semillas y resaltan la importancia de tallos fértiles/área.

Tabla 1. Evaluación de tres caracteres morfológicos de la panícula y peso de 1000 semillas en cuatro variedades de *Brachiaria* spp.

Indicadores Tratamientos	Número de racimos por panícula	Longitud de los racimos (cm)	Longitud de la panícula (cm)	Peso de 1000 semillas (g)
Toledo	2,63 ^a (6,91)	15,03 ^a	18,35 ^a	8,87 ^a
Basilisk	1,53 ^d (2,34)	8,58 ^c	8,04 ^d	6,68 ^d
Marandú	1,64 ^c (2,70)	13,90 ^b	13,24 ^b	8,15 ^b
Mulato II	2,08 ^b (4,33)	7,41 ^d	10,53 ^c	7,59 ^c
EE (±) Signif.	0,02 P<0,0001	0,19 P<0,0001	0,33 P<0,0001	0,09 P<0,0001

^{abcd} Valores con superíndices no comunes por columna difieren a $P < 0,05$ (Duncan 1955).

() Medias originales

Los resultados de las tablas 2 y 4 apoyan el criterio de otros autores (Pizarro et al. 2013, Sáenz 2015) en estudios de producción de semillas de gramíneas en donde el número de tallos fértiles y su manejo adecuado pueden conllevar a incrementos en los niveles de producción de semillas alcanzado.

En la tabla 2 se refleja el comportamiento del porcentaje de germinación de las cuatro variedades en estudio. Las variedades Marandú y Toledo presentaron los mayores porcentajes de germinación ($P < 0,0001$). Formoso (2012) en estudios realizados en algunas de estas variedades encontró comportamientos similares a los aquí descritos.

Tabla 2. Porcentaje de germinación según las variedades.

Tratamientos	Toledo	Basilisk	Marandú	Mulato II	Signif.
Indicador					
Germinación	3,06b (31,36) DE= 2,33	1,68c (26,44) DE= 2,18	3,90a (34,20) DE= 2,40	1,36d (24,20) DE= 2,42	P<0,0001

^{abcd} Valores con superíndices no comunes por fila difieren a $P < 0,05$ (Conover 1999).

() Media originales

DE: Desviación estándar

Tabla 3. Tallos fértiles y rendimiento de semilla en variedades de *Brachiaria*.

Indicadores	Número de tallos fértiles/m²	Rendimiento de semilla pura (SP kg/ha)	Rendimiento de semilla pura germinable (SPG kg/ ha)
Tratamientos			
Toledo	12,94 ^c (167,40)	22,59 ^c	7,02 ^c
Basilisk	22,57 ^a (509,20)	98,13 ^a	25,99 ^a
Marandú	15,01 ^b (225,20)	33,07 ^b	11,27 ^b
Mulato II	11,67 ^d (136,20)	10,23 ^d	2,49 ^d
EE (±) Signif.	0,05 P<0,0001	0,06 P<0,0001	0,01 P<0,0001

^{abcd} Valores con superíndices no comunes por columna difieren a $P < 0,05$ (Duncan 1955).

() Media originales.

En este sentido (Martínez *et al.* 2013) señalan que son diversos los factores que afectan la germinación de la semillas en el género *Brachiaria spp*, donde se destaca la latencia que puede vear según grupo taxonómico, provocado por la presencia de la palea coriácea que está unida al cariósido.

En las variables analizadas en la tabla 3 la variedad Basilisk fue la mejor ($P < 0,001$) comportamiento de tallos fértiles, rendimiento de SP y SPG en las variedades estudiadas. Resultados similares en este cultivar fueron encontrados por Guerra (2012) bajo condiciones similares, seguido de las variedades Marandú, Toledo y Mulato II, comportamiento que coinciden con los resultados de Martínez (2015) quien encontró, que la densidad potencial de tallos fértiles difiere entre grupos taxonómicos, al igual que el rendimiento de SP y SPG, que aumentan a medida que el número de tallos fértiles es mayor.

Conclusiones

Todas las variedades estudiadas fueron capaces de producir semilla pura germinable bajo las condiciones estudiadas.

Se logró precisar la contribución de los componentes del rendimiento a la producción de semillas de las variedades. De todos los componentes analizados, el que más influyó en el rendimiento de SP y SPG fue el número de tallos fértiles/m² que tuvo su mayor expresión en la variedad Basilisk.

Referencias

- Carrilho, P. H. M., Alonso, J., Santos, L. D. T & Sampaio, R. A. 2012. Comportamiento vegetativo y reproductivo de *Brachiaria decumbens* vc. Basilisk bajo diferentes niveles de sombra. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Universidad Federal de Minas Gerais, Pampulha, Belo Horizonte, Brasil. pp, 85-90.
- Conover, W. J. 1999. Practical Nonparametric Statistics. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A.
- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Duncan, D. B. 1955. Multiplerange and multiple F test. Biometrics II: 1
- Febles, G. & Baños, R. 2015. Manual de buenas prácticas para la producción de semillas de pastos Informe Interno. I.I.P.F. La Habana. Cuba. 16 p.
- Formoso, D. 2012. Efecto de la fertilización (macro y micronutrientes) en la producción de semillas de gramíneas forrajeras tropicales. Pasturas de América. URL <http://www.pasturasdeamerica.com/>
- Guerra, M. S. 2012. Influencia de la fertilización mineral y orgánica en la producción de semilla de tres especies del género *Brachiaria* en la región central de Las Tunas. Tesis de maestría, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey . Cuba, 65 p.
- Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, Ediciones INCA.
- Herrera, R. S. 2015. Cincuenta años de experiencia en la evaluación de gramíneas de importancia económica para la ganadería. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, pp. 221-232.

- Levene, H. 1960. Robust tests for the equality of variance. *Contributions to Probability and Statistics*. Stanford University Press. pp. 278-292
- Martínez, D. M. 2015. Métodos para la rehabilitación de praderas degradadas en el trópico. Tesis de doctorado. Montecillo, Texcoco, México, 132 p.
- Martínez, J. S., Villegas, Y. A., Del Valle, J. R. E., Carrillo, J. C. R & Vásquez, M. A. D. 2013. Estrategias de escarificación para eliminar la latencia en semillas de *Cenchrus ciliaris L.* y *Brachiaria brizantha cv. Marandu*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. pp. 1263-1272.
- Padilla, C., & Febles, G. 1976. Determinación del momento óptimo de cosecha de la semilla de hierba de guinea (*Panicum maximum Jacq.*). *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 10(1):125.
- Peralta, J. A. 2009. Caracterización morfológica y agronómica de once híbridos de *Brachiaria* spp. Tesis de maestría. Montecillo, Texcoco, Cuba, 78 p.
- Pizarro, E., Hare, M., Mutimura, M., & Changjun, B. 2013. *Brachiaria* hybrids: potential, forage use and seed yield. Grupo Papalotla, semillas Papalotla. México. 4 p.
- Sáenz, E. F. 2015. Comportamiento de pastos productores de semilla bajo riego y con diferentes tipos de fertilización. Tesis de maestría. Chihuahua, México. 46 p.
- Shapiro, S. y Wilk, B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples), *Biometrika*, 52, pp. 591-611.
- StatSoft, Inc. (2013). *Statistica*, v. 12 (computer program). Tulsa, OK: StatSoft.
- Vieito, E., Cordoví, E., González, P. J., Funes, F., Fernández, J. L. & Fonseca, E. 2001. Fertilización nitrogenada y momento de cosecha de semilla en *Brachiaria humidicola* Stapf. *Pastos y Forrajes*. 24(3):229.

Seguridad alimentaria: el desafío

Irene Nieto E.¹, Frank Harry Suárez S.²
Pedro Pablo Martínez M.³

Fecha de recepción: 14 de agosto del 2015 / **Fecha de aceptación:** 17 de noviembre del 2016

Resumen

El término de seguridad alimentaria es un concepto complejo, el cual puede tener diferentes acepciones según las fuentes consultadas. En ese sentido, se considera de relevancia realizar una revisión bibliográfica al respecto, para ver las diferentes connotaciones a nivel internacional y nacional, y de este modo poder evaluar en qué situación se encuentra Colombia.

Conseguir un estatus ideal de seguridad alimentaria es un reto por el que todos los países deben apostar, entre ellos Colombia.

En un mundo globalizado en el cual cada vez existe mayor movimiento de personas y animales, así como de intercambios comerciales, es importante poder asegurar la salud de los consumidores, al fortalecer los servicios de salud pública veterinaria y los sistemas de inspección internos y transfronterizos, para controlar tanto el consumo interno de alimentos como las importaciones y exportaciones de los mismos.

Palabras claves: Alimentos, inocuidad, calidad, sanidad animal, salud pública, riesgo, enfermedad transfronteriza.

Food safety: the challenge

Abstract

The term food security is a complex concept which might have different meanings that vary according to the consulted sources. In this regard, it is relevant to carry out a literature review in order to examine the different connotations that are attributed to the term at national and international levels if we intend to analyze the food security state here, in Colombia. Providing an ideal status of food safety is a challenge that must be assumed by all countries in the world, including ours. In a globalized world with increasing people, animal mobility and free trade agreements, it is important to ensure the consumer's health, strengthening public veterinary health services and internal and transboundary systems of inspection, to hence be able to control national food consumption, as well as its imports and exports.

Keywords: Food, food safety, quality, animal health, public health, risk, transboundary disease.

¹ Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Directora de Programa de Medicina Veterinaria. Bogotá, Colombia. nieto.irene@uniagraria.edu.co

² Universidad de la Salle. Docente tiempo completo. Bogotá, Colombia.

³ Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Vicerrector de Formación. Bogotá, Colombia.

Complejidad del concepto: seguridad alimentaria

El concepto de seguridad alimentaria es muy amplio y diferente según las fuentes bibliográficas que se investiguen. No se puede hablar de una única acepción de seguridad alimentaria, pues su significado abarca desde un concepto simple hasta una concepción en la que se pueden incluir numerosos componentes.

El concepto restringido más utilizado es el referente a la disponibilidad de alimentos para cubrir las necesidades de una población (Salcedo, 2005). La cuestión no solo es si se dispone de alimentos en un país, sino si está disponible en el lugar correcto y en el tiempo apropiado, al deber existir un mecanismo para garantizar que los alimentos de la calidad adecuada se ponen a disposición de la población (Broca, 2002). Si se estudian las interrelaciones del hambre con la pobreza y el empleo surge un nuevo componente de la seguridad alimentaria: el “acceso” a los alimentos.

La existencia y disponibilidad de alimentos en un país no significa que todo el mundo tenga acceso a ellos (Salcedo, 2005). Prueba de esto es que hoy en día se producen más productos alimenticios que nunca, pero la mitad de la población mundial está desnutrida y la otra mitad con sobrepeso; sin embargo, en los últimos años el componente que ha ganado relevancia es el referente a la inocuidad alimentaria, pues aunque los alimentos estén disponibles y accesibles, es imprescindible garantizar la salud del consumidor y asegurar la inocuidad de los alimentos a la población, mediante la responsabilidad de los operadores comerciales, los controles e inspecciones, llevados a cabo por las autoridades competentes, la adecuada formación de manipuladores de alimentos y la educación en relación con la preparación de los alimentos en el hogar.

Como organismo de referencia a nivel internacional en todo lo relacionado con la

inocuidad alimentaria, se resalta el papel del *Codex Alimentarius*, que pone sus documentos como base para modificación de legislación y mejora de los sistemas de control nacionales. Los científicos y expertos que han formado parte de esta comisión, durante su casi medio siglo de vida, han conseguido la credibilidad y respeto tanto de los gobiernos e instituciones públicas, así como de los operadores comerciales privados y consumidores (Neira, 2003).

Al seguir las reflexiones anteriores, se puede hablar de dos concepciones principales de seguridad alimentaria, las cuales Briz (2003) une en el término de “Seguridad Sanitaria Integral (SSI)” o simplemente seguridad alimentaria y que estaría formada por el conjunto de dos conceptos: Seguridad de Abastecimiento Alimentario (SSA) y Seguridad Sanitaria Alimentaria (SSA). Es importante conocer las diferencias de ambos términos, pues las connotaciones de ambos son muy distintas.

Según estas dos concepciones, se puede hablar de la dimensión cualitativa y cuantitativa de la seguridad alimentaria. Algunos autores resaltan la dimensión cuantitativa frente a la cualitativa o criterio higiénico sanitario (Costato, 2004), y dan más importancia a la cantidad, abastecimiento y disponibilidad de alimentos; sin embargo, para otros autores, actualmente la dimensión cualitativa prevalece sobre la cuantitativa (Mellado, 2003). Esta última acepción de “inocuidad alimentaria = seguridad alimentaria” es más común en los países desarrollados, donde los problemas de abastecimiento, disponibilidad y acceso ya están resueltos, y el tema más importante es garantizar la salud del consumidor, al ofrecerle alimentos seguros e inocuos.

Como ejemplo de alguna definición concreta de seguridad alimentaria, se tiene el de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), la cual es la institución internacional que más esfuerzos ha dedicado al tema de la seguridad

alimentaria, al desarrollar numerosas actividades internacionales, dirigidas a erradicar el hambre del planeta y mejorar la nutrición de toda la población, al centrar sus actividades en países en vías de desarrollo y sobre todo en las zonas rurales, donde vive la mayor parte de la población mundial con escasos recursos. La FAO sirve de foro neutral de debate y fuente de conocimientos y de información.

Al día de hoy, la última definición dada por la FAO corresponde al 2009:

Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, en cuanto a los alimentos, a fin de llevar una vida activa y sana. Los cuatro pilares de la seguridad alimentaria son la disponibilidad, el acceso, la utilización y la estabilidad. La dimensión nutricional es parte integrante del concepto de seguridad alimentaria (FAO, 2009a).

La definición para Colombia es parecida a la dada por la FAO. Según el Conpes Social 113 del 2007:

La Seguridad Alimentaria Nacional es la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa.

Como contraste a este amplio concepto, se tiene la noción restringida y aplicada en los países más desarrollados, como puede ser el caso de la Unión Europea o Estados Unidos. A medida en que la disponibilidad y el acceso a los alimentos están asegurados, se tiende a referir a la seguridad alimentaria en su concepto restringido de inocuidad y la relación entre alimentación y

salud; sin embargo, el término amplio se sigue utilizando más en los países en desarrollo, debido a que en muchos de ellos el abastecimiento sigue siendo el principal problema alimentario (Recuerda, 2006).

Como se aprecia, el concepto de seguridad alimentaria es complejo, dinámico y polémico (Barret, 2005) y para el cual existen multitud de definiciones (Maxwell, 1996). Como muestra de la elevada complejidad del término, se citará a Simón Maxwell, quien para el periodo 1975-1991 halló 32 definiciones diferentes para el concepto de seguridad alimentaria (Timmer, 2004). En él influyen muchos intereses: agrícolas, comerciales, políticos, de salud pública, etc. (Sage, 2002). Por tanto, se debe abordar como algo multisectorial y multidimensional; por otro lado, hay que considerar que el término tiene connotaciones distintas, según se utilice a nivel nacional, local o regional, o dentro del ámbito urbano o rural; así como hay diferencias, si se trata de definir la seguridad alimentaria en países desarrollados o en países en vías de desarrollo (Salcedo, 2005).

La seguridad alimentaria: el desafío de Colombia

Tanto en una concepción como en otra, la seguridad alimentaria es un desafío para Colombia. Por un lado sigue existiendo una parte importante de la población que no tiene acceso a una alimentación adecuada y, por otro lado, está el tema de la inocuidad, algo que cada vez cobra más relevancia en todos los foros nacionales.

Según el documento *Visión Colombia 2019*, Colombia debe estar inserta en un mundo en transformación con una inminente recomposición económica y política. Se comenta el crecimiento de la demanda de recursos de todo el mundo, incluidos los recursos tropicales. Concretamente, en 2019 en Colombia habrá 10 millones más de habitantes, lo que supone una mayor demanda en alimentación. Además, se prevé un crecimiento de las exportaciones totales en un 10 % anual, siendo los sectores bovino,

lácteo y acuicultor los principales sectores pecuarios con potencial exportador. Asimismo, se considera que el sector agropecuario presenta significativas ventajas comparativas no aprovechadas plenamente. Por todo ello, se ve la necesidad en un futuro inmediato de mejorar los temas de sanidad animal, enfermedades transfronterizas y análisis del riesgo; pero estas previsiones no son exclusivas para Colombia, según la Organización Mundial de la Salud (2002), en unos años se producirán cambios a nivel mundial que afectarán la seguridad alimentaria, como el elevado crecimiento demográfico, un aumento de la población en zonas urbanas en países en desarrollo (52% para el 2020), mayor demanda de proteína animal, intensificación de la producción animal, cambios de los patrones de las enfermedades zoonóticas y desarrollo del comercio internacional de animales vivos y productos de origen animal.

Otros estudios también apoyan estos pronósticos, principalmente en cuanto al aumento de demanda de alimentos, con predicciones para el 2020 de un aumento de esta, especialmente en países en desarrollo, donde se destaca la leche y la carne de origen bovino, y despunta América Latina como una región exportadora en este tipo de alimentos. Se considera que, para el 2020, la ganadería producirá más de la mitad del total del valor de la producción agrícola mundial, proceso conocido como la “Revolución Ganadera” (Delgado *et al.*, 1999; Vargas, 2005).

Aunque las previsiones para el 2050 son más elevadas todavía, según la FAO y debido a la creciente demanda, la producción mundial de carne tendrá que duplicarse para el año 2050 hasta alcanzar los 463 millones de toneladas (en 2010 fue de 228 millones de toneladas). En el informe destaca la producción pecuaria de la región de América Latina y el Caribe entre 1980 y 2007, siendo la segunda que más creció después de Asia (FAO, 2009b).

Este panorama es prometedor para los países de Latinoamérica y el Caribe, los cuales disponen de recursos favorables y de una

densidad de población baja comparada con otras regiones del planeta, por lo que están forzados a prepararse para enfrentar los nuevos retos y metas que en materia de la producción pecuaria se deban alcanzar.

Colombia cuenta con una amplia variedad de especies animales, tanto domésticas como silvestres, y una gran parte del territorio se encuentra dedicado a las actividades agropecuarias, asimismo, una parte importante de la población necesita incrementar el aporte de proteínas y nutrientes de origen animal en su dieta.

Ante el reto de la globalización, el aumento del intercambio de bienes y servicios, y las firmas de tratados de libre comercio, el país debe fortalecerse principalmente en dos aspectos: salud pública y la seguridad/inocuidad alimentaria, con el objetivo de proteger la salud de la población frente a enfermedades transfronterizas. Es preciso mejorar los sistemas nacionales de sanidad animal y de salud pública veterinaria, para que engloben todo el territorio de cada país y puedan brindar actividades de vigilancia, detección precoz y respuesta rápida ante brotes de enfermedades y zoonosis, consecuencia de eventos naturales o intencionales.

Si bien es una realidad que en las últimas décadas la salud pública veterinaria en Colombia ha sufrido un destacado desarrollo y ha contribuido estratégicamente a la resolución de muchos problemas, después de varias reformas a las leyes relacionadas con la salud pública, se comprueba que la salud pública veterinaria se reduce dentro del marco gubernamental. Se ha producido una reestructuración y un paulatino debilitamiento de los servicios de sanidad animal y de la salud pública veterinaria, debido en parte a la reestructuración de los esquemas del país, al pasar de predominar los servicios estatales a la actualidad, donde la privatización y el desarrollo gradual del sector privado prestador de servicios son los protagonistas.

El comercio alimentario mundial ha sufrido un incremento en las últimas décadas, sobre todo

desde la instauración de la Organización Mundial de Comercio (OMC), su progresiva eliminación de las barreras comerciales y la creación del *Acuerdo sobre medidas sanitarias y fitosanitarias*. Esto, unido a los cada vez más frecuentes acuerdos comerciales entre países y a la vista del futuro Tratado de Libre Comercio con la Unión Europea y Estados Unidos, hace necesario que Colombia demuestre tener unos servicios veterinarios y unas inspecciones en fronteras competentes y eficientes.

En un mundo sin fronteras y cada vez más globalizado, donde los movimientos transfronterizos de personas y animales son cada vez más numerosos, gracias al avance de las tecnologías, sistemas de transporte, turismo, entre otros, y donde el comercio internacional de mercancías ha sufrido un aumento exponencial en las últimas décadas, debido principalmente a la disminución de las barreras comerciales, es necesario que existan profesionales capacitados en salud pública, dotados para proteger la salud humana y animal, y que sean capaces de hacer frente con rapidez y eficacia a cualquier situación sanitaria.

Resultados y discusión

La seguridad alimentaria no responde a una única definición, es un concepto complejo, formado por diversos componentes y afectado por numerosos aspectos. Su significado dependerá en gran medida del contexto en que se hable de él.

Como país exportador, Colombia se enfrenta a unas exigencias internacionales en cuanto a controles, inocuidad alimentaria, puntos de control críticos, enfermedades de declaración obligatoria, análisis del riesgo, trazabilidad, identificación animal, buenas prácticas de manejo y gestión de la calidad, entre otras. En un mercado cada vez más globalizado, donde existen cada vez más aperturas de fronteras, es fundamental poder garantizar a los operadores comerciales unas transacciones leales y poder ofrecer a los consumidores una protección de sus intereses.

Referencias

- Barranco, R. (2005). El concepto de seguridad alimentaria, la salud pública y las innovaciones tecnológicas alimentarias. *Actas de las XVIII Jornadas de Salud Pública y Administración Sanitaria*. España: Escuela Andaluza de Salud Pública.
- Barret, C. B. (2002). *Food security and food assistance programs*. En Gardner, B. y Rausser, G. (Eds.). *Handbook of Agricultural Economics*. Cap. 40, (2B). (Pp. 1-95). North Holland: Elsevier Science B.V.
- Briz, J. (2003). *Seguridad alimentaria y nuevas tecnologías en la era de la información*. En Briz, J. (coord.). *Internet, trazabilidad y seguridad alimentaria*. (P. 101). Madrid: Mundi-prensa.
- Broca, S. S. (2002). *Food Insecurity, Poverty and Agriculture: A Concept Paper*. ESA Working Paper No. 02-15. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-ae405e.pdf>
- Costato, L. (2004). *Compendio di Diritto Alimentare*. Italia: Cedam.
- Delgado, C., Rosegrant, M., Steinfeld, H., Ehui, S. & Courbois, C. (1999). *Live stock to 2020: The Next Food Revolution*. United States: International Food Policy Research Institute.
- Departamento Nacional de Planeación. (2005). *2019 Visión Colombia II Centenario*. Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- Documento Conpes Social 113. (2007). *Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN)*. Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- FAO (2009a). *Declaración de la cumbre mundial sobre la seguridad alimentaria*. Roma: WSFS.

- FAO (2009b). *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050*. Secretaría del foro de alto nivel de expertos, cómo alimentar al mundo en 2050. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf
- Maxwell, S. (1996). Food Security: a Post-modern Perspective. En *Food Policy*. (21). Pp. 155-170.
- Mellado, L. (2003). Desarrollo y ejecución de las competencias sobre seguridad alimentaria por la Comunidad Autónoma Andaluza. En *RAAP*. (2) II. Pp. 467-469.
- Neira, M. (2003). En qué dirección va la seguridad alimentaria. En *Revista Española de Salud Pública*. (77) 3.
- Recuerda, M. A. (2006). *Derecho alimentario, seguridad alimentaria y administraciones públicas*. En Seguridad Alimentaria y Nuevos Alimentos. (Pp. 21-41). España: Editorial Aranzadi.
- Sage, C. (2002). Food Security and the Environment. En Page, E. y Redcliff, M. (eds.). *Human Security and the Environment: International Comparisons*. (Pp. 128-129). United Kingdom: Edward Elgar Publishing.
- Salcedo, S. (2005). El marco teórico de la seguridad alimentaria. En *Políticas de seguridad alimentaria en los países de la Comunidad Andina*. (Pp. 1-8). Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y Caribe.
- Timmer, P. (2004). *Food Security and Economic Growth: An Asian Perspective*. En Asian-Pacific Economic Literature. United States: Center for Global Development.
- Vargas, M. (2005). *Escasez de profesionales veterinarios, una alerta para el desarrollo rural regional*. FAO/RLC Oficial de Salud Animal.
- WHO. (2002). Future trends in veterinary public health: *Report of a WHO Study Group*. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.

Valoración económica de incendios forestales en las principales ciudades de América Latina y el Caribe: una lección para Bogotá

Korina Ocampo Zuleta¹

Fecha de recepción: noviembre de 2015 / Fecha de aceptación: diciembre de 2015

Resumen

La evaluación de las pérdidas de bienes y servicios causados por incendios forestales involucra la afectación de valores, no solo naturales sino sociales y económicos, de forma que en la región de América Latina y el Caribe se han realizado (en algunos países) metodologías de evaluación de daños por incendios, para calcular la pérdida de servicios ambientales en los bosques afectados por estos fenómenos de generación natural y antrópica. El presente documento presenta una descripción de las características de los incendios forestales, los bienes y servicios provistos por los bosques, y los métodos usados para calcular los impactos y valores perdidos en América Latina y el Caribe, y cómo se articulan todos estos modelos con las acciones en la ciudad de Bogotá.

Palabras claves: incendios forestales, bosques, bienes y servicios y valoración económica.

Economic assessment of wildfires in the main Latin American and Caribbean cities: a lesson to Bogota

Abstract

Losses of goods and services assessment caused by wildfires involve the negative impacts on not only natural, but also social and economic assets. In some countries of Latin America and the Caribbean region, methodologies of estimation of damages by wildfires have been formulated with which it is possible to calculate the loss of environmental services in the forests affected by these phenomena of natural and human origin. This document provides a description of wildfire's main properties, the goods and services furnished by the forests, the methods used to calculate the impacts on wildfires and the goods lost in Latin America and, also, it proposes a model in which all the aforementioned elements are linked with the actions in the city of Bogota.

Keywords: Wildfires, forests, goods and services, economic assessment.

¹ Ingeniera forestal, Universidad del Cauca, Magister en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y miembro del grupo de investigación Indesos. Correo electrónico: korinaocampo@zuleta@gmail.com

Introducción

América Latina y el Caribe poseen cerca de un 24 % del total del área de bosques en el mundo (FAO, 2012), convirtiéndoles en una de las regiones del mundo con mayores recursos forestales y, por ende, de biodiversidad, la cual puede ser aprovechada de manera sustentable.

Los cinco países con mayores extensiones de plantaciones forestales son: Brasil con 7.418.000 ha., México con 3.203.000 ha., Chile con 2.384.000 ha., Perú con 993.000 ha., y Uruguay con 978.000 ha., es así como se habla de, por lo menos, 891 millones de hectáreas que representan el 22 % del área de bosque existente en el mundo (M & M, 2011).

En América Latina, el fuego es uno de los principales responsables de la transformación de los ecosistemas terrestres al provocar alteraciones de distinta magnitud. Si bien algunas de ellas son positivas (cuando el fuego actúa como factor de equilibrio), la mayoría de estas son negativas y provocan el deterioro o la degradación del ecosistema (Rebella & Di Bella, 2008). Las alteraciones negativas se presentan como las principales causas de deforestación, tal como las políticas de desarrollo deficientes en torno a la conversión de tierras con bosques para la agricultura, la sobreexplotación para fines industriales, extracción de leña y los incendios forestales (FAO, 2012).

Se debe tener en cuenta la importancia de los servicios ecosistémicos provistos por los bosques como purificación del aire, protección de cuencas hidrográficas y la conservación de la biodiversidad al ser fuentes de alimento, fibra y medicina. Los bosques también desempeñan un papel importante en el mantenimiento de la estabilidad del clima en el planeta; así, los árboles y otras plantas forestales funcionan como sumideros globales, pues remueven grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera, producidos por actividades humanas o procesos naturales (Walker et al., 2011), lo que

permite establecer la importancia del control de fenómenos como los incendios forestales para evitar afectaciones, no solo naturales sino también sociales y económicas.

La valoración económica de los recursos naturales afectados por los incendios forestales permite hacer una valoración social de los daños ocasionados al medio ambiente, al contar con metodologías que miden la percepción social sobre el fuego y la afectación en la que se ven envueltos ante el suceso, además, informan sobre el costo de las pérdidas que ocasionan los incendios, por lo que se puede alertar a las autoridades sobre la importancia de la prevención y control de estos incendios y buscar la aplicación más efectiva de las políticas públicas en torno a la gestión del riesgo.

El objeto de este documento es identificar los daños a bienes y servicios ambientales ocasionados por los incendios forestales en los bosques de las principales ciudades de América Latina y el Caribe, por medio de la revisión bibliográfica de los estudios de valoración económica realizados en dichos países, con el fin de determinar las medidas de valoración económica usadas por medio de la investigación de las generalidades de los incendios y, posteriormente, la realización de un análisis comparativo entre las diferentes posturas en cuanto a la valoración económica.

Antecedentes

Los bosques ocupan una superficie total en el mundo de 3.870 millones de hectáreas, lo que representa un 30 % de la superficie emergente. Anualmente, el fuego consume entre 10 y 15 millones de hectáreas de bosque boreal y entre 20 y 40 millones de bosque tropical (Ortuño & Fernández, 2007). Con una superficie de 956 millones de hectáreas de bosques nativos, potencialmente productivos en la región, la mayoría de los bosques se encuentran en América del Sur con un 92 %, en comparación con un 7,3 % en Centro América y un 0,7 % en el Caribe

Tabla 1. Superficie de bosques (miles de hectáreas) en países de América Latina y el Caribe.

América del Sur		América Central		El Caribe	
Argentina	33,021	Costa Rica	2,391	Bahamas	3575
Bolivia	58,740	El Salvador	298	Belice	1,653
Brasil	477,698	Guatemala	3,938	Cuba	2,713
Chile	16,121	Honduras	4,648	República Dominicana	1,376
Colombia	60,728	Nicaragua	5,189	Guyana	15,104
Ecuador	10,853	Panamá	4,294	Haití	105
Paraguay	18,475	México	64,238	Jamaica	339
Perú	68,742			San Vicente y las Granadinas	11
Uruguay	1,506			Santa Lucía	17
Venezuela	47,713			Suriname	14,776
				Trinidad y Tobago	226
Total	793,597	Total	84,996	Total	36,895

Fuente: elaboración propia tomado de CEPAL, 2009.

(FAO, 2012); sin embargo, Brasil es el país con mayor superficie de bosques productivos de la región con un 53 %, mientras que San Vicente y las Granadinas y Santa Lucía son los países con un porcentaje menor a 1 en cuestiones de bosques, tal como se presenta en la tabla 1 (Cepal, 2009).

Los países que hacen parte de la región de América Latina y el Caribe han sido afectados durante el periodo de 1990-2010 por los incendios forestales, en un uno por ciento de su área de bosques al año (FAO, 2010); sin embargo, cabe anotar que cada uno de los países que conforman la región poseen variedad de condiciones climáticas diferentes entre ellos, pues tienen características dendrológicas, geomorfológicas, culturales y de comportamiento diferentes a las de poblaciones humanas existentes.

Aunque es importante rescatar los puntos compartidos, como es el caso del cambio climático, estos no solo perturban a la región sino al planeta, en donde la afectación por el aumento

de la temperatura es ocasionada por episodios de variabilidad climática como el fenómeno de El Niño, ocurrido durante 1992, los que ampliaron el proceso de sequías, erosiones e invasión de especies que influyen en la degradación de los suelos, además de la composición, estructura y función de los bosques, colocándolos en un punto de vulnerabilidad alto ante los incendios forestales, dado que hay un aumento en la acumulación del combustible (ramas, raíces, hojarasca, etc.) al hacer que la temporada de incendios sea más larga y de mayor ocurrencia (Cepal, 2009). La ONU (2012) prevé que los incendios en la Región de América Latina y el Caribe aumenten debido la acción humana y al cambio climático.

Según reportes de la FAO (2010), para el año 2005 se estimó la afectación de áreas boscosas por incendios forestales de 492.000 hectáreas, unas 5,5 hectáreas por año en la región de América Latina y el Caribe.

En América Latina, en la década de los 90, la superficie afectada por incendios forestales por año fue de 4.301.763. En América Central, Guatemala reportó 200.000 hectáreas quemadas entre 2000 y 2003; Honduras realiza un monitoreo de incendios desde 1980 con un promedio de 2.300 incendios, los cuales afectan 70,000 hectáreas por año; Nicaragua por su parte informó de 5.800 incendios que quemaron 63.000 hectáreas; Costa Rica registró 41.000 hectáreas quemadas, donde 5.000 son tierras forestales; en México, en 2011, se registraron 12.113 incendios que afectaron 956.404,80 ha de zonas arboladas y renuevos. Para la zona del Caribe, entre 2000 y 2003, el promedio de incendios se encuentra en 325 por año, con una superficie quemada de 5.000 ha/año, ya que los países que conforman esta zona ejercen una estricta vigilancia.

Incendios forestales

Los incendios forestales corresponden a perturbaciones ecológicas de efectos severos, producidos por fuego de origen natural o antrópico, en cuya dinámica deben estar presentes en el mismo sitio. Mataix-Solera & Cerdá (2009) y Parra & Bernal (2010) coinciden en que, por lo menos, condiciones como oxígeno, combustible y calor deben estar presentes para que produzca el incendio, aunque para autores como Flannigan

et al., (2000) hay seis componentes en el régimen del fuego: la frecuencia de incendios, el tamaño, la intensidad, la estacionalidad, el tipo y la gravedad; por su parte, Martín *et al.*, (1998) indican que el principal factor incidente en la ocurrencia de los incendios forestales es el estrés hídrico de la vegetación en la época de verano. De Torres *et al.*, (2008) aseguran que la precipitación y la temperatura son las variables que más influyen en los incendios.

Los incendios forestales conforman un proceso vital en los procesos de sucesión ecológica, como lo afirman Castillo *et al.*, (2003), además que contribuyen a la estabilidad del interior de los ecosistemas, pues la regeneración de la vegetación favorece a la recuperación del carbono liberado a la atmósfera, al minimizar la cantidad de gases contenidos en la atmósfera; sin embargo, para otros autores los incendios forestales incurren en graves incidentes, no solo para el medio ambiente sino para la sociedad, pues generan grandes pérdidas económicas, como lo señalan Barreal *et al.*, (2011), quienes clasifican la procedencia de los incendios en intencionados e imprudencias o negligencias, tal como se observa en la tabla 2, donde se destaca la incapacidad de control por parte de las entidades públicas cuando los predios pertenecen a propietarios privados.

Tabla 2. Procedencia de los incendios forestales según la intencionalidad.

Intencionados	Imprudencias o negligencias
Motivaciones económicas: modificaciones en el uso del suelo, intereses del sector maderero relativos a la extinción de los propios incendios.	Quema de residuos agrícolas o forestales
Limpieza de bosques o zonas agrícolas	Reproducción de incendios, quema de basura
Ahuyentar animales salvajes	Lanzamiento de pirotécnicos
Regeneración de pastos	Consumo de tabaco
Inadaptación social	Chispas de motores y maquinarias
Patologías psiquiátricas (pirómanos)	Líneas eléctricas

Fuente: Barreal *et al.*, 2011.

No obstante, las estadísticas en toda la región de América Latina y el Caribe muestran que las principales causas de los incendios se dan por la incidencia de la acción humana, llamadas de origen antrópico, entre las cuales se encuentran las prácticas de quemas para preparación y manejo de pastizales para ganadería y agricultura, que terminan en incendios por la negligencia. Además de la presencia de cobertura vegetal que incide en la expansión del incendio (Di Bella *et al.*, 2008).

Servicios ambientales

El concepto de servicios ecosistémicos surge de la necesidad de enfatizar esta estrecha relación que existe entre los ecosistemas y el bienestar de las poblaciones humanas (Balvanera, 2007). Los servicios ambientales son las funciones que cumplen la naturaleza y sus componentes para el mantenimiento de la vida y la calidad del medio ambiente. Entre estos se encuentran la regulación del aire y el agua, la calidad del agua, el control de la erosión, la polinización, la recreación, el tratamiento de enfermedades y otros (CAF, 2008). Aunque la definición no ha sido establecida formalmente, Daily (1997) lo define como “*los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas*”, aunque él mismo define a los servicios ambientales como los servicios del ecosistema.

La clasificación de los servicios ambientales, como lo propone Challenger (2009), está dada por los servicios ambientales de soporte, los cuales son necesarios para la producción de los demás servicios ambientales:

- Servicios de regulación: beneficios obtenidos de la distribución de los procesos de los ecosistemas que miden el estado de la biósfera.
- Servicios ambientales de provisión: son aquellos que generan recursos materiales, productos y bienes.

- Servicios ambientales y culturales: beneficios no materiales que se pueden derivar de los ecosistemas.

Este autor admite que hay diversas interrelaciones y la modificación de un servicio repercute en los demás componentes del sistema, por lo que modifica a otros. Para Costanza *et al.*, (2007) son 17 los servicios ambientales que se pueden derivar de los ecosistemas, tales como regulación de gases, climática, de disturbios e hídrica, oferta de agua, retención de sedimentos y control de erosión, formación de suelos, reciclado de nutrientes, tratamiento de residuos, polinización, control biológico, refugio de especies, producción de alimentos, materia prima, recursos genético, recreación y cultural.

Los servicios ambientales proporcionados por los bosques son citados por Ruiz *et al.*, (2007) como biodiversidad, fijación de carbono, ciclo hidrogeológico, protección de suelos y cuencas hidrográficas, además de la educación y el ocio.

El papel principal de los bosques como depósito de carbono contribuye a disminuir el calentamiento global. Álvarez (2013) exhibe las características de los bosques (especies de árboles, tamaño o fertilidad del suelo) que contribuyen a regular el ciclo hidrológico, fundamental para el suministro de agua para la agricultura y el consumo humano.

En cuanto a la afectación de los bosques por incendios forestales, Shlisky *et al.*, (2007) mencionan cómo el fuego ha modelado los ecosistemas y la biodiversidad en general desde el inicio de los tiempos, como los paisajes, la distribución de especies, el ciclo del carbono, la retención del agua, sus propiedades y los nutrientes del suelo. Cuando los intervalos entre incendios son más cortos o prolongados del régimen normal, puede generarse la pérdida de especies vegetales y la reducción de la biodiversidad, como resultado de la pérdida del hábitat. Adicionalmente, la invasión de los ecosistemas por plantas no nativas puede llevar

un cambio importante en los regímenes del fuego, alterando la resiliencia de los ecosistemas (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México, 2011).

La pérdida de bosques y áreas forestadas provoca, entre muchas otras cosas, pérdida de reservas naturales, cambios climáticos, inundaciones, falta de espacios que generen oxígeno, extinción de especies de animales y vegetales que viven en los bosques, polución del aire, pérdida de vidas humanas, contaminación de aguas, erosión de la tierra, etcétera. Todo esto afecta a la vida en el planeta y disminuye la calidad de vida (Denham, 2007).

Es importante resaltar, como lo menciona Myers (2006), las dimensiones del fuego en una reserva o área protegida, al tener en cuenta, primero, que la ecología del fuego alude a la relación y al efecto que este tiene en los ecosistemas y las especies, segundo, la cultura del uso del fuego, relacionado con la percepción de las comunidades y actores en torno a este, y tercero, el régimen del fuego, intensidad y frecuencia en la ocurrencia de los incendios forestales en los ecosistemas.

Medina (2009) presenta los efectos de los incendios forestales sobre los bosques, como lo son la afectación de la humedad relativa y la temperatura (microclima), la disminución de las precipitaciones y los cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Los árboles sobrevivientes son algunos de los afectados por formación de cicatrices, mientras que otros son resistentes a los daños, dadas sus adaptaciones.

Por otra parte, González (1998) sugiere que los bienes y servicios pueden alterarse por razones naturales y antrópicas, casos como los incendios forestales en amplias zonas pueden generar daño que va desde pérdidas al ecoturismo por detrimento de la vista escénica y zonas verdes, como daño en los hábitats silvestres de especies de flora y fauna, en ocasiones que están en vía de extinción. También estos pueden provocar daños en los suelos, lo que resultaría en

una baja productividad de estos y en las cuencas, dado que el incendio produce un cambio en el régimen del agua del sitio quemado, procesos de desplazamiento de indígenas, lo que afecta procesos culturales y en otros casos daño en las propiedades de los bosques, como el secuestro de dióxido de carbono (CO₂) y la producción de oxígeno y sus productos como madera, hojas, raíces y resinas.

Además de los daños a la diversidad biológica, es importante resaltar el daño a la propiedad como casas, cercas y caminos. Estos son considerados como pérdidas intangibles, pues no son medibles o intercambiables en algún mercado a pesar de que sean reconocidos por ser valiosos para el hombre.

Daily *et al.*, (1997) aseguran que existen y seguirán existiendo muchos casos en los que los valores de los servicios ecosistémicos son inciertos, debido a los gastos en los que se incurren al tratar de replicar los servicios ecosistémicos perdidos, pues no es fácil tratar de crear ecosistemas naturales que permitan abastecer las necesidades materiales y físicas de las personas. A pesar de estas afirmaciones, Ruiz *et al.*, (2007) precisan que conocer el valor de los bienes y servicios ambientales permitirá establecer el daño de los incendios forestales a estos, además de que se reconocerá la importancia de la conservación y la gestión sostenible de los recursos naturales.

Valoración económica de los incendios forestales

La necesidad de implementar la valoración económica se basa en la necesidad que tiene el mantenimiento de los bosques, ya que se protegen la fauna y los servicios ambientales asociados. En el caso de los incendios forestales, lo que se espera con la valoración económica es que no sean quemados nuevamente y crear así mecanismos de control de riesgo, políticas intersectoriales y divulgación de los procesos a la población.

Para la restauración de un área afectada se debe tener en cuenta el costo de la reforestación y el costo de la regeneración de la superficie afectada como lo menciona Martínez (1996) en ejercicios realizados en España, mientras que la valoración propuesta por González (1998) está basada en la comprensión del flujo de los bienes y servicios, al considerar que estos son activos y son afectados por el incendio, lo que influye en que estos se den por perdidos.

Barrio *et al.* (2007) estiman las pérdidas de masa forestal, la capacidad de fijación de CO₂ de las hectáreas quemadas y las emisiones de CO₂ generadas por el incendio, las cuales logran reducir la capacidad de estos ecosistemas de proveer los servicios de almacenamiento de carbono y amortiguación al cambio climático. Para este caso, se estima la cantidad de plantaciones y el pago por secuestro de carbono. Se obtiene el valor a compensar por la desaparición de estos bosques y las emisiones liberadas por medio de la metodología del informe *Inventario de Gases de Efecto Invernadero de España* y por las indicaciones de Valero *et al.* (2007):

$$L_{\text{fuego}} = A \times MB \times G_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$$

- L_{fuego} : cantidad de emisiones de gas (toneladas de CO₂).
- A: área quemada (ha).
- MB: masa de combustible disponible para la combustión (tonelada por ha de materia seca). Se incluyen todas las fracciones incluyendo biomasa, residuos o madera muerta.
- G_f : factor de combustión (adimensional).
- G_{ef} : factor de emisión, en g/kg de materia seca quemada.

En América Latina y el Caribe se han realizado estudios y valoraciones luego de la afectación de zonas por incendios forestales, pues

la biodiversidad y los ecosistemas son factores importantes en el crecimiento económico, el desarrollo y la equidad en la región, tal como lo menciona Bovarnick *et al.* (2010), ya que actualmente una de las causas de la pérdida de biodiversidad y el deterioro de los servicios ambientales es tal vez la alteración más influyente sobre ellos con procesos de conversión, pérdida de hábitat y el uso no sostenible de los recursos naturales, debido a los incendios forestales.

Es por ello que la metodología general presentada es la del análisis comparativo entre el nivel macroeconómico y los costos y beneficios de los distintos tipos de prácticas de gestión de los recursos naturales, con el fin de obtener los impactos sectoriales que se cruzan transversalmente con las características comunes de los ecosistemas, para posteriormente adoptar medidas en la gestión práctica y políticas que podrían minimizar estos daños a los servicios ecosistémicos.

En el contexto de los países de la región, a continuación se presentan las metodologías usadas por algunos de estos que podrían reforzar los sistemas de evaluación de estos eventos, donde se adoptarían los diseños y las herramientas para llevar a cabo las valoraciones de los bienes y servicios, no solo de los bosques sino de la biodiversidad asociada en general, además, se debe reconocer que las metodologías de valoración económica son de un área dinámica de estudio que con el tiempo han venido siendo modificadas por la economía en función de la dimensión social y ambiental.

En Costa Rica, la metodología para evaluar el daño ambiental y su aplicación para los incendios forestales es citado por Vega (2004), quien menciona la aplicación del modelo en dos fases: la primera, en la identificación y determinación del alcance del daño (cambio en el estado de conservación de los recursos afectados, tiempo estimado de restauración, entre otros); y la segunda, la estimación del valor económico de ese mismo daño, al tener

en cuenta tanto la información secundaria y las salidas a campo. Finalmente, el costo total del daño se estima mediante el de restauración del ambiente afectado, la compensación social por la pérdida de beneficios y los costos asociados a la puesta en marcha del estudio. El autor establece con la metodología, la importancia de cada una de las variables que se usan para la consecución del valor monetario de los recursos naturales, al hacer alusión a la forma en cómo deben usarse para la compensación natural y social, es decir, en la restauración del entorno natural y la inclusión de sistemas e infraestructura preventiva.

En Cuba se realizaron estudios de la estimación de las pérdidas económicas producidas por los incendios forestales a cargo de Ramos & Rodríguez (2013), donde se tienen en cuenta las pérdidas directas e indirectas descritas a continuación:

Las pérdidas directas se estiman por la siguiente ecuación:

$$P_d = (P_r + P_{mt} + P_{mp} + P_{ex} + P_{tp})$$

- P_d son las pérdidas directas.
- P_r son las pérdidas por reforestación.
- P_{mt} son las pérdidas por madera talada afectada.
- P_{mp} son las pérdidas por madera en pie afectada.
- P_{pnm} son las pérdidas por productos forestales no maderables.
- P_{ex} son las pérdidas por extinción.
- P_{tp} son las pérdidas por trabajos de protección.

Para las pérdidas indirectas se tiene la siguiente ecuación:

$$P_i = P_d \left(\frac{t + p + e + r + d}{5} \right)$$

- P_d son las pérdidas directas.
- t es el factor del tamaño del incendio.
- p es el factor por la pendiente del terreno.
- e es el factor por la estructura de la vegetación.
- r es el factor por el tiempo de recuperación de la cobertura vegetal.
- d es el factor por el porcentaje de daño a la cubierta vegetal.

De la metodología, los autores rescatan la importancia de los productos forestales no maderables (resinas, látex, taninos, etc.), pues demuestran la importancia de estos más que de la madera misma del bosque, sin embargo, esta metodología no considera servicios tales como la protección de las aguas y los suelos, conservación de la diversidad biológica, ni sumideros de carbono. Para la estimación de las pérdidas indirectas, muchas veces subvaloradas, estas fueron realizadas a partir de la asignación de factores a las variables de tamaño del incendio, pendiente del terreno, estructura de la vegetación, tiempo de recuperación de la cobertura vegetal y porcentaje de daño a la cubierta vegetal.

En Argentina, la valoración depende del estado de los recursos afectados, al contemplar solo la pérdida económica en recursos forestales nativos e implantados, recursos forrajeros e instalaciones ganaderas como lo mencionan Atala *et al.* (2006). Es así como se clasificó el valor económico de las pérdidas del bosque, el cual comprende todos los recursos y servicios ambientales que presta el bosque nativo antes de ser afectado por un incendio. Los costos que se tienen en cuenta en la metodología son:

- **Costo de la remediación:** comprende costos de restauración de algunos componentes del ambiente afectado.
- **Costo de la extinción del incendio:** contempla valores de logística y extinción del siniestro.
- **Costo de las pérdidas de infraestructura:** incluye todas las obras civiles e instalaciones urbanas y rurales afectadas.
- **Plantaciones forestales jóvenes:** costo de reposición = costo de la plantación + gasto de administración + costo de protección + seguros.
- **Productos maderables:** valor del presente daño = valor del presente cortado – salvamento. El salvamento es la utilidad obtenida por la venta de la madera del rodal quemado; también puede presentarse como valor del presente daño = VP sin incendio – VP con incendio.

Los autores agregan que para este tipo de valoración influye el estado de los recursos afectados, pero para muchos casos no existe una evaluación previa de la calidad de los recursos naturales quemados, por lo que el resultado será una aproximación total a las pérdidas.

En Guatemala y Paraguay, la valoración de los daños ocasionados por incendios forestales se realiza teniendo en cuenta los daños = costos de restauración del recurso perdido + “valor económico” de la pérdida + costos de control, y cuando se menciona el recurso perdido, se deben tener en cuenta los valores de no uso, como lo mencionaron Haltenhoff *et al.* (2005) y Campos *et al.* (2011), respectivamente. Básicamente, lo que determinaron con su cuantificación económica fue el valor económico de propiedades, bienes y servicios, así como el costo de restaurar el bien afectado a una condición preincendio; este proceso tiene en cuenta los efectos inmediatos y de largo plazo, los recursos con mercado y sin mercado, y los efectos negativos y los beneficios potenciales.

De esta manera, el proceso de valoración tiene en cuenta la madera comercializable y las pérdidas de otros subproductos, en tanto estos incluyan el cambio en el volumen y la calidad, así como el cambio en el nivel de producción. A continuación, se presenta el proceso de valoración para los productos del bosque que pueden ser afectados:

- **Productos no maderables, matorrales:** valor del presente daño = producción por hectárea × hectáreas afectadas × precio unitario del producto.
- **Praderas naturales:** valor de pérdida de forraje = (cabezas de ganado por hectárea × hectáreas quemadas) × (consumo de forraje día × periodo de recuperación pradera × precio) + transporte de forraje.
- **Agricultura:** pérdida de cosecha = (costo de replantar × hectáreas quemadas) + (pérdida esperada de rendimientos × precios × hectáreas quemadas).
- **Daño y destrucción de la propiedad:** daño de la propiedad = costo de reposición + valor del presente no uso.
- **Efectos sobre el paisaje y recreación:** daño al paisaje y a la recreación = número de visitantes proyectados × periodo de cierre del área × valor entrada + ingresos turísticos proyectados + costos de reforestación por hectárea × hectáreas afectadas.
- **Efectos sobre las cuencas hidrográficas:** daño a cuencas hidrográficas = costo de reforestación por hectárea × hectáreas afectadas + costo de obras de estabilización de la cuenca + valor de la producción de agua.

- **Pérdidas de productividad:** generación de baja fertilidad en los suelos.
- **Valores ambientales, fauna silvestre e impacto atmosférico:** el valor de afectación se obtiene mediante la valoración cualitativa, donde por medio de encuestas de opinión se asignen valores a los procesos naturales y a los paisajes y espacios de recreación.

Los autores enfatizan en la necesidad de tener antecedentes de las zonas afectadas, pues al contar con datos es más fácil la aplicación de ciertos criterios para cada situación en particular y, tal vez, una combinación de técnicas de valoración, por lo que sugieren considerar la siguiente rutina: tamaño del área afectada, objetivos del área afectada (producción, recreación, conservación, cuenca hidrográfica productora de agua, etc.), fragilidad ambiental del área, identificación de bienes y servicios producidos en el área, determinación de cómo la cantidad y calidad de ellos se ve afectada, evaluación del valor de la reducción en los bienes y servicios, estimación del cambio de flujos productivos o servicios en el área y finalmente propuesta de una estrategia y prioridad de mitigación de los daños.

Caso Bogotá

En Colombia, la información estadística sobre incendios muestra que, en el periodo comprendido entre 1986 y 2002, han sido reportados 14.492 eventos de incendios forestales y se ha presentado una afectación de cerca de 400.788 hectáreas; entre los años 2007, 2002 y 2004 presentaron una mayor área afectada asociada al fenómeno cálido del Pacífico (El Niño). Los años 2006 y 2008 mostraron una afectación menor; siendo por ejemplo el 2008 un año con predominio del fenómeno de La Niña; en el año 2007, en el que se registró el mayor número de incendios con 1.743, seguidos de los años 2005, 2004 y 2002, con 1.215, 1.165 y 1.001, respectivamente (IDEAM, 2010).

Según la Secretaria Distrital de Ambiente en Bogotá, en 2009 se presentaron 15 incendios que afectaron 56,40 hectáreas; en 2010, 38 incendios afectaron 222.658 hectáreas; en 2011, seis incendios afectaron 7.366 hectáreas y en 2012 se reportaron tres incendios que afectaron 0,014 hectáreas. Según Amaya & Armenteras (2010), el origen de los incendios en el Distrito Capital se clasifica en naturales, sociales, técnicos y desconocidos, para los cuales el 95 % son iniciados por acción humana, y se indica que la presión sobre los ecosistemas y sus servicios ambientales aumenta de forma directa a la expansión humana, siendo este un factor de riesgo inminente para la sociedad y la naturaleza.

La propagación del fuego en gran parte fue debido a las actividades socioeconómicas, los fuertes vientos y a la presencia de una especie vegetal introducida como lo es el retamo espinoso (*Ulex europaeus*), pues como lo aseguran Amaya & Renjifo (2010), es una de las peores especies invasoras de plantas del mundo y ha sido introducida en varias regiones altoandinas, como es el caso de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (RFPBOB), con un impacto considerable en la composición y estructura de la vegetación, ya que por su naturaleza pirogénica, su distribución se está haciendo incontrolable, además de contribuir en la intensidad de los incendios.

Actualmente, no se cuenta con estudios de valoración económica del daño a servicios ambientales por incendios forestales en el Distrito Capital; sin embargo, se han realizado trabajos relacionados a la modelación de incendios en la ciudad de Bogotá que indican que la dinámica de estos incendios no es de grandes proporciones, dada la capacidad de respuesta del cuerpo oficial de bomberos y gracias a que la estructura boscosa de la ciudad, la cual permite establecer una barrera protectora, por lo que la propagación no logra ser mayor (Amaya & Armenteras, 2012).

Discusión

Es importante resaltar el impacto que tienen los incendios forestales en los bosques, pues como se mencionó, son muchos los servicios ecosistémicos los que se afectan cuando este fenómeno ocurre.

Para la región de América Latina y el Caribe, se han realizado un número variable de valoraciones por daños ambientales causados por los incendios forestales, en lugares de gran predominancia arbórea, los cuales pueden variar por sus condiciones topográficas, climáticas, edáficas, ecosistémicas y culturales, sin embargo, como se ha podido apreciar, más del 90 % de los sucesos, son de índole antrópica, por lo que la aplicación de las metodologías puede variar en cuanto al tamaño de las áreas afectadas, la etapa sucesional del bosque, las especies que la componen, las zonas de vida y el grado de conservación del mismo y otras particularidades (Haltenhoff *et al.*, 2005).

Es por esto que dentro de las metodologías evaluadas, la pertinencia de cada una se basa en los procedimientos establecidos, sin embargo, la metodología de evaluación adoptada en Guatemala, Paraguay, Argentina y Cuba tiene en cuenta, de forma minuciosa, todos los posibles factores y variables de afectación; de igual manera, no solo toman valores netamente económicos o de preferencias reveladas en un mercado directo, sino también valores construidos con datos estimados, aunque no evalúan el factor social, lo cual sería hecho desde la percepción personal de su pérdida, de forma que logren evaluar un escenario donde interpreten situaciones de cuánto cuesta recuperar los bienes y los servicios que tenían antes de la conflagración o cuanto sería su máxima disposición a pagar para que el paisaje y su zona de recreación estuviese igual o mejor a como estaba antes del incidente, en esto se involucran metodologías como la valoración contingente.

Por otro lado, la metodología propuesta por Vega (2004) para Costa Rica, se asemeja

a un valor construido de forma paralela entre servicios prestados y pérdidas económicas, pues toma en cuenta el daño biofísico que son todos los recursos naturales asociados con los bosques afectados con el incendio, de forma que se determine la composición de estos recursos, tanto en la zona de afectación como en la de influencia, para determinar el grado de impacto y posteriormente el daño social, donde se tienen en cuenta el costo económico del daño que se presenta en las actividades económicas de las personas con el fenómeno. Esta metodología sobresale sobre las revisadas en otros países de la región porque construye un valor no solo de uso sino de no uso, pues incorpora una valoración de daño por impacto al medio ambiente y a los recursos que sí tienen mercado, como las propiedades inmobiliarias.

Como lo mencionan Ortuño & Fernández (2007), los resultados obtenidos con las diferentes metodologías no reflejan el valor total de las pérdidas causadas por los incendios forestales, por ende, hay que reconocer el esfuerzo que se ha realizado por valorar cada vez mejor los costos económicos asociados a los incendios, al destacar la importancia de la valoración de los bienes ambientales, de forma que junto con Vega (2004) y apoyado en afirmaciones de Castro & Cordero (1998), convergen en el mismo planteamiento de que muchos valores naturales no se conocen y ante este panorama se acude a la estimación indirecta de los mismos, al utilizar criterios entre la condición pasada y actual de los recursos, basados en impactos ambientales multidimensionales y su oferta de flujos a la sociedad.

Conclusiones

Es importante establecer la forma y la efectividad de la gestión en el control de los incendios en cada uno de los países que conforman la región de América Latina y el Caribe, al tener en cuenta que sus capacidades económicas son diferentes para la implementación de programas de manejo del fuego, en el nivel de conocimiento

sobre el problema y en la aplicación de tecnologías y esquemas organizativos eficientes. Influye, además, la concepción y la prioridad que se otorgan en las políticas nacionales respecto al valor de los recursos forestales y la necesidad de protegerlos.

Así, se trabaja el tradicional uso de la tierra, que frecuentemente es difícil de superar y que genera situaciones en donde se deben usar métodos de valoración para llegar hasta las comunidades, en busca no solo de los valores monetarios de los bienes y servicios que pueden perderse en un incendio forestal, sino también para contextualizar a la comunidad de la realidad en torno al tema y las acciones que pueden realizar para evitarlos.

Es importante resaltar que la mayoría de las metodologías tienen en cuenta la madera afectada, los bienes y los servicios que se obtienen de ella, donde su depreciación puede ser usada para otras cosas, sin embargo, muchos autores difieren en que deberían tenerse en cuenta tanto la madera en pie afectada por los incendios, como la que ya está en los patios de acopio luego de su tala (Ramos & González, 2013).

Con el fin de reducir las vulnerabilidades físicas, sociales, económicas y ambientales en pro de la disminución del impacto de los eventos naturales extremos como los incendios forestales, se requiere de un marco estratégico para enfrentar los desastres naturales, de forma tal que institucionalmente tengan las capacidades técnicas para la prevención, mitigación, atención y adaptación de esta clase de fenómenos.

Finalmente, se evidencia que los valores obtenidos en las metodologías no son parte de la percepción social de las comunidades asociadas al entorno afectados, sino que son cálculos meramente económicos relacionados con las pérdidas de bosques, los cuales hacen parte de un mercado, sin embargo, los productos forestales no maderables, los cuales no tienen un mercado y que son el foco de este documento, no

son valorados totalmente, pues lamentablemente su intangibilidad y falta de transacción no son tenidos en cuenta a pesar de su gran importancia para la vida, no solo en la región de América Latina y el Caribe, sino también en el resto del mundo.

Referencias

- Álvarez, E. (2013). *¿Cuánto vale la Naturaleza? Bosques, biodiversidad y servicios ecosistémicos en Antioquia*. Medellín, Colombia: Propiedad pública.
- Amaya, A. y Renjifo, L. (2010). Efecto del Retamo Espinoso (*Ulex europaeus*) sobre las aves en un bosque altoandino. En *Ornitología Colombiana*. Pp. 11-25.
- Amaya, D. y Armenteras, D. (2012). Incidencia de incendios forestales sobre la vegetación de Cundinamarca y Bogotá D.C. (Colombia) entre 2001 y 2010. En *Acta Biológica Colombiana*. Pp. 143-158.
- Atala, D., et al. (2006). *Informe preliminar de valoración del impacto del incendio en Sierras Chicas*. Córdoba, Argentina: Agencia Córdoba Ambiente.
- Balvanera, P. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. En *Gaceta Ecológica*. Pp. 1-8.
- Barreal, J., Loureiro, M., y Picos, J. (2011). Estudio de la incidencia de los incendios en Galicia: una perspectiva socioeconómica. En *Revista Galega de Economía*. Pp. 1-20.
- Barrio, M., Loureiro, M., y Chas, M. (2007). Aproximación a las pérdidas económicas ocasionadas a corto plazo por los incendios forestales en Galicia en 2006. En *Economía Agraria y Recursos Naturales*. Pp. 45-64.
- Bovarnick, A., Alpizar, F., y Schnell, C. (2010). *La importancia de la biodiversidad y de los*

- ecosistemas para el crecimiento económico y la equidad en América Latina y el Caribe: una valoración económica de los ecosistemas.* Madrid, España: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- CAF, C. A. (2008). *Conservando los Servicios Ambientales para la gente y la naturaleza.* San Jorge, Bolivia.
- Campos, S., Cardozo, N., Díaz, G., y Paéz, A. (2011). *Metodología de valoración de daños por incendios forestales en el Chaco.* Paraguay: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.
- Castillo, M., Pedernera, P., y Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. En *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA*. Pp. 44-53.
- Castro, R., y Cordero, S. (1998). *Evaluación de impacto ambiental y sostenibilidad del desarrollo.* San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- CEPAL. (2009). *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe.* Santiago de Chile: División de Estadística y Proyecciones Económicas.
- CEPAL. (2009). Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: Una reseña. Santiago de Chile: Cepal.
- Challenger, A. (2009). *Introducción a los servicios ambientales.* México: Instituto Nacional de Ecología.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México. (2011). *Estrategia y Lineamientos de Manejo de Fuego en Áreas Naturales Protegidas.* México D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Costanza, R., et al. (2007). The value of the World's ecosystem services and natural capital. In *Nature*. Pp. 253-260.
- Daily, G. (1997). Introduction: What are ecosystem services? In *Natural Ecosystems*. Pp. 1-10.
- Daily, G., et al. (2007). Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. In *Issues Ecology*. Pp. 1-16.
- De Torres, M., Ghermandi, L., y Pfister, G. (2008). Los incendios al noroeste de la Patagonia: su relación con las condiciones meteorológicas y la presión antrópica a lo largo de 20 años. En *Ecología Austral*. Pp. 153-167.
- Denham, M. (2007). *Predicción de incendios forestales basada en algoritmos evolutivos guiados por los datos.* Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Di Bella, C., Rebella, C., Straschnoy, J., Mari, N., Fischer, M., y Verón, S. (2008). *Incendios forestales en América Latina. Estudio de fuegos a partir de la teledetección.* Argentina: Iberoamérica.
- FAO. (2010). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales.* Roma: FAO.
- FAO. (2012). *Vigésima Séptima Reunión de la Comisión Forestal para América Latina y el Caribe (COFLAC).* Asunción, Paraguay: FAO.
- Flanningan, M., Stocks, B., & Wotton, B. (2000). Climate change and forest fires. In *The Science of the Total Environment*. Pp. 221-229.
- González, A. (1998). Aspectos Económicos de la evaluación del daño de Incendios. En *Serie Geográfica*. Pp. 87-95.
- Haltenhoff, H., Herrera, R., Salguero, E., y Juaréz, A. (2005). *Metodologías para la evaluación de daños de áreas afectadas por incendios forestales.* Petén, Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.

- IDEAM. (2010). *Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia. Bosques 2009*. Bogotá D.C.: Ideam.
- M & M. (2011). Los bosques del mundo en cifras: América Latina y el Caribe, una región rica en materia forestal. En *M & M*. Pp. 22-28.
- Martín, M. P., Chuvieco, E., y Aguado, I. (1998). La incidencia de los incendios forestales en España. En *Serie Geográfica*. Pp. 23-36.
- Martinez, E. (1996). *Proceso operativo de valoración de pérdidas por incendio forestal*. Cataluña, España: Ministerio de Medio Ambiente.
- Mataix-Solera, J., y Cerdá, A. (2009). Incendios Forestales en España. Ecosistemas Terrestres y Suelos. En J. Mataix-Solera, & A. Cerdá. (2009). *Efectos de los Incendios Forestales sobre los Suelos en España. El estado de la cuestión visto por los científicos españoles* (Pp. 27-53). Valencia: Universitat de València.
- Medina, J. A. (2009). *Valoración económica parcial de los incendios forestales y actividades de protección en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano de Honduras*.
- Myers, R. (2006). Incendios y ecosistemas: Un enfoque integral del manejo de fuego en América Latina. En *Memorias del Cuarto Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales y Primer Taller Internacional sobre Manejo del Fuego* (P. 11). Pinar del Río, Cuba: Universidad de Pinar del Río.
- ONU. (2012). *Informe Vigésima séptima Reunion de la Comisión Forestal para América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Ortuño, S., y Fernández, J. (2007). Evaluación económica de los daños por incendios forestales. En *Wildfire*. (P. 10). Sevilla, España.
- Parra, A., y Bernal, F. (2010). Incendios de cobertura vegetal y biodiversidad: una mirada a los impactos y efectos ecológicos potenciales sobre la diversidad vegetal. En *El Hombre y la Máquina*. Pp. 67-81.
- Ramos, M., & González, R. (2013). Metodología utilizada en Cuba para estimar las pérdidas económicas producidas por incendios forestales. En *Cuarto Simposio Internacional sobre Políticas, planificación y economía de los incendios forestales: cambio climático e incendios forestales* (Pp. 168-179). Albany, California: Informe Técnico General PSW-GTR-245.
- Rebella, C., y Di Bella, C. (2008). Incendios forestales en América Latina. Estudio de los fuegos a partir del uso de la teledetección. En *CEIBE*. Pp. 14-18.
- Ruiz, M., García, C., y Sayer, J. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. En *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*. Pp. 81-90.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2009). *Informe de Gestión - Año 2009. Comisión distrital para la prevención y mitigación de los incendios forestales*. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2010). *Informe de Gestión - Año 2010. Comisión distrital para la prevención y mitigación de los incendios forestales*. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente.

- Secretaría Distrital de Ambiente. (2011). *Informe de Gestión - Año 2011. Comisión distrital para la prevención y mitigación de los incendios forestales*. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2012). *Informe de Gestión - Año 2012. Comisión distrital para la prevención y mitigación de los incendios forestales*. Bogotá D.C.: Secretaría Distrital de Ambiente.
- Shlisky, A., et al. (2007). Fire, ecosystems and people: Threats and strategies for global biodiversity conservation. In *Wildfire*. (Pp. 1-17). Sevilla, España.
- Valero, E., Picos, J., y Herrera, M. (2007). Cálculo de las Emisiones de CO2 por los incendios del 2006 en la provincia de Pontevedra (Galicia). En *Wildfire*. (P. 5). Sevilla, España.
- Vega, E. E. (2004). Evaluación económica del daño ambiental causado por los incendios forestales en Costa Rica. En *Sistema Nacional de Áreas de Conservación*. (P. 11).
- Walker, W., et al. (2011). *Guía de Campo para la Estimación de Biomasa y Carbono Forestal. Versión 1.0*. Massachusetts, USA: Woods Hole Research Center.

Metodología para la evaluación de impacto para programas de asociatividad y emprendimiento social

Jaime Rangel Bolaños¹
Margarita Miranda Villera²

Fecha de recepción: 17 de noviembre de 2016 / Fecha de aceptación: 1 de febrero de 2017

Resumen

El presente trabajo busca proponer un modelo para la evaluación de impacto de las iniciativas o programas de asociatividad y emprendimiento social, para lo cual se presentan algunas nociones básicas de este tipo de iniciativas sociales, así como algunos ejemplos de estas en el país. Se mencionan las metodologías para la evaluación de impacto de programas de intervención más reconocidas, al exponer sus principales características. Finalmente, se realiza un ejercicio hipotético de cómo se mediría el impacto de estos programas con un método de diferencias, al analizar algunos.

Palabras claves: evolución, impacto, emprendimiento, asociatividad.

A methodology to assess the impact of social development and social entrepreneurship programs

Abstract

The aim of this paper is to propose an evaluation model of the impacts of the initiatives or programs of associativity and social entrepreneurship. To this end, some basic concepts of these kind of programs and some samples of their implementation in our country will be presented. In conjunction with the aforesaid, some of the most known methodologies used to assess the impact of social intervention are discussed, expounding their most important features. Finally, a hypothesizing is executed on how it would be possible to measure the impact of such programs by means of a method of differentiation, analyzing some of their indicators to evaluate their evolution.

Keywords: Evolution, impact, entrepreneurship, associativity.

¹ Economista de la Universidad Pontificia Bolivariana Montería, docente interno, Montería- Colombia, jaime.rangelb@upb.edu.co

² Economista de la Universidad Pontificia Bolivariana Montería, docente interno, Montería- Colombia, jaime.rangelb@upb.edu.co

Introducción

La asociatividad y el emprendimiento social surgen como mecanismos alternativos para mejorar las condiciones de vida de una población específica y, de esta forma, propiciar un desarrollo sostenible en su entorno, al partir de una problemática para llegar a una solución. Estas iniciativas se ven fortalecidas debido a la competencia globalizada y a la política de reducción de la desigualdad en países como el nuestro, donde hay expectativa por la puesta en marcha del acuerdo de paz y la reinserción social de los combatientes.

Dadas las implicaciones sociales y económicas que acarrea la firma de la paz, se hace imperativo crear espacios para una adecuada inclusión social y sostenimiento del proceso en el mediano y largo plazo, toda una vez que el Estado no puede sostener a perpetuidad la carga financiera involucrada.

Por esta razón, la asociatividad regional, el emprendimiento y el emprendimiento social pueden propiciar una sostenibilidad del proceso, especialmente en regiones que han sido víctimas de la violencia y requieren una reparación social y económica; sin embargo, algunos de estos programas han sido cuestionados debido a que, precisamente, no son sostenibles en el tiempo y se genera un círculo vicioso que desangra las finanzas, lo cual lleva a los ciudadanos a volver a sus prácticas iniciales o a acabar con sus empresas.

Esta situación se presenta, algunas veces, porque no se tiene conocimiento de la eficiencia o del impacto que tienen estos programas en las comunidades. De allí la importancia de evaluar dicha marca a través indicadores claros, realmente acordes al contexto. Se pretende aquí, revisar algunas de las metodologías existentes para evaluar su huella y proponer un modelo para este tipo de iniciativas.

Asociatividad y emprendimiento social

La asociatividad regional es una forma de organización social que agrupa por afinidad (bien sea económica o social) a diversas personas, con el fin de ser más competitivos y mejorar su bienestar de vida en base a su actividad productiva. En muchos casos, esta asociatividad regional cumple propósitos sociales al buscar la solución a un problema o al mejoramiento de la calidad de vida de una comunidad. Biorruta, por ejemplo, fue una iniciativa social para mejorar el turismo en el departamento del Quindío (Crónica del Quindío, 2015). Otro de los ejemplos es el de Asprocig en el departamento de Córdoba, donde la asociación de productores para el desarrollo comunitario de la Ciénaga Grande del Bajo Sinú es reconocida a nivel internacional por su gestión en las comunidades aledañas en materia productiva y social. Esta cuenta con programas como seguridad alimenticia, cultura pública, sistemas productivos agroecológicos, entre otros (Asprocig, 2016).

Algunos de estos programas cuentan con el respaldo por parte del gobierno central, a través del Departamento para la Prosperidad Social (DPS) y del Departamento de Planeación Nacional (DNP). Así mismo, Colciencias, a través de proyectos de investigación innovadores, propicia espacios para que se realice este tipo de actividades de asociatividad regional.

Por otro lado, el emprendimiento y sobre todo el emprendimiento social son casos más particulares que también buscan una transformación social en pro del beneficio colectivo, bien sea a través de estrategias innovadoras, empresas sociales, etc. Este cambio social se da con la finalidad de solucionar una problemática existente o la mejora del entorno. Se le llama emprendimiento porque son iniciativas para crear empresas sociales, en las cuales se identifican oportunidades presentadas como problemas que requieren soluciones (Guzmán, 2008).

Los ejemplos de estas iniciativas son muchos. La Revista Dinero (2014), por ejemplo, publicó un artículo sobre ideas de emprendimiento social en Colombia. En este artículo se muestran algunos casos de éxito de emprendimiento social que han ayudado a resolver problemas de diversas comunidades.

También es preciso mencionar que tanto la asociatividad como el emprendimiento social implican, en muchos casos, un proceso de innovación y repensamiento de social de algunos sistemas tradicionales, lo cual hace que su impacto tenga mayor eco social y, por lo tanto, mayor trascendencia en el entorno. La innovación social hace referencia a valores como: inclusión social, solidaridad, mejoras medio ambientales, desarrollo sostenible y mejoramiento educativo (Echeverría, 2008).

Marco referencial

A continuación se describen algunos métodos para la evaluación de impactos:

Experimentos aleatorios

En la evaluación de impactos, cuando se habla de experimentos aleatorios (sociales) se refiere al hecho de que los beneficiarios de un programa son elegidos de manera aleatoria, los cuales serán tomados como grupo de tratamiento, mientras que aquellos con que no hacen parte del programa podrán ser tomados como grupo de control y también deben ser escogidos de manera aleatoria, evitando así un sesgo de selección. Esta elección se puede realizar de forma individual o grupal (Bernal & Peña, 2015).

De forma individual se hace, por ejemplo, con hogares y en conglomerados se hace, por ejemplo, en comunidades. En caso de no poder asignar el tratamiento de manera aleatoria, se puede incentivar a un subgrupo de la población elegida de manera aleatoria a participar en el programa.

Experimentos naturales o cuasi experimentos

En los experimentos naturales, la asignación de los participantes se da por cuestiones fortuitas, lo que ocasiona la asignación entre tratamiento y control con características similares a las que se obtendrían con un experimento aleatorio controlado o cualquier factor no relacionado con el efecto causal que se estudia. Estos experimentos naturales se pueden dar de dos tipos: aquellos en los que el evento fortuito genera una asignación totalmente aleatoria del programa y aquellos en los cuales se determina, solo de manera parcial, la asignación en el grupo tratamiento (Bernal & Peña, 2015).

Método de emparejamiento

Este método permite encontrar para el individuo en el programa tratado, otro idéntico, excepto por la participación en el programa, donde se asume que la selección en el programa se basa en características o variables observables, únicamente, al incluir el tratamiento y los resultados potenciales. En este método se parte del supuesto de que los individuos del grupo de control son aquellos que tienen probabilidades de participación, parecidas a las de los individuos del grupo de tratamiento (Bernal & Peña, 2015).

Método de variables instrumentales

El método de variables instrumentales es una estrategia alternativa de identificación que permitirá estimar el impacto de un programa para aproximar el resultado de lo contrafactual, aquellos participantes no favorecidos. En este tipo de metodología se hace necesario definir una variable adicional “z”, conocida como variable instrumental, la cual debe estar correlacionada con la variable endógena “d”, esto implica que el instrumento tiene un buen poder de predicción de la participación en el programa, al explicar de manera clara la probabilidad de participación (Bernal & Peña, 2015).

Regresión discontinua

La regresión hace referencia a la escogencia de los beneficiarios de un grupo a través de un indicador o una variable continua observada “z”, esto ocurre generalmente en casos en los cuales la política pública se focaliza en un grupo particular de la población que el investigador puede observar. En este caso, la asignación al tratamiento depende completa o parcialmente del valor de la variable de focalización que determina la elegibilidad para el programa (Bernal & Peña, 2015).

Existen dos tipos de regresión discontinua:

La regresión discontinua nítida que ocurre cuando “z” determina completamente la participación en el programa sobre la base de un umbral, esto significa que la probabilidad de participación es discontinua en el punto “z”, al pasar de ser uno a ser determinantes iguales a cero, por lo tanto, se asume que los individuos no contribuyen en la decisión de participar o no del programa (J- PAL, 2014).

La regresión discontinua borrosa se da cuando la probabilidad condicional de participación en el tratamiento es discontinua en el punto “z”, es decir, no es la participación en el tratamiento lo que cambia determinantemente en ambos lados del umbral “z”, sino la probabilidad de participación la cambia en el punto “z”, aquí se tienen en cuenta las dimensiones observadas y no observadas del individuo (J- PAL, 2014).

Método para evaluar el impacto de la asociatividad social y el emprendimiento social

Al tomar como referente las metodologías expuestas en el título anterior y las características de asociatividad y el emprendimiento social como motor de cambio social y generadores de bienestar, se puede decir que la metodología a usar para evaluar el impacto de estas iniciativas es de experimentos aleatorios a través de un modelo de diferencias.

La participación en este tipo de programas-iniciativas tiene como objetivo principal acelerar el desarrollo social, económico y empresarial solidario en la región de influencia y mejorar el nivel de ingreso de las familias de una población.

En estos casos, las personas participantes o familias asociadas son escogidas de manera aleatoria, el resultado de la variable relevante es el nivel de ingreso, para este caso una persona o una familia que gana al mes menos de medio salario mínimo legal vigente es catalogada en el grupo de ingresos muy bajo; mientras que una familia que gana entre medio salario mínimo y un salario mínimo es considerada en el grupo de ingresos bajo. Con esta relación se puede construir la tabla 1:

Tabla 1. Variables para el modelo.

Nivel de ingresos	Promedio de ingreso (tratamiento)	Promedio de ingreso (control)	Porcentaje de nivel de ingreso (tratamiento y control)
Muy bajo	n	p	x
Bajo	m	q	1-x

Fuente: elaboración propia.

Con lo anterior, se puede construir el efecto del programa sobre los participantes, medido por el método de diferencias que viene dado por:

$$\tau_{ATT} = E(\tau | D_i=1) = E[Y_i(1) | D_i=1] - E[Y_i(0) | D_i=0] \quad (1)$$

Donde:

- τ_{ATT} : es el impacto del programa.
- $E(\tau | D_i=1)$: es el efecto del programa en las personas o familias que hicieron parte del programa.
- $E[Y_i(1) | D_i=1]$: es el grupo de personas o familias con buenos indicadores y que participaron en el programa.
- $E[Y_i(0) | D_i=0]$: es el grupo de personas o familias de control. (Bernal & Peña, 2015).

Dada la tabla 1 es posible estimar $E[Y_i(1) | D_i=1]$ y $E[Y_i(0) | D_i=0]$ y con ello calcular el impacto del programa:

$$\hat{E}[Y_i(1) | D_i=1] = (n*x) + (m*(1-x)) = z \quad (2)$$

$$\hat{E}[Y_i(0) | D_i=0] = (p*x) + (q*(1-x)) = w \quad (3)$$

De donde:

$$\hat{\tau}_{ATT} = E(\tau | D_i=1) = z - w \quad (4)$$

Ahora bien, para poder establecer una comparación entre los grupos de tratamiento $D_i=1$ y el grupo de control $D_i=0$, es necesario que:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 D_i + u_i \quad (5)$$

Así, los indicadores para evaluar el impacto del programa son los siguientes:

Indicadores de efecto

- **Tasa de participantes asociados:** número de asociaciones / número total de participantes.

Estos son los negocios en asociaciones que surgen luego de que una familia decide participar en el programa.

- **Tasa de abandono:** número de abandono / número total de participantes.

Estas son las personas que iniciaron un proceso de asociatividad, pero que luego desistieron.

- **Tasa de creación de asociaciones:** número de asociaciones - empresas creadas / número de asociaciones potenciales inicialmente. (Bernal & Peña, 2015).

Indicadores de impacto

- **Variación de los ingresos:** [(Ingresos después- ingresos antes) / ingresos antes] * 100.

Este es el porcentaje de la variación de los ingresos en un periodo de estudio.

- **Variación de la situación de empleo:** tasa de empleo después - tasa de empleo antes.

- **Tasa de retorno familiar por unidad invertida:** (ingresos nuevos generados / costo de aprendizaje) * 100. (Bernal y Peña, 2015).

Referencias

- Asprocig. (2016). Asprocig. Recuperado de: <http://actualidadetnica.com/voces-etnicas/noticias-voces-etnicas/indigenas/2401-diez-anos-de-lucha-y-resistencia-del-pensamiento-embera.html>
- Bavaria. (2013). Red de emprendedores Bavaria. Recuperado de: <https://somosmas.org/project/red-de-emprendedores-bavaria/>
- Becas y convocatorias. (2009). Becas y convocatorias Recuperado de: <https://www.seed.uno/awards/about.html>
- Bernal, R. y Peña, X. (2015). Guía práctica para la evaluación de impacto. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Concurso Ventures. (2007). *Ventures, concurso nacional de emprendedores*. Revista Semana. Recuperado de: <http://sostenibilidad.semana.com/ejes-de-accion/competitividad-y-liderazgo/articulo/ventures-concurso-nacional-emprendedores/28659>
- Crónica del Quindío. (16 de marzo del 2015). Biorruta, un ejemplo de asociatividad. www.cronicadelquindio.com. Recuperado de: http://www.cronicadelquindio.com/noticia-completa-titulo-biorruta_un_ejemplo_de_asociatividad-seccion-la_economa-nota-86129
- DNP. (2011). *Índice de Pobreza Multidimensional (IPM-Colombia) 1997-2008 y meta del PND para 2014*. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/%C3%8Dndice%20de%20Pobreza%20Multidimensional%20%28IPM-Colombia%29%201997-2008.pdf>
- Echeverría, J. (2008). El manual de Oslo y la innovación social. En *Arbor ciencia, pensamiento y cultura*. (732). Pp. 609-618.
- Gobernación de Sucre. (2010). *Plan de desarrollo de Sucre 2011-2015*. Sincelejo: Gobernación de Sucre.
- Guzmán, A. (2008). Emprendimiento social-revisión de literatura 1. En *Estudios gerenciales*. (109) 24. P. 108.
- J-PAL. (2014). *Introducción a las evaluaciones*. Recuperado de: <https://www.povertyactionlab.org/sites/default/files/documents/introduccion-evaluaciones.pdf>
- ONU Mujeres. (15 de diciembre del 2011). La ONU anuncia los ganadores del Premio SEED de 2011 y el primer ganador del Premio en materia de igualdad de género. <http://www.unwomen.org>. Recuperado de: <http://www.unwomen.org/es/news/stories/2011/12/un-announces-seed-award-winners-first-gender-equality-award-winner-2011>
- Revista Dinero. (2014). *Siete ideas colombianas de emprendimiento social*. Colombia: Revista Dinero.

Crecimiento económico y Flujos de efectivo en las empresas del sector servicios de Santander durante el periodo 1995 - 2014*

Gabriel Eduardo Escobar Arias¹
Andres Valencia Diaz²

Fecha de recepción: 30 de noviembre del 2016 / Fecha de aceptación: 26 de febrero del 2017

Resumen

El principal objetivo fue determinar la relación entre el crecimiento económico y los flujos de efectivo de las empresas del sector servicios para el departamento de Santander, y luego, con estos resultados poder realizar predicciones para los futuros flujos de efectivo. Dentro de la metodología, se obtuvieron los estados financieros de las empresas del sector servicios del departamento de Santander, los cuales reportan a la Superintendencia de Sociedades durante el año 1995, y que ascendieron a 135, siendo este número de empresas la población inicial; sin embargo, el estudio solo se le pudo aplicar a 15 empresas que fueron aquellas que reportaron de forma continua sus estados financieros durante los años 1995-2014 a la Superintendencia de Sociedades de Colombia.

A este número de empresas se le calcularon los flujos de efectivo de operación y financiación, con los cuales se estableció la relación estadística con el crecimiento de la economía regional durante el mismo periodo de tiempo, datos que se obtuvieron del Departamento Nacional de Estadística (DANE) de Colombia. Los principales resultados obtenidos fueron la relación estadística encontrada entre los flujos de efectivo de operación y el crecimiento de la economía regional, el cual ascendió al -0,125, resultado bastante insatisfactorio inicialmente para poder realizar predicciones al sumarle a los flujos de efectivo de operación y la financiación; la relación estadística disminuyó y pasó de una correlación inversa a una correlación directa del 0,025, datos también pocos satisfactorios para poder realizar la predicción de los futuros flujos de efectivo.

La principal conclusión fue que no hay una relación directa y esto es poco significativo entre los flujos de efectivo de las empresas del sector servicios del departamento de Santander y el crecimiento económico regional, no se pueden realizar predicciones de los futuros flujos de efectivo para las empresas del sector, ya que el modelo no tiene la consistencia y validez para hacer dichas

Palabras claves: flujos de efectivo, correlación, crecimiento económico y predicción.

Economic growth and cash flows for service companies in the department of Santander, Colombia from 1995 to 2014

Abstract

The aim of this paper is to determine the relationship between the economic growth and the cash flow in the service companies in the Santander Department, Colombia, and, afterward, to be able to make truthful projections for future cash movements in Santander by using the results of our study. Consequently, the financial statements of the 135 companies (being this the initial number of businesses studied in this research) were obtained after being reported to the Superintendencia de Sociedades during 1995. Even so, the study could only be applied to 15 companies, being these the enterprises that constantly reported their financial states from 1995 to 2014 to the Superintendencia de Sociedades. Cash flows and financial expenses were calculated for these companies. Throughout this, the statistic relationship between them and the growth of the local economy was determined. The data in this regard was obtained from DANE during the aforesaid period of time. The most important finding obtained from this study was the statistic relationship between the cash flows and the local economy growth (which rose to -0.125). This result did not prove to be satisfactory, nonetheless, if it is intended to make projections by adding the cash flows to the financial expenses. The statistic relationship decreased and went from being an indirect correlation to a direct one (0.025). The main conclusion is that there is not a direct, and meaningful, relationship between the service companies' cash flow of Santander region and its local economic growth. It is not possible to predict the businesses' future cash flow due to the fact that the model is not consistent, nor valid, enough to make such projections.

Keywords: Cash flows, correlation, economic growth, projection.

*Este artículo es resultado de la investigación titulada "Crecimiento económico y flujos de efectivo en las empresas del sector comercial de Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Santander y Valle". Las entidades que financiaron dicho proceso investigativo fueron la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales y la Universidad Autónoma de Manizales. La investigación se realizó durante los años 2014 - 2015.

¹ Gabriel Eduardo Escobar Arias, docente Universidad Nacional de Colombia sede Manizales y Universidad Autónoma de Manizales, miembro del grupo de investigación en empresariado de la Universidad Autónoma de Manizales. Economista candidato a doctor en el programa de ingeniería - industria y organizaciones de la Universidad Nacional de Colombia. E - mail: gabrieledoesobar@gmail.com

² Jorge Ivan Osorio Mejia, estudiante MBA (Cohorte VI) Universidad Autónoma de Manizales, Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. E - mail: jiom39@yahoo.com.mx

Introducción

En procesos investigativos anteriores se analizaron los flujos de efectivo de algunas empresas del departamento de Caldas, Risaralda y Quindío para el sector comercial, industrial, de servicios y agropecuario, entre 2002 y 2010 en sus estructuras de operación, financiación e inversión (Escobar, 2014) y se determinó su relación con algunas variables macroeconómicas durante el mismo periodo. Los principales resultados se refieren a la demostración de la correlación positiva presentada entre las variables analizadas. De acuerdo con lo anterior, se indagó en profundidad sobre la relación que pueden presentar variables como el crecimiento económico, los flujos de efectivo y su incidencia en estos, de forma que se pueda realizar su predicción para empresas del sector servicios en el departamento de Santander.

Algunos autores han presentado resultados sobre la predicción de los flujos de efectivo para periodos siguientes, a partir de variables como los flujos de efectivos históricos (Catanach, et al., 2000; Luo, 2008; Lorek, 2014), los estados financieros, conformados por el balance general y el estado de resultados o situación económica (Ou & Penman, 1989; Stober, 1992; Lee, 1996); el capital de trabajo (Francis & Eason, 2012); los ingresos o los costos (Atwood, *et al.*, 2011; Sloan, 1996; Stober, 1993); y otros informes financieros redactados bajo normas internacionales de información financiera (NIIF) (Lee, 2011; Legoria & Sellers, 2005); sin embargo, ninguno de ellos, en la búsqueda realizada, trabajó la predicción a través de la relación que pueda haber entre el crecimiento de la economía y los flujos de efectivo históricos. En este sentido, se observa un vacío teórico entre la relación que puedan tener estas dos variables y la manera de conjugarlas, para establecer una predicción de los flujos de efectivo a partir de estos resultados.

Los objetivos del trabajo fueron, en primer lugar, establecer la relación teórica y práctica entre las dos variables, y en segundo lugar, establecer la correlación entre el crecimiento de la economía

y los flujos de efectivo durante los años 1995-2014, para las empresas del sector servicios del departamento de Santander, y, finalmente, plantear un sistema que permita proyectar los flujos de efectivo a partir de la variación que presenta el crecimiento de la economía, es decir, medir el porcentaje de variación que presentarán dichos flujos ante la variación del PIB de la economía, en la cual se basa el estudio. Esta observación se fundamenta en que la variable independiente será el crecimiento económico y la variable dependiente serán los flujos de efectivo.

Con los resultados obtenidos, los empresarios podrán tener información adicional para realizar sus pronósticos respecto a los flujos de efectivo, pues cuentan con información interna y externa y, de esta forma, podrán realizar una planeación financiera más adecuada para prever su capital de trabajo, las inversiones futuras, el pago de dividendos y de obligaciones financieras, entre otras actividades relacionadas con el desembolso o la adquisición de recursos monetarios o liquidez.

La investigación realizada fue de tipo cuantitativo en su parte inicial, pues se realizó una extracción de cifras como son los estados de los flujos de efectivo de las empresas que reportaron de forma continua esta información a la Superintendencia de Sociedades Supersociedades (2015) de Colombia, durante los años 1995-2014, para la región mencionada. La información se recopiló y se presentó el acumulado de datos para el departamento de Santander. Los datos del PIB se consultaron en la base de datos del DANE, además de considerarse las proyecciones del Banco Mundial, y así obtener el crecimiento económico de la región en el periodo mencionado. Con esta información, se establecieron las correlaciones que presentaron las variables estudiadas, y se desarrolló el análisis de regresión estadística, el cual permite determinar la predicción de los flujos de efectivo a futuro para los años 2015, 2016 y 2017.

Se presentó, además, un análisis en el cual se estableció la relación que pueden tener algunos

hechos económicos con los flujos de efectivo para el departamento de Santander y que, durante el mismo tiempo, se pueda demostrar que la correlación entre las dos variables se puede explicar de forma cuantitativa y cualitativa.

Uno de los principales problemas encontrados en el proceso investigativo fue la muestra a la cual se le aplicó el modelo estadístico de regresión para predecir los futuros flujos de efectivo, puesto que para la región analizada se encontró un total de 135 empresas que pertenecen al sector servicios, pero de estas solamente 15 reportaron los estados de flujos de efectivo de forma continua, esto se debió a que muchas de ellas desaparecieron, otras se fusionaron y otras no presentaron el reporte. Es necesario que este sea continuo porque los datos en cero hacen que las estadísticas pierdan homogeneidad y tanto las correlaciones como las predicciones pierden validez.

Metodología

La información que se presenta en este artículo es de tipo cuantitativo, puesto que se realiza un análisis de cifras como los estados de flujos de efectivo de las empresas que son objeto del estudio, pertenecen al sector servicios y han reportado estados financieros a las Superintendencia de Sociedades entre 1995 y 2014.

La investigación es de carácter correlacional, por lo cual uno de sus objetivos fue establecer la relación que hay entre el crecimiento económico regional y los flujos de efectivo para las empresas del sector servicios en Santander. Se pretendió establecer en esta correlación el efecto de la variable independiente, que es el crecimiento económico en la variable dependiente y que son los flujos de efectivo.

Además, el trabajo es de carácter longitudinal, puesto que se evalúan varios periodos continuos en cada una de las variables, y que son el crecimiento económico y los flujos de efectivo. El periodo analizado es entre 1995 y 2014. Este trabajo también tiene un carácter exploratorio, puesto que se trata de establecer los futuros flujos

de efectivo de las empresas estudiadas a través de la relación entre las variables crecimiento económico y los flujos de efectivo.

Para la recolección de la información se utilizó la base de datos SIREM, que es operada y suministrada de forma gratuita por la superintendencia de sociedades. Esta base de datos se encuentra en el sitio web de la entidad www.supersociedades.gov.co

Para determinar el producto interno bruto proyectado, se tomó la información suministrada por el Banco Mundial, dado que este tiene proyecciones de crecimiento del PIB estimadas hasta el año 2017.

Para determinar la población, se estableció el número de empresas del sector servicios de Santander, las cuales reportaron estados financieros a la Superintendencia de Sociedades durante 1995 y se obtuvieron 135 empresas.

Para determinar la muestra, se tomaron las empresas que reportaron estados financieros entre 1995 y 2014 de forma continua. Se decidió de esta manera porque en los periodos en los cuales no hay reporte, para la elaboración del aplicativo estadístico, se tendría un dato cero que afectaría los resultados de la correlación estadística.

Para el departamento de Santander, objeto del presente estudio, se obtuvo el siguiente número de empresas:

Tabla 1. *Empresas del sector servicios que reportaron estados financieros para el departamento de Santander, de forma continua, a la Superintendencia de Sociedades durante el periodo 1995-2014.*

Departamento / región	Número de empresas
Santander	15

Fuente: : elaboración propia con datos obtenidos de la Superintendencia de Sociedades.

Operatividad de la investigación

Para el logro de los objetivos, se operó de la siguiente manera:

- Se contó con los históricos del PIB desde 1995 hasta 2014.
- Se calcularon los flujos de efectivo de las empresas estudiadas a partir de los estados financieros, del balance general y del estado de resultados, datos suministrados por la Superintendencia de Sociedades entre 1995 y 2014.
- Se obtuvo la sumatoria de los flujos de efectivo de las 15 empresas del sector servicios del departamento de Santander, a las cuales se les aplicó el modelo estadístico.
- A través del software estadístico SPSS se estableció el grado de asociación lineal y no lineal entre el PIB y los flujos de efectivo (relación), dato que entregó información importante para determinar el modelo econométrico que se utilizó para establecer los flujos de efectivo futuros.
- Se realizó una descripción de los hechos económicos ocurridos para cada región entre 1995 y 2014, con el objeto de determinar la relación de estos con los resultados de los flujos de efectivo.
- Para la estimación de los flujos de efectivo futuros para el periodo, de acuerdo con la estimación del PIB proyectado, se realizó un modelo de regresión lineal de los flujos de efectivo en función del PIB de la siguiente forma:

$$\text{F.E.E.} = \text{constante} + (\text{C} \times \text{C.E.}) + \text{error}$$

De donde:

- F.E.E.: Flujo de efectivo esperado
- C: Coeficiente del PIB
- C.E.: Crecimiento económico esperado

Para la comprobación y la validez de la regresión de los datos y del modelo planteado, se realizaron pruebas estadísticas como la “T de Student”, la cual consiste en comprobar si “dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias” (Sampieri, et al., 2006) y para determinar la validez del modelo, el nivel de significancia de la prueba debe ser menor a 0,05 (Creswell, 2005).

Otra prueba que se debe aplicar al modelo de regresión es la de Fisher, quien examina la igualdad entre las varianzas poblacionales de dos variables con distribución normal. Para la aceptación de la prueba bajo este parámetro, su nivel de significancia debe ser menor a 0,05 (Fisher, 1925).

La tercera prueba es el coeficiente de determinación que muestra el valor que puede explicar el efecto de la variable independiente en la variable dependiente. En la medida en que esta se acerque más a 1 significa que hay mayor grado de correlación y, por eso, los datos son más homogéneos para realizar modelos de predicción (Creswell, 2005).

Por su parte, Sampieri, *et al.* (2006) utiliza una escala para determinar el grado de correlación, al indicar que, cuando el coeficiente de correlación está entre 0,25 y 0,50 es una correlación media y cuando está entre 0,50 y 0,75 es una correlación positiva, mayor a estos intervalos se considera que la correlación es muy alta.

La siguiente prueba estadística para determinar el modelo de regresión lineal es la normalidad, la cual muestra si los datos de las variables analizadas tienen una distribución normal, en la medida en que su nivel de significancia sea menor a 0,05, lo que indica que los datos son homogéneos, es decir, que están dentro de la distribución normal. Por lo tanto, los datos son confiables para construir modelos de predicción (León & Montero, 2003).

La última prueba que se utiliza para comprobar la validez del modelo es la

homocedasticidad, la cual consiste en determinar la igualdad que presentan las varianzas de las variables analizadas. Para determinar que la prueba es válida, su resultado debe ser superior al 5 % de acuerdo con la prueba de Levene (Aranaz, 2002).

Inicialmente, se utilizó el modelo de regresión lineal, porque determina el efecto de una variable sobre otra (Sampieri, *et al.*, 2006), de modo que permite determinar el efecto del crecimiento económico como variable independiente, en los flujos de efectivo como variable dependiente, sin embargo, los resultados no permitieron la validación estadística del modelo presentado.

Dado que el *software* utilizado permite obtener resultados de correlación de diferentes modelos de regresión, se procedió a la búsqueda del modelo que mejor representara el comportamiento de las variables. Para el caso de este estudio, el modelo que presentó un mejor ajuste en los coeficientes de correlación y de determinación correspondió a la regresión por suavización exponencial. La relación observada entre las variables se distribuye alrededor de una curva, y la ecuación de dicha curva se determina a partir del modelo no lineal seleccionado (Sancho & Serrano, 2006). Acto seguido, se validó estadísticamente el modelo con la variable dependiente ya transformada y se analizó la normalidad que presentan los residuos arrojados por el modelo.

Resultados

La inversión en capital es la base para el crecimiento económico de un país (Solow, 1956), y a partir de este elemento se da la relación entre los flujos de efectivo y el crecimiento económico, pues hay un conector entre estas dos variables que es la liquidez, como se muestra a continuación:

El flujo de efectivo, es decir, la liquidez, indica la disponibilidad de recursos con los que cuenta una empresa para atender sus obligaciones financieras, realizar inversiones o distribuir utilidades (García, 1999). Por lo tanto, la inversión hace parte del flujo de efectivo del cual se generan los recursos para el desarrollo de la actividad de las empresas.

Las inversiones privadas y públicas requieren grandes desembolsos de dinero y en muchas ocasiones ni los empresarios ni los gobiernos disponen de fondos para efectuarlos. Por este motivo, el sistema financiero hace parte de dicha relación y se encarga de canalizar los recursos suficientes para que los fondos sean trasladados a la inversión.

El flujo de efectivo determina la liquidez que se puede llevar a la inversión, pues, en muchos casos, el flujo no contiene los recursos necesarios para su realización, y por eso los empresarios recurren al sistema financiero para conseguir la liquidez necesaria para sus inversiones (Levine, 1997); pero, para que esto se pueda dar, las

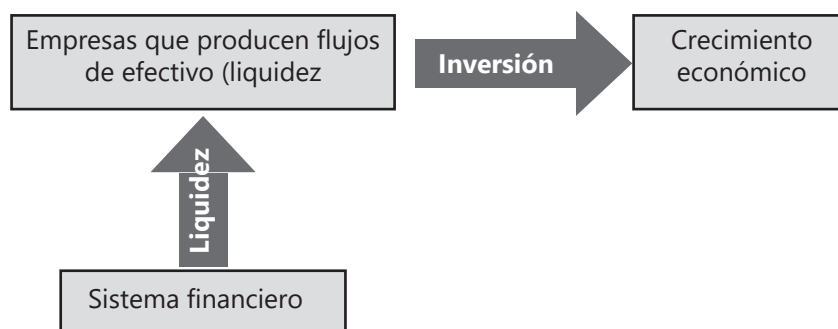


Figura 1. Movilidad de la inversión.

Fuente: elaboración propia.

empresas deben tener la suficiente liquidez para retornar estos dineros prestados a las entidades financieras a unas tasas de interés adecuadas en un tiempo prudente.

El sistema financiero inyecta liquidez a las empresas y estos recursos son invertidos en acumulación de capital y en innovación tecnológica, lo que aporta al crecimiento de la economía. El flujo de efectivo también es liquidez que se puede utilizar en esto mismo, lo que suele demandar grandes cantidades de recursos monetarios. Por este motivo, los empresarios se apoyan en el sistema financiero para hacer estas inversiones, y así las entidades financieras hacen parte del crecimiento económico de un país (Levine, 1997).

Algunos autores sostienen que la movilidad de estos recursos por el sistema financiero, al ser trasladados a las empresas para que estas realicen sus inversiones, promueve el crecimiento económico de los países.

Hicks (1969) demostró que el sistema financiero fue la base fundamental para el comienzo de la industrialización en Inglaterra, pues canalizó los recursos para la inversión de grandes obras en este país. Los productos y las invenciones ya estaban elaboradas y operaban desde años anteriores, y el crecimiento económico aún no había llegado; sin embargo, cuando el sistema financiero inyectó la liquidez necesaria a través del mercado de capitales, los instrumentos financieros fueron los impulsores de las inversiones de largo plazo que la economía necesitaba.

De igual manera, Shumpeter (1912) sostiene que el sistema financiero, y en particular los bancos, son entidades que promueven la inversión tecnológica. El sistema identifica a los empresarios que están mejor preparados para llevar a cabo innovaciones y crear nuevos productos, y les otorga los recursos necesarios para que hagan realidad sus políticas empresariales. Para él, los bancos son entidades cuya tarea es identificar empresarios que creen

mecanismos de producción eficaces y es a estos a quienes con mayor facilidad se les otorgarán los recursos monetarios (liquidez), puesto que suelen obtener mejores resultados financieros que otros empresarios que no están preparados.

De esta forma, los riesgos de prestar recursos disminuyen porque la probabilidad de recuperar los dineros invertidos en este tipo de empresas es mayor que las que no tienen la capacidad de innovar y mejorar los procesos productivos. Dice también el autor que, en la medida en que las empresas cuenten con los recursos necesarios para realizar sus inversiones en innovación, tecnología y nuevos productos, estas nuevas capacidades impulsarán el desarrollo económico de un país.

Robinson (1952), como los dos autores anteriores, sostiene que, a medida que se va dando el crecimiento económico de un país, se van creando las condiciones necesarias para que el sistema financiero provea los productos y servicios financieros adecuados para las nuevas tendencias que se producen en la economía.

Por su parte, North (1990) señala cómo el sistema bancario es uno de los autores principales para el logro del desarrollo y el crecimiento de un país, en la medida que las condiciones financieras de la economía sean mejores o más apropiadas se tendrá un mayor crecimiento, puesto que las entidades bancarias realizarán sus desembolsos de recursos más fácilmente y en mayores cantidades, porque al haber un sistema financiero más eficiente y consolidado, las entidades tendrán mayor información sobre dónde colocar sus recursos con menor riesgo y con más altas posibilidades de recuperación de su cartera.

La información que tengan las entidades financieras sobre sus clientes y sobre los proyectos en los que pueden invertir, tendrán mejores condiciones financieras, lo que se traduce en un mayor crecimiento económico en la medida en que más cantidad de recursos se puedan canalizar hacia la inversión por las empresas que hacen uso de estos.

Además, Atje & Jovanovic (1993) demuestran que, en la medida en que se dé un buen desarrollo del sistema financiero en la economía, se dará un mayor crecimiento económico, puesto que, cuando los empresarios usan los recursos que el sistema financiero les facilita producen necesariamente una mayor inversión. Las inversiones en el mercado de capitales se incrementan al tener mayor liquidez, y al haber un sistema financiero más desarrollado los riesgos de inversión disminuyen, lo que incentiva el incremento de las inversiones y un mayor crecimiento económico.

Bencivenga, *et al.* (1995) demostraron que la inyección de una mayor liquidez por el sistema financiero a las empresas para la inversión produce crecimiento de la economía. Los autores señalan que los costos de transacción afectan de forma directa la inyección de liquidez que se destina a la inversión. De esta manera, en la medida en que los costos de transacción financieros son más altos, se genera un menor incentivo por los inversionistas a adquirir activos financieros o productos que emitan las entidades financieras, y al contrario, en la medida en que los costos transaccionales disminuyan, los incentivos a invertir son mayores y se inyecta mayor liquidez al sistema, lo que produce mayor inversión y por tanto mayor crecimiento económico.

Para el análisis cualitativo, se relacionan los principales hechos económicos ocurridos durante el periodo 1995-2014 para el Santander, al obtener los siguientes resultados:

A finales de los años noventa se calificó el desempeño departamental en cuanto al crecimiento se refiere como una década perdida, ya que el crecimiento promedio apenas alcanzó un 0,77 % (DANE, 2014). Siendo la industria y el sector agrícola las ramas de actividad más afectadas, mientras que otros sectores mostraron mejor dinamismo como lo fueron los servicios y la construcción.

Durante los primeros años de la década del 2000, el sector agrícola y el industrial mostraron unos resultados más alentadores gracias al incremento en las exportaciones. Otro sector que haló los buenos resultados fue el de servicios financieros, porque apoyaron a través del crédito este impulso en las exportaciones y generó así mismo un incremento en las utilidades de los bancos.

A pesar de la crisis ocurrida en Venezuela, los empresarios de la región reaccionaron de forma acertada al exportar sus productos a otros países, gracias a lo oportunidades que se generaron por la ley de preferencias arancelarias andinas y de erradicación de cultivos ilícitos (Aptdea).

Al final de la década, los ingresos de las empresas comenzaron a decaer la igual que el crecimiento de la economía, debido a la crisis financiera internacional, la cual tuvo repercusiones a nivel mundial y Colombia y en especial el departamento del Valle del Cauca no fueron ajenos a estos efectos, los cuales se presentaron en la economía mundial.

A partir de la segunda década del 2000, nuevamente la economía regional comenzó a presentar mejores resultados gracias a que se generaron nuevos negocios de exportación con aquellos países donde se tenían relaciones comerciales desde años atrás.

Los eventos anteriormente nombrados coinciden con los resultados de los flujos de efectivo, es decir, en aquellos periodos donde se presentaba un buen desempeño de la economía de igual forma se comportaron los flujos de efectivo, al demostrar de esta forma la relación existente entre las variables estudiadas.

Para establecer la correlación cuantitativa entre las dos variables se trabajó con los siguientes datos:

Tabla 2. Datos para el análisis estadístico.

Año	Índice deflactor	PIB nominal valor en millones	PIB real valor en millones	Crecimiento económico
1995	31,23709	4.339	13.891	
1996	37,99651	5.612	14.770	6%
1997	44,71589	6.694	14.970	1%
1998	52,18481	7.675	14.707	-2%
1999	57,00236	8.842	15.512	5%
2000	61,98903	11.916	19.223	24%
2001	66,72893	13.464	20.177	5%
2002	71,39513	14.755	20.667	2%
2003	76,02913	16.773	22.061	7%
2004	80,20885	19.818	24.708	12%
2005	84,10291	23.085	27.449	11%
2006	87,86896	26.672	30.354	11%
2007	92,87228	30.599	32.947	9%
2008	100	35.127	35.127	7%
2009	102,00181	34.669	33.989	-3%
2010	105,23651	39.983	37.993	12%
2011	109,1574	46.470	42.572	12%
2012	111,81576	49.400	44.180	4%
2013	113,98254	52.774	46.300	5%
2014	115,88695	58.658	50.617	9%

Fuente: elaboración propia con datos extraídos de la Superintendencia de Sociedades de Colombia y el Departamento Nacional de Estadística (DANE).

Con los datos anteriores, se procedió a realizar la regresión estadística y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3. Correlación estadística y coeficientes de determinación entre PIB y flujos de efectivo de operación y financiación para Santander, durante el periodo 1995.

Departamento / Ciudad	Modelo	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de determinación (r ²)
Santander	Regresión lineal	0,125	0,015625
	Regresión lineal	0,025	0,00064

Fuente: elaboración propia con datos extraídos de la tabla número 2.

De acuerdo con las proyecciones de crecimiento del Banco Mundial para el crecimiento de la economía, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 4. Proyecciones de crecimiento económico para Colombia para los años 2014- 2017.

Periodo	Crecimiento económico proyectado
2014	4,6%
2015	3,5%
2016	3,9%
2017	4,2%

Fuente: elaboración propia con datos extraídos del Banco Mundial (2015).

Con la información anterior se procedió a aplicar el modelo de regresión lineal, en el cual se obtuvo la siguiente información: para este proceso, la población fueron 15 empresas con

las variaciones del PIB entre 1996 y 2014, y los respectivos flujos de efectivo para el mismo periodo, con los siguientes resultados:

Tabla 5. Análisis estadístico descriptivo para el departamento del Santander, donde se usaron las variables de crecimiento económico y flujos de efectivo.

	Crecimiento económico (PIB)	Flujos de efectivo de operación y financiación
Número de observaciones	19	19
Media	7%	15.769.498
Desviación estándar	6,02%	24.152.124
Mínimos	-3,24%	-19.048.420
Máximos	23,92%	46.567.804

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los datos de la tabla anterior, se puede determinar que el PIB entre 1995 y 2014 presenta un crecimiento medio de 7 %, con una dispersión en los datos de 6,02 %, lo que comprueba que en este periodo hubo una alta variabilidad en el crecimiento económico que se refleja en una disminución económica del -3,24 % hasta un crecimiento económico del 23,92 %, entre 1995 y 2014.

En todo caso, se establece para la media, con un intervalo de confianza del 95 %, que va desde 1,24 % hasta 5,08 %, valores útiles para trabajar en la predicción del flujo de efectivo entre 2015 y 2017. Al mismo tiempo, la variable

flujos de efectivo, presentó una media de \$15 millones, con una variabilidad de \$24 millones, lo que indica que hay una dispersión alta entre los flujos de efectivo generados cada año. Esta situación se puede evidenciar con el amplio rango en que se encuentran los datos, los cuales van desde -\$19 millones hasta \$46 millones en el mismo periodo.

Para el análisis de regresión, el proceso utilizado fueron las mismas variables para establecer el modelo adecuado para la predicción de los flujos de efectivo y se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 6. Pruebas estadísticas del modelo de regresión lineal para el departamento de Santander.

Prueba	Resultado de la prueba	Límites de la prueba	Aceptación de la prueba	Rechazo de la prueba
T de Student	2,37			
Significancia de la prueba	2,9%	Significancia < 5 %	X	
Coeficiente de la variable PIB	0,55			
Fisher	2,72			
Significancia de la prueba	2,9%	Significancia < 5 %	X	
Coeficiente de determinación	16%	Cerca al 50%		X
Normalidad	1,335			
Significancia de la prueba	20,2%	> 5 %	X	
Homocedasticidad	3 %	> 5 %		X

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los resultados de la tabla anterior, el modelo no es válido para realizar la predicción de los flujos de efectivo futuros, ante una variación determinada del PIB, puesto que no se cumplen todas las pruebas estadísticas planteadas.

Por lo anterior, se aplicaron diferentes modelos de regresión que resultan en que la mejor relación entre las variables analizadas corresponde a la regresión cúbica. Así, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 7. Modelo de regresión y suavización exponencial para el departamento de Santander.

Total						
	1.3301e/06	18.7.3893e/08				
Sflu	Coef.	Std. Err.	t	P > (t)	95 % Conf.	Interval
Crecimiento-1	-,0011491	,0010585	-1,09	0,293	-0033823	,0010841
_Cons	.2433565	.0000983	2476,32	0,000	,2431492	,2435639
Reg. Sflu crecimiento						
Source	SS	df	MS	Number = 19		
Model	8,6227e-	1	8,6227e-	Prob > F = 0,2928		
Residual	08	17	08	F (1, 17) R-squared =		
	1,2439e-		7,3168e-	0,0648		
	06		08	Adj R-squared = 0,0098		
Total	1,3301e-	18	7,3893e-			
	06		08			
Sflu	Coef.	Std. Err.	t	P > (t)	95 % Conf.	Interval
Crecimiento	-,0011491	,0010585	-1,09	0,293	-0033823	,0010841
_Cons	.2433565	.0000983	2476,32	0,000	,2431492	,2435639

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los resultados de la tabla anterior, el modelo no es válido para realizar la predicción de los flujos de efectivos futuros ante una variación determinada del PIB, puesto que no cumple todas las pruebas estadísticas planteadas.

Se utiliza una nueva herramienta para la predicción de los flujos de efectivo a través de un modelo de suavización exponencial, esta técnica se basa en la atenuación de los valores de las series de tiempo y se obtiene el promedio de estos datos exponencialmente; los cuales se ponderan al darle un mayor valor a las observaciones más recientes y uno menor a las observaciones más antiguas.

A las observaciones más recientes se les da un valor de α , y a las observaciones inmediatamente anteriores se ponderan con

un peso de $a(1 - \alpha)$, a la siguiente observación inmediatamente anterior se le da un peso de ponderación de $a(1 - \alpha)^2$, y así sucesivamente hasta completar un número de valores observados en la serie de tiempo a tomar en cuenta para la suavización, esto nos quiere decir que para el pronóstico o la estimación del método de suavización exponencial será el valor obtenido del cálculo del promedio (Botero, Bernal & Álvarez, 2013).

Para ello, se realizaron diferentes análisis de suavización exponencial, simple y doble, para determinar el modelo estadístico que permita representar eficazmente la relación existente entre S.F.E y C.E; además, en el que se verificarán los supuestos que debe cumplir cualquier modelo para su posterior interpretación y uso.

Realizada la técnica (modelo de suavización exponencial), se evidencia que es imposible utilizar el modelo propuesto (modelo de regresión simple bivariado) para realizar las predicciones futuras de los flujos futuros de efectivo a partir del crecimiento económico, esto se demuestra a través de las diferentes pruebas estadísticas que se realizaron al modelo.

Según Sampieri, Collado & Lucio (2006), estos “utilizan una escala para determinar el grado de correlación, al indicar que cuando el coeficiente de correlación está entre 0,25 y 0,50 es una correlación media, cuando está entre 0,50 y 0,75 es una correlación positiva, y mayor a estos intervalos se considera que la correlación es muy alta”.

De acuerdo con el análisis de regresión realizado y ante las diferentes pruebas estadísticas mencionadas, se imposibilita realizar una predicción acertada de los futuros flujos de efectivo, debido principalmente a la baja correlación como al bajo coeficiente de determinación, generado entre las variables analizadas. A pesar de que se realizaron diferentes modelos de regresión, ninguno de ellos arrojó los resultados esperados para una posible predicción de los flujos de efectivo.

Conclusiones

En la introducción del presente artículo se enuncia que hay un vacío teórico en la relación que establecen las variables analizadas, según los autores que analizan la predicción de los flujos de efectivo mediante variables como las ventas, los costos, algunos estados financieros, los flujos de efectivo históricos, entre otras variables; sin embargo, se muestra en los resultados del presente trabajo que las variables externas también afectan los resultados de los flujos de efectivo y que es posible establecer predicciones a través de estas, como lo es el crecimiento económico.

En la elaboración de la teoría que pueda respaldar la relación entre el crecimiento

económico y los flujos de efectivo, se exploraron algunos autores que han hablado sobre ello, por ejemplo Harrod (1939), quien centró su tesis en que cuando un país presenta inestabilidades en su crecimiento, esto se debe al propio intervencionismo estatal. Otro autor consultado fue Domar (1946), quien encontró que el crecimiento de la economía se centra en la demanda, de modo que, en la medida en que esta se incrementa, de igual forma lo hace la producción. Por su parte, Uzawa (1961) encuentra que el crecimiento económico se suscita por el libre movimiento de la mano de obra y del capital. Kaldor (1956) afirmó que el sector manufacturero es el motor del crecimiento de la economía. Pasinetti (1962) demostró que el crecimiento económico se da por el ahorro acumulado en las economías y la forma en como, en el largo plazo, este ahorro se traslada para generar el crecimiento. Kalecki (1971) como Pasinetti y Kaldor, centró su teoría del crecimiento en el ahorro y la inversión por el Estado y las empresas. Hicks (1969) demostró que el crecimiento de la economía se da cuando los factores de producción comienzan a escasear y los precios de estos aumentan, lo que estimula nuevas formas de producción.

Por su parte, Solow (1956), aunque su teoría de crecimiento económico se acerca a postulados como los de Harrod (1939) y se asemeja a los fundamentos de autores como Pasinetti y Kalecki, presenta el crecimiento económico a partir de la acumulación de capital físico, el cual está dado por una combinación entre capital humano y tecnología, de modo que el ahorro produce la liquidez necesaria que el sistema económico necesita para llevar a cabo las inversiones en capital, lo que apuntará al crecimiento de la economía a largo plazo. Por esto, la teoría base de la relación entre el crecimiento de la economía y los flujos de efectivo es la de este autor y se expone en el gráfico número uno del presente trabajo.

Para establecer la relación entre los flujos de efectivo y crecimiento económico, se buscaron autores que indicaran que la liquidez es la principal variable que conecta estos dos aspectos.

Entre ellos, se tiene a Aceves & Martínez (2013) y Levine (1997), quienes señalan cómo un sistema financiero consolidado puede ofrecer la liquidez suficiente a los empresarios para que estos hagan uso de estos recursos en inversiones que impulsen el crecimiento económico.

Para presentar una mayor homogeneidad de los datos y demostrar que la liquidez es una herramienta clave de los empresarios para apuntalar sus inversiones, se presentan los flujos de efectivo operativos y se le suman a estos los flujos de efectivo de financiación, lo que mejora los resultados de las correlaciones y permiten un mejor pronóstico de los flujos de efectivo. Al agregarle a los flujos de efectivo la financiación, se demuestra que al inyectarle liquidez a las empresas, estas disponen de mayores recursos para ser invertidos y se propicia el crecimiento de la economía, ya que los datos de correlación y predicción mejoraron frente a un escenario de menor liquidez (Levine, 1997).

Mediante el análisis cualitativo, se demuestra la relación que hay entre las variables crecimiento económico y los flujos de efectivo, pues, en casos como el departamento de Santander, durante 12 años se observó que los hechos económicos de la región afectaron directamente los resultados de los flujos de efectivo para el sector comercial, es decir, hay una asociación de hechos que explican las variaciones de los flujos de efectivo.

En el departamento de Santander, el 58 % de los años presenta correlación directa entre las variables de crecimiento económico y los flujos de efectivo. Esta región se caracteriza porque los sectores financiero, industrial, de servicios y comercial han sido los protagonistas para la generación del crecimiento de la economía regional (en ese orden); sin embargo, en los últimos años, sectores como el de la construcción han aumentado su participación en el PIB regional, al pasar de un 3,11 % en el año 2000 hasta en un 7,37 % en el año 2014, apoyando al crecimiento del PIB, sin embargo, la participación del sector agropecuario ha perdido protagonismo

al disminuir su cuota de aporte al PIB en un 1,1 % (del 6,4 % al 5,3 %).

En el desarrollo del presente trabajo, se realizó una comparación de correlación entre el crecimiento económico y los flujos de efectivo de operación del sector servicios del departamento de Santander. Se ha evidenciado que, a medida que los flujos de efectivo tengan más liquidez, el exceso de recursos aumenta la correlación entre las variables. Al analizar los resultados del presente trabajo y realizar una correlación entre las dos variables de operación del sector servicios del departamento de Santander, esto da como resultado -0,125 con una sig. 0.609.

Se observa que los coeficientes de correlación y de determinación, aunque estadísticamente presentan relación, los datos no son confiables para la predicción de los flujos de efectivo. Por otro lado, se realizaron otros análisis como es el caso de la correlación entre el crecimiento económico y la sumatoria de los flujos, lo que significa que al inyectarle liquidez a las empresas, efectivo de operación y financiación, ello da como resultado 0,025 con una sig. 0,918.

De igual manera, se presenta una correlación entre las variables, pero el modelo no es confiable para predecir los flujos de efectivo de las empresas, ya que el peso de la correlación es muy bajo.

Con el análisis de los resultados de la presente investigación se evidenció que no hay una relación directa entre el crecimiento económico y los flujos de efectivo de las empresas del sector servicios del departamento de Santander, entre los años 1995-2014, ya que no se cumplieron los supuestos estadísticos para la validación del modelo de regresión lineal, es decir, que no se puede comprobar la hipótesis alterna de investigación, donde se indica que al haber una relación directa de estas dos variables analizadas, esta serviría de herramienta para la predicción de los flujos de efectivo futuros para el sector servicios del departamento de Santander.

A pesar de las amplias variaciones de flujo de efectivo interanuales mostradas por las empresas del sector y analizadas en el presente documento, el sector servicios para el departamento de Santander, durante los últimos 15 años, ha aportado al PIB total regional un promedio del 7 %, una cifra casi invariable de manera anual.

Referencias

- stock prices. In *Journal of accounting research*. (35). Pp. 1-24.
- Abel, A. & Bernanke, B. (2005). *Macroeconomía*. Madrid: Editorial Pearson Education.
- Aceves, S. & Martínez, J. (2013). The financial system and his impact in the private sector dynamics. En *Revista Contaduría y administración*. (58). Pp. 175-199.
- ACR. (2008). *Diagnóstico socioeconómico para el departamento de Santander*. Bogotá: PNUD.
- Alta Consejería para la Reconciliación ACR. (2008). *Diagnóstico socioeconómico del departamento de Santander*. Bogotá: Presidencia de la República.
- Andersen, A. (1999). *Diccionario de economía y negocios*. Madrid: Espasa.
- Anthony, H. & Catanach, J. (2000). An empirical study of operating cash flow usefulness in predicting savings and loan financial distress. In *Advances in accounting*. (17). Pp. 1-30.
- Antúnez, C. (2009). *Modelos de crecimiento económico*. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf3/modelos-crecimiento-economico/modelos-crecimiento-economico.pdf>
- Aranaz, M. (2002). *SPSS para Windows*. Madrid: Mc Graw Hill interamericana.
- Arrow, K. J., & Debreu, G. (1954). Existence of an equilibrium for a competitive economy. In *Econometrica*. (22). Pp. 265-290.
- Atehortua, S., Mauricio, L. & Mesa, R. (2011). *Crecimiento Económico Colombiano en 2011 (disparado) a pesar de las turbulencias externas: Análisis de coyuntura y perspectiva 2012*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Atje, R., & Jovanovic, B. (1993). Stock market development and long – run growth. In *World Bank economic review*. (10). Pp. 323-339.
- Atwood, T., Drake, M., Myers, J. N., & L.A., M. (2011). Do earnings reported under IFRS tell us more about future earnings and cash flows? In *Journal of accounting and public policy*. (30). Pp. 103-121.
- Ávila, J. (2004). *Introducción a la economía*. México DF: Plaza y Valdés.
- Badertscher, B., Collins, D. W., & Lys, T. (2012). Discretionary accounting choices and the predictive ability of accruals with respect to future cash flows. In *Journal of accounting and economics*. (53). Pp. 330-352.
- Baker, C. R. (2014). Commentary on “trends in statistically based quarterly cash – flow prediction models”. *Accounting Forum 06/2014*. (2) 38. DOI: 10.1016/j.acfor.2014.01.001.
- Banco de la República. (2010). *Por qué le va bien a la economía de Santander*. Cartagena: Centro de Estudios Económicos Regionales (Ceer) Cartagena.
- Banco de la República. (2013). *Composición de la Economía de la Región Nororiente de Colombia*. Santander, Bucaramanga: Banco de la República.
- Banco de la República. (2014). *Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República*. Bogotá: Banco de la República.

- Banco de la República CEER. (2010). *Centro de Estudios Económicos Regionales*. Cartagena: Centro de Estudios Económicos Regionales (Ceer) Cartagena.
- Banco de la República ICER. (2000). *Informe de Coyuntura Económica Regional del Departamento de Santander*. Santander, Bucaramanga: Banco de la República.
- Banco de la República ICER. (2001). *Informe de Coyuntura Económica Regional del Departamento de Santander*. Santander, Bucaramanga: Banco de la República.
- Banco de la República ICER. (2003). *Informe de Coyuntura Económica Regional de Santander ICER - II Semestre*. Santander, Bucaramanga: Banco de la República.
- Banco de la República ICER. (2005). *Informe de Coyuntura Económica Regional del Departamento de Santander*. Santander, Bogotá: Banco de la República.
- Banco de la República ICER. (2005). *Informe de Coyuntura Económica Regional del Departamento de Santander*. Santander, Bogotá: Banco de la República.
- Banco de la República ICER. (2006). *Informe de Coyuntura Económica Regional del Departamento de Santander*. Bucaramanga: Banco de la República.
- Banco de la República ICER. (2007). *Informe de Coyuntura Económica Regional de Santander*. Bucaramanga: Banco de la República.
- Banco de la República ICER. (2008). *Informe de Coyuntura Económica del Departamento Santander Primer Semestre*. Bucaramanga: Banco de la República.
- Banco de la República ICER. (2008). *Informe de Coyuntura Económica Regional del Departamento de Santander*. Bucaramanga: Banco de la República.
- Banco de la República ICER. (2009). *Informe de Coyuntura Económica Regional de Santander*. Bucaramanga: Banco de la República.
- Banco Mundial. (2015). *Real GDP growth at market prices in percent and current account balance in percent of GDP, unless indicated otherwise*. Recuperado de: www.worldbank.org/content/dam/worldbank/GEP/GEP2015a/pdfs/GEP2015a_chapter2_regionaloutlook_LAC.pdf
- Banrepública. (2012). *Informe de coyuntura económica regional*. Recuperado de: http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/icer_caldas_2012.pdf
- Bencivenga, V., Smith, B. & Starr, R. (1995). Transactions costs, technological choice, and endogenous growth. In *Journal of economic theory*. Vol. 67. Pp. 153-177.
- Catanach, A. Croll, D. & Grinaker, R. (2000). Taching intermediate financial accounting using a business activity model. In *American Accounting association*. (15). Pp. 583-603.
- Creswell, J. (2005). *Educational research: planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Upper saddle river: Pearson education.
- DANE. (2014). *Estadísticas, Producto Interno Bruto*. Recuperado de: www.dane.gov.co/index.php/esp/pib-cuentas-nacionales/investigaciones-especiales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anales/
- Domar, E. (1946). Capital expansion, rate of growth, and employment. En *Econometrica*. (14). Pp. 137-147.
- Escobar, G. (2014). Flujos de efectivo y entorno económico en las empresas de servicios de Risaralda, 2002 - 2011. En *Finanzas y política económica*. (6). Pp. 141-158.

- Fisher, R. (1925). *Statistical Methods for Research Workers*. Oxford: Clarendon Press.
- Francis, N. & Eason, P. (2012). Accruals and the naïve out - of- sample prediction of operating cash flow. In *Advances in accounting*. (28). Pp. 226-234.
- García, O. (1999). *Administración financiera fundamentos y aplicaciones*. Cali: Editorial prensa moderna.
- Harrod, R. (1939). An essay in dynamic theory. In *The economic journal*. (49). Pp. 14-33.
- Hicks, J. (1969). *A theory of economic history*. Oxford: Clarendon Press.
- Kaldor, N. (1956). Alternative theories of distribution. In *The review of economic studies*. (23). Pp. 83-100.
- Kalecki, M. (1971). *Selected essays on the dynamics of the capitalist economy*. Cambridge: University Press Cambridge.
- Lee, B. (1996). *The contextual usefulness of financial statement analysis in predicting earnings growth and measuring market earnings expectations (PhD. Dissertation)*. Massachusetts: University of Massachusetts.
- Lee, C. (2011). The effect of SFAS 142 on the ability of good will to predict future cash flows. In *Journal of accounting and public policy*. (30). Pp. 235-255.
- Legoria, J. & Sellers, K. (2005). The analysis of SFAS # 109 usefulness in predicting future cash flows from a conceptual framework perspective. In *Research in accounting regulation*. (18). Pp. 143-161.
- León, O. y Montero, I. (2003). *Métodos de Investigación en psicología y Educación*. Madrid: McGraw-Hill.
- Levine, R. (1997). Desarrollo Financiero y Crecimiento económico: Enfoques y temario. En *Journal of economic literature*. (35). Pp. 688-726.
- Lorek, K. S. (2014). Trend is statistically based quarterly cash - flow prediction models. In *Accounting forum*. (38). Pp. 145-151.
- Luo, M. (2008). Unusual operating cash flows and stock returns. In *Journal of accounting and public policy*. (26). Pp. 420-429.
- North, D. (1990). *Institutional change and economic performance*. Cambridge MA: Cambridge University Press.
- Ou, J., & Penman, S. (1989). Financial statement analysis and the prediction of stock returns. In *Journal of accounting and economics*. (11). Pp. 295-329.
- Pasinetti, L. (1962). Rate of profit and income distribution in relation the rate of economic growth. In *The review of economic studies*. (29). Pp. 267-279.
- Robinson, J. (1952). The generalization of the general theory. En J. Robinson, *The rate of interest and other essays* (Pp. 67-142). London: McMillan.
- Sampieri, R., Collado, C. & Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México DF: Mc Graw Hill.
- Sancho, A. y Serrano, G. (2006). "Econometría de económicas: apuntes para el tema 6". Recuperado de: <http://www.uv.es/~sancho/panel.pdf>
- Shumpeter, J. A. (1912). *The theory of economic development*. Cambridge MA: Cambridge University Press.
- Sloan, R. G. (1996). Do stock process fully reflect information in accruals and cash flows about future earnings? In *The accounting review*. (3) 71. Pp. 289-315.

- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. In *Quarterly Journal of Economics*. (78). Pp. 65-94.
- Stober, T. (1992). Summary financial statement measures and analyst forecast of earnings. In *Journal accounting and economics*. (15). Pp. 347-372.
- Stober, T. (1993). The incremental information content of receivables in predicting sales, earnings and profit margins. In *Journal of accounting and finance*. (8). Pp. 447-473.
- Supersociedades. (2015). SIREM, *estados financieros sociedades año 1995 - 2014*. Recuperado de: www.supersociedades.gov.co
- Uzawa, H. (1961). On a two – sector economic growth model. In *The review of economic studies*. (29). Pp. 40-47.

Diseño de modelos de microfinanzas para los municipios de la región del Alto Magdalena

Rodrigo Pérez Peña¹

Fecha de recepción: 1 de diciembre del 2016 / Fecha de aceptación: 30 de abril del 2017

Resumen

Como resultado de la investigación realizada a la población vulnerable de los municipios de la región del Alto Magdalena (Apulo, Nilo y Tocaima) y de Carmen de Apicalá, región ribereña del Tolima, se determinaron las causas de la falta de recursos y medios para mejorar sus condiciones actuales y la forma de realizar las actividades diarias de sus negocios, como único medio de subsistencia de sus ingresos; además, se formularon los modelos pertinentes para ello, como forma de aminorar dichas necesidades.

La metodología practicada en la presente investigación es la descriptiva, para ello se recurrió a las estadísticas obtenidas de la información recolectada. Cabe resaltar que los diferentes modelos están implícitos en los tipos de variables identificadas y usadas en los referidos modelos.

Como resultado del análisis practicado a las estadísticas que se obtuvieron, se determinó que las necesidades prioritarias para la población vulnerable de estas localidades son: capacitación, asesoría y orientación al microcrédito, para las cuales se formuló un modelo por cada necesidad.

Palabras claves: modelo, microcrédito, multicriterio, logística, región.

Designing microfinance models for the municipalities of Alto Magdalena, Colombia

Abstract

The result of the research conducted on the vulnerable inhabitants of Alto Magdalena region (more specifically in the municipalities of Apulo, Nilo and Tocaima) and of Carmen de Apicalá (riperian municipality of Tolima) was to determine the causes of their lack of financial resources in order to improve their current living conditions and their daily business activities - their only source of income. Furthermore, models to lessen such necessities have been formulated. The methodology implemented was descriptive and, thus, the statistics obtained from the research were widely used as a source of information during the development of this research study. It is important to highlight that the aforementioned models are implicit in the types of variables identified and used in such models.

Throughout the obtained result in this analysis it was possible to determine that the priority needs of the inhabitants of the aforesaid regions are: education, consultancy and guidance on microcredit. To this end, a model in response to each necessity was formulated.

Keywords: Model, Microcredit, Multicriteria, Logistics. Region.

JEL: D13, D14, D21, D24, D58

¹Ingeniero Industrial. Especializado en Evaluación Social de Proyectos. Especializado en Docencia Universitaria. MBA en Finanzas Corporativas.

Introducción

Para el desarrollo de soluciones a los problemas detectados y según la investigación del proyecto “Microfinanzas aplicadas a la población vulnerable del Alto Magdalena” se plantea el presente proyecto, el cual sugiere el diseño de modelos que contribuyan a la solución de estas necesidades.

Esta población fue identificada y clasificada en los siguientes sectores consultados: artesanal, comercial, tenderos, informal y mujer campesina, quienes manifiestan tener necesidades para desarrollar su actividad de negocio de una forma solvente, de tal manera que les permita obtener mejores valores agregados de su actividad.

Como hecho a considerar en los municipios de la región del Alto Magdalena, se tiene que los problemas de la población vulnerable son desconocidos y nunca se han tenido en cuenta por parte de la administración municipal dentro de los planes de desarrollo para disminuirlos.

Los modelos que se proponen tienen como referencia las experiencias llevadas a cabo en diferentes partes del mundo, donde se han planteado soluciones a dichos problemas. El autor C.K. Prahalad (2012), en su obra: *La oportunidad de negocios en la base de la pirámide*, dice: “si dejamos de pensar en los pobres como víctimas o como carga y empezamos a reconocerlos como empresarios creativos y con capacidad de recuperación y como consumidores con sentido del valor, se abrirá un mundo de nuevas oportunidades”.

Lo anterior significa que se está desconociendo a toda esa masa poblacional, sus capacidades para generar mercado y que, dentro de sí, estos se convertirían en consumidores potenciales de sus propios negocios, pero que por falta de recursos económicos, financieros y

de orientación financiera no han podido surgir y día tras día caen aún más en la miseria, en la pobreza absoluta.

Entonces, se busca que al diseñarse estos modelos orientados a la población vulnerable de esos municipios se atienda a los consumidores en la base de la pirámide, lo cual exige innovaciones tecnológicas, productos y servicios de mejor calidad, así como mejores modelos de empresas y una mejor presentación de sus negocios.

Todo esto hace que a través de este proyecto se brinden alternativas que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de esa población vulnerable, más exactamente la localizada en los municipios señalados de la región del Alto Magdalena.

Marco conceptual

Se definirán algunos conceptos tenidos en cuenta para el desarrollo de los modelos:

Modelo: es la abstracción de un problema real a una situación simulada, con el fin de buscar una solución. Escudero (2015) lo define como: una abstracción teórica del mundo real que tiene dos utilidades fundamentales:

- Reducir la complejidad al permitirnos ver las características importantes que están detrás de un proceso, al ignorar detalles de menor importancia que harían el análisis innecesariamente laborioso; es decir, permite ver el bosque a pesar del detalle de los árboles.
- Hacer predicciones concretas que se puedan falsar mediante experimentos u observaciones. De esta forma, los modelos dirigen los estudios empíricos en una u otra dirección, al sugerir qué información es más importante conseguir.

La FAO (2017) lo define como:

Un modelo es un bosquejo que representa un conjunto real con cierto grado de precisión y en la forma más completa posible, pero sin pretender aportar una réplica de lo que existe en la realidad. Los modelos son muy útiles para describir, explicar o comprender mejor la realidad, cuando es imposible trabajar directamente en la realidad en sí.

En este caso se tendrá la necesidad identificada de cada sector vulnerable.

Modelo de abstracción: es la representación ficticia de una situación real en la cual se enmarca una solución a un problema o necesidad dada.

Según Bocaangel (2017), “abstraer significa separar por medio de una operación intelectual las cualidades de un objeto para considerarlas aisladamente o para considerar el mismo objeto en su pura esencia o noción”.

Sectores vulnerables: son aquellos que forman la población vulnerable como medio de subsistencia ante la falta de recursos económicos.

De acuerdo al Ministerio de Educación Nacional (2017):

La vulnerabilidad es una situación producto de la desigualdad que por diversos factores se presenta en grupos de población, impidiéndoles aprovechar de las riquezas del desarrollo humano.

Población vulnerable: es toda aquella población marginada que practica como medio de subsistencia cualquier actividad que le permita obtener una remuneración con la cual pueda sobrevivir dignamente.

Clases de sectores vulnerables: en el caso del proyecto se han identificado varios sectores

vulnerables donde se ubica esta población: tenderos de recursos naturales, artesanal, informal, tiendas y negocios comerciales; las cuales son actividades que se realizan en forma muy precaria y con muchas deficiencias económicas y financieras.

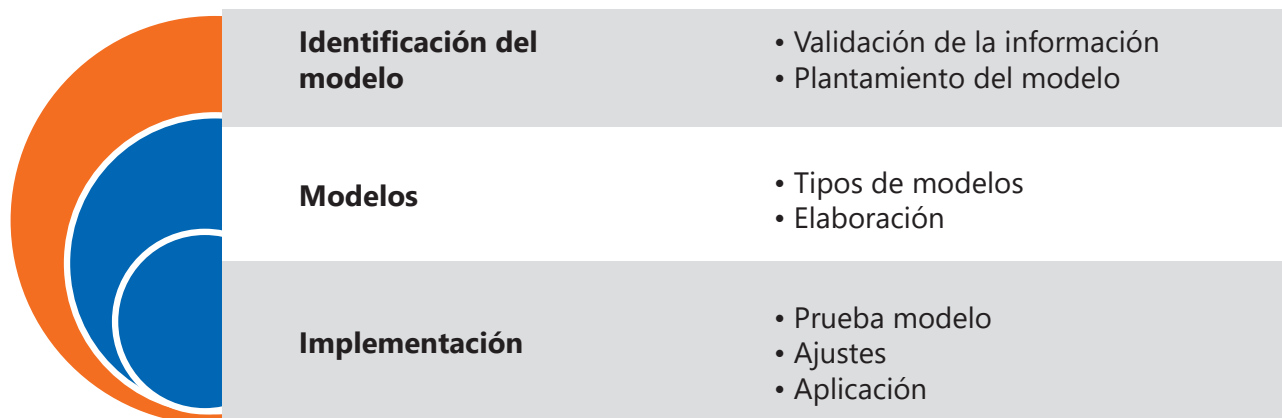
Metodologías

La metodología de la investigación es exploratoria y descriptiva con enfoque cuantitativo y cualitativo, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos en el proyecto de microfinanzas se busca dar una solución a la sociedad representada en la población vulnerable de los municipios de la región del Alto Magdalena, mediante la elaboración de modelos construidos según las necesidades identificadas y más representativas de la población consultada que requiere cada municipio.

Para ello, se clasificó la población de los municipios que conforman la región del Alto Magdalena en sectores según su actividad económica: artesanal, mujer campesina, tenderos, comercial, informal. Además, se considerarán como sectores a las agrupaciones que en un momento forman estas poblaciones a raíz de su actividad diaria, con el fin de obtener el sustento diario y el bienestar de su familia. Esta investigación se encuentra radicada mediante código 10PIIF-2014 del centro de investigaciones de la UPC, seccional Alto Magdalena.

Para el desarrollo del presente proyecto se tuvo en cuenta el siguiente procedimiento:

Para una mejor comprensión del proceso de desarrollo del proyecto se detallará en la gráfica N° 1 su forma procedimental, donde cada una de las actividades allí enunciadas tendrá su importancia significativa en la fundamentación de los modelos.



Gráfica 1. Proceso de desarrollo del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

Identificación del modelo y validación de la información

Como consecuencia de la investigación realizada en los municipios y con el fin de identificar las necesidades de la población vulnerable, se consultaron los siguientes sectores:

Sector artesanal

Es un grupo de personas que, a través del arte de manipular un recurso natural como el fique, buscan obtener ingresos que le permitan a su grupo familiar mejorar sus condiciones de vida, así como la sostenibilidad del negocio.



Gráfica 2. Representación sector artesanal.

Fuente: La Asociación de Finqueros Artesanos de San Vicente Ferrer, AFAS, ayudan a mantener vigente la cultura de la cabuya en este municipio del Oriente. / Foto: NOTICIAS ORIENTE ANTIOQUEÑO.

En lo referente a este sector, el municipio de Tocaima obtuvo un 7 % de necesidades de financiamiento y capacitación, es decir, es uno de los que mayores necesidades tiene frente a los demás municipios. Como hecho curioso de este sector es que la gran mayoría de los municipios no presentan talleres de ornamentación, talleres de orfebrería u otro tipo de taller en donde se trabajen los recursos naturales, solamente en el municipio de Tocaima existen unos campesinos que trabajan el fique y elaboran canastos, pero se localizan distantes del casco urbano, en una vereda lejana donde es imposible facilitarles medios de asesoría.

Sector mujer campesina



Gráfica 3. Representación sector mujer campesina.

El sector mujer campesina reviste de importancia en aquellos municipios cuya extensión rural es significativa y en donde se tiene bastante representación campesina, aunque no está reflejado en los resultados de la consulta, a excepción de Tocaima que presenta un 13 % de necesidades, de asesoría, crédito, capacitación, los otros no registran ninguna insuficiencia, pero ello no es un indicador de que no la tengan, por ejemplo, en el municipio de Carmen de Apicalá se están organizando

grupos de trabajo entre las mujeres campesinas, con el fin de formar pequeñas empresas donde se transforme la materia prima como pulpa de frutas, panadería, cultivos de hortaliza, los cuales requerirán de equipos, microcréditos, asesorías y capacitaciones, de igual forma como sucede en el municipio de Apulo.

Sector tenderos y comercial



Gráfica 4. Representación sector tenderos y comercial.

El sector de tenderos y comerciales agrupa a todos los tipos de negocios, unos que son pequeñas tiendas redistribuidas por todo el casco urbano de los municipios objeto de la investigación y otros ubicados en las plazas de mercado de estos. Los negocios comerciales que por lo general, se encuentran reubicados en ciertos sectores de los cascos urbanos y representan un 80 % de este tipo de actividad en cada uno de entes territoriales, según resultados obtenidos.



Gráfica 5. Representación sector informal.

Fuente: pixabay. Imágenes libres.

Sector informal

El sector informal es muy significativo, pues constituye aproximadamente un 70 % de la consulta realizada a todos los municipios de la región del Alto Magdalena y está conformado por grupos de personas que ejercen actividades comerciales que no están cubiertas por la legislación, como por ejemplo la venta ambulante o callejera de frutas, de arepas, comidas rápidas, bebidas aromáticas o tinto, entre otras. Esta población es la que más necesita recursos de capital de trabajo para sus actividades diarias, sus condiciones de vida son inhumanas y en su mayoría sus grupos familiares están constituidos en promedio por cinco personas con grandes necesidades que impiden que puedan tener una vida digna.

Material y cálculo

En los sectores mencionados anteriormente se identificaron las siguientes necesidades prioritarias (ver gráfica 6):

Como los más relevantes se tienen:

- Asesoría: 35 %
- Capacitación: 18 %
- Microcrédito: 18 %

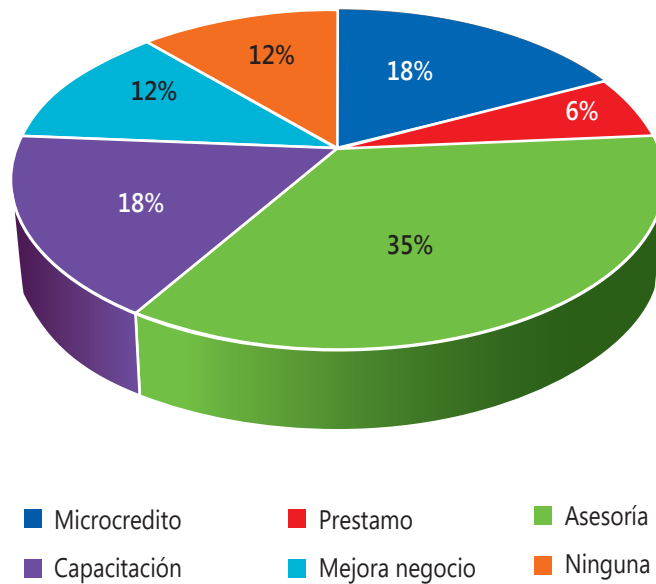
Siguen en una menor necesidad:

- Mejora de sus negocios: 12 %
- No posee ninguna necesidad: 12 %
- Préstamos: 6 %

De acuerdo a los resultados de la consulta realizada, se diseñaron los modelos como posibles soluciones a las necesidades identificadas, los cuales se plantean a continuación.

Planificación de los modelos

Como hecho fundamental en la planificación de los modelos, se tuvo en cuenta qué tan significativo era el problema en los municipios del área de influencia de la región del Alto Magdalena y sobre cuáles necesidades se debería dar prioridad:



Gráfica 6. Distribución de necesidades población vulnerable.

Fuente: elaboración propia.

- Muchas de las administraciones municipales de esta área no realizan programas que busquen favorecer y brindar alternativas de mejoramiento de las condiciones de vida de la población vulnerable.
 - Existe la necesidad en esta población de ser activada comercialmente mediante la creación de nuevas unidades productivas o de mejoramiento de las actuales condiciones de sus negocios.
 - Existe la necesidad de brindar condiciones sociales mejoradas para esta población a través de programas que enriquezcan sus actuales conocimientos, de tal manera que optimicen sus capacidades para interactuar en los negocios y con los clientes.
 - Se espera que al estar más capacitados estos sectores poblaciones, los municipios optimicen social y culturalmente, y que esto se refleje en niveles reducidos de analfabetismo y una mejor cultura de sus habitantes.
 - Se pretenden disminuir los índices delincuenciales en los municipios al contar con nuevas fuentes de empleo y fuentes de ingresos para la sostenibilidad de los negocios.
 - Se espera que mejoren los ingresos de renta de los municipios como consecuencia del aumento de los ingresos de los negocios, y las diferentes fuentes de ingresos que se logren establecer.
- Todas estas posibilidades hacen que se tenga que planificar un avance significativo en la solución a la problemática de esta población, para que disminuya tal situación y mejore la actual situación económica de sus núcleos familiares.

Como hecho fundamental para planificar los modelos a formular, se tuvieron en cuenta los resultados de las necesidades obtenidas de la investigación realizada. Uno de los modelos a formular es el de asesoría a la población vulnerable, otro es el de capacitación y otro el de microcrédito, los cuales serán priorizados en este proyecto para disminuir los actuales niveles de necesidades de esta población.

Modelo de asesoría

Este se fundamentará tres tipos de asesorías, dos en forma de taller y una tercera en forma de asesoría directa en cada negocio; una de mejoramiento de negocio; otra de formas de comercialización y otra de formas financieras de controlar los ingresos.

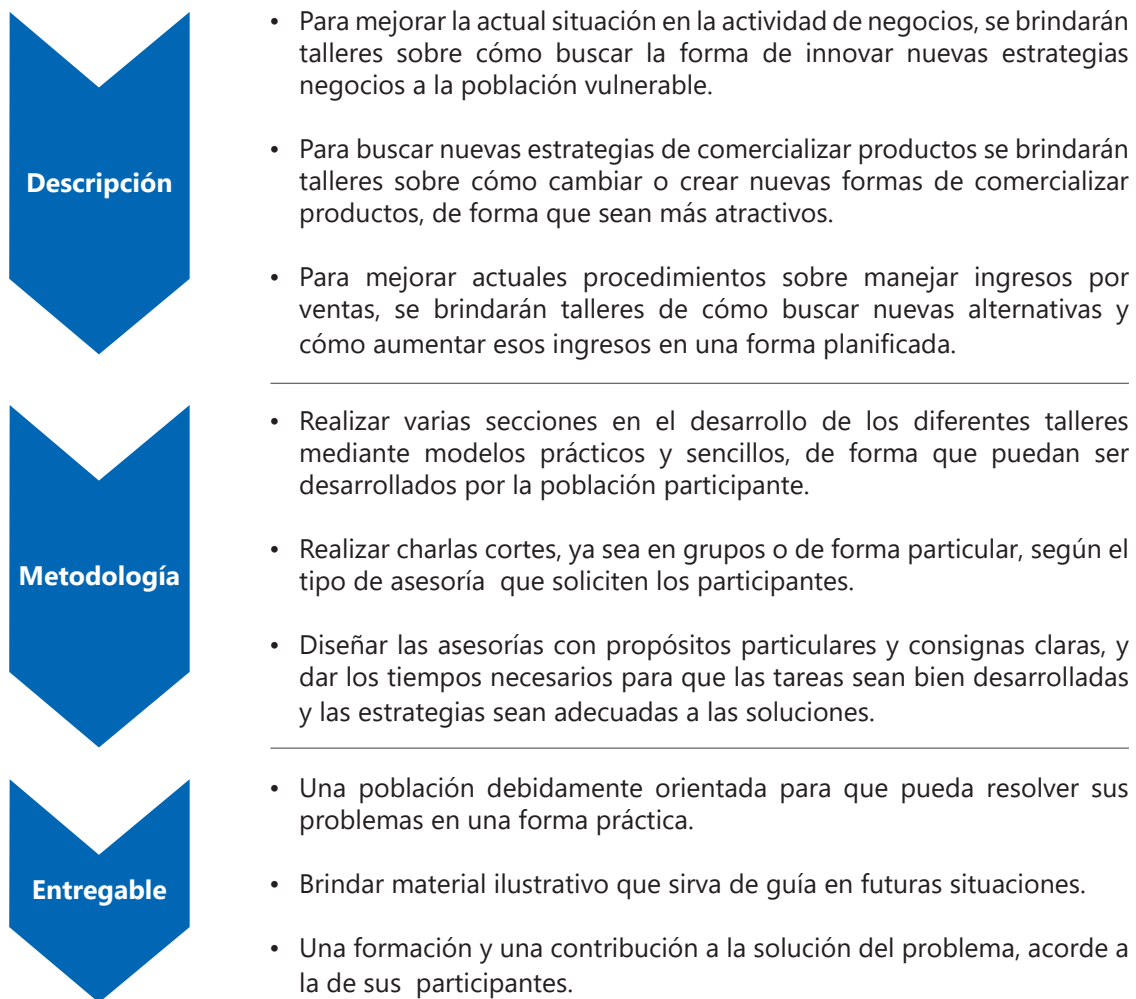


Figura 1. Representación diseño Modelo Asesoría.

Fuente: elaboración propia.

Implementación del modelo

Para realizar la implementación del modelo es necesario tener en cuenta lo siguiente:

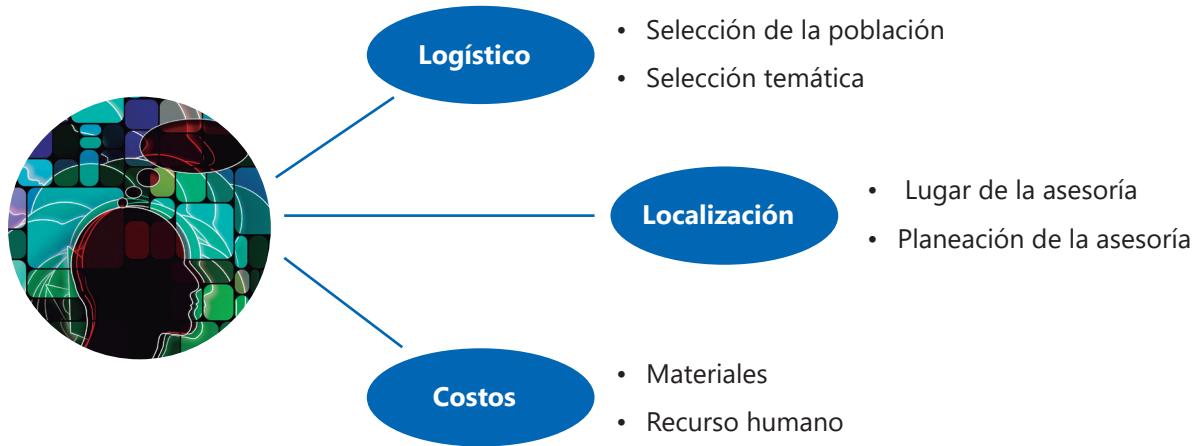


Figura 2. Proceso desarrollo Modelo Asesoría.

Fuente: elaboración propia.

Proceso logístico: como proceso logístico del modelo se entienden todas aquellas actividades que de una u otra forma inciden en la organización de las asesorías a realizar en la localidad. Son selección de los participantes para la elaboración de los talleres: el lugar de desarrollo de los talleres, la ubicación de los negocios que requieren de dicha asesoría, sus fechas, duraciones, entre otros.

Localización: es necesario coordinar con la alcaldía una colaboración que facilite la realización de las asesorías, en caso de no ser posible, la colaboración se buscará en un establecimiento educativo, previa solicitud a las autoridades administrativas correspondientes.

Costos: con el fin de ver las necesidades financieras, es necesario realizar el estimado del costo de cada taller, como se muestra a continuación:

Se planifica que todo el proceso de asesoría requerirá dos talleres de asesoría por cada municipio, al considerar cinco municipios como objetivo del proyecto del total de ocho que conforman el área del Alto Magdalena, lo anterior por las condiciones de requerimiento según resultados de la consulta directa practicada en cada uno.

Modelo de capacitación

Este se fundamentará en desarrollar tres talleres para la población vulnerable en cada municipio, orientados a brindar, en primer lugar, conocimientos básicos del manejo de las finanzas de los negocios; en segundo lugar, el conocimiento sobre el manejo contable básico de los ingresos y egresos de las ventas, los costos y los gastos de sus negocios y, en tercer lugar, la forma de reinversión de sus excedentes, al buscar aumentar los rendimientos de forma que se brinde la solidez necesaria a los negocios.

Tabla 1. Costos talleres asesoría.

Recursos	u	Costo (u)	Valor Total
Horas de asesoría	10	\$ 32.000	\$ 320.000
Transporte	8	\$ 20.000	\$ 160.000
Alimentación	4	\$ 8.000	\$ 32.000
Materiales didácticos	4	\$ 10.000	\$ 40.000
Total costos del taller	Valor del taller por municipio		\$ 1.192.000
Total costos	Valor total por 10 talleres		\$ 11.920.000

Fuente: elaboración propia con datos extraídos del Banco Mundial (2015).

Modelo de Capacitación

El modelo de capacitación se fundamenta en lo siguiente:



- Se buscará mejorar los niveles de conocimiento de la población vulnerable identificada, para el manejo de sus ingresos y egresos.
- Se buscará crear la cultura del manejo planificado de los recursos que genera el negocio, al evitar que se maneje como plata de bolsillo y se logre un mejor uso de estos.
- Se buscará que se manejen los excedentes del negocio con sentido de mejorar, ampliar, innovar o crear nuevas fuentes de ingresos, con miras a mejorar sus ganancias y, por consiguiente, el bienestar de su grupo familiar.



- Realizar un primer taller sobre conocimiento básico de lo que son el manejo de las finanzas de sus negocios.
- Realizar un segundo sobre el conocimiento del manejo contable básico de los ingresos y egresos de las ventas y costos y gastos de sus negocios
- Se Realizara un tercer taller sobre formas de reinversión de sus excedentes buscando mejorar el rendimientos de estos



- Obtener un 100% de la población beneficiada con un conocimiento básico para planificar sus finanzas.
- Implementar un sistema contable y financiero en varios negocios.

Figura 3. Representación diseño Modelo Capacitación.

Fuente: elaboración propia.

Se desarrollaran tres talleres con la población vulnerable en cada municipio orientados a brindar: en primer lugar conocimientos básico de lo que son el manejo de las finanzas de sus negocios; en segundo lugar el conocimiento del manejo contable básico de los ingresos y egresos

de las ventas y costos y gastos de sus negocios y en tercer lugar la formas de reinversión de sus excedentes buscando aumentar los rendimientos de tal forma que se brinde la solidez necesaria de sus negocios.



Figura 4. Proceso desarrollo del Modelo Capacitación.

Fuente: elaboración propia.

Plan Logístico

Con el fin de desarrollar el modelo de capacitación acorde a las necesidades de la población beneficiada por cada municipio es necesario realizar el siguiente procedimiento:

Recurso Humano: se refiere al personal docente necesario para desarrollar los talleres teniendo en cuenta que cada taller tiene una óptica diferente con respecto a la formación del conocimiento de la población vulnerable.

Clasificación de los negocios: Con el fin de reorientar la capacitación de los talleres es necesario realizar una clasificación de los tipos de negocios a considerar en la capacitación y que sus propietarios tomen el mejor provecho del conocimiento para ponerlo en práctica en los referidos negocios.

Costos: con el fin de desarrollar los talleres acorde a las necesidades de la población vulnerable de los municipios se requiere de recursos que se muestran en la siguiente estimación de costos:

Tabla 2. Costos Talleres Capacitación.

Recursos	u	Costo (u)	Valor Total
Horas del docente	20	\$ 32.000	\$ 640.000
Transporte	6	\$ 20.000	\$ 180.000
Alimentación	6	\$ 8.000	\$ 48.000
Materiales didácticos	4	\$ 10.000	\$ 40.000
Total de costos del taller	Valor del taller por municipio		\$ 908.000
Total de costos	Valor total por 15 talleres		\$ 13.620.000

Fuente: elaboración propia.

Modelo de Crédito

El modelo de crédito que requiere la población vulnerable se encuentra en un rango de \$1.000.000 a \$5.000.000, y que es imposible

obtener en el mercado financiero actual por las mismas condiciones económicas con las que subsisten estas poblaciones.

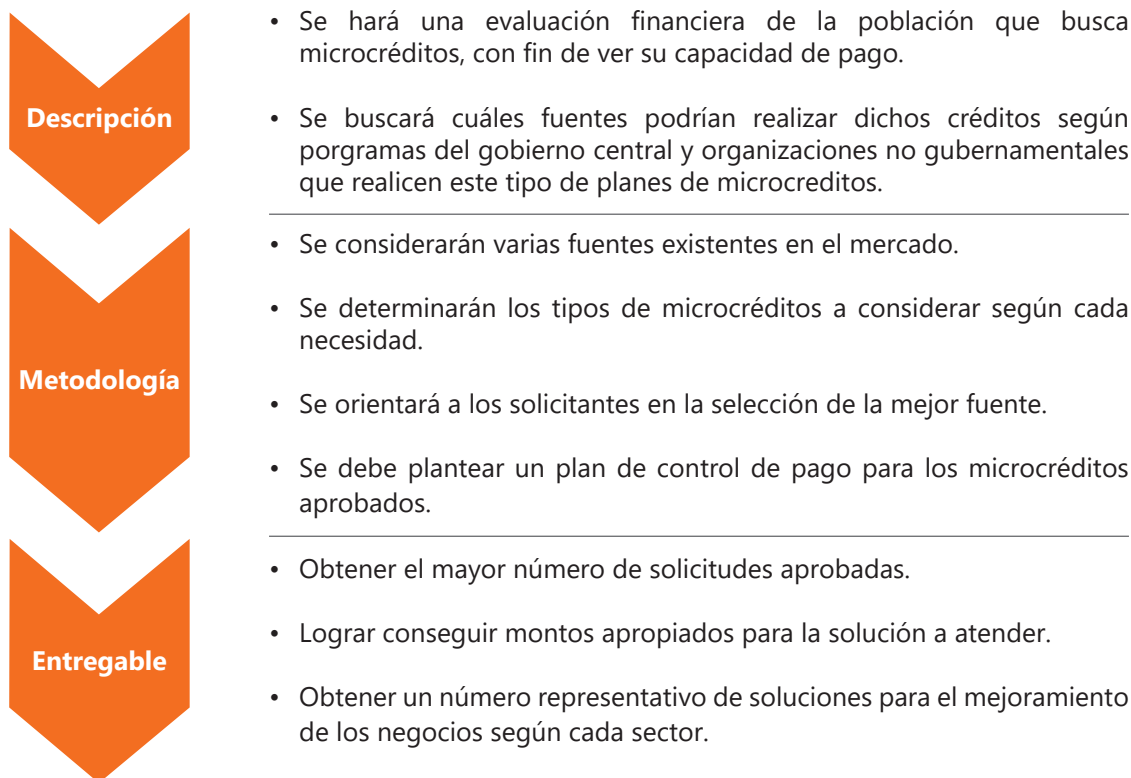


Figura 5. Representación diseño Modelo Crédito.

Fuente: elaboración propia.

En el desarrollo del modelo de crédito se hace necesario considerar las siguientes actividades:

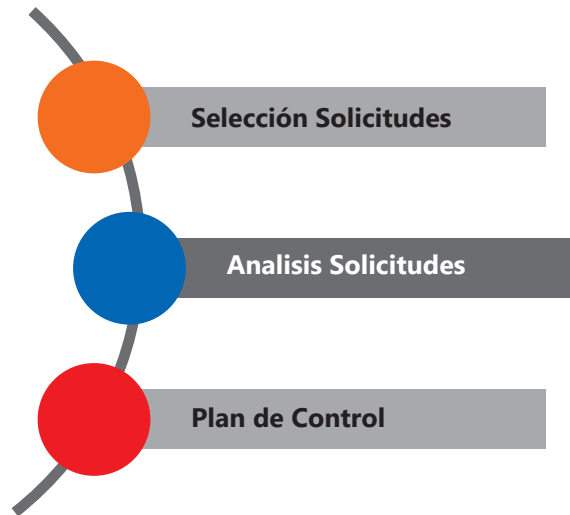


Figura 6. Proceso desarrollo del Modelo Crédito.

Fuente: elaboración propia.

Selección Solicitudes: como las condiciones económicas de los solicitantes no son soportadas bajo ningún bien, se hace necesario realizar una valoración de cada solicitud que se haga antes de llevarla a la entidad que facilitara los recursos.

Análisis Solicitudes: una vez analizadas las condiciones de cada solicitud se realiza el análisis de capacidad de pago de cada solicitud,

tipo de inversión a realizar para determinar si es conveniente o no realizarla.

Plan de Control: Como plan de control se realizara un plan de cartera según monto solicitado, de tal forma que los solicitantes tengan una apreciación del compromiso adquirido y de las posibles consecuencias en caso de falla.

Costos del Modelo

Tabla 3. Costos del modelo del crédito.

Recursos	u	Costo (u)	Valor Total
Horas del docente	10	\$ 32.000	\$ 320.000
Transporte	5	\$ 20.000	\$ 100.000
Alimentación	5	\$ 8.000	\$ 40.000
Total de costos del taller	Valor por municipio		\$ 460.000
Total de costos	Valor total por municipios (5)		\$ 2.300.000

Fuente: elaboración propia.

Se tienen otros costos como son los de asesoría del crédito para aquellas personas que están interesadas en la consecución de recursos financieros para remodelación, ampliación del negocio o para capital de trabajo, en los cuales se

tiene que destinar a una persona quien orientará la forma de realizar las solicitudes y las fuentes financieras que le servirían para ello. Estos costos son los que se presentan en la tabla No 4.

Tabla 4. Costos Asesorías modelo de Crédito.

Recursos	u	Costo (u)	Valor Total
Horas del docente	5	\$ 32.000	\$ 320.000
Transporte	4	\$ 20.000	\$ 160.000
Alimentación	8	\$ 8.000	\$ 32.000
Materiales didácticos	2	\$ 10.000	\$ 40.000
Total de costos del taller	Valor por municipio		\$ 552.000
Total de costos	Valor total 5 talleres		\$ 2.760.000

Fuente: elaboración propia.

El costo de la persona es de \$552.000 y como son cinco municipios se tiene entonces un costo total de \$2.760.000.

Plan logístico para la toma de decisiones sobre implementación de los Modelos

Para la implementación de los modelos de capacitación, asesoría y crédito se procedió a determinar, mediante el análisis multicriterio, la forma más indicada para realizar el desarrollo de estos modelos según la localización de los Municipios.

Teniendo en cuenta que el análisis multicriterio es una herramienta de evaluación y que sirve para “Evaluar la capacidad de diversas acciones de un programa para alcanzar un determinado objetivo. Este trabajo puede realizarse para registrar las valoraciones sobre su eficacia por parte de responsables y beneficiarios” (Europa.eu, 2014); se realizó el procedimiento

más indicado de cómo hacer la implementación de los modelos de capacitación, asesoría y crédito.

Como herramienta de ayuda para realizar el proceso de selección de situaciones complejas y que no tienen una forma fácil para tomar una decisión; utilizaremos el método del AHP (Proceso de análisis jerárquico) (Viejo, 2014). Los problemas de decisión multicriterio, son problemas críticos de la vida real, cualquier actividad involucra de una u otra manera la evaluación de un conjunto de alternativas en términos conjunto de criterios de decisión, donde muy frecuentemente estos criterios están en conflictos unos con otros.

En la toma de decisiones de los proyectos es muy importante esta herramienta porque nos permite seleccionar la alternativa más conveniente para tomar una decisión. En los proyectos es frecuente los tipos de problemas de decisión como, en la dirección de los proyectos, en la planificación estratégica de las empresas, en

relación al proyecto y al objeto podemos hablar del alcance del proyecto, selección de materiales, selección de contratistas, selección de máquinas, tamaño, ubicación, distribución, diseño, tipo de tecnología y calidad.

El AHP “trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión” (Toscano Hurtado, 2014, p-1). Este tipo de herramienta

metodológica, se ha utilizado para tomar decisiones en las empresas, corporaciones y el gobierno, con unos buenos resultados.

El AHP se fundamenta de la siguiente manera: el modelo se estructura en orden jerárquico, para ello se representa el problema a ser considerado en metas, criterios, subcriterios y alternativas, como aparece en el árbol genealógico siguiente:

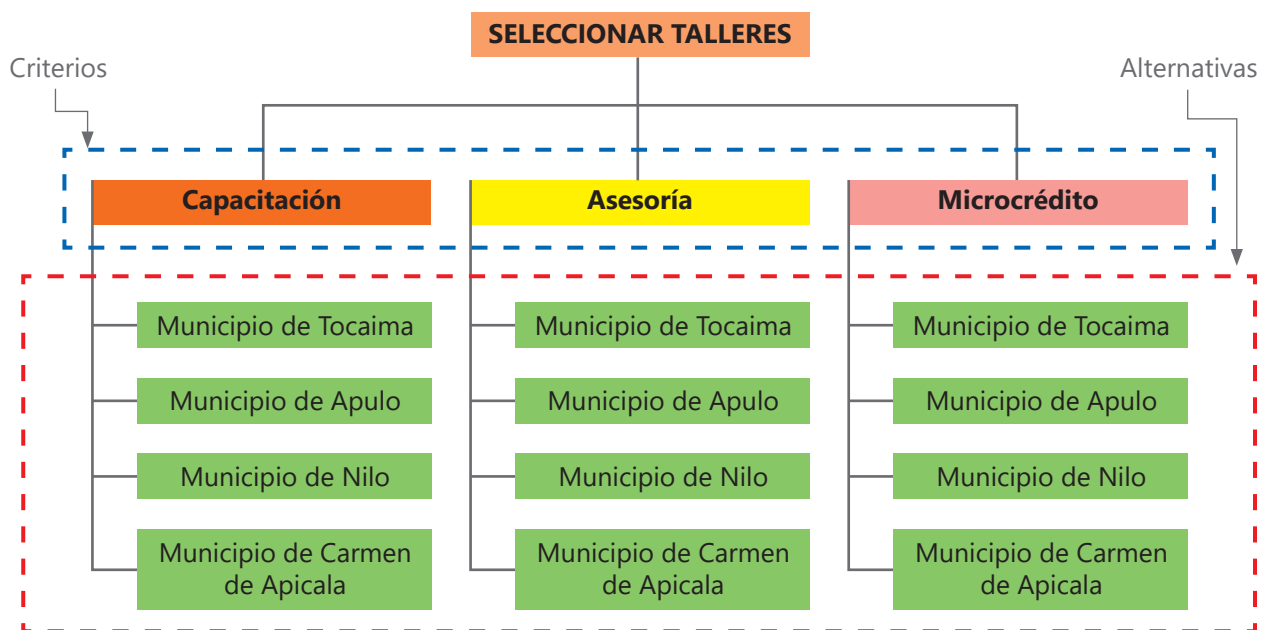


Figura 7. Árbol Genealógico del AHP Jerárquico.

Fuente: elaboración propia.

Una vez se tienen planteadas las anteriores consideraciones, se hace la priorización del orden jerárquico, según prioridades del problema, mediante la utilización de valores binarios se realiza la comparación de esos elementos.

Una vez se tiene cuantificado esos elementos se procede a realizar la evaluación de estos asignándoles unos “pesos”, luego se procede a obtener el ranking según los pesos, se efectúa una síntesis y se concluye con un análisis de sensibilidad.

Ventajas de utilizar el modelo AHP: se sustenta en matemáticas, permite desglosar un problema en partes, permite medir criterios cuantitativos y cualitativos en una escala común, permite la participación de diferentes personas o grupos de personas y toma un consenso de sus opiniones, es de fácil uso y permite que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos que se puedan optimizar.

Siguiendo las indicaciones del método de multicriterio se plantea el siguiente procedimiento

para realizar la priorización de las diferentes necesidades a realizar en los municipios según los modelos planteados así:

1. Definimos el objetivo (Selección de los municipios para el desarrollo del modelo)
2. Definimos los criterios
 - 2.1. Capacidad
 - 2.2. Asesoría
 - 2.3. Microcrédito
3. Definimos las alternativas
 - 3.1. Municipio de Tocaima
 - 3.2. Municipio de Nilo
 - 3.3. Municipio de Apulo
 - 3.4. Municipio de Carmen de Apicala

4. Ordenar en el árbol jerárquico
5. Determinar la importancia relativa de un criterio

Para realizar la importancia relativa se debe usar la comparación por pares que puede expresarse la importancia relativa de un criterio sobre otro.

Para ello utilizaremos la escala de comparación de Saaty, la cual es 1, 3, 5, 7, 9 y sus valores intermedios 2, 4, 6, 8 son expresiones que indican por ejemplo “2” cuál es la relación entre 1 y 3 y así con las otras.

La forma como se interpreta cada factor de la escala es como se presenta en la tabla No 5.

Tabla 5. Factores de escala.

PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO (AHP)		
Escala	Definición	Explicación
1	Igualmente preferida	Los dos criterios contribuyen al objetivo
3	Moderadamente preferida	La experiencia y el juego favorecen un poco a un criterio frente a otro
5	Fuertemente preferida	La experiencia y el juicio favorecen un poco a un criterio frente a otro
7	Muy fuertemente preferida	Un criterio es favorecido muy fuertemente sobre el otro. En la práctica se puede demostrar su dominio.
9	Extremadamente preferida	La evidencia favorece en la más alta medida a un factor frente a otro

Fuente: elaboración propia.

Usando estos factores de escala de comparación por pares puede expresarse la importancia relativa de un criterio sobre otro.

En el caso a resolver se plantearon cuáles serían los criterios y con ellos se plantea la siguiente matriz de criterios:

1: Igual; 3: Moderado; 5: Fuerte; 7: Muy fuerte; 9: Extremadas

Tabla 6. Matriz Evaluación Criterios.

MATRIZ EVALUACIÓN CRITERIO SELECCIÓN DE TALLERES			
Criterios	Capacitación	Asesoría	Microcrédito
Capacitación	1	1/2	4
Asesoría	2	1	3
Microcrédito	1/4	1/3	1

Fuente: elaboración propia.

Donde se realizó la siguiente consideración:

1 para aquella situación donde se relaciona consigo mismo el criterio;

2 cuando la relación de asesoría y capacitación es poco relevante;

3 cuando la relación Asesoría y microcrédito es moderadamente importante;

4 cuando la relación capacitación y el microcrédito es medianamente moderada;

Teniendo en cuenta esta escala de comparación se elaboró la matriz anterior, se lleva los valores de la matriz que son quebrados a fraccionarios quedando como sigue:

Tabla 7. Matriz Evaluación Criterios.

MATRIZ EVALUACIÓN CRITERIO SELECCIÓN DE TALLERES			
Criterios	Capacitación	Asesoría	Microcrédito
Capacitación	1	0,50	4
Asesoría	2	1	3
Microcrédito	0,25	0,33	1

Fuente: elaboración propia.

Una se tiene la matriz de esta forma se multiplica la matriz al cuadrado quedando así:

Una vez se realiza, se eleva al cuadrado, sumamos cada fila y se totaliza en columna dando como resultados lo siguiente:

Capacitación	14.83	0.3571
Asesoría	21.75	0.5236
Microcrédito	04.96	0.1193
Total	41.54	1.0000

Una vez se tiene determinadas la sumatoria por fila y el total de esas sumas en columna se procede a sacar la proporción de cada criterio y el total de esa proporción es igual a 1.0. Como se puede observar el criterio de mayor proporción es Asesorías con un 52.36%, le sigue el criterio de capacitación con un 35.71% y por el criterio de microcrédito con un 11.93%.

Con el fin de realizar una prueba de equilibrio para ver si mejora este; se toma la matriz de resultados y se realiza el mismo procedimiento que el anterior y se obtiene el siguiente resultado.

Tabla 8. Matriz Evaluación Alternativas.

MATRIZ EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS SELECCIÓN TALLERES				
Capacitación				
Alternativas	Municipio Tocaima	Municipio Apulo	Municipio Nilo	Municipio Carmen de Apicala
Municipio Tocaima	1	1/4	4	1/6
Municipio Apulo	4	1	4	1/4
Municipio Nilo	1/4	1/4	1	1/5
Municipio Carmen de Apicala	6	4	5	1

Fuente: elaboración propia.

El valor de 4 entre Municipio de Tocaima y Municipio de Nilo, significa que es medianamente fuerte realizarlo en el Municipio de Tocaima que en el Municipio de Nilo. Realizamos el mismo proceso de cálculo, que se hizo para estimar los criterios, obteniéndose como resultado lo siguiente:

En la capacitación la mejor opción para implementarla según Municipio es la siguiente:

Municipio de Tocaima	0.106489
Municipio de Apulo	0.258340
Municipio de Nilo	0.063051
Municipio de Carmen de Apicala	0.582118
Total	1.000000

Capacitación	142.2966	0.3587
Asesoría	205.0612	0.5169
Microcrédito	049.3606	0.1244
Total	396.7185	1.0000

Como puede observarse la diferencia es mínima entre ambas soluciones luego dejamos la primera solución.

Ahora analizamos las alternativas de acuerdo a cada criterio para ello se elabora la matriz de cada alternativa según criterio como sigue:

En el caso de buscar el equilibrio realizamos el proceso de cálculo con la matriz resultado del producto:

Municipio de Tocaima	0.118364
Municipio de Apulo	0.249025
Municipio de Nilo	0.061516
Municipio de Carmen de Apicala	0.571092
Total	1.000000

Se hacer lo mismo para el criterio de la Asesoría como sigue:

Tabla 9. Matriz Asesoría.

Asesoría				
Alternativas	Municipio Tocaima	Municipio Apulo	Municipio Nilo	Municipio Carmen de Apicala
Municipio Tocaima	1	2	4	1
Municipio Apulo	1/2	1	3	2
Municipio Nilo	1/4	1/4	1	1/4
Municipio Carmen de Apicala	1	1/2	4	1

Fuente: elaboración propia.

Realizamos los cálculos con el criterio de la asesoría como sigue:

Municipio de Tocaima	0.360811
Municipio de Apulo	0.300388
Municipio de Nilo	0.078981
Municipio de Carmen de Apicala	0.259818
Total	1.000000

Municipio de Tocaima	0.378304
Municipio de Apulo	0.289972
Municipio de Nilo	0.074192
Municipio de Carmen de Apicala	0.257080
Total	1.000000

Se hacer lo mismo para el criterio de la microcrédito como sigue

En el caso de buscar el equilibrio realizamos el proceso de cálculo con la matriz resultado del producto:

Tabla 10. Matriz Microcrédito.

Microcrédito				
Alternativas	Municipio Tocaima	Municipio Apulo	Municipio Nilo	Municipio Carmen de Apicala
Municipio Tocaima	1	2	3	1
Municipio Apulo	1/2	1	3	2
Municipio Nilo	1/3	1/3	1	1/4
Municipio Carmen de Apicala	1	1/2	4	1

Fuente: elaboración propia.

Realizamos los cálculos con el criterio del microcrédito como sigue:

Municipio de Tocaima	0.345073
Municipio de Apulo	0.307623
Municipio de Nilo	0.086045
Municipio de Carmen de Apicala	0.261257
Total	1.000000

Municipio de Tocaima	0.339077
Municipio de Apulo	0.299047
Municipio de Nilo	0.087680
Municipio de Carmen de Apicala	0.264194
Total	1.000000

Realizado estos cálculos se genera la matriz resultante de cada uno los criterios según municipio así.

En el caso de buscar el equilibrio realizamos el proceso de cálculo con la matriz resultado del producto.

Tabla 11. Matriz Resultante.

MATRIZ RESULTANTE DE CRITERIOS SEGÚN ALTERNATIVA			
	Capacidad	Asesoría	Microcrédito
Municipio Tocaima	0,1184	0,3608	0,3451
Municipio Apulo	0,2490	0,3004	0,3076
Municipio Nilo	0,0615	0,0790	0,0860
Municipio Carmen de Apicala	0,5711	0,2598	0,2613

Fuente: elaboración propia.

Podemos observar en la matriz los resultados obtenidos al realizar el proceso de selección de los criterios según alternativas planteadas de los municipios.

Tabla 12. Matriz de Calculo.

MATRIZ RESULTANTE DE CRITERIOS SEGÚN ALTERNATIVA					Solución final	Decisión final	
	Capacidad	Asesoría	Microcrédito				
Municipio Tocaima	0,1184	0,3608	0,3451	0,3571	0,2724	Municipio Tocaima	0,2724
Municipio Apulo	0,2490	0,3004	0,3076	0,5236	0,2829	Municipio Apulo	0,2829
Municipio Nilo	0,0615	0,0790	0,0860	0,1193	0,0736	Municipio Nilo	0,0736
Municipio Carmen de Apicala	0,5711	0,2598	0,2613		0,3711	Municipio Carmen de Apicala	0,3711

Fuente: elaboración propia.

↑
El ganador es

Con esta matriz realizamos el proceso de cálculo para determinar cuál es el municipio por el cual comenzar la preparación de la población vulnerable según necesidad, donde realizados los cálculos necesarios se obtuvo como solución según proceso multicriterios que el municipio

por el cual se debe comenzar esa preparación es el Municipio de Carmen de Apicala, luego el Municipio de Apulo, luego Tocaima y luego Nilo.

El árbol genealógico resultante es el siguiente:

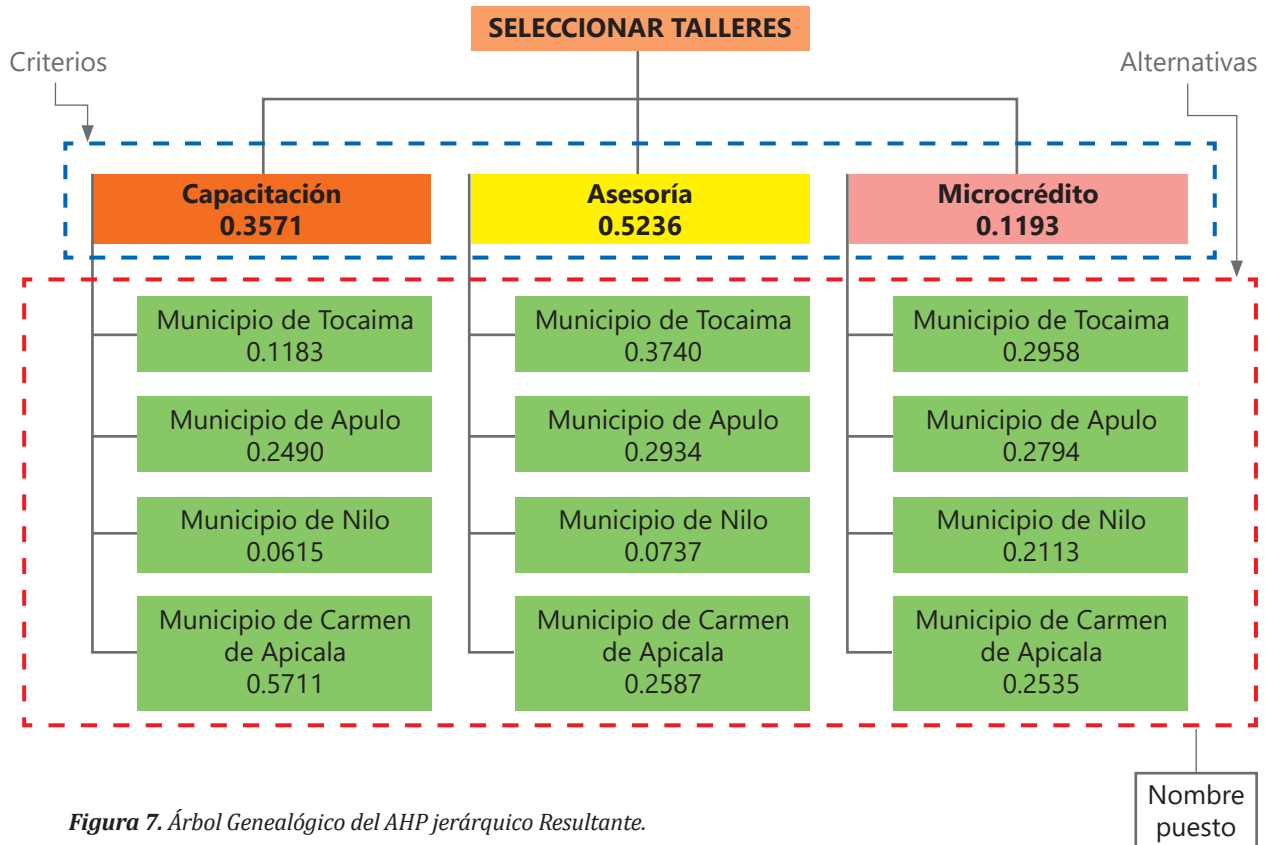


Figura 7. Árbol Genealógico del AHP jerárquico Resultante.

Fuente: elaboración propia.

Resultados

La implementación del presente proyecto implicara los siguientes costos que a continuación detallo.

En la implementación del **modelo de asesoría** son necesarios, incurrir en los siguientes costos:

Un costo total por taller de \$1.192.000 para un costo total de los 10 talleres de \$11.920.000.

Descripción Modelos: El modelo de asesoría, es para atender aquellas necesidades, detectadas en la investigación realizada en los diferentes municipios que conforman el área de influencia del Alto Magdalena.

Tipos de Asesoría: Los tipos de asesoría que requiere la población vulnerable en estos municipios, es relacionada a la orientación de mercadeo de sus productos, mejoramiento de la producción y remodelación.

Implementación: El modelo implica desarrollar dos talleres por municipio como son cinco los municipios que quedaron de toda el área de influencia, en total serían diez talleres; con una duración por taller de 20 horas.

Recursos: Para el desarrollo del modelo son necesarios: un docente con cualidades especiales para el tratamiento de este tipo de población, que de las asesorías; además del tiempo de cada taller también es necesario la prestación de unas diez horas de asesorías complementarias; como es necesario el desplazamiento del docente a los lugares, donde se dictaran tanto los talleres como asesorías, es necesario el recurso de dinero para el transporte en igual forma la alimentación, el material didáctico son los elementos necesario para dictar las asesorías académicamente.

En total se tiene un costo por taller de \$1.192.000 y para los diez que hay que realizar sería un valor total de \$11.920.000.

Para el **modelo de capacitación** se consideró la misma estructura porque con talleres a desarrollar con la población vulnerable de los municipios objeto de la investigación.

Para ello se realizó la siguiente estimación, de costos ante necesidad que esta población padece. En cuanto al modelo de capacitación se ha planificado realizar tres talleres por municipio teniendo en cuenta el nivel de conocimiento de esta población.

Cada taller de una duración de veinte horas, para un costo por taller de \$908.000 y un costo total de \$13.620.000.

El otro costo son los ocasionados por la **asesoría de los créditos** en los diferentes municipios. Cada taller de una duración de veinte horas, para un costo por taller de \$552.000 y un costo total de \$2.760.000

Teniendo en cuanto lo anterior se estima que el costo total del proyecto es de \$28.300.000

Conclusiones y Recomendaciones

Como conclusión de la presente investigación se tiene que de acuerdo a las necesidades identificadas en la investigación sobre las microfinanzas de la población vulnerable de los municipios de la región del Alto Magdalena, las siguientes:

- Las necesidades más relevantes de esta población se centran en falta de conocimiento del manejo de los recursos financieros que genera sus negocios.
- Existe falta de orientación sobre el manejo de equipos y procesos de transformación de materias primas y sus insumos para elaborar los productos que comercializan.
- Se identifican falta de crédito sin garantía, teniendo en cuenta que son personas que no poseen recursos ni bienes que garanticen el respaldo de cualquier crédito normal en una entidad financiera.

Para ello se ha elaborado como posible solución tres modelos, uno de **capacitación** el cual según su planificación resolvería en parte la problemática que presenta esta población cuál es la falta de preparación en el manejo de sus finanzas y cómo hacer que sus recursos sean una fuente generadora de nuevos ingresos.

El modelo de **asesoría** estaría orientado a dar la preparación necesaria para que estas personas aprendan como pueden mejorar su actual sistema de producción y así brindar nuevos productos que le sean atractivos a los turistas y clientes en general; en igual forma que sus equipos sean conservados en perfecto estado y en óptimas condiciones, o pueden ser están todavía recuperables o no tienen recuperación alguna.

El modelo de **crédito** que sería importante para que esta población busque la vinculación con aquellas fuentes de recursos donde las exigencias

sean mínimas y puedan así ayudar a financiarse mejorando su estado de liquidez y le permita una mayor flexibilidad de sus ingresos y logren mejorar el estado actual de sus necesidades.

Referencias

Bocaangel, J. A. (30 de 04 de 2017). *monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos90/abstraccion/abstraccion.shtml>

CEPEC.C.D. (15 de 09 de 2014, p-20)Urosario.edu.co Recuperado de http://www.urosario.edu.co/urosario_files/62/62901dfc-b756-459a-b110-e1adbb7f35e9.pdf

CEPEC.C.D. (15 de 09 de 2014, p-21). Urosario.edu.co Recuperado de http://www.urosario.edu.co/urosario_files/62/62901dfc-b756-459a-b110-e1adbb7f35e9.pdf

Escudero, J. d. (20 de 2 de 2015). *uem.es*. Obtenido de https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/joaquina/BOXES-POP/que_es_un_modelo.htm

Europa.eu. (28 de 07 de 2014) Europa.eu. Recuperado de http://ec.europa.eu/europaid/evaluation/methodology/examples/too_cri_res_es.pdf

FAO, D. d. (30 de 04 de 2017). *FAO.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/w7452s/w7452s01.htm>

MEN. (30 de 04 de 2017). *colombiaaprende*. Obtenido de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-199943.html>

Toscano Hurtado, G. B. (5 de 08 de 2014, p-1). unmsm.edu.pe. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/toskano_hg/cap3.pdf

Bibliografía

Pérez Peña, Rodrigo, (junio 2014). Artículo Microfinanzas aplicadas a la población vulnerable de la zona del alto magdalena. *Tecnología journal of technology*. Páginas 87-101.

Prahalad C. (2012). La oportunidad de negocios en la base de la pirámide.. Bogotá (Colombia), Norma.

Prahalad, C. (2012). La Oportunidad de negocios en la Base de la Piramide. Bogotá, Norma.

Prahalad, C (2012, p-31). La oportunidad de negocios en la base de la piramide. Bogotá.

Instructivo para los autores

La *Revista de Investigaciones de Uniagraria*, se dedica a difundir los resultados de investigaciones y conocimientos en diferentes campos y a promover el intercambio de opiniones que permitan fortalecer la misión y visión institucional de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia-Uniagraria.

La revista es publicada anualmente por la Fundación Universitaria Agraria de Colombia-Uniagraria - Vicerrectoría de Investigación-Bogotá, Colombia.

Esta guía para autores contiene los lineamientos que se deben tener en cuenta para la preparación, elaboración y envío de artículos a la *Revista de Investigaciones de Uniagraria*, así como para la clasificación y aceptación de los mismos.

Orientación editorial

El contenido de los artículos debe estar dentro del marco de la misión y visión de la revista y cumplir con los criterios de originalidad, novedad y metodología. La *Revista de Investigaciones de Uniagraria*, es una publicación eminentemente científica, arbitrada, que publica artículos en español y otro idioma, especialmente inglés, relacionados con las áreas ambientales y el sector primario de la economía, que sean originales y que no hayan sido publicados en otras revistas.

Contenido del artículo

Los artículos deben incluir las siguientes partes: título en español; título en inglés; nombre del autor(es); información del autor; resumen; palabras clave; Abstract; Key words; contenido del artículo; agradecimientos (opcional); conflictos de intereses (opcional); referencias bibliográficas; anexos. El orden anterior debe seguirse en el documento.

En general, el contenido de los artículos de investigación, tienen las siguientes secciones: introducción, métodos, resultados, discusión, referencias bibliográficas y agradecimientos.

Las tablas y figuras deben ubicarse a lo largo del contenido del artículo.

Presentación de artículos

Parámetros generales: el artículo se presenta en tamaño carta 21,5 x 28,0 cm; interlineado doble; márgenes: 4 cm a la izquierda y 3 cm en los demás márgenes; numeración: en todas las páginas, en el ángulo inferior derecho de cada una; fuente: Times New Roman; tamaño de la fuente: 12.

Títulos: van alineados a la izquierda, en mayúsculas, los correspondientes a: título en español e inglés, nombre del autor, resumen, palabras clave, abstract, keywords, introducción, métodos, resultados, discusión, agradecimientos, conflictos de intereses, referencias bibliográficas y anexos. Los demás títulos y subtítulos van en minúscula, con la primera letra en mayúscula, alineados a la izquierda.

Extensión máxima del artículo: 20 páginas.

Título del artículo: corto, pero informativo. Debe limitarse a quince palabras, centrado en mayúsculas.

Nombre de los autores: nombres, primer apellido, letra inicial del segundo apellido seguida de punto. Alineados a la derecha. Se respetará el nombre de pluma del autor, es decir, la forma habitual de los autores de separar los apellidos por un guion. El orden de los autores quedará como esté en el manuscrito enviado, entendiendo que el primero es el autor principal.

Información de los autores: en nota de pie de página, con números arábigos consecutivos se escribirán los siguientes datos de cada autor: profesión, grados académicos, filiación profesional (instituciones con las cuales está vinculado), cargo actual, ciudad, país, e-mail (del autor principal o de quien se encargue de la correspondencia).

Resumen: extensión entre 150 y 250 palabras en español y en inglés.

Palabras clave: de tres a siete que identifiquen con certeza el contenido del artículo. Links para consultar palabras clave en español: <http://decs.bvs.br/E/homepagee.htm>; y en inglés: <http://www.nlm.nih.gov/mesh/>.

Agradecimientos: si los autores consideran pertinente, pueden incluir el nombre, filiación y tipo de colaboración ofrecida por los colaboradores en la realización del manuscrito, pero que no se catalogan como autores. Las personas nombradas tienen que haber expresado su consentimiento para ser mencionadas y el autor es responsable de la obtención del permiso escrito por parte de ellas.

Conflictos de intereses: en el evento en que se presente este caso, se debe hacer una nota sobre las relaciones personales o institucionales que puedan incidir en la conducción, resultados o interpretación de los mismos.

Citación de referencias bibliográficas. Cada referencia bibliográfica será citada en el texto en el caso de ser uno o dos autores, estos deben citarse, el apellido del autor principal, seguido del año de la publicación separados por una coma, entre paréntesis según el orden consecutivo de aparición.

Si son tres o más, solo se cita el primero seguido de la palabra *et al.*

Referencias Bibliográficas: para la presentación de estas, la *Revista de Investigaciones*

de Uniagraria, se rige por el estilo APA el cual utiliza el término "Referencias Bibliográficas" para aludir a las citas del texto presentadas y orden alfabético, a diferencia del término "Bibliografía", el cual puede referirse a una lista, lo más completa posible, sobre obras en un determinado tema. En consecuencia, al preparar el manuscrito, esta parte final debe titularse Referencias Bibliográficas y no Bibliografía.

Autores de referencias bibliográficas: se presentan así: primero los apellidos seguidos de las letras iniciales del nombre. Cuando los autores son más de dos, van separados por coma. Cuando son más de seis, se mencionan los seis primeros seguidos de la abreviatura "*et al.*".

Tablas: las tablas deben explicarse por sí solas y no duplicar lo planteado en el texto, ya que su función es complementarlo o sustituirlo. Deben tener: tabla, número consecutivo según orden numérico, título, cuerpo, notas, títulos de columnas y filas, Fuente de la tabla (cita del origen de la tabla). 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. Utilice únicamente líneas horizontales para elaborar la tabla.

Citación de tablas: cada tabla será citada en el texto con un número arábigo consecutivo según el orden de aparición, entre paréntesis. Ejemplo : (Tabla 1).

Figuras: corresponden a gráficos, fotos, mapas, esquemas, dibujos, diagramas y similares que se utilizan para ilustrar o ampliar la información, pero no para duplicarla. Cada figura debe tener su leyenda así: figura, número consecutivo según orden numérico, título, notas (opcional), fuente de la figura (cita del origen de la figura o derechos de autor). Las figuras pueden ser elaboradas en Word, caso en el cual hacen parte del escrito; también pueden ser insertadas en el documento, caso en el cual deben adjuntarse en archivo aparte, los archivos de las imágenes,

debidamente identificados, que cumplan con la característica de alta resolución para impresión (300 dpi), en formato jpg.

Citación de figuras: cada figura será citada en el texto en el orden en que aparezca, entre paréntesis. Ejemplo: (Figura 1).

Abreviaturas: cuando sea indispensable su uso, estas irán precedidas de su forma expandida completa y se colocarán entre paréntesis la primera vez que se utilicen. Se deben evitar las abreviaturas en el título y en el resumen.

Unidades de medida: las medidas de peso, altura, longitud y volumen se presentarán en unidades métricas (metro, kilogramo, litro, etc.). Se debe utilizar en todos los casos el Sistema Internacional de Unidades, cuyas abreviaturas de las unidades de medida no tienen plural ni signos de puntuación.

Decimales: se indicarán por medio de “,” (coma).

Porcentajes: se ubicarán dejando un espacio con respecto a los números. Ejemplo: 23,5 %.

Envío de artículos

El texto completo del artículo se envía a la Revista de Investigaciones de Uniagraria, en medio magnético e impreso en original acompañado de una carta de presentación por parte del autor o autores que incluya los siguientes puntos:

- Nombre completo del artículo.
- Indicar que los autores están de acuerdo con el contenido, organización y presentación del artículo.
- Declarar que el artículo es original, que no se ha publicado con anterioridad y que no se va a presentar a otra revista nacional o internacional, mientras esté en proceso de

evaluación por parte del Comité Editorial de la *Revista de Investigaciones de Uniagraria*.

- Declarar que los autores han respetado el derecho a la intimidad de las personas que participaron en la investigación; – que han cumplido con normas éticas de experimentación con humanos o animales; y – que en los agradecimientos incluyeron a las personas, que sin ser autores, participaron de forma especial en la realización del estudio.
- Indicar que los autores no tienen conflictos de intereses.
- Autorizar a la *Revista de Investigaciones de Uniagraria* para reproducir el texto, figuras o cualquier otro material que tenga reserva de derechos; realizar ajustes en el contenido y estilo del artículo, por parte de los revisores de inglés u otro idioma y de estilo.
- Indicar cuál autor se encargará de recibir y enviar la correspondencia, de lo contrario se asumirá que el primer autor asumirá las funciones antes mencionadas.
- Incluir el nombre completo (nombre y dos apellidos), documento de identificación y firma de todos los autores.

El artículo en físico se presenta en tamaño carta, impreso por ambas caras. En medio magnético se envía en formato de Word, ya sea en CD o vía Internet. La carta se podrá enviar escaneada en formato pdf.

Las dirección de la revista es:

Revista de Investigaciones de Uniagraria
Vicerrectoría de Investigaciones
Fundación Universitaria Agraria de
Colombia (UNIAGRARIA)
Calle 171 No. 54C-16 Bogotá, Colombia
Dirección electrónica:
revistainvestigaciones@uniagraria.edu.co

Revista de Investigaciones de Uniagraria
Fundación Universitaria Agraria de Colombia -UNIAGRARIA-
Bogotá D.C - Colombia
2016

Editorial <i>Nora Milena Roncancio Parra</i> <i>Coordinadora de Investigación Formativa y Gestión del Conocimiento.</i>	9
Evaluación nutricional y sensorial de una crema deshidratada con sabor a pollo, adicionada con <i>Moringa Oleífera</i> Lam <i>Juliana Pardo C., Alejandra García R., Gloria Helena González B., Patricia Paola Miranda V.</i>	11
Control biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith) con aislamientos nativos de <i>Bacillus thuringiensis</i> (Berliner) <i>Jorge Enrique Díaz P.</i>	25
Evaluación de la acción del cloruro de sodio, nitrato de potasio y tripolifosfato de sodio en la descongelación de las costillas de cerdo <i>Laura Isabel Márquez M., Nathalia Barragan Y., Carlos Hernán Pantoja A.</i>	39
Sistema de iluminación automatizado para cuarto de crecimiento de cultivos vegetales <i>Gustavo Alberto Ríos Cortes, Santiago Sánchez Escobar, Rubén Darío Cárdenas Espinosa</i>	51
Evaluación de la producción y la calidad de la semilla de cuatro variedades de <i>Brachiaria</i> <i>M. Suárez, C. Padilla, G. Febles, Lurdes Rodríguez, Nidia Fraga, D. Suárez</i>	61
Seguridad alimentaria: el desafío <i>Irene Nieto, E., Frank Harry Suárez S., Pedro Pablo Martínez M.</i>	71
Valoración económica de incendios forestales en las principales ciudades de América Latina y el Caribe: una lección para Bogotá <i>Korina Ocampo Zuleta</i>	75
Metodología para la evaluación de impacto para programas de asociatividad y emprendimiento social <i>Jaime Rangel Bolaños, Margarita Miranda Villera</i>	91
Crecimiento económico y Flujos de efectivo en las empresas del sector servicios de Santander durante el periodo 1995 – 2014 <i>Gabriel Eduardo Escobar Arias, Andres Valencia Díaz</i>	97
Diseño de modelos de microfinanzas para los municipios de la región del Alto Magdalena <i>Rodrigo Pérez Peña</i>	115
Instructivo para los autores	137

ISSN 2346-0687



9 772234 606877