

Revista

Urabá

Ciencia y Desarrollo



SENA – Regional Antioquia

Complejo Tecnológico Agroindustrial,
Pecuario y Turístico - Urabá

volumen 3 número 1 Enero-Diciembre 2019 ISSN: 2665-1599



SENA comunica



REVISTA URABÁ CIENCIA Y DESARROLLO



Apartadó, Antioquia, Colombia
2019

COMITÉ CIENTÍFICO

Rocío del Carmen Guerrero Pinedo. Administrador Hotelero y Turismo, Universidad Autónoma del Caribe (UAC). Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico – Instructor Red de Conocimiento Hotelería y Turismo

Javier Orlando Peralta Alzate. Licenciado en Educación Física, Universidad de Antioquia. Especialista en Administración Deportiva, Universidad de Antioquia. Especialista en Actividad Física y Salud, Universidad de Córdoba. Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico – Instructor Red de deportes.

Paola Betancur García. Ingeniera agrónoma M.Sc. (e) en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia

Mónica Obregón Barrios. Ingeniera Agrónoma, M.Sc. Estudiante de doctorado en Botánica Aplicada. Universidad Federal de Lavras, Brasil.

María Cristina Troya Mogollón. Ingeniera Agrónoma Universidad Central del Ecuador, M.Sc. Biotecnología Agrícola Escuela Politécnica del Litoral, Estudiante de doctorado en Microbiología Agrícola, Universidad Federal de Lavras-Brasil.

Andres Fernando Jimenez Mejia. Administrador de Empresas – Universidad CEIPA. ASOPTROPICO – Subgerente.

Tatiana María Saldaña Villota. Ingeniera Agrónoma–Universidad de Nariño, M.Sc. en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Candidata a Doctora en Ciencias Agrarias.

Marlon Alexander Peralta Sanchez. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. (e) en Fisiología Vegetal, Universidad Federal de Lavras, Brasil.

Iván Dario Contreras Paternina. Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba. M.Sc. (e) en Ciencias Agronómicas con énfasis en Fisiología de Cultivos, Universidad de Córdoba. Banaexport SAS, Líder de Agricultura.

COMITÉ EDITORIAL

Nohora Margarita Amado Lemus

Slim Camilo Álvarez Alarcón

Lina María Sánchez Cardozo

Diego Alejandro Londoño Puerta

**Grupo de Investigación, Innovación y Desarrollo
para la Subregión del Urabá–ABIBE**

ISSN: 2665-1599

Reservados todos los derechos. Prohibida su reproducción parcial o total salvo con fines educativos. El contenido de este documento informativo corresponde a los autores y no implica una posición Institucional del SENA.



Revista Urabá Ciencia y Desarrollo

ISSN: 2665-1599

Periodicidad: anual

Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA
Dirección de correspondencia Km 1 vía a Turbo
Apartadó, Antioquia, Colombia

Carlos Mario Estrada Molina

Director General SENA

Farid de Jesús Figueroa Torres

Director Dirección de Formación Profesional

Juan Felipe Rendón Ochoa

Director Regional Antioquia

Elkin Humberto Granada Jiménez

Subdirector Complejo Tecnológico
Agroindustrial Pecuario y Turístico

Luz Elena Patiño Orozco

Coordinadora Académica

Santiago Zapata Castillo

Coordinador Académico

José Romaldo Mosquera Giraldo

Coordinador Académico

Diego Alejandro Londoño Puerta

Líder Sennova de Centro

Editor: Diego Alejandro Londoño Puerta

Editorial: RABAC

Diagramación: Sharly Mantilla

Corrector de Estilos: Juan Pablo Marín Cano

INDICE

PROPUESTA DE FERTILIDAD FOLIAR Y EDÁFICA POR CONGLOMERADOS E ÍNDICES DRIS EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA	9
ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL APLICADAS POR LAS GRANDES CADENAS DE ALMACENES EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS.....	16
APLICACIÓN DISFRUTA CALDAS	38
EVALUACIÓN DEL POTENCIAL USO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN PROCESOS DE BIODIGESTIÓN ANAEROBIA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS	43
LAS CRIPTOMONEDAS ENTRE ESPECULACIÓN, ANÁLISIS TÉCNICO Y LA TEORÍA DE LA DIVERSIFICACIÓN	48
REVISIÓN PROPAGACIÓN <i>IN VITRO</i> CON MEDIOS ARTESANALES DE PIÑA EN PLANTAS DE LA ESPECIE <i>MUSA BALBISIANA</i> EN EL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO.....	57
EFFECTO DE LA SALINIDAD Y APLICACIÓN DE FÓSFORO SOBRE LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS EN EL CULTIVO DE BERENJENA (<i>Solanun melongena</i>)	61
REVISIÓN CADMIO EN CACAO (<i>Theobroma cacao</i>)	69
MUESTREO DE MACRO ORGANISMOS DEL SUELO EN CULTIVOS DE <i>MUSA</i> AAA, <i>TECTONA GRANDIS</i> <i>THEOBROMA CACAO</i> , EN EL MUNICIPIO DE APARTADÓ – ANTIOQUIA.	83

PRESENTACIÓN

En el año 2019 el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico presenta su tercera edición de la Revista “Urabá, Ciencia y Desarrollo”, en donde instructores, aprendices y personal externo exponen sus diferentes soluciones a problemáticas de su entorno como fertilización en palma de aceite, responsabilidad social empresarial, turismo y gastronomía, uso de residuos agrícolas, análisis de nuevos mercados, propagación vegetal in vitro, suelos salinos, cadmio en cacao y manejo orgánico de suelos, entre otros. Lo anterior, gracias al Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, el cual busca mejorar el desarrollo social y técnico de los trabajadores en las diferentes regiones, a través de formación profesional integral que logra incorporarse con las metas del Gobierno Nacional, por medio del Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico –SENNOVA- el cual ejecuta la política de contribución a la Ciencia y Tecnología del País; fortaleciendo capacidades locales en productividad, competitividad, generación de conocimiento y pertinencia de la Formación Profesional Integral impartida en la institución.

Con estos sistemas y programas nacionales sumados con la estrategia implementada a nivel local con el grupo de investigación Innovación y Desarrollo para la subregión de Urabá – ABIBE- categorizado como “C” ante Colciencias, se ha potencializando el capital humano del Complejo por medio de sus 20 semilleros de investigación en diferentes áreas tales como Salud, bienestar, deportes, turismo, agropecuaria, medio ambiental, biodiversidad, biotecnología, Innovación y desarrollo tecnológico, administración, finanzas y logística integral, alcanzando grandes logros en el renglón categorizado como generador de conocimientos en donde se proyecta seminarios, foros, simposios, libros y revistas científicas.

Todo esto en pro del conocimientos e investigación que generen propuestas de soluciones a obstáculos o dudas de la comunidad, e incluso hallazgos de nuevas dudas, ideas

expuesta por el poeta Roberto Juarroz (1974), en su escrito literario la sombra de ala.

“El universo se investiga a sí mismo.

*Y la vida es la forma
que emplea el universo
para su investigación.*

*La flecha se da vuelta
y se clava en sí misma.*

Y el hombre es la punta de la flecha.

*El hombre se clava en el hombre,
pero el blanco de la flecha no es el hombre.*

*Un laberinto
sólo se encuentra
en otro laberinto.”*

Urabá es pluriétnica y pluricultural, con gran potencial en diversos renglones económicos como el agrícola, el pecuario, el industrial, el forestal y el turístico, y con grandes bondades en fauna silvestre y ecosistemas estratégicos. Además del desarrollo portuario. Esto conlleva a la necesidad de implementar nuevos procesos de desarrollo y conocimiento que de alguna forma aumenten la productividad.

Por esta razón, día a día se levantan los instructores y aprendices del SENA con carácter, criterio, perseverancia y motivación para generar nuevos conocimientos.

Elkin Humberto Granada Jiménez
Subdirector

Complejo tecnológico Agroindustrial,
Pecuario y Turístico



PROPUESTA DE FERTILIDAD FOLIAR Y EDÁFICA POR CONGLOMERADOS E ÍNDICES DRIS EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA

Daniela Roldan Salazar¹ Roberto Antonio González Gordon^{2*}.

Resumen

Con el propósito de generar una propuesta alternativa para el manejo de la fertilidad foliar y edáfica del cultivo de palma aceitera, que contribuya con el manejo adecuado de los sistemas productivos en la subregión de Urabá, se seleccionó para el estudio la finca Pasatiempo, localizada en la comunal Chiridó del municipio de Chigorodó. Esta cuenta con un área neta de 260 ha establecidas y distribuidas entre 12 lotes. Posteriormente, se ejecutaron muestreos foliares y de suelos en ocho de estos lotes en etapa de producción que permitieron evaluar el comportamiento de 14 propiedades químicas. Utilizando esta información, se realizó un análisis multivariado por conglomerados permitiendo establecer cuatro grupos (A, B, C y D) formados a una distancia euclidiana de 0.65 unidades. Para el diagnóstico nutricional a nivel foliar se implementaron las normas e índices de balance nutricional DRIS y a nivel edáfico los niveles de suficiencia reportados por otros autores para el cultivo. De acuerdo con el promedio de cada grupo, los índices mostraron que en el tejido vegetal los elementos desbalanceados por deficiencia fueron K, Ca, y Mg, y por suficiencia el Fe, y Mn. A nivel edáfico se encontró el Zn, Cu, Fe y Mn por exceso y M.O. por deficiencia. Finalmente, se encontró que los grupos B y C, representados por los lotes L1, L2 y L3 presentan el mismo comportamiento de fertilidad foliar y edáfica respectivamente, donde los elementos que mayor requieren manejo nutricional son el N, K, Ca y Mg.

Palabras clave: índices, balance nutricional, producción, fertilización, Híbrido OxG

PROPOSAL OF FOLIAR AND EDAPHIC FERTILITY BY CONGLOMERATES AND DRIS INDICES IN OIL PALM CULTIVATION

Abstract

With the purpose of generating an alternative proposal for the management of the foliar and edaphic fertility of the oil palm crop, which contributes with the adequate management of the productive systems in the subregion of Uraba, the Pasatiempo farm located in the Chiridó communal area of Chigorodó municipality, was selected for the study. This has a net area of 260 ha established and distributed among 12 lots. Subsequently, foliar and soil samplings were carried out in eight of these batches in the production stage that allowed evaluating the behavior of 14 chemical properties. Using this information, a multivariate analysis was carried out by conglomerates allowing the establishment of four groups (A, B, C and D) formed at a Euclidean distance of 0.65 units. For the nutritional diagnosis at the foliar level, the norms and indices of the DRIS nutritional balance were implemented and, at the soil level, the levels of sufficiency reported by other authors for the crop. According to the average of each group, the indices showed that in the plant tissue the unbalanced elements by deficiency were K, Ca, and Mg and by sufficiency the Fe, and Mn. On the other hand, at the edaphic level Zn, Cu, Fe and Mn were found by excess and M.O. by deficiency. Finally, it was found that groups B and C, represented by lots L1, L2 and L3, show the same foliar and edaphic fertility behavior respectively, where nitrogen, potassium, calcium and magnesium are the elements that require the most nutritional management.

Keywords: indexes, nutritional balance, production, fertilization, Hybrid OxG

Introducción

Colombia es el primer productor latinoamericano de palma aceitera con cerca de las 500.000 hectáreas establecidas y el cuarto productor mundial, después de

Indonesia, Malasia y Tailandia. En el País, se reportan cuatro regiones palmeras, en las que se concentran 55 núcleos productivos, en torno a las plantas extractoras están la zona norte con los departamentos de Magdalena, norte del Cesar, Atlántico, La Guajira y Antioquia (Urabá), la zona central

1. Colombiana. Ingeniera Agrícola; Administradora Agrícola; Palma Pasatiempo; Grupo La Hacienda S.A.S; Chigorodó ANT; E-mail: drolans@unal.edu.co; Tel: (+57) 264-4310.

2. Colombiano. I. Ag. MsC. Jefe MIRFE. Departamento MIRFE; Producción técnica; Administración central; The Elite Flower S.A.S; km 31 vía Facatativá – Rosen Tantau; Grupo de Investigación Fitotecnia Tropical; E-mail: roagonzalezgo@unal.edu.co; rgonzalez@eliteflower.com

* Autor para correspondencia. Tel (+57) 891-0494 IP 2319. CP: 233057. Correo electrónico: rgonzalez@eliteflower.com . (R. A. González-Gordon).

con los departamentos de Santander, Norte de Santander, sur de Cesar y Bolívar -Magdalena Medio (Castillo et al, 2016). Estas zonas presentan una alta variabilidad de suelos con limitaciones físicas frecuentes como lo son la alta compactación y la lenta conductividad hidráulica, y entre las limitaciones químicas están la baja capacidad de intercambio catiónico y los bajos niveles de disponibilidad de nutrientes, principalmente N, K, Mg, B y P (Munévar, F. 1998), Que inciden en una problemática nutricional al tener en cuenta que la palma tiene una alta demanda de nutrientes siendo el N y K los nutrientes más requeridos, mientras que los requerimientos de Mg y P son menores (Munévar, F. 1998), principalmente en su primer etapa productiva donde la demanda de nutrientes es alta, debido a rendimientos elevados durante el tercer y cuarto año de cosecha. En Colombia este cultivo se ha destacado por un incremento significativo de la producción relacionado a las mejoras de las condiciones ambientales y al incremento de nuevas áreas productivas cerrando en el año 2017 con 8.037 millones de toneladas de fruto procesado y 1.6 millones de toneladas de aceite extraído que suponen un incremento del 42% con respecto al 2016. Lo que infiere en una alta extracción de nutrientes por unidad de área y mayor demanda de fertilizantes que inciden en los costos, y crean una alta necesidad de optimizar costos con métodos que se ajusten a requerimientos y valores críticos apropiados y ajustados a la zona. La región de Urabá en la última década ha incursionado con el material híbrido como respuesta a la problemática sanitaria (Castillo, 2016). El material Híbrido Interspecifico OxG inicia como una alternativa de trabajo gracias a sus características, sanitarias, menores costos de mantenimiento y cosecha, alta producción de fruta y calidad del aceite superior. Según Molina y Torres (2015), a pesar de que la palma de aceite tiene una gran capacidad para adaptarse a diferentes condiciones de suelo y clima, solo cuando se desarrolla en condiciones muy favorables logra expresar su máximo potencial productivo en número de racimos y cantidad de aceite (Arias y Beltrán, 2016). Además, para las condiciones edáficas de esta región no se han determinado los requerimientos nutricionales específicos de este cultivo, lo que genera grandes inconsistencias a la hora de implementar planes de fertilización.

Una forma de intervenir en los planes de fertilización es la validación del estado nutricional se realiza por medio de análisis de tejido vegetal como herramienta complementaria al análisis de suelo (De Araujo, 2010), permitiendo la identificación de los elementos limitantes y generar una propuesta oportuna y conveniente para la fertilización (Herrera, 2015). El método de diagnóstico nutricional, el sistema DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) propuesto por Beaupils (1971, 1973), es un sistema de interpretación de contenidos de nutrientes, desarrollado para fortalecer la interpretación de dichos resultados, independientemente de la edad de la planta y clasificar los elementos en el orden de limitación en el crecimiento y desarrollo del cultivo permitiendo un uso universal de las

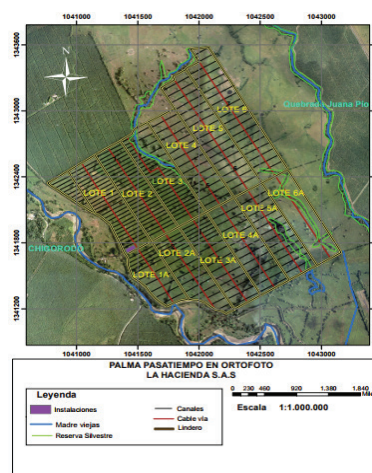
normas (Mourão, 2004). Por lo tanto, el método DRIS, se basa en el cálculo de un índice para cada nutriente, comparando las relaciones entre un elemento respecto a los demás por unidad de muestreo, con las relaciones desarrolladas para ese mismo nutriente en una población de referencia (Serra et al., 2012). El objetivo de esta investigación consistió en evaluar el comportamiento variables químicas indicadoras de fertilidad foliar y edáfica para el cultivo de palma aceitera en el municipio de Chigorodó.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El trabajo se realizó en el municipio de Chigorodó – subregión de Urabá Ant, en la “Finca Palma Pasatiempo”, representada mediante una distribución agronómica de 12 lotes y un área total de 260 ha, de los cuales se realizó el trabajo en ocho lotes en etapa de producción (L1, L2, L3, L4, LA1, LA2, LA3 y LA4), con un área neta de 20.6, 20.2, 15, 27, 3.8, 3.8, 4.5 y 21.7 hectáreas respectivamente, una edad fenológica de cinco años para los lotes L1, L2 y L3 y cuatro años para los demás. La densidad de siembra es de 115 plantas ha⁻¹ (Figura 1). La finca se encuentra localizada en una zona de vida bosque muy húmedo tropical (bmh-T) y según las unidades cartográficas de suelos presentadas por el IGAC, (2016), los suelos pertenecen al orden Inseptisol, con características físicas variadas, la profundidad efectiva fluctúa de superficial a muy profunda, limitada en el segundo caso por el nivel freático, las texturas varían de muy finas a gruesas (arcilloso a arenoso) con dominancia de las finas, las características químicas en la mayoría de estos suelos presentan de mediana a alta capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases y bajo contenido de carbón orgánico, lo que representa una fertilidad generalmente media (García et al, 2007).

Figura 1. Distribución espacial de lotes, drenajes e instalaciones de la finca Palma Pasatiempo. Sistema coordenado Bogotá 1975 / Colombia West zone (21896).



Muestreo foliar y edáfico:

El muestreo foliar se realizó (10x10) teniendo en cuenta una submuestra cada diez palmas y cada diez líneas. Cada planta fue identificada para el conteo de hojas, se recolectó de la hoja número 17 cuatro folíolos de la parte central; estos se dividieron transversalmente en tres partes iguales (distal, media y basal) y la nervadura central fue retirada, las muestras se sometieron a un proceso de limpieza con agua destilada y fueron secadas con papel adsorbente para remover residuos. Finalmente se empacaron en bolsas de papel y plásticas y se enviaron al Laboratorio de Análisis Foliar y de Suelos de Cenipalma (Munevar et al, 2016 y Munevar y Franco, 1998a, 2008b). En el caso del muestreo edáfico se realizaron recorridos en zig-zag, seleccionando en cada lote entre 15 y 25 submuestras hasta completar una muestra compuesta, estas fueron tomadas sobre el área de plateo, se retiró hojarasca, hierbas existentes y con la ayuda de un barreno se tomó la submuestra a una profundidad entre 30 – 35 cm (Munevar et al, 2016 y Munevar y Franco, 1998a, 2008b). Estas se vertieron en un recipiente limpio, se mezclaron y se tomó una muestra compuesta de 500 g, la cual se rotuló y envió al laboratorio AGRILAB – Servicios Ambientales y Agrícolas.

Procesamiento de muestras en el laboratorio: las muestras de suelo se utilizaron para determinar propiedades físicas como, textura (porcentajes de arcilla, limo y arena), densidad aparente, y químicas como pH, CICE (capacidad de intercambio catiónico efectiva) y los contenidos de Ca, Mg, K, Na, Al, P, Fe, Mn, Cu, Zn y B, las cuales se secaron a 40 °C durante 48 horas, se tamizaron con malla No.10 de abertura 2 mm con anterioridad, en el caso del contenido de materia orgánica, las muestras, se tamizaron con malla No.30 de 0,6 mm de abertura (Jaramillo, 2014). Para la densidad aparente se utilizó el método del cilindro metálico biselado donde se tomaron diez puntos por cada lote. En la Tabla 1 se detallan las variables químicas edáficas y foliares evaluadas, indicando el método o técnica empleada en el laboratorio AGRILAB – Servicios Ambientales y Agrícolas.

Tabla 1. Métodos seguidos para evaluar las propiedades químicas foliares y edáficas en el laboratorio.

Propiedad química	Método y Unidad
Foliar	
Ca, Mg, K, Fe, Cu, Mn y Zn	Absorción atómica. Elementos mayores (%) y elementos menores ($\mu\text{g g}^{-1}$)
Contenido de Nitrógeno (N)	Colorimetría digestión ácida vía humedad - bloque (%)
Contenido de Azufre (S)	Turbidimetría (BaCl_2 bactogelatina)
Contenido de Fósforo (P)	Colorimétrico (complejo fosfo-molibdico)

Contenido de Boro (B)	Colorimétrico (Azometin H); descomposición de la muestra vía seca 550 °C; mineralización con HCl 1:1 (~6N)
Edáficas	
pH (pH)	Pasta saturación
Contenido de Materia Orgánica (MO)	Walkley – Black y volumetría (%)
Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo (CICE)	Suma de Cationes ($\text{cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ suelo)
Contenidos de Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Sodio (Na) intercambiables	Extracción con acetato de amonio 1N pH neutro y absorción atómica ($\text{cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ suelo)
Contenido de Aluminio intercambiable (Al)	Extracción con KCl y colorimetría ($\text{cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ suelo)
Contenido de Fósforo disponible (P)	Bray II y colorimetría (ppm)
Contenidos de Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu) y Zinc (Zn)	Mehlich (ppm)
Contenido de Boro (B) y Azufre (S)	Fosfato monocálcico (ppm)

Fuente: García et al. (2007), Jaramillo (2014), Zapata (2014) y González, (2017)

Diagnóstico de fertilidad: para el diagnóstico foliar se implementó las normas e índices de balance nutricional DRIS para cultivo de palma aceitera propuestas por Herrera, (2015) el cual se basa en la relación entre los nutrientes, en lugar de la concentración absoluta o individual de cada uno de ellos, para la interpretación de análisis de tejidos (Tabla 2). En el caso del diagnóstico edáfico, para la identificación de las limitantes nutricionales se realizó mediante los rangos y/o niveles de suficiencia reportados en la literatura por otros autores para cultivo de palma de aceite.

Tabla 2. Ecuaciones para la estimación de los índices DRIS

Índices y Funciones	Formula
IA(1)	$\frac{(f(A/B))^{(2)} + f\left(\frac{A}{C}\right) + f\left(\frac{A}{D}\right) \dots + f\left(\frac{A}{N}\right)}{Z^{(3)}}$
IB(4)	$\frac{-(f\left(\frac{A}{B}\right) + f\left(\frac{B}{C}\right) + f\left(\frac{B}{D}\right) \dots + f\left(\frac{B}{N}\right))}{Z}$
IN(5)	$\frac{-(f\left(\frac{A}{N}\right) - f\left(\frac{B}{N}\right) + f\left(\frac{C}{N}\right) \dots - f\left(\frac{M}{N}\right))}{Z}$
F(A/B)(6)	$\frac{\left(\frac{A}{B} - 1\right)}{a/b} * 1000/cv^{(8)}$
F(A/B)(7)	$\frac{(1 - \frac{a}{b})}{A/B} * 1000/cv$

Fuente: González, (2017)

(1) Es el Índice del nutriente A, (2) Función que relaciona la proporción de los nutrientes A y B de la norma, con respecto a la población estándar, (3) Número de funciones que componen el índice, (4) Índice del nutriente B, (5) Índice

del nutriente N, (6) Estimación de la relación cuando la proporción del par de nutrientes en la población de referencia (a/b), es menor que en la de la población estándar (A/B), (7) Estimación de la relación cuando la proporción del par de nutrientes en la población estándar (A/B), es menor que en la de referencia (a/b), (8) Coeficiente de variación de la población de referencia.

Para determinar el grado de deficiencia o suficiencia nutricional de cada elemento se tuvo en cuenta el Índice de Balance Nutricional Medio (IBNm) como valor referente, el cual consiste en la sumatoria de los valores absolutos de los índices DRIS, obtenidos para cada nutriente conforme a la siguiente ecuación (Mourão, 2004 y Rodríguez y Rodríguez, 1997 y 2000):

$$(1) \text{IBNm} = \text{IBNm}$$

(1) Dónde: n es el número de índices DRIS de nutrientes involucrados en el análisis

Análisis de la información: las propiedades químicas determinadas se analizaron usando métodos estadísticos descriptivos como media y desviación estándar, con el propósito de analizar su comportamiento entre lotes y con respecto a estudios realizados por otros autores. El agrupamiento de los lotes se realizó con base en las variables químicas, siguiendo la metodología multivariada de conglomerados y posteriormente se agruparon los predios mediante el método completo. Para establecer las distancias entre cada información, se analizaron los datos teniendo en cuenta la distancia métrica de Minkowsky, también conocida como distancia euclidiana definida como:

$$(2) d(X, Y) = \left[\sum_{i=1}^p |X_i - Y_i|^m \right]^{1/m}$$

(2) Distancia entre dos puntos en p dimensiones, donde m = 2

Para el manejo y procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico y de programación R-project® 2015 versión 3.2.2.

Resultados y discusión

Agrupación de acuerdo con las propiedades químicas foliares y edáficas

Las clasificaciones de cada uno de los lotes de la finca se identifican en la Figura 2 y 3, con su respectiva probabilidad de agrupamiento, formados a una distancia euclidiana de 0.38 unidades. En este sentido se establecieron tres grupos por cada rama del árbol (clusters) para cada conglomerado según las propiedades químicas foliar y edáficas (Figura 2 y 3 respectivamente). Para las propiedades químicas foliares,

el grupo A está representado por un solo lote (L4A) con el 12.5%. el grupo B, está conformado por tres lotes (L1, L2, L3) con el 37.5% y finalmente en el grupo C se encuentran los lotes L4, L2A, L1A, L3A con el 50%. Por lo tanto, se puede inferir en que el lote L4A, presenta características específicas a nivel de nutrición foliar que lo difiere de los demás lotes y requiere un manejo más específico.

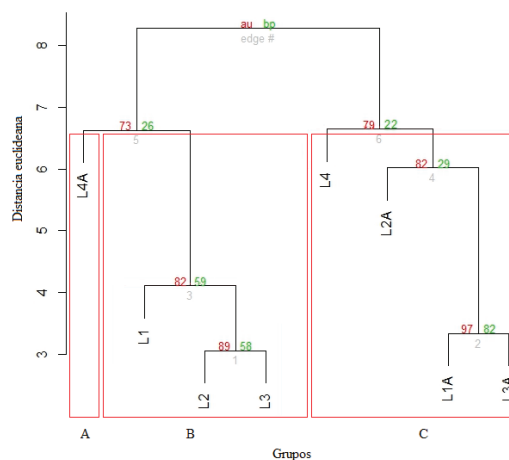


Figura 2. Agrupamientos de los lotes de la finca de acuerdo con las propiedades químicas foliares

En el caso de las propiedades químicas edáficas, el grupo A está conformado por cuatro lotes (L1A, L3A, L4A y L4), el cual representa el 50%; el grupo B está representado por un solo lote (L2A) con el 12.5% de la población, por lo que se puede deducir que este lote presenta características propias de fertilidad química del suelo que lo difieren de los demás y finalmente el grupo C está conformado por tres lotes (L1, L2, L3) los cuales representan el 37.5% (Figura 3). De acuerdo con García *et al.* (2007), reportan que los suelos del municipio de Chigorodó normalmente presentan pH ácido, con capacidad de intercambio catiónico media, presencia de bases totales media y de fósforo en niveles bajos. Por su parte el IGAC (2017), indica que la homogeneidad de estos suelos se presenta por su condición de aluvión, con franjas de arenas limitados por el nivel freático y presentan drenaje natural bajo a muy bajo, por lo que es factible encontrar focos de humedad y arena que diferencien el comportamiento de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del terreno.

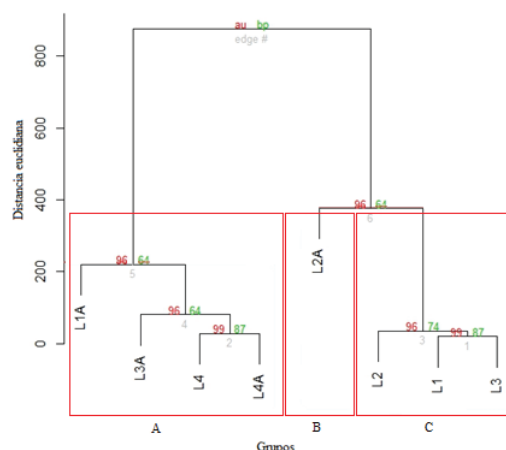


Figura 3. Agrupamientos de los lotes de la finca de acuerdo con las propiedades químicas del suelo

Diagnóstico nutricional foliar

En el diagnóstico nutricional foliar se encontró que, en los tres grupos establecidos por el conglomerado, los elementos nutritivos más limitantes respecto al IBNm (Mourão, 2004) son, K, Ca y Mg indicando desbalance por deficiencia entre estos. Los elementos que se presentaron desbalanceados por suficiencia o exceso son el Fe y Mn, y los nutrientes que se encontraron en un nivel adecuado y/o balanceado fueron N, P, B, Zn y Cu, ya que cuanto más cercano a cero estén estos nutrientes, mayores será su equilibrio en la planta (Herrera y Camacho, 2015) (Figura 4). El manejo nutricional a nivel foliar debe ser con base en los elementos que implicaron limitaciones por deficiencia nutricional (K, Ca, y Mg). Estudios realizados por Santacruz *et al.* (2004), mediante el diagnóstico de la fertilidad foliar les permitió identificar los parámetros más asociados con el rendimiento, que en su caso fueron el K, P, Mn, Ca y la relación (Ca+Mg) /K, parámetros para los cuales fue posible proponer niveles críticos de aplicación local. Este comportamiento según Sánchez y Mira (2009), es debido a que en la región de Urabá frecuentemente se utilizan fertilizantes minerales ricos en N y P_2O_5 , de forma generalizada sin tener en cuenta los requerimientos nutricionales de los cultivos. A su vez en esta zona se presentan con frecuencia fuertes precipitaciones (3000 – 3500 mm año⁻¹) que aumentan la biodisponibilidad de Fe, Mn principalmente y Cu en algunos sectores de la zona sur y centro, influyendo sobre el movimiento de estos nutrientes en la planta. En los sectores palmeros de la zona, elementos como B y Zn son otros nutrientes aplicados con mayor frecuencia, ya que son contribuyentes en los procesos polinización y formación de tejidos. Por lo tanto, se ha observado respuesta positiva en el rendimiento y concentración de inflorescencias en los sistemas productivos (Castillo, 2016).

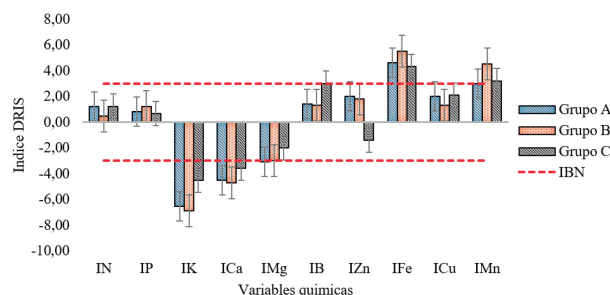


Figura 4. Índices de balance nutricional DRIS de acuerdo con los grupos establecidos por el conglomerado

Por otra parte, aunque en el cultivo de palma los análisis foliares se utilizan para hacer seguimiento y determinación de la efectividad de las fertilizaciones edáficas (Santacruz *et al.* 2004), estudios realizados por Herrera y Camacho (2015), recomiendan la implementación de las normas DRIS para trabajos de campo enfocados en tratamientos de fertilización que permitan ajustar y comprobar la calidad del diagnóstico nutricional, con el propósito de establecer recomendación y propuestas de manejo de la fertilización en el cultivo a nivel foliar y edáfico.

Diagnóstico nutricional edáfico

En promedio los grupos A y B presentan suelos ligeramente ácidos con valores de pH de 6.2 y 6.18 respectivamente, mientras que el grupo C presenta suelos moderadamente ácidos (pH 6.0), según la clasificación del SSDS, (1993) y Jaramillo, (2014), o hay presencia de aluminio según la descripción de Osorio, (2014), quien afirma que en suelos del trópico con pH mayor de 5.5 no hay presencia de Al^{+3} . No obstante, es muy alto el contenido de Fe encontrado en estos suelos, superando ampliamente el nivel de suficiencia propuesto por (Munevar *et al.*, 2016); en estos suelos hay fenómenos de óxido-reducción y en estas cantidades puede causar pudrición de raíces e interferir en la absorción de otros nutrientes (González *et al.*, 2018 y Sánchez y Mira, 2013). En los grupos A, B y C los suelos presentan un alto nivel de CICE (22.2; 25.4 y 23.3 $cmol_{(+)} kg^{-1}$) respectivamente, corroborado por los niveles altos de Ca^{+2} y Mg^{+2} , y medio en el caso del K^{+} (Tabla 3). La materia orgánica se encuentra en niveles bajos para los grupos A y C y medio para el caso del P y el grupo B reporta niveles medios de materia orgánica y bajo en P, estas características según González *et al.* (2018), es un nivel propio de suelos intervenidos o suelos de explotaciones pecuarias (ganadería) antes de establecer el cultivo en estas zonas. En el caso de microelementos como B, para los tres grupos se presentan en niveles muy variados y el Zn, Cu y Mn se encuentran en niveles altos, lo que indica que no hay un balance adecuado

entre ellos. De acuerdo con Zapata, (2014) y Sánchez y Mira, (2013), el manejo nutricional de estos elementos debe realizarse cuidadosamente ya que normalmente su nivel en el suelo requiere aplicaciones mínimas y en consecuencia, su manejo se basa en aplicaciones foliares.

Tabla 3. Descripción del estado químico del suelo de acuerdo con los grupos establecidos por el conglomerado

Variable	PGA ⁽¹⁾	PGB ⁽²⁾	PGC ⁽³⁾	Rango	Unid	Nivel						Referencia para el rango				
						B ⁽⁴⁾			M ⁽⁵⁾				A ⁽⁶⁾			
						A	B	C	A	B	C		A	B	C	
pH	6.2±0.2	6.18±0.1	6±0.5	4.5 – 5	N/A										(Munevar y Franco, 2008b).	
MO	1.6±0.3	2.13±0.2	1.5±0.5	3 – 4	%	X	X	X								
P	14±3.1	8.3±1.1	10.8±2	10-15					X	X	X					
S	8.4±2.3	7.8±1.7	13±1.1	10 – 15					X	X	X					
B	0.3±0.1	0.43±0.1	0.2±0.1	0.25 – 0.5					X	X	X					
Zn	6.9±0.2	5.2±0.2	3.2±0.2	1 – 2	mg kg ⁻¹										(Munevar <i>et al.</i> , 2016)	
Cu	11.5±1.5	12±3.3	6.1±2.2	0.5 – 1.5								X	X	X		
Fe	720±22	420±34	48±5.2	15 – 30								X	X	X		
Mn	80±11	49±8.5	38±5.5	5 – 10								X	X	X		
K	0.2±0.12	0.24±0.1	0.34±0.2	0.2 – 0.4						X	X	X				
Ca	15.6±5.3	17.5±3.2	16±4.2	10.8 – 18.1						X	X	X				
Mg	6±0.23	6±0.45	6.7±0.3	4.4 – 4.8	cmol(+) kg ⁻¹							X	X	X		
CICE	22.2±3	25.4±5.1	23.3±3	10 – 20								X	X	X	(Molina y Torres, 2015)	
Al	0	0	0	0 – 0.5		X	X	X								
Ca/Mg	2.6±0.3	2.9±0.2	2.3±0.5	2-3						X	X	X				
Ca/K	78±12.3	72.9±11	53±8.3	40-50	N/A							X	X	X		
Mg/K	30±8.2	25±7.5	22.3±7	10-20								X	X	X		

Dónde: ⁽¹⁾ Promedio grupo A; ⁽²⁾ Promedio Grupo B; ⁽³⁾ Promedio Grupo C; ⁽⁴⁾ Bajo; ⁽⁵⁾ Medio; ⁽⁶⁾ Alto

Dónde: ⁽¹⁾ Promedio grupo A; ⁽²⁾ Promedio Grupo B; ⁽³⁾ Promedio Grupo C; ⁽⁴⁾ Bajo; ⁽⁵⁾ Medio; ⁽⁶⁾ Alto

La relación Ca/Mg en los tres grupos se encuentra en un rango ideal, las relaciones Ca/K Mg/K son altas debido al alto contenido de Ca y Mg, respecto al K, indicando que debe aumentarse el contenido de este elemento para establecer un balance nutricional de forma correcta para el cultivo (Tabla 3). Estas relaciones en el suelo según Munevar (2003), son importantes para la disponibilidad de los nutrientes, así que deben ser manejados desde sus niveles óptimos ya que tienen relación directa con el desarrollo y productividad del cultivo de palma de aceite.

Propuesta de manejo de la fertilidad del cultivo

En la tabla 4, se describen las cantidades de MgO, CaO, N, P₂O₅ y K₂O por aplicar en una hectárea de 115 palmas para el manejo nutricional del cultivo, de acuerdo con el límite superior del rango adecuado para estos nutrientes, la eficiencia de los fertilizantes y remoción o extracción de los nutrientes, proyectando una producción óptima entre 25 y 30 Ton ha⁻¹ según las investigaciones realizadas por Munevar, (2001); Arias y Beltrán (2016). En el caso de CaO y MgO, se realizaron estimaciones de acuerdo al nivel de extracción de nutrientes para el mantenimiento de la fertilidad y teniendo en cuenta una relación Ca:Mg 2:1 (Tabla 4). Los nutrientes que más requieren aplicación son el K y N debido a el nivel bajo y medio según el diagnóstico descrito en la Tabla 3. Donough, (2008), menciona que las interacciones de nutrientes más importantes en palma aceitera son N:P, N:K y K:B, donde las dos primeras son sinérgicas y las otras son antagónicas, por

lo tanto, es prioridad el equilibrio nutricional del potación en función de los demás nutrientes principalmente con el nitrógeno, ya que este elemento incrementa la producción de biomasa en ausencia del potasio, pero con la presencia del potasio la acumulación de materia seca es mucho mayor (Goh & Hardter, 2003).

Tabla 4. Manejo de la fertilidad edáfica para los grupos establecidos por el conglomerado

Nutrientes	Remoción de nutrientes (kg ha-1)	Eficiencia de fertilización (%)	Cantidad por aplicar (kg ha-1)		
			Grupo A	Grupo B	Grupo C
MgO	39.13(1)	50	58.7	58.7	55.6
CaO	15.15(1)	50	22.7	20.7	22.7
N	77.35(1)	40	124.5	120	124.5
P2O5	23.37(1)	30	42	44.5	43
K2O	158.5(1)	40	162.5	158.5	160.5
S	ND(2)	60	16.45	16.5	16
B	ND(2)	50	7.5	7.5	7.6

Dónde: (1) (Arias y Beltrán, 2016) (2) No disponible.

Conclusiones

El grupo B y C, representados por los lotes L1, L2 y L3 presentan el mismo comportamiento de fertilidad foliar y edáfica, por lo tanto, el manejo nutricional para estos lotes estaría basado en las mismas concentraciones y especificaciones técnicas.

A nivel edáfico los elementos que mayor requieren manejo nutricional son el nitrógeno y el potasio, representado por el nivel bajo y medio de estos indicadores en los grupos establecidos (A, B y C).

El grupo B, representado por el lote L2A presenta mayor equilibrio nutricional a nivel foliar respecto a los demás grupos A y C, por lo tanto, podría categorizarse como referente para el manejo nutricional de los demás grupos.

A nivel foliar los grupos establecidos por el conglomerado, en su mayoría presentaron el mismo comportamiento nutricional en términos de desbalance por suficiencia y/o deficiencia de cada elemento.

Recomendaciones

Aunque la práctica de fertilidad foliar es poco implementada en los sistemas productivos palmeros (Santacruz et al; 2004), se recomienda aplicar fuentes nutricionales de potasio, calcio y magnesio a nivel foliar como complemento a la fertilización edáfica.

Se recomienda determinar la viabilidad económica de la práctica, así como complementar los estudios mediante análisis físico y microbiológico de suelos y algunos factores climáticos.

Se recomienda la implementación de los conglomerados (clusters), con el propósito de categorizar, clasificar y monitorear el comportamiento de variables indicadoras de fertilidad química foliar y edáfica de los sistemas productivos.

Agradecimientos

A los instructores e investigadores del Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario y Turístico SENA sede Apartadó, por su colaboración en la ejecución del trabajo. Al grupo La Hacienda S.A.S, especialmente a Jaime Alberto Ortiz y Tomas Rico, por facilitar los sitios de experimentación y el suministro información.

Referencias bibliográficas

1. Arias, N y Beltrán J. (2016). Diseño y evaluación del programa de manejo nutricional en palma de aceite. Tecnologías para la industria de la palma de aceite. Guía para facilitadores. ISBN: 978-958-8360. Bogotá, D.C. Colombia. 62-112.
2. Beaufils, E. (1971). Physiological diagnosis: a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. Fertilizer Society of South Africa Journal, v.1, pp.1-28.
3. Beaufils, E.R. (1973). Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa. Soil Science Bulletin, V. 1, p. 132.
4. Castillo, O. (22 de septiembre de 2016). Palma de aceite en el Urabá Antioqueño; mejores prácticas en Híbrido OxG. Memorias XIII reunión técnica nacional de palma de aceite. Medellín.
5. Castillo, J; Hinestroza, A y Dussán, L. (2011). Fundamentos de extensión rural para transparencia y adopción tecnológica en el sector palmero. Fedepalma. Convenio No. 0115 SENA-Cenipalma. ISBN: 978-958-8616-41-4. Bogotá D.C. Colombia. 7-8.
6. De Araujo, J. (2010). Avaliação do estado nutricional da mangueira tomy atkins irrigada no vale do açuem diferentes épocas de amostragem foliar. Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem. 7-8.
7. Donough, C. (2008). Manejo de la nutrición y fertilización de la palma aceitera. Informaciones Agronómicas. IPNI. No. 69. 6-8
8. Herrera, G y Camacho, J. (2015). Obtención del sistema de diagnóstico y recomendación integral (DRIS) en el cultivo de Palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias Maestría en Ciencias Agrarias Bogotá, Colombia. 8-10
9. "Instituto Geográfico Agustín Codazzi" IGAC. (2017). Suelos y tierras de Colombia. Tomo 2. Gobernación de Antioquia. Bogotá D.C. 205-230.
10. "Federación nacional de cultivadores de palma de acetite" Fedepalma. (2017) sistema de información estadística sector palmero (SISPA). Recuperado de : <http://sispaweb.fedepalma.org/sispaweb/>
11. "Federación nacional de cultivadores de palma de acetite" Fedepalma. (2017). Palma de aceite Híbrido alto oleico. Módulo de cultivo. Cordeagropaz. 9-11
12. "Federación nacional de cultivadores de palma de acetite" Fedepalma. (21 de diciembre del 2017). Con récord en producción de aceite de palma, sector palmero colombiano cierra 2017 con balance positivo. Comunicado de prensa. Bogotá. 1-2. Recuperado de : <http://web.fedepalma.org/con-record-en-produccion-de-aceite-de-palma-sector-palmero-colombiano-cierra-2017-con-balance-positivo>
13. García, L., J. Díaz, L. Burgos, L. Ortiz, J. González, D. Vera, R. Burgos, G. Peña, R. Siachoque y J. Romero. (2007). Estudio General de Suelos y zonificación de tierras Departamento de Antioquia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Tomo 2. Gobernación de Antioquia. Bogotá D.C. p. 720.
14. González, R. (2017). Implementación de las normas DRIS en el cultivo del plátano (*Musa* AAB Simonds) en las regiones del Urabá y Suroeste Antioqueño. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín. 75-76.
15. Gonzalez, R., Alvares, E. y Castañeda, D. (2018). Evaluación de la calidad química del suelo en agroecosistemas cacaoteros de la subregión del Nordeste y Urabá Antioqueño. Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales, 5(1), 41-52.
16. Goh, K y Hardter R. (2003). General oil palm nutrition. In: Oil palm: Management for Large and Sustainable Yields. Singapore. 191-230.
17. Jaramillo, D. (2014). El suelo: origen, propiedades, espacialidad: segunda edición Universidad nacional de Colombia. Facultad de ciencias. Escuela de Geo ciencias. Medellín. 261 – 381.
18. Mourão, F. (2004). DRIS: Concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), V. 61 (5): 550 – 560.
19. Munevar, F. (1998). Problemática de los suelos cultivados con palma de aceite en Colombia. palmas 19 (número especial). 219-228.
20. Munevar, F y Franco, P. (1998a). Guía general para el muestreo foliar y de suelos. Centro de investigación en

- palma de aceite. Boletín técnico N°12. ISBN: 96153-1-7. Santafé de Bogotá, D.C. 10-18.
21. Munevar, F y Franco, P. (2008b). Guía general para el muestreo foliar y de suelos. Centro de investigación en palma de aceite. Boletín técnico N°37. Segunda edición. ISBN: 958-96494-9-1. Santafé de Bogotá, D.C. 10-14.
 22. Munevar, F; Franco, P y Arias, N. (2016). Guía general para el muestreo foliar y de suelos. Centro de investigación en palma de aceite. Boletín técnico N°12. Segunda edición. ISBN: 978-958-8360-58-4. Bogotá, D.C. Colombia. 21-38.
 23. Munévar, F. (2003). Relación entre la nutrición y las enfermedades de las plantas. Trabajo sin publicar. Presentado durante la XIV Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite, septiembre 23 al 26 de 2003. Cartagena de Indias, Colombia.
 24. Munevar, F. (2001). Fertilización de la palma de aceite para obtener altos rendimientos. Palmas. Volumen 22. N°4. 9-17.
 25. Molina, D y Torres, J. (2015). Caracterización y adecuación de suelos para el establecimiento del cultivo de la palma de aceite. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite. Guía para facilitadores. ISBN:978-958-8360-54-6. Bogotá, D.C. Colombia. 29-31.
 26. Osorio, N. (2014). Manejo de Nutrientes en Suelos del Trópico. Colombia: Editorial L. Vieco S.A.S. pp. 416
 27. Ribeiro, G. (2008). Avaliação de metodologias na diagnose nutricional do melão cantaloupe irrigado nachapada do apodi-rn. Dissertação apresentada à Universida de Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.
 28. Serra, A; Marchetti, M; Rojas, E y Vitorino, A. (2012). Beaufils ranges to assess the cotton nutrient status in the southern region of Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 36:(1). 171-182.
 29. Santacruz, L., Cristancho, J y Munevar, F. (2004). Variación temporal de los niveles foliares de nutrientes y su relación con la fertilización, la lluvia y el rendimiento de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la plantación Guaicaramo (Meta, Colombia). PALMAS. Vol. 25 No. Especial, Tomo II. 160-169.
 30. Sánchez, J y Mira, J. 2013. Principios para la nutrición del cultivo de banano. Augura – Cenibanao. ISBN: 978-958-99167-8-0. Medellín – Colombia. 137
 31. Torres, E. (2016). Comportamiento del híbrido interespecífico OxG, Coari x La Mé en Palmeras del Ecuador. Palmas 37(Especial Tomo I), pp. 294-298.
 32. Zapata, R. (2014). Los procesos químicos del suelo: Primera edición. Universidad nacional de Colombia. Facultad de ciencias. Escuela de Geo-ciencias. Medellín. 584 – 590.

ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL APLICADAS POR LAS GRANDES CADENAS DE ALMACENES EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

José Augusto Del Castillo Mercado

Resumen

Los almacenes de cadena cuentan con procesos, programas y actividades que involucran prácticas de Responsabilidad Social. Se puede observar una cultura socialmente responsable y una preocupación por el bienestar social de sus empleados, clientes, proveedores, y accionistas.

Este artículo toma como referencia las investigaciones de campo que permitieron obtener información directamente de los almacenes de cadena de la ciudad de Cartagena de Indias, en lo concerniente a las actividades, procesos y tareas relacionadas con la Responsabilidad Social; utilizando los indicadores propuestos por la metodología del Global Reporting Initiative–GRI. El método de recopilación de información aplicado fue la encuesta, la entrevista y los registros de las operaciones de los mismos almacenes.

A través de este artículo se propone colocar a disposición de los lectores un análisis consolidado de las actividades, procesos y tareas relacionadas con la Responsabilidad Social que desarrollan los almacenes de cadena de la Ciudad de Cartagena; analizando la información recopilada desde una perspectiva global, gracias a la metodología del Global Reporting Initiative – GRI, la misma que ha sido utilizada ampliamente, reconocida, aplicada y respetada en el mundo entero.

Palabras clave: Desarrollo Sostenible, Responsabilidad Social, Global Reporting Initiative (GRI)

Abstract

Chain stores have processes, programs and activities involving Social Responsibility practices. We can observe a culture of social responsibility and a concern for the welfare of their employees, customers, suppliers and shareholders.

This article draws on field researching yielded information directly from the chain stores in the city of Cartagena de Indias, with regard to activities, processes and tasks related to social responsibility, using the indicators proposed by the methodology of the Global Reporting Initiative–GRI. The data collection method applied was the survey, interviews and records of the operations of these stores.

Through this paper, we put at the disposal of readers a consolidated analysis of the activities, processes and tasks related to Social Responsibility developed by chain stores of the city of Cartagena, analyzing the information gathered from a global perspective, thanks that the methodology of the Global Reporting Initiative–GRI, it has been widely used, recognized, applied and respected in the world.

Keywords: sustainable development, social responsibility, Global Reporting Initiative (GRI).

1. Introducción

En una economía cada día más globalizada, las compañías se esmeran en ser más productivas, competitivas y eco-sostenibles; en donde el prefijo ECO se refiere no solo al ámbito ecológico sino también al ámbito económico, es decir, la sostenibilidad financiera se entrelaza con la sostenibilidad ambiental. De igual manera un almacén de cadena considerado socialmente responsable, es posible que pueda beneficiarse de su buena imagen ante sus clientes, así como de una reputación favorable ante la sociedad, incrementando su habilidad para atraer inversionistas, socios y aliados.

En el mes de septiembre de 2010, el sector comercial logró un crecimiento histórico en las ventas del sector comercio dado que las compras aumentaron en 18.6% (FENALCO). Desde el pasado mes de Abril de 2010, las ventas en el sector detallista han aumentado un 13,14% (Confenalco, 2011). Una muestra adicional de este crecimiento se aprecia en el Grupo Éxito que a septiembre de 2010 había alcanzado un crecimiento de 5.5% (REVISTA DINERO. Grupo Éxito invertirá \$200.000 millones en 2011) y que durante el 2010 alcanzó ingresos por \$7.5 billones de pesos (LA REPUBLICA. Grupo Éxito alcanzó ingresos de \$7.5 billones durante el 2010).

Según el DANE, en el año 2010, las ventas reales de los Grandes Almacenes e Hipermercados Minoristas aumentaron 9,7% respecto al año 2009 (DANE, Boletín de Prensa, 2011). Cabe destacar que en este mismo periodo de tiempo en Colombia se registró un crecimiento económico del 4.3% (PORTAFOLIO. Economía Colombiana creció 4.3% en el 2010).

En el 2016, las ventas nominales ascendieron a \$49,4 billones con una variación de 11,2% respecto al año anterior,

cuando se vendieron \$44,4 billones y la variación fue 11,4%. En diciembre de 2016 las ventas nominales del comercio minorista en los grandes almacenes e hipermercados alcanzaron un total de \$6,0 billones, con una variación de 9,0%, respecto al mismo mes de 2015 cuando se registraron ventas por \$5,5 billones y una variación de 10,5% (PORTAFOLIO. Los resultados de comercio no fueron buenos para el sector': Fenalco, 2017).

Por las anteriores cifras podemos pensar que el sector comercio debe tener un rol de importancia en el desarrollo social y económico del país, al decidir continuar fortaleciendo sus procesos de responsabilidad social, a pesar de la afirmación de Fenalco que consideró que las cifras para el 2016 no fueron buenas, los números muestran una dinámica diferente a tal afirmación.

2. La responsabilidad social en los almacenes de cadena de Cartagena de Indias

El marco de elaboración del Análisis de la Responsabilidad Social en los Almacenes de Cadena de Cartagena, se utilizó la Metodología GRI – Global Reporting Initiative. Esta Metodología, mundialmente aceptada, reconocida y aplicada, ha sido diseñada para ser utilizada por las organizaciones, con independencia de su tamaño, sector o localización.

El uso de las Directrices del GRI puede mejorar la comunicación de los participantes del Pacto Mundial con los grupos de interés de diferentes manera (Global Compact, 2007 “Making The Connection: The GRI Guidelines and the UNGC Communication on Progress”, 2007):

- Las Directrices del GRI abordan el estado de implementación y desempeño de cada principio del Pacto Mundial.

- Los indicadores y contenidos del GRI aseguran la presentación del desempeño y los logros de una empresa dentro de un contexto apropiado y pertinente (estrategia y visión, sistemas de gestión y otra información contextual).

- Además de abarcar el contenido, las Directrices del GRI proveen orientación sobre varias decisiones importantes relacionadas con la elaboración de memorias que mejoran la calidad de la Comunicación en Progreso CoP (por sus siglas en inglés Communication on Progress, que es lo que representa la comunicación directa entre las organizaciones y sus partes interesadas).

- Las Directrices del GRI ofrecen un enfoque gradual que permite a las empresas aumentar la elaboración de memorias a su propio ritmo. Esto es coherente con el concepto de mejoras sostenidas en el cual se basa la CoP.

Para efectos de identificar las actividades relacionadas con la Responsabilidad Social que vienen adelantando los almacenes de cadena de Cartagena de Indias se han utilizado y adaptado los indicadores propuestos por la metodología del GRI en sus documentos Protocolos de los Indicadores G3 (GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Protocolos de los Indicadores G3). Protocolos de los Indicadores G3 sirven como marco de medición y divulgación de las actividades que desarrolla una organización en lo referente a su desempeño en los ámbitos Económico, Ambiental y Social; ya que los indicadores permiten medir cada uno de los ámbitos y como decíamos anteriormente los alinean con los principios del Pacto Global. Para la actualización de la investigación de campo se utilizaron los mismos indicadores G3 para mantener consistencia y considerando que en Octubre de 2016 se crearon los Estándares GRI que remplazarían a los protocolos G4 a partir de Julio 1 de 2018 (GLOBAL REPORTING INITIATIVE. The G4 Guidelines have been superseded by the GRI Sustainability Reporting Standards (GRIS, 2016).

Por tanto, la metodología GRI se aplica en los tres ámbitos mencionados anteriormente, desde los cuales se despliega todo un protocolo de indicadores que se convirtieron en interrogantes que permitieran medir, a través de una encuesta aplicada a los almacenes de cadena, el estado actual de las actividades, procesos y tareas relacionadas con la Responsabilidad Social. Cada indicador se pudo medir utilizando la siguiente escala valorativa:

Se Cumple con el Indicador en más de un 75% de las veces	5
Se Cumple con el Indicador entre un 26% y 74% de las veces	3

Se Cumple con el Indicador en menos de un 25% de las veces	1
--	---

En el periodo comprendido entre 2011 y 2016 se identifican seis almacenes de cadena en la ciudad de Cartagena de Indias, que al final se convierten en cinco puesto que Almacenes Éxito y Carulla Vivero pertenecen al mismo grupo económico y por ende se analizaron conjuntamente; éstos son:

Almacén	Dirección
Almacenes Éxito	Centro Av. Venezuela Cl 3818-85
Carulla Vivero S.A	Manga Cr 17 25-28 Av. California
Makro	Los Ejecutivos Cr 59 30 D-21
Olimpica	Centro Comercial la Plazuela Dg 31 71-130
Tienda Falabella	Centro Comercial Mall Plaza Cra. 13 No. 31-45
Jumbo	Centro Comercial Caribe Plaza Avenida El Lago Calle 29 D # 22-62

A continuación mencionaremos los más importantes hallazgos encontrados a través de las investigaciones de campo, de las entrevistas realizadas y de la información obtenida de los registros de las operaciones de los almacenes de cadena. Los resultados comprenden la gestión de los años 2011 y 2016, se resumen en las siguientes matrices y comentarios:

2.1 Ámbito Ambiental

Los Aspectos incluidos en conjunto de Indicadores de Medio Ambiente están estructurados de forma que reflejen los inputs, outputs y tipos de impacto de una organización sobre el medio ambiente. Energía, agua y materiales son tres tipos de inputs utilizados por la mayoría de las organizaciones. Estos inputs se convierten en outputs con significación medioambiental y están recogidos en el Aspecto de Emisiones, Vertidos y Residuos. La Biodiversidad también está relacionada con el concepto de inputs, en la medida en que también puede ser considerada como un recurso natural. Por otra parte, la biodiversidad también sufre directamente el impacto de algunos outputs tales como la contaminación (GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Protocolos de los Indicadores G3. Global reporting initiative, 2006).

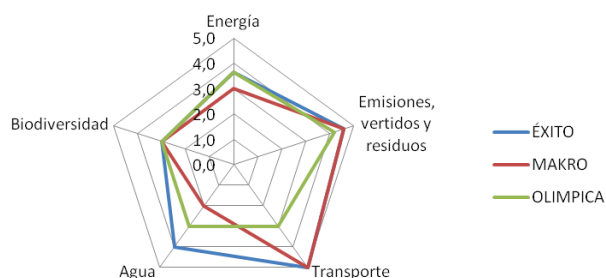
Para el año 2011, en lo concerniente al ámbito ambiental, se presenta la información resumen a través de la siguiente tabla.



AMBITO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÉXITO	MAKRO	MAKRO
Sociedad	Materiales	Materiales utilizados, por peso o volumen.	N/A	N/A	N/A
		Porcentaje de los materiales utilizados que son materiales valorizados	N/A	N/A	N/A
	Energía	Ahorro de energía	5	3	5
		Iniciativas para proporcionar productos y servicios eficientes en el consumo de energía	3	3	3
		Iniciativas para reducir el consumo indirecto de energía	3	3	3
	Emisiones, vertidos y residuos	NO generación de emisiones de sustancias destructoras de la capa de ozono	5	5	5
		Vertidos totales de aguas residuales, según su naturaleza y destino	3	3	3
		Residuos generados y método de tratamiento	5	5	5
		Derrames (accidentales) NO significativos	5	5	5
		NO Afectación de hábitats y recursos hídricos por vertidos de aguas	5	5	5
	Transporte	Impacto del transporte de productos, bienes y materiales y de los empujados	5	5	3
		Inversiones ambientales	5	5	3
	Agua	NO afectación a fuentes de agua cercana	5	5	3
		Agua reciclada y reutilizada.	3	1	1
	Biodiversidad	Terrenos adyacentes o ubicados fuera de espacios naturales protegidos	5	5	5
		Hábitats protegidos o restaurados.	3	3	3
		Estrategias implantadas y planificadas para protección de la Biodiversidad	1	1	1
	Promedio de Resultados Obtenidos por Dimensión	Materiales	N/A	N/A	N/A
		Energía	3,7	3,0	3,7
		Emisiones, vertidos y residuos	4,6	4,6	4,2
		Transporte	5,0	5,0	3,0
		Agua	4,0	2,0	3,0
		Biodiversidad	3,0	3,0	3,0
		Promedio de Resultados Obtenidos Ámbito Ambiental	4,1	3,5	3,4

Para el año 2011, en lo concerniente al ámbito ambiental, se presenta la información resumen a través de la siguiente representación gráfica:

Para el año 2016, en lo concerniente al ámbito ambiental, se presenta la información resumen a través de la siguiente tabla:

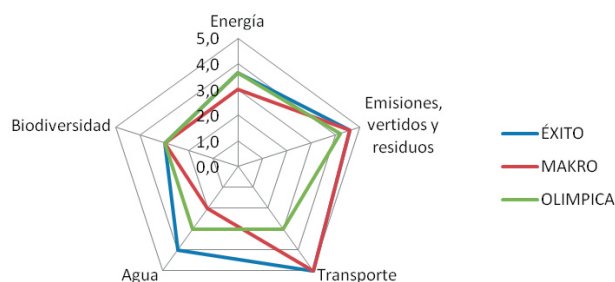


Fuente: Encuesta Aplicada a Almacenes de Cadena

ÁMBITO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÉXITO	FALABELLA	JUMBO	MAKRO	OLIMPICA
Ambiental	Materiales	Materiales utilizados, por peso o volumen.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		Porcentaje de los materiales utilizados que son materiales valorizados	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Energía	Ahorro de energía	5	3	5	5	5
		Iniciativas para proporcionar productos y servicios eficientes en el consumo de energía	5	5	5	5	3
		Iniciativas para reducir el consumo indirecto de energía	5	5	5	3	3
	Emisiones, vertidos y residuos	NO generación de emisiones de sustancias destructoras de la capa de ozono.	5	5	5	5	5
		Vertidos totales de aguas residuales, según su naturaleza y destino	3	3	3	3	3
		Residuos generados y método de tratamiento	5	5	5	5	5

		Derrames (accidentales) NO significativos	5	5	3	3	5
		NO Afectación de hábitats y recursos hídricos por vertidos de aguas	5	5	3	5	5
	Transporte	Impacto del transporte de productos, bienes y materiales y de los empleados	5	5	5	5	5
		Inversiones ambientales	5	3	3	5	5
	Agua	NO afectación a fuentes de agua cercana	5	3	5	3	3
		Agua reciclada y reutilizada.	5	5	5	3	3
	Biodiversidad	Terrenos adyacentes o ubicados fuera de espacios naturales protegidos	5	5	5	5	5
		Hábitats protegidos o restaurados.	3	3	3	3	3
		Estrategias implantadas y planificadas para protección de la Biodiversidad	3	3	3	1	3
	Promedio de Resultados Obtenidos por Dimensión	Materiales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		Energía	5,0	4,3	5,0	4,3	3,7
		Emisiones, vertidos y residuos	4,6	4,6	3,8	4,6	4,6
		Transporte	5,0	4,0	4,0	5,0	5,0
		Agua	5,0	4,0	4,0	3,0	4,0
		Biodiversidad	3,7	3,7	3,7	3,0	3,7
		Promedio de Resultados Obtenidos Ambito Ambiental	4,7	4,1	4,1	4,0	4,2

Para el año 2016, en lo concerniente al ámbito ambiental, se presenta la información resumen a través de la siguiente representación gráfica:



Fuente: Encuesta Aplicada a Almacenes de Cadena

En términos generales se puede apreciar una mejoría en la gestión de los aspectos ambientales que se relacionan con la operación de los almacenes de cadena de la ciudad de Cartagena. Falabella y Jumbo a pesar de tener menor tiempo de operación, se aprecia que se han esmerado y comprometido en mantener altos estándares en lo que tiene que ver con este ámbito ambiental.

Energía: La totalidad de los almacenes de cadena afirman que implementan estrategias de ahorro de energía tanto para disminuir los costos asociados a los mismos como para reducir el impacto que representa el consumo de energía para el medio ambiente. De acuerdo con la información suministrada por los almacenes, la reducción para el año 2011 en relación con el año 2010 fue del orden del 11% al 13%, para el 2016 en relación con el año 2015 fue del orden del 15% de reducción en el consumo de energía.

Almacenes Éxito cuenta con una política ambiental y con un personaje virtual; Joaco, que promueve el ahorro de energía entre los empleados del grupo Éxito. Además, de esto desde el año 2011 tienen en marcha el proyecto NOVAR, el cual consiste en la instalación de equipos de monitoreo y control para regular el consumo de energía.

Por su parte, Almacenes Olímpica y Falabella implementan también el ahorro de energía y lo hace pensando en la protección del medio ambiente. Por ejemplo, cuando en las instalaciones de los almacenes disminuye el número de clientes, se dejan reposar los aires acondicionados y se apagan los televisores del área de electrodomésticos.

En Almacenes Makro y Jumbo ahorran energía en el momento en el que los supermercados están en proceso de cierre diario de sus instalaciones, donde automáticamente se desactivan todos los sistemas eléctricos incluyendo las plantas de procesamiento y enfriamiento, éstas son los equipos que mayor consumo de energía presentan.

Consumo de Agua: Éxito, Olímpica, Falabella, Jumbo y Makro no han afectado ninguna fuente de agua debido a que su actividad es 98% comercial lo que hace que la captación de agua sea reducido en comparación con empresas industriales. Todos realizan procesos de control de consumo de energía y agua dentro de todos los almacenes de la cadena y con ello se logra un uso racional del recurso.

Biodiversidad: El concepto de Biodiversidad, según la Real Academia de la Lengua Española corresponde a “Variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente” (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA, 2010)

El 100% de las instalaciones de los encuestados, ya sean almacenes o bodegas, están ubicadas en zonas urbanas, por consiguiente no amenazan directamente zonas o ecosistemas de alto valor en biodiversidad, no obstante a lo largo de la cadena de valor están promoviendo fuertemente el compromiso con el manejo adecuado de la biodiversidad.

Emisiones, Vertidos y Residuos Sólidos: Ninguno de los almacenes de cadena es fabricante ni comprador de sustancias que destruyan la capa de ozono. Además, cuentan con un proceso de tratamiento de aguas a través de trampas de grasas que retienen las impurezas.

Según información suministrada por Almacenes Éxito, generan aproximadamente 37.043 toneladas de residuos al año de los cuales 15.619 toneladas son dispuestos a relleno sanitario, para reciclaje 17.601 toneladas, las cuales son entregadas a diversas microempresas de la Ciudad; y las toneladas restantes se distribuyen para incineración y para recibir otro tratamiento posterior, a través de la firma Ingeambiente del Caribe S.A ESP. Cabe anotar que de estos residuos, el 30% corresponden a luminarias que son usadas en almacenes Carulla-Vivero.

Según información suministrada por Jumbo, genera aproximadamente 17.043 toneladas de residuos al año de los cuales 11.217 toneladas son dispuestos a relleno sanitario, para reciclaje 4.326 toneladas, las cuales son entregadas a diversas microempresas de la Ciudad; y las toneladas restantes se distribuyen para incineración y para recibir otro tratamiento posterior.

En el caso particular de Falabella los residuos de plástico, cartón, papel e icopor son reciclados y vendidos a pequeños comerciantes de la Ciudad.

Según información suministrada Almacén Makro, genera anualmente en promedio la cifra de 2500 – 3000 kg de residuos sólidos no reciclables y 5000 kg de residuos sólidos reciclables que son tratados por la empresa Colrecicladora la cual compra, comercializa y transporta productos reutilizables especialmente en los ramos de cartón, cartulina,

Papel Periódico , Papelería en General. De igual manera, Makro se sumó al Plan Bio a través del cual dona el aceite vegetal usado en sus restaurantes y snacks, facilitando su reutilización en la producción de biodiesel, con el fin de disminuir la contaminación ambiental.

En el caso particular de SAO los residuos de plástico, cartón, papel e icopor son reciclados y vendidos a pequeños comerciantes de la Ciudad; mientras que las verduras y frutas que rechaza el control de calidad por cualquier motivo sin que haya pasado su tiempo apto para consumo son donados a una comunidad de hermanas religiosas.

Productos y Servicios: Éxito-Carulla cuenta con un programa de post consumo de insecticidas, en alianza con S.C. Johnson Diversey, donde se recolectan alrededor de 2.398 recipientes vacíos al año. Conjuntamente con Falabella y Jumbo cuentan con un Plan llamado Renovar (para el caso éxito), donde se pretende recuperar el 100% de las cajas usadas en las entidades para emplearlas en la fabricación de canastillas para huevos. También racionalizan las bolsas de empaque de compras.

Por su parte, supermercados mayoristas Makro recicla los materiales como bolsas, cartón, icopor. De igual manera incorpora a sus procesos el uso de productos biodegradables.

Todos los almacenes de cadena se caracterizan por buscar al máximo la reutilización y aprovechamiento de estibas, canastillas, cajas, ganchos de ropa y otros materiales.

Cumplimiento Normativo: Entre el año 2011 y 2016, ninguno de los almacenes de cadena manifiesta haber asumido multas por incumplimiento de la normativa ambiental. Mientras que Éxito durante el 2009 recibió ocho requerimientos por parte de la autoridad ambiental que implicaron sanción económica, lo que significó un total de \$39,879,000.

Transporte: De la calidad con que se lleve a cabo este proceso depende tanto la conservación de los productos transportados como la preservación del medio ambiente.

Makro y Jumbo incorporan en sus políticas de transporte la cadena de frío, que consiste en mantener los alimentos y demás productos transportados a la temperatura correcta. Este control en la temperatura de los productos garantiza la seguridad del consumo de los mismos.

Éxito-Carulla, Falabella y Jumbo implementan el programa de Centralización de entregas de proveedores el cual contribuye a la disminución de kilómetros recorridos por parte de los mismos. Este programa aprovecha la red logística con instalaciones en seis ciudades.

Olímpica delega a sus proveedores todo lo concerniente al transporte de sus mercancías. Por lo tanto no se preocupa por el impacto de este en el medio ambiente pues sostiene que esto es responsabilidad del proveedor.

2.2 Ámbito Económico

El desempeño económico de una organización es fundamental para entender la organización y los fundamentos de su sostenibilidad. Los indicadores de esta sección se dividen en tres categorías (GLOBAL REPORTING INITIATIVE).

1. Desempeño Económico. Abordan los impactos económicos directos de la organización y el valor añadido económico generado por sus actividades.
2. Presencia en el Mercado. Proporcionan información sobre las interacciones existentes en mercados específicos.
3. Impactos Económicos Indirectos. Miden los impactos económicos resultantes de las actividades económicas y las transacciones comerciales de la organización.

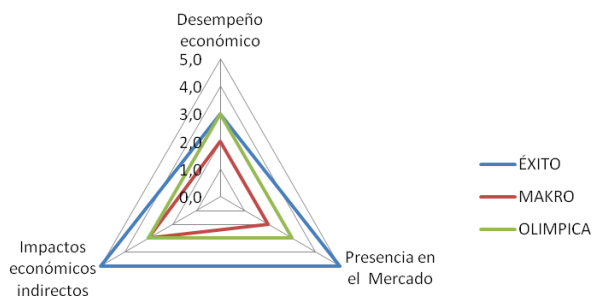
Para el año 2011, en lo concerniente al ámbito económico, se presenta la información resumen a través de la siguiente tabla:

Para el año 2011, en lo concerniente al ámbito económico, se presenta la información resumen a través de la siguiente representación gráfica:

ÁMBITO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÉXITO	MAKRO	OLÍMPICA
	Desempeño económico	Programas de beneficios sociales.	5	3	5
		Ayudas financieras significativas recibidas de gobiernos	1	1	1

Económico	Presencia en el Mercado	Política, prácticas y proporción de gasto correspondiente a proveedores locales	5	1	3
		Trabajadores y directivos contratados de la comunidad local	5	3	3
	Impactos económicos indirectos	Inversiones en infraestructura y servicios para el beneficio público	5	3	3
	Promedio de Resultados Obtenidos por Dimensión	Desempeño económico	3,0	2,0	3,0
		Presencia en el Mercado	5,0	2,0	3,0
		Impactos económicos indirectos	5,0	3,0	3,0
	Promedio de Resultados Obtenidos Ámbito Económica		4,3	2,3	3,0

Para el año 2016, en lo concerniente al ámbito económico, se presenta la información resumen a través de la siguiente tabla:



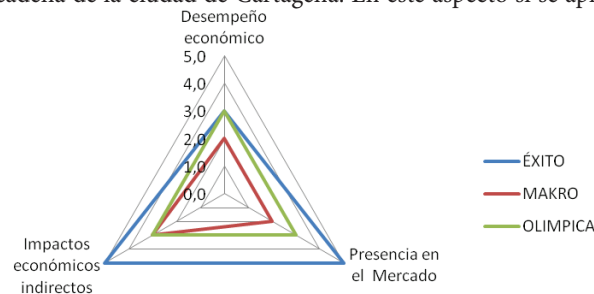
Fuente: Encuesta Aplicada a Almacenes de Cadena

Para el año 2016, en lo concerniente al ámbito económico, se presenta la información resumen a través de la siguiente representación gráfica:

AMBITO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÉXITO	MAKRO	MAKRO	OLIMPICA	OLIMPICA
	Desempeño económico	Programas de beneficios sociales.	5	3	3	3	3
		Ayudas financieras significativas recibidas de gobiernos	1	1	1	1	1

Económico	Presencia en el Mercado	Política, prácticas y proporción de gasto correspondiente a proveedores locales	5	3	3	5	5
		Trabajadores y directivos contratados de la comunidad local	5	3	3	5	5
	Impactos económicos indirectos	Inversiones en infraestructura y servicios para el beneficio público	5	3	3	3	3
	Promedio de Resultados Obtenidos por Dimensión	Desempeño económico	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0
		Presencia en el Mercado	5,0	4,0	3,0	5,0	5,0
		Impactos económicos indirectos	5,0	3,0	3,0	3,0	3,0
		Promedio de Resultados Obtenidos Ámbito Económica	4,3	3,0	2,7	3,7	3,7

En términos generales se puede apreciar una mejoría en la gestión de los aspectos económicos que se relacionan con la operación de los almacenes de cadena de la ciudad de Cartagena. En este aspecto si se aprecia una diferencia considerable



Fuente: Encuesta Aplicada a Almacenes de Cadena

en la gestión de los indicadores por parte de Grupo-Éxito, Makro y Olímpica sobre Falabella y Jumbo, seguramente se debe a la antigüedad en la operación de los primeros.

Desempeño Económico y Beneficios Sociales: todos los almacenes han incorporado a sus prácticas el desarrollo de programas para beneficio de la sociedad. El grupo empresarial Éxito por su parte cuenta con un programa social que canaliza recursos hacia la comunidad.

Súper Almacenes Olímpica (SAO) junto con Makro cuenta con su programa de Sello Social que lidera la fundación Tejido Humano, la cual brinda apoyo para disminuir la pobreza mediante proyectos que generan ingresos, salud y educación a los discapacitados, viudas y huérfanos de la fuerza pública, jóvenes desmovilizados y víctimas de minas antipersonal.

Falabella y Jumbo tienen estructurado un programa piloto con el apoyo de la fundación Tejido Humano.

Presencia en el Mercado: ÉXITO-CARULLA sostiene que más del 90% de sus proveedores son nacionales y provenientes de 117 municipios del país, además el 88% de los mismos corresponde a pequeñas y medianas empresas.

Por su parte Makro en Colombia, cuenta con 1.000 proveedores, de los cuales el 96% son colombianos y el porcentaje restante proviene del mercado internacional, especialmente de países como China, Panamá, Estados Unidos y México; 40% de los proveedores de Makro son pequeñas y medianas empresas.

Almacenes Olímpica sostiene que sus principales proveedores son nacionales, los cuales corresponden a un porcentaje superior al 90%.

Falabella y Jumbo sostiene que sus principales proveedores son nacionales, los cuales corresponden a un porcentaje alrededor del 80%.

De otro lado, los almacenes objeto de estudio sostienen que los procesos de reclutamiento de personal se realizan en las regiones y comunidades en las que se encuentran sus almacenes, para potencializar el conocimiento de los gustos y preferencias de los consumidores.

Impactos Económicos Indirectos: En este aspecto solo almacenes Éxito realiza inversiones en infraestructura para beneficio de la sociedad. En el año 2009 invirtió \$1,973 millones en obras de desarrollo de infraestructura urbana en las ciudades en las que está presente (REVISTA ALIMENTOS. Responsabilidad Social Certificada), y en

2015 invirtieron \$18.165 millones en acciones encaminadas a erradicar la desnutrición crónica en todo el territorio colombiano

2.3 Ámbito Derechos Humanos

Los Aspectos dentro de estos Indicadores de Desempeño se basan en estándares reconocidos internacionalmente, principalmente la Declaración Universal de Derechos Humanos de las Naciones Unidas y la Declaración sobre los Principios y Derechos Fundamentales del Trabajo de la Organización internacional del Trabajo (OIT) de 1998 (concretamente, los ocho Convenios Fundamentales de la OIT). Aunque son cercanos, los objetivos de las categorías de Derechos Humanos y de Prácticas Laborales son distintos. Los Indicadores de Derechos Humanos se centran en cómo las organizaciones informantes mantienen y respetan los derechos básicos del ser humano, mientras que los Indicadores sobre Prácticas Laborales reflejan la calidad del trabajo y del entorno laboral (GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Protocolos de los Indicadores G3. Derechos Humanos (DH)).

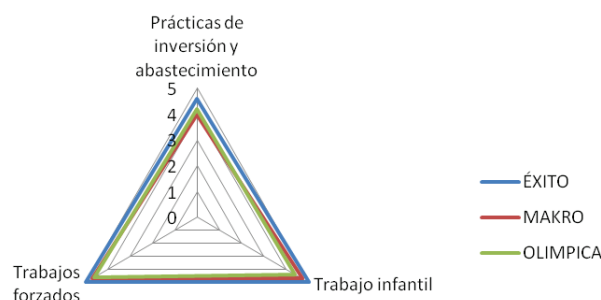
Para el año 2011, en lo concerniente al ámbito derechos humanos, se presenta la información resumen a través de la siguiente tabla:

Para el año 2011, en lo concerniente al ámbito económico, se presenta la información resumen a través de la siguiente representación gráfica:

ÁMBITO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÉXITO	MAKRO	MAKRO
Derechos Humanos	Prácticas de inversión y abastecimiento	Acuerdos de inversión que incluyan cláusulas de acuerdos de recursos humanos	5	3	3
		Proveedores y contratistas que han sido objeto de análisis en materia de derechos humanos	1	1	1
		Políticas y procedimientos relacionados con los derechos humanos	5	3	3
	Trabajo infantil	NO presencia de Trabajo Infantil en su Cadena de Valor	5	3	3
	Trabajos forzados	NO existen actividades ni procesos que exijan trabajo forzoso	5	3	3
		Prácticas de inversión y abastecimiento	3,0	2,0	2,0

	Promedio de Resultados Obtenidos por Dimensión	Trabajo infantil	5,0	4,0	3,0
		Trabajos forzados	5,0	4,0	3,0
		Promedio de Resultados Obtenidos Ámbito Derechos Humanos	5,0	4,0	3,0

Para el año 2016, en lo concerniente al ámbito derechos humanos, se presenta la información resumen a través de la siguiente tabla:



Fuente: Encuesta Aplicada a Almacenes de Cadena

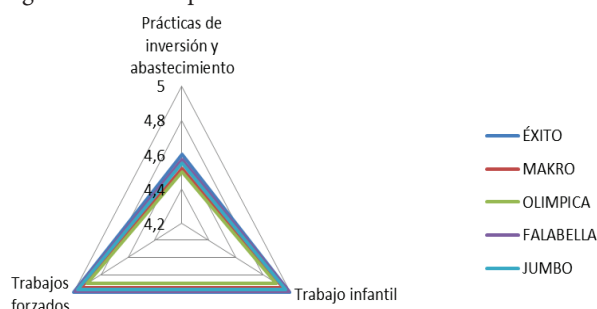
Para el año 2016, en lo concerniente al ámbito económico, se presenta la información resumen a través de la siguiente representación gráfica:

AMBITO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÉXITO	FALABELLA	JUMBO	MAKRO	OLIMPICA
Derechos Humanos	Prácticas de inversión y abastecimiento	Acuerdos de inversión que incluyan cláusulas de acuerdos de recursos humanos	5	5	5	5	5
		Proveedores y contratistas que han sido objeto de análisis en materia de derechos humanos	3	3	3	3	3
		Políticas y procedimientos relacionados con los derechos humanos	5	5	5	5	5
	Trabajo infantil	NO presencia de Trabajo Infantil en su Cadena de Valor	5	5	5	5	5
	Trabajos forzados	NO existen actividades ni procesos que exijan trabajo forzoso	5	5	5	5	5

	Promedio de Resultados Obtenidos por Dimensión	Prácticas de inversión y abastecimiento	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
		Trabajo infantil	5	5	5	5	5
		Trabajos forzados	5	5	5	5	5
		Promedio de Resultados Obtenidos Ámbito Derechos Humanos	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9

Fuente: Encuesta Aplicada a Almacenes de Cadena

En términos generales se puede apreciar una mejoría en la gestión de los aspectos del ámbito de Derechos Humanos



que se relacionan con la operación de los almacenes de cadena de la Ciudad de Cartagena. Falabella y Jumbo a pesar de tener menor tiempo de operación, se aprecia que se han esmerado y comprometido en mantener altos estándares en lo que tiene que ver con este ámbito pues su comportamiento es similar a los almacenes de cadena que tienen una operación más antigua.

Trabajo Infantil: El concepto de Trabajo Infantil, según la Organización Internacional para el Trabajo suele definirse como todo trabajo que priva a los niños de su niñez, su potencial y su dignidad, y que es perjudicial para su desarrollo físico y psicológico (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT. ¿Qué se entiende por trabajo infantil?, 2006).

El Grupo Éxito, Falabella y Jumbo manifiestan estar comprometidos con la protección de la infancia. Por lo tanto, por ningún motivo contrata personal menor de edad. Es más, este almacén exige a sus proveedores de ganado en pie certificado sobre la no utilización de menores en trabajos de producción; de la misma manera, se encuentran desarrollando un proyecto que regula este mismo aspecto en la costa atlántica y pacífica para proveedores del programa de compra directa de pescadores artesanales. Pero aclaran que estas actividades siempre van a tener el riesgo implícito en este aspecto por la informalidad en que se realizan.

Del mismo modo, Makro y Olímpica no emplean menores de edad en el desarrollo de sus actividades. De hecho exigen a los empacadores tener más de 18 años cumplidos y estar estudiando.

Trabajo Forzoso: Los almacenes de cadena; por la naturaleza de su actividad que es prácticamente 100% comercial; no representan riesgos significativos de trabajo forzado. A pesar de esto Makro por ofrecer productos al por mayor y esfuerzo humano que esto requiere. Para esto hace uso de herramientas como por ejemplo cinturones protectores para la columna, muñequeras, montacargas entre otras herramientas que reducen al mínimo el esfuerzo físico de los empleados y el riesgo de lesiones.

2.4 Variables Laborales y Trabajo Digno

La Agenda sobre Trabajo Decente de la Organización Internacional del Trabajo se enmarca en el contexto de una globalización justa, que aspire a conjugar crecimiento económico e igualdad mediante una combinación de objetivos sociales y económicos. La Agenda tiene cuatro elementos:

- Empleo,
- Diálogo,
- Derechos, y
- Protección.

La estructura de los Indicadores Laborales está basada, principalmente, en el concepto de la ética del trabajo (GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Protocolos de los Indicadores G3. Prácticas Laborales y Trabajo Digno (LA), 2006).

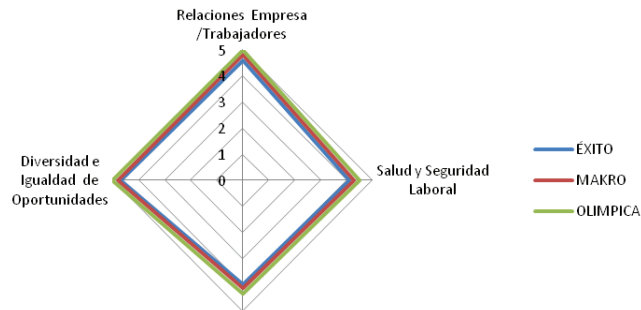
Para el año 2011, en lo concerniente al ámbito prácticas laborales y trabajo digno, se presenta la información resumen a través de la siguiente tabla:

Para el año 2011, en lo concerniente al ámbito prácticas laborales y trabajo digno, se presenta la información resumen a través de la siguiente representación gráfica:

Para el año 2016, en lo concerniente al ámbito prácticas laborales y trabajo digno, se presenta la información resumen a través de la siguiente tabla:

ÁMBITO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÉXITO	MAKRO	MAKRO
Prácticas laborales y trabajo digno	Relaciones Empresa/Trabajadores	Procesos de Comunicación interna de la organización	5	5	5
	Salud y Seguridad Laboral	Trabajadores representados en comités de seguridad y salud	5	5	5
		Tasas de absentismo menores al 3%	5	5	5
		NO reporte de casos Enfermedades profesionales en 12 meses	3	3	3
		Programas de educación, formación, asesoramiento, prevención y control	5	5	5
	Formación y Evaluación	Capacitaciones con Periodicidad mensual (por lo menos)	5	5	5
		Gestión de la finalización de las carreras profesionales de los trabajadores	3	3	3
		Evaluaciones del desempeño y de desarrollo profesional (por lo menos una anual)	5	5	5
	Diversidad e Igualdad de Oportunidades	Igualdad en la relación entre salario base de los hombres con respecto al de las mujeres.	5	5	5
	Promedio de Resultados Obtenidos por Dimensión	Relaciones Empresa/Trabajadores	5	5	5
		Salud y Seguridad Laboral	4,5	4,5	4,5
		Formación y Evaluación	5,0	5,0	5,0
		Diversidad e Igualdad de Oportunidades	5,0	4,0	3,0
		Promedio de Resultados Obtenidos Ámbito Prácticas laborales y trabajo digno	4,7	4,7	4,7

Para el año 2016, en lo concerniente al ámbito prácticas laborales y trabajo digno, se presenta la información resumen a través de la siguiente representación gráfica:



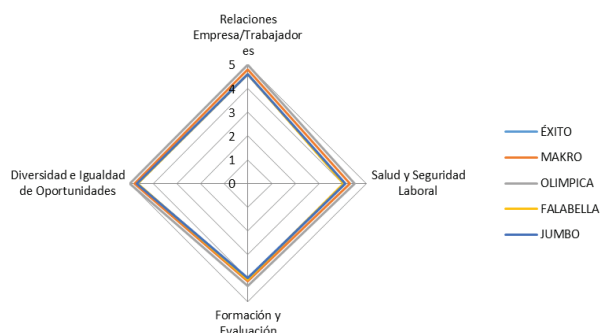
Fuente: Encuesta Aplicada a Almacenes de Cadena

Fuente: Encuesta Aplicada a Almacenes de Cadena

ÁMBITO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÉXITO	FALABELLA	JUMBO	MAKRO	OLIMPICA
Prácticas laborales y trabajo digno	Relaciones Empresa/Trabajadores	Procesos de Comunicación interna de la organización	5	5	5	5	5
	Salud y Seguridad Laboral	Trabajadores representados en comités de seguridad y salud	5	5	5	5	5
		Tasas de ausentismo menores al 3%	5	5	5	5	5
		NO reporte de casos Enfermedades profesionales en 12 meses	3	3	3	3	3
		Programas de educación, formación, asesoramiento, prevención y control	5	5	5	5	5
	Formación y Evaluación	Capacitaciones con Periodicidad mensual (por lo menos)	5	5	5	5	5
		Gestión de la finalización de las carreras profesionales de los trabajadores.	5	5	5	5	5

	Evaluaciones del desempeño y de desarrollo profesional (por lo menos una anual)	5	5	5	5	5
Diversidad e Igualdad de Oportunidades	Igualdad en la relación entre salario base de los hombres con respecto al de las mujeres.	5	5	5	5	5
Promedio de Resultados Obtenidos por Dimensión	Relaciones Empresa/Trabajadores	4,6	4,6	4,6	4,8	5
	Salud y Seguridad Laboral	4,1	4,1	4,1	4,3	4,5
	Formación y Evaluación	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3
	Diversidad e Igualdad de Oportunidades	4,7	4,7	4,7	4,8	5,0
	Promedio de Resultados Obtenidos Ámbito Derechos Humanos	4,4	4,4	4,4	4,5	4,7

En términos generales se puede apreciar un comportamiento estable en la gestión de los aspectos Prácticas Laborales y Trabajo Digno que se relacionan con



la operación de los Almacenes de Cadena de la Ciudad de Cartagena. Falabella y Jumbo a pesar de tener menor tiempo de operación, se aprecia que se han esmerado y comprometido en mantener altos estándares en lo que tiene que ver con este ámbito pues su comportamiento es similar a los almacenes de cadena que tienen una operación más antigua.

Generación de Empleo: Grupo Éxito, Falabella y Jumbo emplean más del 80% de sus trabajadores por medio de un contrato laboral a término indefinido y alrededor de 15% por medio de contratos laborales a término fijo.

Según información suministrada por Olímpica S.A. cuenta con un 20% de sus empleados vinculados mediante un contrato laboral a término fijo, un 81% de sus empleados están vinculados mediante un contrato a término indefinido y un 1% está vinculado por medio de contratos en misión y aprendices del Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA.

Makro cuenta con 10% de su personal laborando por medio de un contrato a término fijo, 85% de sus empleados a término indefinido y aproximadamente el 5% se vincula mediante bolsa de empleo a la organización.

Beneficios Sociales a los Empleados: Éxito-Carulla cuenta con un programa de beneficios para sus empleados entre los que se encuentran: Centros Vacacionales en Coveñas, Santa Marta, Envigado; Fondo Mutuo de Inversión “Futuro” que incentiva la cultura del ahorro y brinda un rendimiento del 100% de lo invertido a largo plazo; Subsidio escolar 2 veces al año; Fondo Presente que presta servicios de ahorro, crédito, recreación y previsión; Programas de formación a sus empleados; Auxilio óptico de los empleados; Descuentos del 10% por compras realizadas en el mismo almacén; Prima de matrimonio; y Plan Mi Casa.

Makro cuenta con un fondo de empleados llamado Fondo de Empleados de Makro Supermayoristas S.A. “FONMAKRO” cuya finalidad es resolver necesidades económicas, brindando facilidades para el acceso a los

beneficios, basado en la contribución ó aporte social de sus asociados y que tiene diversas líneas de crédito (educativo, de calamidad, Prestayá, mejora de vivienda y compra de vehículos).

Almacenes Olímpica, Falabella y Jumbo ofrecen a sus empleados beneficios como: Subsidios, Bonos, Primas, Auxilio de alimentación, Auxilio educativo, Auxilio de lentes, Auxilio odontológico, Bono de navidad, Kit escolares.

Relaciones Empresa/Trabajadores: el Grupo Éxito, Falabella y Jumbo comunican a sus empleados con anterioridad acerca de todo tipo de cambio futuro en la organización y lo hacen por medio de su intranet o Sharepoint. Además cuenta con revistas internas a través de las cuales publican las novedades de cada almacén en cada mes.

Makro lleva a cabo reuniones mensuales junto con el gerente y todos los funcionarios de la organización donde se informan los posibles cambios organizacionales y se tratan temas como evaluaciones y posibles problemas del almacén.

Almacenes Olímpica por medio de su revista Gacela mensualmente informa a sus funcionarios acerca de novedades institucionales y cambios de carácter.

Seguridad y Salud Laboral: Todos los almacenes manifiestan que poseen y se encuentran operativos los Comités Paritarios de Seguridad y Salud en el Trabajo o COPASST, organismo de orden legal en Colombia. Adicionalmente poseen diversos comités relacionados con la seguridad en el trabajo y la salud laboral de sus empleados.

Dentro de las enfermedades profesionales más frecuentes dentro de los almacenes de cadena se encuentran el calambre ocupacional de mano o de antebrazo ocasionado por trabajos con movimientos repetitivos de los dedos, las manos o los antebrazos. Los almacenes de cadena conscientes de que muchas veces a sus empleados se les presentan asuntos de su vida personal que ameritan su presencia y por lo tanto ausentarse por algún momento de su trabajo, concede a estos los permisos pertinentes (si la situación lo amerita) para la resolución de los mismos. De hecho todos coinciden en afirmar que las causas más frecuentes de permisos son las calamidades familiares, enfermedades, citas médicas y por cuestiones de estudios universitarios.

Formación y Evaluación: Olímpica realiza capacitaciones mensuales a sus empleados y los hace mediante charlas ya sea en la ciudad o en otras plazas. Así mismo, Almacenes Éxito, Falabella y Jumbo dentro de su reglamento interno de trabajo plantea capacitaciones a cada trabajador dos veces al año y cada vez que sea necesario. El Grupo éxito estableció un Programa de Virtualidad donde se

estructuran cursos virtuales que cubren procesos operativos de entrenamiento en alianza con el SENA.

Makro, por su lado, cuenta con programas como la Universidad Makro y el Campus Virtual que promueven el desarrollo, formación y capacitación de sus empleados, a través de programas que unifiquen los conocimientos y la ejecución del trabajo contribuyendo a la productividad y rentabilidad de la compañía.

Almacenes Éxito, Falabella, Jumbo y Olímpica realizan evaluaciones de desempeño con una periodicidad anual, mientras que Makro las lleva a cabo de manera semestral. Cabe anotar, que los resultados de estas evaluaciones son entregadas de forma personal a cada empleado y se toman las medidas necesarias para llevar a cabo las correcciones pertinentes.

Diversidad e Igualdad de Oportunidades: Estas grandes superficies afirman que el salario base de hombres y mujeres no presenta ninguna diferencia. Además de esto se brinda igual oportunidad de ocupar cargos administrativos, directivos y operativos a ambos géneros.

Es pertinente resaltar que los procesos de selección de personal no presentan ningún tipo de discriminación de razas, orientación religiosa ni estratos socioeconómicos.

2.5 Variable Sociedad:

Las categorías Trabajo, Derechos Humanos y Responsabilidad sobre el Producto abordan los impactos sociales relacionados con grupos de interés específicos (tales como trabajadores o clientes). Sin embargo, los impactos sociales de las organizaciones también están vinculados a las interacciones con las estructuras de mercado y con las instituciones sociales que definen el entorno social en el que interactúan los grupos de interés. Estas interacciones y el enfoque de la relación de la organización con grupos sociales tales como comunidades, son un componente importante del desempeño en sostenibilidad. Los Indicadores de Desempeño Social, por tanto, se centran en los impactos de las organizaciones en las comunidades en las que operan, y en cómo la organización gestiona y arbitra las interacciones con otras instituciones sociales. En concreto, se busca información sobre sobornos y corrupción, participación en la elaboración de políticas públicas, prácticas monopolísticas y cumplimiento con leyes y regulaciones distintas de las laborales y medioambientales (GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Protocolos de los Indicadores G3. Sociedad (SO), 2006).

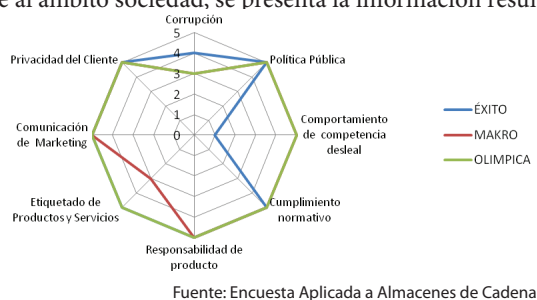
Para el año 2011, en lo concerniente al ámbito sociedad, se presenta la información resumen a través de la siguiente tabla:

Para el año 2011, en lo concerniente al ámbito sociedad, se presenta la información resumen a través de la siguiente

AMBITO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÉXITO	MAKRO	MAKRO
Sociedad	Corrupción	Formación de empleados en las políticas y procedimientos anticorrupción de la organización	5	5	5
		CERO Incidentes de corrupción y medidas en el último año	3	1	1
	Política Pública	CERO Aportaciones financieras y en especie a partidos políticos o a instituciones relacionadas.	5	5	5
	Comportamiento de competencia desleal	CERO acciones por causas relacionadas con prácticas monopolísticas y contra la libre competencia, y sus resultados; en los últimos 5 años	1	5	5
	Cumplimiento normativo	CERO Multas por incumplimiento de las leyes y regulaciones, en los últimos cinco años	5	5	5
	Responsabilidad de producto	CERO Incidentes respecto a los impactos de los productos y servicios en la salud y la seguridad, en los últimos cinco años	5	5	5
	Etiquetado de Productos y Servicios	CERO Incumplimientos de la regulación y de los códigos voluntarios en los últimos tres años	5	3	5
	Comunicación de Marketing	Programas de cumplimiento de las leyes o adhesión a estándares y códigos voluntarios	5	5	5
	Privacidad del Cliente	Solución de las reclamaciones de los clientes y su privacidad	5	5	5
	Promedio de Resultados Obtenidos por Dimensión	Corrupción	4	3	3
		Política Pública	5	5	5
		Comportamiento de competencia desleal	1	5	5
		Cumplimiento normativo	5	5	5
		Responsabilidad de producto	5	5	5
		Etiquetado de Productos y Servicios	5	5	5
		Comunicación de Marketing	5	3	5
		Privacidad del Cliente	5	5	5
	Promedio de Resultados Obtenidos Ámbito Sociedad		4,5	4,5	4,5

representación gráfica:

Para el año 2016, en lo concerniente al ámbito sociedad, se presenta la información resumen a través de la siguiente tabla:

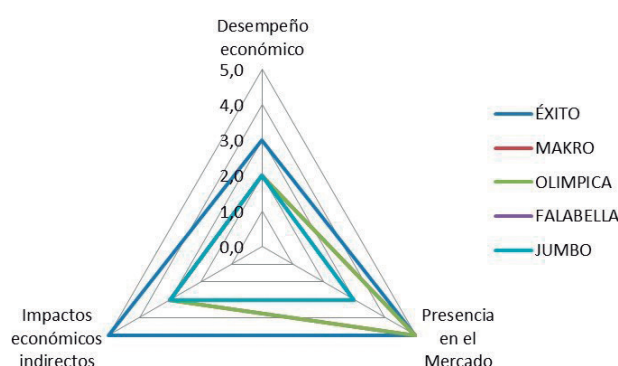


Para el año 2016, en lo concerniente al ámbito sociedad, se presenta la información resumen a través de la siguiente

AMBITO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÉXITO	FALABELLA	JUMBO	MAKRO	OLIMPICA
Prácticas laborales y trabajo digno	Corrupción	Formación de empleados en las políticas y procedimientos anticorrupción de la organización	5	5	5	5	5
		CERO Incidentes de corrupción y medidas en el último año	3	3	3	1	1
	Política Pública	CERO Aportaciones financieras y en especie a partidos políticos o a instituciones relacionadas.	5	5	5	5	5
	Comportamiento de competencia desleal	CERO acciones por causas relacionadas con prácticas monopolísticas y contra la libre competencia, y sus resultados; en los últimos 5 años	1	5	3	5	5
	Cumplimiento normativo	CERO Multas por incumplimiento de las leyes y regulaciones, en los últimos cinco años	5	5	5	5	5
	Responsabilidad de producto	CERO Incidentes respecto a los impactos de los productos y servicios en la salud y la seguridad, en los últimos cinco años	5	5	5	5	5
	Etiquetado de Productos y Servicios	CERO Incumplimientos de la regulación y de los códigos voluntarios en los últimos tres años	5	5	5	3	5
	Comunicación de Marketing	Programas de cumplimiento de las leyes o adhesión a estándares y códigos voluntarios	5	5	5	5	5
	Privacidad del Cliente	Solución de las reclamaciones de los clientes y su privacidad	5	3	3	5	5
		Corrupción	4	4	4	3	3
		Política Pública	5	5	5	5	5
		Comportamiento de competencia desleal	1	5	3	5	5

Promedio de Resultados Obtenidos por Dimensión	Cumplimiento normativo	5	5	5	5	5
	Responsabilidad de producto	5	5	5	5	5
	Etiquetado de Productos y Servicios	5	5	5	3	5
	Comunicación de Marketing	5	5	5	5	5
	Privacidad del Cliente	5	5	5	5	5
Promedio de Resultados Obtenidos Ámbito Sociedad		4,4	4,6	4,4	4,5	4,8

representación gráfica:



Fuente: Encuesta Aplicada a Almacenes de Cadena

Corrupción: Almacén Éxito, Falabella y Jumbo en la inducción a sus trabajadores presentan estos temas con el fin de evitar actos de corrupción. En el caso de Grupo éxito, en todo el país hay 333 empleados administrativos de los almacenes que han sido formados en SIPLA (Sistema Integral en la Prevención y Control de lavado de activos).

Olímpica, no realiza capacitaciones ni formación a sus empleados en temas de anticorrupción.

Almacén Makro y Olímpica expresan que en ciertas ocasiones empleados han cometido ilícitos en la entidad lo que ha ocasionado su despido.

Política Pública: Las grandes superficies indican que no realizan aportes de ningún tipo a políticos electos o a un candidato aspirante a cargo público.

Competencia Desleal: Cuando en el año 2009 el Grupo Éxito adquirió el 22.5% restante de las acciones de Carulla Vivero con lo cual se alcanzó una participación accionaria del 99.84% se presentó una situación monopolística; por lo menos en una ciudad pequeña como lo es Cartagena. Debido a esto Carulla sigue conservando su razón social aunque esté

direccionada por la Casa Matriz Éxito. Una situación similar presentó Jumbo con la marca Easy pero en el país de Chile.

Los almacenes de cadena no han presentado multas por incumplimiento de la normatividad que rige la protección de la sociedad.

Responsabilidad sobre el Producto: Éxito evalúa el 100% de sus productos de marcas propias que son Éxito, Taeq y Ekono. Además de esto evalúa al 50% de sus proveedores nacionales. Productos como las carnes y las frutas son objeto de control de calidad constante debido a la naturaleza misma del producto.

Jumbo y Falabella evalúan el 100% de sus productos, para el caso de marcas propias y por decisión corporativa aún no se posicionan en Colombia. Además de esto, ambas evalúan al 70% de sus proveedores nacionales. En el caso de Jumbo, Productos como las carnes y las frutas son objeto de control de calidad constante debido a la naturaleza misma del producto.

Makro incluye dentro de sus procesos de evaluación más que todo a los electrodomésticos sin dejar de lado a ciertos alimentos como los embutidos, cárnicos y lácteos. Además de esto sus marcas propias Aro (alimentos no perecederos menores a 30 días y productos de aseo) y M&K (productos enlatados, productos procesados y de la canasta básica), Baldaracci, Clean Line, MkTech, Q-Biz y MAkFresh están sujetas a un riguroso seguimiento y control de calidad.

Olímpica hace seguimiento de calidad a los productos perecederos como las carnes, los lácteos, panes, frutas, vegetales, a los productos importados y al igual que Makro y Éxito hace especial seguimiento a los productos de las marcas propias como DkHome, Productos Olímpica, "O", y Olimpo.

En cuanto al etiquetado de productos, solo Makro afirma haber presentado inconvenientes por este aspecto cuando en un producto cárnico colocaron una fecha de vencimiento diferente a la que traía el rotulo original del empaque.

Makro con el objetivo de tener una comunicación personalizada con sus diferentes grupos de clientes, esta compañía tiene su Pasaporte Makro, que se puede obtener de manera ágil y gratuita en cualquiera de sus tiendas y que se convierte en la llave de entrada a un universo de beneficios para sus clientes. Dicho pasaporte permite conocer los hábitos y comportamientos de consumo de los clientes y entender sus necesidades. A partir de este conocimiento, pueden implementar estrategias para responder a las necesidades de los mismos. Además de esto existe una base de datos que supera los 680.000 registros, lo cual permite conocer quiénes son los clientes fieles y los principales productos que adquiere. También cuenta con el Makromail que es la publicación de ofertas más importante que tiene Makro Supermayoristas para sus clientes, circula quincenalmente y se entrega en forma directa a los clientes activos en su base de datos y en forma masiva.

El Grupo Éxito hace también la gestión de satisfacción de sus clientes apoyados mensualmente en la herramienta QSA (Quality Service Audit), todos los aspectos que son importantes y decisivos para sus clientes son estudiados e implementados para brindarles satisfacción y bienestar. Este estudio es elaborado por Invamer Gallup y con él se obtiene una nota de nivel de satisfacción con el servicio. Se entrevistan personas a diferentes horas del día y en las diferentes puertas del almacén. De igual forma, se realizan reuniones con los clientes donde son invitados a los almacenes a tratar temas acerca de qué mejoras sugieren al almacén, qué les gusta, con qué se sienten cómodos y qué esperan encontrar en el punto de venta. De la mano de su Plan de Acción Social se les comunica a los clientes las acciones realizadas durante todo el año en espacios ubicados cerca de las cajas registradoras, en muebles destinados para este tema en 20 almacenes Éxito del país, el Canal Entérate, el holding telefónico, la página web, entre otros.

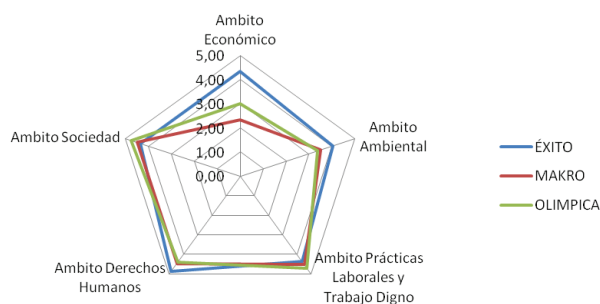
Olimpica a través del Plan Presencia se realiza una encuesta con una muestra de aproximadamente 200 clientes que es de gran utilidad para determinar las características principales del cliente, sus gustos, necesidades, dudas y sugerencias. Este supermercado también hace uso de su base de datos para hacer telemercadeo y a través de la Tarjeta Plata obtiene muchos datos de los clientes como lo son principales productos de compra, correo electrónico y teléfonos para promocionar ofertas e invitar a eventos del almacén. El cliente de Súper Almacenes Olímpica también tiene la opción de responder en la página principal del almacén en internet encuestas que miden satisfacción del cliente respecto a diferentes productos.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados consolidados lo podemos encontrar a continuación. Para el año 2011 se presenta a continuación:

Promedio de Resultados Obtenidos	ÉXITO	MAKRO	OLIMPICA
Ambito Económico	4,33	2,33	3,00
Ambito Ambiental	4,05	3,52	3,37
Ambito Prácticas Laborales y Trabajo Digno	4,71	4,71	4,71
Ambito Derechos Humanos	4,87	4,73	4,73
Ambito Sociedad	4,38	4,50	4,75

La anterior información se puede representar gráficamente de la siguiente manera:

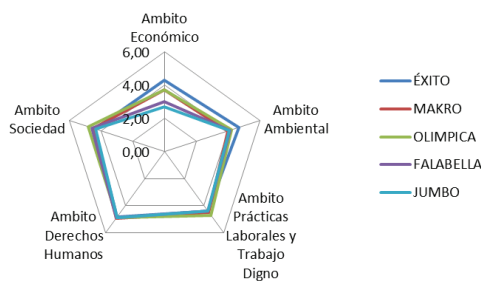


Fuente: Encuesta Aplicada a Almacenes de Cadena

Para el caso de 2016, los hallazgos consolidados han sido los siguientes:

Promedio de Resultados Obtenidos	ÉXITO	FALABELLA	JUMBO	MAKRO	OLIMPICA
Ambito Económico	4,30	3,00	2,70	3,70	3,70
Ambito Ambiental	4,70	4,10	4,10	4,00	4,20
Ambito Prácticas Laborales y Trabajo Digno	4,40	4,40	4,40	4,50	4,70
Ambito Derechos Humanos	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90
Ambito Sociedad	4,40	4,60	4,40	4,50	4,80

La anterior información se puede representar gráficamente de la siguiente manera:



Fuente: Encuesta Aplicada a Almacenes de Cadena

Producto de analizar la información recopilada y presentada en los anteriores apartes, podemos concluir que hay cierto interés por el tema de Responsabilidad Social Organizacional en los almacenes de Cadena de la Ciudad de Cartagena. Éxito está un poco más avanzado que Falabella, Jumbo, Makro y Olímpica, incluso Almacenes Éxito ya conoce y aplica la metodología GRI para la elaboración de sus memorias de sostenibilidad, sin embargo Makro y Olímpica manifestaron desconocer la metodología y en la actualidad no realizan informes de sostenibilidad como tampoco realizan Balances Sociales. Para el Caso de Falabella y Jumbo manifiestan conocer la Metodología pero actualmente no la aplican para las filiales de Colombia.

El aumento en las recomendaciones hacia y desde el interior de las organizaciones para ser más responsables con su entorno y la sociedad, a considerar a sus grupos de interés en todas las actividades y decisiones que la organización realice, está rindiendo frutos. Los almacenes de cadena de Cartagena vienen adelantando conjuntamente con sus empleados la estrategia de llevar a cabo actividades de voluntariado empresarial, en donde destinan parte del tiempo de sus empleados para el desarrollo de actividades que benefician a la sociedad.

Actualmente vemos como Almacenes Éxito ha venido implementando con sus clientes una de las estrategias de responsabilidad social más innovadoras en nuestro país, y es la de recaudar pequeñas sumas de dinero de los clientes, que sumadas a una contrapartida por parte del almacén, se destinan para el beneficio social de los colombianos menos favorecidos. Al principio esta estrategia no fue muy bien recibida por parte de clientes, competidores y/o partes interesadas en general, a pesar que siempre ha estado dentro del marco legal del país algunas personas piensan que no fue del todo transparente, sin embargo hemos visto como se ha depurado la comunicación de almacenes éxito con todas sus partes interesadas y hasta el momento es una realidad que la campaña beneficia al almacén, a la sociedad, y permite a los clientes aportar un grano de arena al fortalecimiento del tejido social del país. Por tanto, la invitación a los almacenes de cadena de la Ciudad de Cartagena es a seguir desarrollando estrategias innovadoras en materia de responsabilidad social, para lo cual es necesario analizar todos los eslabones que componen su Cadena o Sistema de Valor, no solo a sus clientes, proveedores, empleados sino también al Gobierno y a sus competidores.

Es realmente gratificante observar que hay dos ámbitos en los cuales los almacenes de cadena muestran un alto cumplimiento de los indicadores de la metodología GRI, estos es en los ámbitos Prácticas Laborales y Derechos Humanos. Es gratificante porque en mi opinión personal el mejor referente Ético sobre el cual erigir todos los procesos

y actividades relacionadas con la responsabilidad, es el referente de la Dignidad Humana; si todas las decisiones que tome una organización se enmarcan fundamento en el respeto a la dignidad humana es muy probable que impacte positivamente todos los ámbitos que hemos mencionado, tales como Económico, Ambiental, Sociedad, Derechos Humanos y Trabajo Digno. La organización que respeta la dignidad humana decide no contaminar, decide brindar buenas condiciones laborales a sus empleados, decide apoyar a las comunidades menos favorecidas, decide respetar la diversidad de género, de creencias y de cultos, decide con mayor facilidad ser socialmente responsable.

4. BIBLIOGRAFÍA

- DANE, Boletín de Prensa. (07 de Abril de 2011). www.dane.gov.co. Recuperado el 19 de Abril de 2011, de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/almacenes/bol_gah_IVtrim10.pdf
- DEL CASTILLO, J. A., & MARTINEZ, L. y. (2011). Responsabilidad Empresarial de los Almacenes de Cadena de la Ciudad de Cartagena de Indias. Cartagena: Trabajo de Grado Universidad de Cartagena. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.
- DEL CASTILLO, J. A., DURANGO, K., & GUARDO, I. (27 de Febrero de 2017). Responsabilidad Social Empresarial en los Almacenes de Cadena de la Ciudad de Cartagena. Responsabilidad Social Empresarial en los Almacenes de Cadena de la Ciudad de Cartagena. Cartagena, Bolívar, Colombia: Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de Universidad de Cartagena.
- FENALCO. (s.f.). <http://www.fenalco.com.co/content/crecimiento-hist%C3%B3rico-de-ventas-del-comercio-durante-septiembre-compras-aumentaron-186>. Recuperado el 19 de Abril de 2011, de www.fenalco.com.co: <http://www.fenalco.com.co/content/crecimiento-hist%C3%B3rico-de-ventas-del-comercio-durante-septiembre-compras-aumentaron-186>
- FENALCO. Bitácora Económica Abril de 2011. (s.f.). www.fenalco.com.co. Recuperado el 19 de Abril de 2011, de <http://www.fenalco.com.co/sites/default/files/juridica/BITACORA%20ABRIL%202011.pdf>
- GLOBAL COMPACT "Making The Connection: The GRI Guidelines and the UNGC Communication on Progress". (2007). www.unglobalcompact.org. Recuperado el 28 de Abril de 2011, de http://www.unglobalcompact.org/docs/communication_on_progress/Tools_and_Publications/Making_the_Connection_Final.PDF
- GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Protocolos de los Indicadores G3. (s.f.). www.globalreporting.org. Recuperado el 30 de Noviembre de 2010, de <http://www.globalreporting.org/Home/LanguageBar/SpanishPage.htm>

- GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Protocolos de los Indicadores G3. Derechos Humanos (DH). (2006). www.globalreporting.org. Recuperado el 09 de Junio de 2011, de http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/54851C1D-A980-4910-82F1-0BDE4BFA6608/5435/G3_SP_IP_HR_Final_with_cover1.pdf
- GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Protocolos de los Indicadores G3. Economía (EC). (2006). www.globalreporting.org. Recuperado el 09 de Junio de 2011, de http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/54851C1D-A980-4910-82F1-0BDE4BFA6608/5433/G3_SP_IP_EC_Final_wit
- GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Protocolos de los Indicadores G3. Medio Ambiente. (2006). www.globalreporting.org. Recuperado el 09 de Junio de 2011, de http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/54851C1D-A980-4910-82F1-0BDE4BFA6608/5415/G3_SP_IP_EN_Final_with_cover1.pdf
- GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Protocolos de los Indicadores G3. Prácticas Laborales y Trabajo Digno (LA). (2006). www.globalreporting.org. Recuperado el 09 de Junio de 2011, de http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/54851C1D-A980-4910-82F1-0BDE4BFA6608/5419/G3_SP_IP_LA_Final_with_cover1.pdf
- GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Protocolos de los Indicadores G3. Sociedad (SO). (2006). www.globalreporting.org. Recuperado el 09 de Junio de 2011, de http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/54851C1D-A980-4910-82F1-0BDE4BFA6608/5410/G3_SP_IP_SO_Final_with_cover1.pdf
- GLOBAL REPORTING INITIATIVE. The G4 Guidelines have been superseded by the GRI Sustainability Reporting Standards (GRI Standards). (9 de Diciembre de 2016). www.globalreporting.org. Obtenido de www.globalreporting.org: <https://www2.globalreporting.org/standards/g4/Pages/default.aspx>
- GRUPO ÉXITO. 28.650 niños fueron beneficiados por la Fundación Éxito. (30 de Noviembre de 2016). www.grupoexito.com.co. Obtenido de www.grupoexito.com.co: <https://www.grupoexito.com.co/es/sostenibilidad/noticias/1031-28-650-ninos-fueron-beneficiados-por-la-fundacion-exito-en-el-2015>
- LA REPUBLICA. Grupo Éxito alcanzó ingresos de \$7.5 billones durante el 2010. (s.f.). www.larepublica.com.co. Recuperado el 01 de Abril de 2011, de http://www.larepublica.com.co/archivos/EMPRESAS/2011-02-24/grupo-Exito-alcanzo-ingresos-de-75-billones-durante-2010_122506.php
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT. ¿Qué se entiende por trabajo infantil? (2006). www.ilo.org. Recuperado el 09 de Junio de 2011, de <http://www.ilo.org/ipec/facts/lang-es/index.htm>
- PORTAFOLIO. Economía Colombiana creció 4.3% en el 2010. (s.f.). www.portafolio.co. Recuperado el 21 de Abril de 2011, de <http://www.portafolio.co/economia/economia-colombiana-crecio-43-el-2010>
- PORTAFOLIO. Los resultados de comercio no fueron buenos para el sector: Fenalco. (8 de Enero de 2017). www.portafolio.co. Obtenido de www.portafolio.co: <https://www.portafolio.co/economia/comercio-y-ventas-minoristas-en-colombia-2016-503381>
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA–Vigésima segunda edición. (2010). http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=cultura. Recuperado el 09 de Junio de 2011, de http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=cultura
- REVISTA ALIMENTOS. Responsabilidad Social Certificada. (s.f.). www.revistaalimentos.com.co. Recuperado el 02 de Enero de 2011, de <http://www.revistaalimentos.com.co/ediciones/edicion6/calidad-4/responsabilidad-social-certificada.htm>
- REVISTA DINERO. Grupo Éxito invertirá \$200.000 millones en 2011. (s.f.). www.dinero.com. Recuperado el 01 de Marzo de 2011, de http://www.dinero.com/negocios/grupo-exito-invertira-200000-millones-2011_81043.aspx

APLICACIÓN DISFRUTA CALDAS

Cristian Guillermo Carmona Herrera , Cristian Camilo Cardona Zuluaga

Resumen

La APP Disfruta Caldas, nace como producto del proyecto: “DESARROLLO DE HERRAMIENTA TICS PARA LA DIVULGACIÓN DEL TURISMO Y LA GASTRONOMÍA DE CALDAS”, de la estrategia SENNOVA del Centro de Comercio y Servicios del SENA regional Caldas, es una recopilación de los resultados de diferentes proyectos de investigación que se vienen desarrollando desde el año 2015, proyectos desarrollados desde las líneas de Turismo, gastronomía y la propuesta económica del gobierno actual “Economía Naranja”, esto como apuesta a la solución de problemas reales del sector productivo y la sociedad en general, así como de estar en línea, con las políticas del gobierno nacional, promoviendo en los aprendices

el pensamiento creativo, crítico e innovador, teniendo a disposición herramientas y conocimientos para su buen desempeño en la vida laboral y personal.

La apuesta metodológica para el desarrollo de la investigación, estará encaminada a retomar investigaciones que SENNOVA del Centro de Comercio y Servicios ha desarrollado desde tanto el turismo como la gastronomía y, bajo la lógica de generar una articulación constante, se recogerá los elementos más característicos y representativos desde estos dos temas, para condensarlos en un todo que permita no solo difundirlos sino visibilizarlos.

Palabras clave: Turismo – Gastronomía – Divulgación – Tecnología – Aplicación Móvil.

Abstract

The APP “Enjoy Caldas” (Disfruta Caldas) is a product of the project called “Development of ICT tools to spread gastronomy and tourism of Caldas”, this as SENNOVA strategy of “Commerce and Service Center” of SENA regional Caldas. This APP is a set of results of investigative projects which have been focused on tourism, on gastronomy and on the economic proposal of the current government: “Orange Economy”. This APP is driven to solve productive and social problems, to be in the same vision of national government policy and to promote creative, critical and innovative thoughts in learners, using tools and knowledge to improve their labour and personal performance.

The methodological commitment to the development of research will be aimed at restart investigations that SENNOVA of the Center for Trade and Services has developed from tourism to gastronomy and, under the logic of generating a constant articulation, it will be gathered the main elements from those two themes, to condense them into a whole that allows not only to disseminate them but also to make them visible.

Keywords: Tourism–Gastronomy–Disclosure–Technology–Mobile Application.

1. Introducción

La APP nace como resultado del trabajo conjunto que se viene desarrollando desde el año 2015, donde instructores y aprendices de las áreas de gastronomía y turismo, desarrollaron proyectos de investigación e innovación financiados por SENNOVA del Centro de Comercio y Servicios, con la participación activa de los Semilleros de Investigación.

Las iniciativas de investigar e innovar sobre el turismo y la gastronomía tienen varios fines el primero es contribuir a superar la problemática en términos de conservación, pues, elementos como lo autóctono, lo tradicional, lo ancestral tienden a desaparecer, ya que la memoria colectiva que sustenta queda en manos de unos pocos. La memoria colectiva en los tiempos actuales no es propia únicamente, sino que es producto de un intercambio cultural global.

Lo anterior es un factor detonante para que desde SENNOVA se realice la APP, esto como estrategia innovadora no solo para condensar en un mismo producto las investigaciones sobre turismo y gastronomía realizadas desde el año 2015, sino como aporte a la movilización de estos dos temas en la sociedad del trabajo.

En las siguientes páginas se presenta por un lado los resultados más representativos de las investigaciones sobre turismo y gastronomía, y por el otro los aportes teóricos que guían estos trabajos, ambos como insumos claves para el diseño de la APP Disfruta Caldas.

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Ante de explicar de manera general en que consistió y como aportó las investigaciones en turismo y gastronomía se expondrán unos aspectos teóricos que no solo fundamentan la investigación, sino que permite comprender conceptualmente las dinámicas de estos dos temas, para que, en la práctica, las soluciones sean reales y pertinentes.

Con la intención de superar la experiencia y la cotidianidad de la cocina, las actividades que regirán la metodología en la investigación estarán guiadas por unos elementos teóricos que permiten trascender la cocina desde los sentidos a la razón. Y es que el carácter científico (teoría y práctica) debe estar presente en las reflexiones de la cocina, es por ello que se expone toda una serie de aspectos teóricos y empíricos que fortalecen no solo los proyectos desarrollados en el SENA regional Caldas, sino que brinda elementos los cuales pueden fortalecer y/o aportar a otras investigaciones.

2.1. Algunos elementos teóricos sobre la gastronomía

Para el desarrollo del concepto de Patrimonio Gastronómico se recurrió a los aportes teóricos de la Administradora Turística y Docente, Rosa Helena Macía Mejía, ella implícitamente manifiesta que el Patrimonio Gastronómico no es un término, es un concepto el cual es necesario construirlo a la luz de una serie de patrimonios que están directamente involucrados, y no es preciso reducirlo a: un plato, preparación, determinado territorio, producto,

fiesta, etc.; es absolutamente pertinente construir un engranaje teórico para que el concepto construido, soporte todas las esferas que este concepto amerita, osea que es necesario hablar de diversos tipos de patrimonio (Patrimonio Oral e Inmaterial, Patrimonio arquitectónico o inmueble, Patrimonio mueble, Patrimonio Artístico, Patrimonio tangible, Patrimonio intangible, Pequeño patrimonio, Folclor Demosófico, Disciplinas relacionadas) para comprender este concepto y así por contemplar en perspectivas las dinámicas culturales, gastronómica y turísticas, aquí cabe resaltar que fue un concepto construido a la luz de otros aportes teóricos como el de patrimonio material e inmaterial de autores como: Arquitecta española Mireia Viladevall y la UNESCO.

2.2. Algunos elementos teóricos sobre el turismo

Sobre este tema uno de los elementos que más de destaca es aquel que tiene que ver con la experiencia y es que si se habla de cualquier experiencia gastronómica y turística, esta infiere directamente en el goce completo del turista cuando participa de una actividad, la experiencia es la posibilidad que tiene en este caso el turista, de validar o rechazar la actividad en la cual participa, este elemento es clave porque da la posibilidad de explorar por medio de los sentidos una serie de información que quedará marcada de manera positiva o negativa en la persona, Pine & Gilmore (1998) nombra que:

Las experiencias son comprendidas como eventos capaces de involucrar individuos de manera personal, pasan a ser buscadas en las diferentes esferas de consumo, sea cotidiano o no y por lo tanto, el consumidor comienza a buscar experiencias significativas en todos sus actos de consumo privilegiando aspectos subjetivos en vez de apoyarse en aspectos objetivos asociados a productos y servicios (Pine & Gilmore 1998 citado en Yang, C. 2009).

Pero hablar solo de experiencia no es acertado si se quiere argumentar que la APP proyectada satisface necesidades, es así como en segundo lugar, se recurrió a los aportes de Manfred Max Neff, que las necesidades son ontológicas y finitas a diferencias de otros estudios de la economía que plantean que las necesidades son infinitas, esto puede ser discutible, pero en aras de acercar y definir la oferta turística como satisfacer es preciso delimitarlas y desde allí poder diseñar diversas estrategias:

Las necesidades humanas fundamentales son las mismas en todas las culturas y en todos los períodos históricos. Lo que cambia a través del tiempo y de las culturas es la manera o los medios utilizados para la satisfacción de las necesidades. Lo que está culturalmente determinado no son las necesidades humanas fundamentales, sino los satisfactores de esas necesidades (Neef, 1993)

2.3. Investigación sobre Turismo y Gastronomía

en este apartado se presentará en términos generales en qué consistió las investigaciones en turismo y gastronomía que se convirtieron en insumos para la realización de la app.



Figura 1: Portada proyectos Turismo y gastronomía

En el área de gastronomía, se ha trabajado con la recuperación de la riqueza gastronómica del departamento de Caldas, donde en un primer año, se desarrolló el proyecto: “Caldas un Amasijo de Sabores”, donde instructores y aprendices del gastronomía, visitaron cada uno de los 27 municipios del departamentos, buscando los cocineros más tradicionales de cada región (portadores del saber), conociendo sus vivencias, tradiciones, manejo de utensilios, métodos de preparación y haciendo un pequeño relato de cada una de sus historias de vida, como producto de este proyecto, se obtuvo el Libro: “Relatos de la Cocina Caldense”.

Recurriendo a los cocineros y gestores culturales de los 27 municipios del departamento de Caldas, se logró vincular como fuente de información principal a cocineros que cuentan con el saber culinario tradicional construyendo a través de imágenes y relatos su devenir histórico culinario, socializando y enseñando sus: técnicas, utensilios, prácticas, términos y métodos de cocción, utilizados para dar vida a las cocinas que hoy conocemos como propias del Departamento de Caldas; este ejercicio permitió tanto recuperar una serie de tradiciones y socializarlas al público en general, como realizar un merecido reconocimiento a los cocineros por su rol protagónico en la tarea de recuperar la cocina tradicional.

Para el año 2016 el SENA regional Caldas desde SENNOVA con su grupo de Investigación GRICS del Centro de Comercio y Servicios, desarrolla una segunda fase del proyecto descrito atrás, este pretende ir más allá en el sentido de contribuir a fortalecer el Patrimonio Gastronómico

Caldense a través del diseño e implementación de una Herramienta Multimedia la cual estará alimentada de los platos y preparaciones más representativas en cada uno de los municipios, esta vez no solo recurriendo a los cocineros portadores del saber, sino tomando los referentes identitarios de los habitantes de los 27 municipios del departamento de Caldas y así contribuir a fortalecer el Patrimonio Gastronómico del departamento.

El contenido de este Producto Multimedia está sustentado por: base de datos, específicamente “Relatos de las Cocina Caldense, aportes teóricos acerca del Patrimonio Gastronómico y la utilización, diseño e implementación de una serie de estrategias cuantitativas y cualitativas, las cuales apuntan a la recolección, digitación y análisis de información, buscando de esta manera, develar el Patrimonio Gastronómico Caldense.

Para el 2017 se diseñó e implementó una investigación de las parvas, dulces y bebidas tradicionales del departamento de Caldas, donde creamos un recetario de los principales postres y dulces tradicionales, libro publicado que lleva por nombre: “Dulces Sabores de Caldas”.

Por el lado del desarrollo de proyectos en el área de turismo, durante el año 2015 se ejecutó el proyecto llamado: “Diseño de rutas turísticas para los municipios del occidente de Caldas que pertenecen al Paisaje Cultural Cafetero”, en cual se desarrollaron actividades con operadores turísticos del Occidente de Caldas, se tomó como referencia esta zona del departamento, ya que la documentación del PCC solo apuntaba al norte de Caldas, este proyecto tuvo como producto la cartilla: “Occidente de Caldas, Naturaleza y Emociones”, este proyecto motivo no solo al conocimiento sino a la investigación sobre el turismo de naturaleza y su componente experiencial.

En el año 2016, al ver las falencias en la prestación del servicio en la creación de un producto turístico y la medición de la experiencia pro parte del turista cuando participa de la actividad, se desarrolló el proyecto: “Fortalecimiento de la oferta turística de caldas a través del diseño de actividades turísticas experienciales”, en el cual a través de la investigación y la implementación de actividades con los operadores turísticos regionales, se diagnosticó los vacíos y /o necesidades de los prestadores turísticos en relación con el sector como con el diseño de sus productos turístico, obteniendo así el libro resultado de investigación: “Estado Situacional del Turismo Experiencial En Caldas Desde el operador local”, donde se permite ver las necesidades para la propuesta de oportunidades de mejora que tiene los operadores y prestadores turísticos de Caldas para fortalecer el turismo de naturaleza y de su componente experiencial, así es como se obtuvo la cartilla Caja de Herramientas Experienciales del Turismo de Naturaleza”, que propone una ruta para el diseño y oferta de productos experienciales de turismo de naturaleza.

Como era necesario conocer el grado de aceptabilidad de la cartilla, durante el año 2017 se desarrolló el proyecto: Implementación de la “Caja de Herramientas Experiencial de Turismo de Naturaleza” en la Red de conocimiento de Turismo del Sena y empresas Operadoras Turísticas Locales, donde en trabajo conjunto entre los instructores SENA, los aprendices del Semillero de Investigación “Semilla GRICS” y los operadores turísticos de los municipios, llevó a cabo la implementación de la cartilla en una actividad turística real con turistas reales.

2.4. APP “Disfruta Caldas”

A través de la participación en diferentes eventos a nivel nacional en los que se participó con los diferentes proyectos de I+D+I y viendo el desarrollo que venía teniendo con respecto a los productos resultados de investigación, se vio la necesidad de generar una herramienta en la cual se pudieran recopilar y divulgar de manera mas efectiva y masiva a nivel nacional los resultados de investigación en un mismo producto producto, así que se inició con el proyecto: “DESARROLLO DE HERRAMIENTA TICS PARA LA DIVULGACIÓN DEL TURISMO Y LA GASTRONOMIA DE CALDAS” , con el cuál se busca que las preparaciones tradicionales del departamento y los atractivos turísticos ofertados por nuestros operadores, tuvieran un visibilización mayor, así como dar a conocer las riquezas turísticas de nuestra región, enmarcada en la declaratoria de Paisaje Cultural Cafetero dado por la UNESCO, en donde el departamento de Caldas cuenta con 17 municipios dentro de esta declaratoria. A continuación, se presenta una serie de imágenes y su respectiva descripción para comprender en que consiste la APP y cómo funciona:

Al Ingresar a la APP, aparecerá la imagen que permitirá ingresar para empezar a navegar por la APP.



Figura 2: portada APP



Figura 3: App por subregiones

La Navegación por la APP iniciará con la distribución del departamento de Caldas en sus 5 subregiones, donde se podrá seleccionar la región la cual se quiere observar o explorar, es decir, se podrá acceder al territorio observar sus preparaciones y sitios turísticos



Figura 4: sesión gastronómica

Al ingresar en alguna de las subregiones se podrá escoger si se quiere ver las preparaciones o los sitios turísticos, en

esta imagen se presenta una muestra de las preparaciones tradicionales del municipio de Riosucio.



Figura 5: sesión de destinos turísticos

En la esta imagen a diferencia de la anterior se presenta los sitios y actividades turísticas que se pueden visitar el municipio escogido, presentando sus principales características para que el usuario pueda identificarse con ella permitiendo que acceda de la mejor manera.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Divulgar la oferta Turística del departamento de Caldas a través de una aplicación móvil, que contenga elementos de actividad turística e información gastronómica.

3.2. Específicos

- Inventariar por municipio la oferta turística existente en el departamento de Caldas.
- Identificar la oferta gastronómica de Caldas que pueda articularse con la oferta turística existente.
- Diseñar una aplicación móvil que recopile la oferta turística e información gastronómica del departamento de Caldas.

4. RESULTADOS

- Se obtendrá un inventario de la oferta turística de todos los municipios del Departamento de Caldas.
- Se identificará que oferta gastronómica se puede articular con las dinámicas turísticas de Caldas.

- Se contará con una aplicación móvil que articule y divulgue la oferta del departamento de Caldas como un destino turístico-gastronómico importante.

5. CONCLUSIONES

► Si se quiere dinamizar el sector productivo en cualquier territorio es necesario recurrir a las nuevas tecnologías de la información, no solo por cuestiones de adaptación tecnológica sino por la viabilidad que tiene esta para poder en este caso de difundir.

► El departamento de Caldas en definitiva posee una riqueza cultural, gastronómica y turística que vale la pena visibilizar en diferentes contextos, promoviendo y fortaleciendo de esta manera la economía local con sus respectivas comunidades.

► Una vez más se evidencia que los proyectos de I-D-I bien diseñados en términos metodológicos, apuntan a la satisfacción de necesidades reales del mercado, donde no solo se involucra a investigadores SENNOVA sino también

a instructores y Aprendices integrantes de semilleros de investigación.

6. REFERENCIAS

MACÍA, Rosa Helena. (2003). El Patrimonio Gastronómico: Una Realidad Diaria e Irrenunciable. Tomado de: <http://docplayer.es/5104073-Rosahelena-macia-mejia-el-patrimonio-gastronomico-una-realidad-diaria-e-irrenunciable.html>. 1 de septiembre del 2016.

Ministerio de Cultura (2015). Patrimonio Cultural inmaterial. Tomado de: <http://www.mincultura.gov.co/areas/patrimonio/patrimonio-cultural-nmaterial/Paginas/default.aspx>. 2 de septiembre del 2016.

MIREIA Viladevall I. Guasch, (2003). (coord.) Gestión del patrimonio cultural. Realidades y retos, México, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-BUAP.

Moral, M., & Fernández Alles, M. (2012). Nuevas Tendencias del Marketing: El Marketing Experiencial. Entelequia, 242,243.

Neef, M. M. (1993). Desarrollo y Necesidades Humanas. Santiago de Chile: Nordan.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL USO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN PROCESOS DE BIODIGESTIÓN ANAEROBIA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

EVALUATION OF THE POTENTIAL USE OF AGRICULTURAL WASTE IN THE ANAEROBIC BIODIGESTION PROCESS FOR THE PRODUCTION OF BIOGAS

Cindy Carolina Gámez Ávila¹, Sandra Milena Lozano Triana²,
Javier Andrés Quintero Jaramillo^{3*}.

Resumen

Investigaciones sobre la obtención de energías renovables se han orientado a la búsqueda de nuevas fuentes de materia prima, que permitan obtener energía de manera segura, eficiente y económica. De acuerdo a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue la evaluación de residuos agrícolas para procesos de Biodigestión anaerobia en la producción de biogás. Se caracterizaron sustratos mediante técnicas de laboratorio por medio de la determinación de pH, humedad, sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV), carbono orgánico (CO) nitrógeno total (NT) y relación carbono nitrógeno (C/N), como posibles insumos en el proceso de digestión y co- digestión. Los sustratos evaluados fueron: sustrato 1 estiércol porcino Sustrato 2 residuos de cocina y Sustrato 3: Mezcla de sustrato 1 y sustrato 2. Los resultados obtenidos demostraron que los sólidos totales para el estiércol se encuentran en el rango óptimo para procesos de Biodigestión (15% y 49%) con un valor de 33,22%, los residuos de cocina podrían presentar una mayor producción de metano y para sólidos volátiles se encontraron valores de 91,96%, 75,89% y 70.35%, en los sustratos de residuos de cocina, estiércol y mezcla respectivamente.

¹ Centro Agropecuario La Granja, SENA Regional Tolima. Grupo de investigación Senagrotic. (8)2709600 IP 84706.

² Centro Agropecuario La Granja, SENA Regional Tolima. Grupo de investigación Senagrotic. (8)2709600 IP 84855.

³ Centro Agropecuario La Granja, SENA Regional Tolima. Grupo de investigación Senagrotic. (8)2709600 IP 84706.

* Autor para correspondencia. Correo electrónico: jaquintero@sena.edu.co.

Palabras Clave: Biodigestión, Biogás, Residuos Orgánicos, Sustratos.**ABSTRACT**

Research on the obtaining of renewable energies has been oriented to the search of new sources of raw material that allow obtaining energy in a safe, efficient and economical way. According to the above, the objective of this work was to evaluate agricultural waste for anaerobic biodigestion processes in the production of biogas. Substrates were characterized by laboratory techniques through the determination of pH, humidity, total solids (ST), volatile solids (SV), organic carbon (CO) total nitrogen (NT) and nitrogen carbon (C / N) ratio, as possible inputs in the process of digestion and co-digestion. The substrates evaluated were: Substrate 1 porcine manure Substrate 2 kitchen waste and Substrate 3: Mixture of substrate 1 and substrate 2. The results obtained showed that the total solids for the manure are in the optimum range for Biodigestion processes (15% and 49%) with a value of 33.22%, kitchen waste could present a higher methane production and results of volatile solids, which are 91% , 96%, 75.89% and 70.35%, for the substrates of kitchen waste, manure and mixture respectively.

Key words: Biodigestion, Biogas, Organic Waste, Substrates.**1 Introducción.**

El calentamiento global es un fenómeno determinado por el aumento de la temperatura promedio de la atmósfera terrestre y de los océanos. Dicho calentamiento global, está motivado por el incremento en la concentración en el aire de ciertos gases, como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nítrico, gases generados por la acción humana, en su mayoría procedentes del consumo de petróleo y carbón (Rodríguez and Mance 2009).

El cambio climático reciente ha tenido impacto generalizado en los sistemas humanos y naturales, en donde la influencia humana en el sistema climático es evidente (Gadea Rivas and Gonzalo 2019; Goel and Bhatt 2012). Lo anterior lo ratifica la Organización Meteorológica Mundial (OMM), donde informa que la temperatura en el mundo en los últimos cinco años ha sido la más cálida de la historia, registrando el año 2017 el promedio más alto de temperatura desde que se tienen registros (Organización Meteorológica Mundial 2018).

Colombia parece ser uno de los países más perjudicados, aunque solo contribuya con un 0,37 % de las emisiones mundiales (Andrade, Arteaga, and Segura 2016). El uso de energía en el país implica grandes emisiones de gases de efecto invernadero, ocasionadas por el transporte de gas natural, la quema de combustible, las despresurizaciones y las fugas en equipos. Para el 2011 Bogotá emitió entre 4,7 y 4,8 teragramos CO₂/año, lo que significa el 20% de lo emitido por toda la nación en este aspecto. Estas cifras pueden verse atribuidas a la gran producción de desechos en plazas de mercado y a la producción de carne para consumo humano, especialmente carne de cerdo.

En Colombia, para el año 2016 el consumo de carne de cerdo aumentó 9% pasando de 7,8 kg por persona en el 2015 a 8,5 kg por persona en el año 2016 (PorkColombia 2017). La producción de carne de cerdo se elevó un 4% respecto al 2016, alcanzando las 364.000 toneladas de carne. Para

este 2018, el gremio espera un aumento de la producción en torno al 6%. (Cubillos 2018)

Los inconvenientes de generación y manejo de residuos agrícolas no es solo un problema en países desarrollados, por ejemplo, en Colombia se produce diariamente 27300 toneladas de basura, de las cuales el 65% son residuos orgánicos y el 35% inorgánicos (Cardona Alzate *et al.* 2004). Los componentes que constituyen la fracción orgánica de las basuras colombianas son residuos de alimentos, papel, cartón, madera y residuos de jardín y sólo el 40% de los residuos sólidos municipales tiene un manejo adecuado, el 50% es manejado de forma indebida y el 10% es recuperado gracias al reciclaje. La descomposición de estos residuos orgánicos generan GEI que en mayor proporción son metano, sin embargo no todos los gases generan el mismo efecto y se debe tener en cuenta el potencial de calentamiento global (PCG), el cual está basado en los efectos de los gases de efecto invernadero en un horizonte temporal de 100 años como lo reportan (Boucher *et al.* 2009). El metano producido mediante la descomposición del material biodegradable, tiene un PCG a 100 años de 25, es decir, la emisión de una tonelada de metano a la atmósfera es equivalente a emitir 25 toneladas de dióxido de carbono (Rojas 2014)

Una forma de dar aprovechamiento a los residuos mencionados es mediante la descomposición anaerobia de la materia orgánica para producir biogás. El proceso de digestión anaerobia a residuos orgánicos y estiércol de cerdo ha demostrado la viabilidad técnica y versatilidad para adaptarse a diferentes condiciones (Flotats *et al.* 2001). Una forma de mejorar la eficiencia de la producción de biogás es mediante la co-digestión, usando por ejemplo residuos vegetales en combinación con estiércol de cerdo (Lattieff 2016)

Lo anterior nos permite concluir, que se deben evaluar estrategias que permitan la mitigación del calentamiento global. Por medio del presente trabajo de investigación,

se realizó una caracterización físico-química de residuos biodegradables como residuos de cocina y estiércol de cerdo, para determinar su uso potencial en la producción de gas metano mediante biodigestión y codigestión anaerobia en el Centro Agropecuario La Granja

2 Materiales y Métodos:

2.1 Sustratos:

Se seleccionaron tres tipos de sustratos de muestras recolectadas del Centro Agropecuario La Granja, identificadas de la siguiente manera: Sustrato 1 Estiércol de Cerdo (E), Sustrato 2 Residuos de cocina (RC) y Sustrato 3 mezcla de estiércol cerdo y residuos de cocina (RC+E), en una proporción 80:20 (Matuszewska *et al.* 2016). Cada uno de estos sustratos fueron utilizados para bioensayos a escala laboratorio para la obtención de biogás y de biofertilizante, mediante digestión anaerobia y co-digestión.

2.2 Determinación de parámetros físicos y químicos:

Para realizar la caracterización físico-química se midió pH, humedad, sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV), carbono orgánico (CO) y nitrógeno total (NT) (Codazzi 2007). Con las dos últimas se definió la relación carbono nitrógeno (C/N), variable importante para la definición del potencial uso como productor de biogás (Liu *et al.* 2016).

La caracterización de los sustratos, se realizó en las instalaciones del laboratorio de Suelos del Centro Agropecuario La Granja Sena Regional Tolima, el Laboratorio de Físico-Química del Centro Agroindustrial Sena Regional Quindío y en el Laboratorio de Agrosavia en el Centro de investigación Nataima. Las metodologías usadas fueron estandarizadas y se ajustaron a los procedimientos internos estándares de cada laboratorio y de cada metodología. Todas las mediciones de masa fueron realizadas en una balanza analítica de 4 cifras decimales Santorius BP221S

A las muestras de residuos de cocina se les realizó separación, molienda y homogenización. Posteriormente se realizó la caracterización de cada uno de los sustratos en los laboratorios mencionados.

Las mediciones de pH se tomaron directamente en cada uno de los sustratos con un multímetro Consort C5020 usando la metodología reportada por el Standard Methods (APHA, AWWA, and WEF 2012).

Para la medición de Humedad y sólidos totales se realizó secado en Horno Memmert a una temperatura de 105° C durante 24 horas. Pasado este tiempo se realizó el desecado y pesaje, hasta encontrar peso constante. Una vez realizado este proceso, las muestras se llevaron a mufla a una temperatura de 550°C durante dos horas. Con el peso

al final de este proceso se determinaron los sólidos volátiles (Codazzi 2007).

Para la determinación de Carbono orgánico se usó el método de Walkley and Black reportado por el (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC] 2004).

Para la determinación de NT se usó la metodología del Ideam (Rodríguez 2007). Se realizó la digestión durante dos horas. Posteriormente se realizó la destilación en el equipo para Nitrógeno Kjeldahl Büchy B-324. Después de separada la muestra se realizó la titulación hasta punto estequiométrico con indicador buffer. La adición de reactivos y la titulación se realizaron con material volumétrico clase A.

3. Resultados y Discusión:

Los resultados del presente estudio, corresponden a la caracterización de tres sustratos para la evacuación del potencial en la producción de biogás. Se realizaron las determinaciones de %ST, %SV, pH, %C, %N y C/N

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en la determinación de contenido de humedad y sólidos totales, para los tres sustratos evaluados

Sustrato	%Humedad	%ST
E	67.25	33.22
RC	86.65	13.35
RC + E	61.38	38.62

Tabla 1 Contenido de Humedad y Sólidos Totales

De acuerdo a lo reportado por (Varnero 2011) el porcentaje de sólidos totales contenidos en la mezcla, guarda especial importancia para que el proceso de biodigestión funcione adecuadamente, encontrándose que el valor obtenido para estiércol de cerdo, se encuentra en el rango óptimo en el intervalo de 15%-49%. (Berrelleza *et al.* 2016) reportaron un valor de sólidos totales para residuos de alimentos de 21.20% siendo un valor superior al encontrado para los residuos de cocina. Para los tres sustratos evaluados el %ST es superior en comparación con los obtenidos para residuos de ganado, vacas lecheras y cerdos los cuales fueron de 8.5%, 8.5% y 6.0% respectivamente. Así mismo, los resultados encontrados son inferiores en comparación con residuos de ovejas/cabras y aves de corral los cuales fueron de 30% y 20% respectivamente según lo reportado por (Scarlat *et al.* 2018). Esto demuestra la potencialidad de los sustratos propuestos para la producción de biogás.

Para el estiércol de cerdo y la mezcla de los sustratos, se encuentra una relación entre el porcentaje de contenido de humedad y sólidos totales de 2:1, en contraste para los residuos de cocina la relación es 6:1

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos en la determinación del porcentaje de cenizas y sólidos volátiles, para los tres sustratos evaluados. (Rodríguez and García 2017) mencionan que los sólidos volátiles que contiene una mezcla orgánica, en el proceso de biodigestión, teóricamente se convierten en metano.

Sustrato	%Ceniza	%SV
E	25.19	75.89
RC	12.28	91.96
RC + E	27.17	70.35

Tabla 2 Porcentaje de cenizas y Sólidos Volátiles

(Mojica *et al.* 2016; Olaya and González 2009) reportan valores de sólidos volátiles para estiércol de cerdo de 85% y 79.68% respectivamente. Para el presente trabajo se obtuvo un valor de 75.89% siendo ligeramente inferior a lo reportado.

Los sólidos volátiles indican la cantidad de material que puede ser usado como alimento para las bacterias. Para el caso de los residuos de cocina, se obtuvo un valor mayor en comparación a los demás sustratos, lo anterior se puede explicar debido a la composición bioquímica del sustrato donde es posible encontrar fuentes de azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno. (Varnero 2011)

En la Tabla 3 se presentan los valores obtenidos para la medición del pH

Sustrato	pH
E	5.84
RC	4.74
RC + E	5.48

Tabla 3 Valores de pH

Para el estiércol de cerdo, se obtuvo un pH de 5.84, para los residuos de cocina 4.74 y para la mezcla entre los dos sustratos se obtuvo un valor de 5.48. Trabajos realizados por (Olaya and González 2009; Yadvika *et al.* 2004) reportan un pH óptimo entre 6.8 – 7.2 mencionado que valores inferiores a este rango pueden causar desequilibrio en el proceso y disminución en la producción de metano.

(Guevara Vera 1996) menciona que el rango óptimo de pH en la etapa de acidogénesis para el proceso de biodigestión está entre 4.1 – 6.8, encontrándose los valores medidos en ese rango. (Berrelleza *et al.* 2016) reportaron un pH en la caracterización inicial de residuos de alimentos de 5.15, siendo un valor superior al encontrado en el presente trabajo de investigación.

En lo que respecta a los porcentajes de N, C y la relación C/N de cada uno de los sustratos, se presentan los resultados en la Tabla 4, encontrando que la relación C/N más alta

corresponde a los residuos de cocina con un valor de 36.11, siendo este valor superior según lo reportado por (Bolívar and Ramírez 2012; Li, Park, and Zhu 2011) los cuales mencionan un rango entre 20 y 30.

Sustrato	%N	%C	C/N
E	3.11	34.94	11.25
RC	1.01	36.56	36.11
RC + E	3.09	36.07	11.69

Tabla 4 Porcentaje de N, C y relación C/N

Por otra parte (Varnero 2011), menciona que valores inferiores a 8 para la relación C/N inhiben la actividad bacteriana. Las relaciones encontradas para el estiércol y la mezcla en el presente trabajo de investigación, no presentarán problemas de inhibición de actividad bacteriana, debido a que son superiores al valor reportado.

4. Conclusiones:

Los sólidos totales para el estiércol de cerdo corresponden a un valor de 33,22%, valor que se encuentra dentro del intervalo reportado como óptimo para procesos de biodigestión anaerobia, los cuales están entre 15% y 49%.

Los residuos de cocina podrían presentar una mayor producción de metano, de acuerdo a los resultados encontrados de sólidos volátiles, los cuales son de 91,96%, 75,89% y 70.35%, para los sustratos de residuos de cocina, estiércol y mezcla respectivamente.

El rango óptimo de pH para producción de metano es de 6,8 a 7,2. El estiércol de cerdo obtuvo un pH de 5,84 siendo el valor más cercano a lo establecido en la literatura, seguido de la mezcla con un valor de 5,48 y 4,74 para los residuos de cocina, por lo que se hace necesario un ajuste de pH como pretratamiento.

Los sustratos analizados durante la presente investigación, se encuentran dentro de los valores óptimos en la relación C/N. El valor más alto corresponde a los residuos de cocina con 36.11, seguido por la mezcla con 11,69 y estiércol con 11,25. Es decir, que los tres sustratos presentan una composición de biomasa adecuada para la biodigestión.

5. Referencias

- Andrade, Jair, Camilo Arteaga, and Andrea Segura. 2016. "Emisión de Gases de Efecto Invernadero Por Uso de Combustibles Fósiles En Ibagué, Tolima (Colombia)." *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 18(1):103.
- APHA, A. P. H. A., A. W. W. A. AWWA, and W. E. F. WEF. 2012. *Standard Methods. For the Examination of Water and Wastewater*. 22. edited by A. W. W. A. (AWWA) & W. E. F. (WEF American Public Health Association (APHA)).

- Berrelleza, Lorena, Francisco Armendariz, Onofre Monge, Maria Certucha, and Sergio Perez. 2016. "Generación de Biogás a Partir de Residuos Orgánicos Del Comedor de La Universidad de Sonora." Universidad de Sonora 9.
- Bolívar, Hernán Euclides and Elkin Yesid Ramírez. 2012. "Propuesta Para El Diseño de Un Biodigestor Para El Aprovechamiento de La Materia Orgánica Generada En Los Frigoríficos de Bogotá."
- Boucher, Olivier, Pierre Friedlingstein, Bill Collins, and Keith P. Shine. 2009. "The Indirect Global Warming Potential and Global Temperature Change Potential Due to Methane Oxidation." *Environmental Research Letters* 4(4):1-5.
- Cardona Alzate, Carlos Ariel, Oscar Julián Sánchez Toro, Julián Andrés Ramírez Arango, and Luis Eduardo Alzate Ramírez. 2004. "Biodegradación de Residuos Orgánicos de Plazas de Mercado." *Revista Colombiana de Biotecnología* VI(2):78-89.
- Codazzi, I. G. .. 2007. *Métodos Analíticos Del Laboratorio de Suelos*. Segunda. Colombia.
- Cubillos, Reinaldo. 2018. "Latinoamérica: Un 2018 Que Será de Expansión y Apertura de Nuevos País." Retrieved October 27, 2019 (https://www.3tres3.com/articulos/latinoamerica-un-2018-que-sera-de-expansion-y-apertura-de-nuevos-pais_38988/).
- Flotats, X., E. Campos, J. Palatsi, and X. Bonmatí. 2001. "Digestión Anaerobia de Purines de Cerdo y Co-Digestión Con Residuos de La Industria Alimentaria."
- Gadea Rivas, María Dolores and Jesús Gonzalo. 2019. "Trends in Distributional Characteristics: Existence of Global Warming." *Journal of Econometrics*.
- Goel, Anjali and Ranjana Bhatt. 2012. "Causes and Consequences of Global Warming." *International Journal Of Life Science Biotechnology and Pharma Research* 1(44):91-118.
- Guevara Vera, Antonio. 1996. "Fundamentos Básicos Para El Diseño de Biodigestores Anaeróbicos Rurales: Producción de Gas y Saneamiento de Efluentes."
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. 2004. "Norma Técnica Colombiana [NTC] 5167: Productos Para La Industria Agrícola. Productos Orgánicos Usados Como Abonos O Fertilizantes Y Enmiendas O Acondicionadores De Suelo." *Icontec Internacional* (571):1-10.
- Lattieff, Farkad Ali. 2016. "A Study of Biogas Production from Date Palm Fruit Wastes." *Journal of Cleaner Production* 139:1191-95.
- Li, Yebo, Stephen Y. Park, and Jiying Zhu. 2011. "Solid-State Anaerobic Digestion for Methane Production from Organic Waste." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(1):821-26.
- Liu, Chuanyang, Huan Li, Yuyao Zhang, and Can Liu. 2016. "Improve Biogas Production from Low-Organic-Content Sludge through High-Solids Anaerobic Co-Digestion with Food Waste." *Bioresource Technology* 219:252-60.
- Matuszewska, Anna, Marlena Owczuk, Anna Zamojska Jaroszewicz, Joanna Jakubiak Lasocka, Jakub Lasocki, and Piotr Orliński. 2016. "Evaluation of the Biological Methane Potential of Various Feedstock for the Production of Biogas to Supply Agricultural Tractors." *Energy Conversion and Management* 125:309-19.
- Mojica, Cuitláhuac, Eleazar Vidal, Belzabet Rueda, and Dulce Acosta. 2016. "Estudio de Las Características Físico-Químicas de Residuos Orgánicos Para Su Uso Potencial En La Producción de Biogás." *Artículo Revista de Energía Química y Física* Marzo 3(6):15-22.
- Olaya, Yeison and Luis González. 2009. *Fundamentos Para El Diseño de Biodigestores*. Vol. 51.
- Organización Meteorológica Mundial. 2018. "La Organización Meteorológica Mundial Confirma 2017 Como Uno de Los Tres Años Más Cálidos de Los Que Se Tienen Datos." 1. Retrieved October 27, 2019 (<https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-organización-meteorológica-mundial-confirma-2017-como-uno-de-los-tres>).
- PorkColombia. 2017. *Análisis de Coyuntura Del Sector Porcicultor Del Año 2016 y Perspectivas 2017*.
- Rodriguez, Carlos Hernan. 2007. "Nitrogeno Total En Agua Por El Metodo Semi-Micro Kjeldhl - Electrodo De Amoniac." 9.
- Rodriguez, David and Andrés Garcia. 2017. "Diseño y Construcción de Un Biodigestor Para La Producción de Biogás a Partir de Hece Caninas."
- Rodríguez, M. and Henry Mance. 2009. *Cambio Climático: Lo Que Está En Juego*.
- Rojas, José Pablo. 2014. "Residuos Sólidos y Calentamiento Global - Parte 1." *Cegesti* (254):1-3.
- Scarlat, Nicolae, Fernando Fahl, Jean François Dallemard, Fabio Monforti, and Vincenzo Motola. 2018. "A Spatial Analysis of Biogas Potential from Manure in Europe." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 94(September 2017):915-30.
- Varnero, Maria Teresa. 2011. *Manual de Biogas*. Proyecto C. Chile.
- Yadvika, Santosh, TR Sreekrishnan, Sangeeta Kohli, and Vineet Rana. 2004. "Enhancement of Biogas Production from Solid Substrates Using Different Techniques-a Review." *Bioresource Technology* 95:10.

LAS CRIPTOMONEDAS ENTRE ESPECULACIÓN, ANÁLISIS TÉCNICO Y LA TEORÍA DE LA DIVERSIFICACIÓN

Fernando De Jesús Franco Cuartas⁴

Resumen

Las recurrentes crisis financieras a lo largo de la historia del mercado de capitales, los crash y en particular la crisis subprime de finales de 2007, en contexto con el avance de nuevas tecnologías como el Blockchain, han sido el germen para la iniciativa, y creación de dinero alternativo denominado criptomonedas, producto de la pérdida de confianza hacia la divisa dominante, dólar americano, y sus respectivos pares internacionales, como la libra, euro, y el yen entre otros. La disrupción de las criptomonedas liderada de manera especial por el bitcoin, como medio de pago, según el pronóstico de sus fundadores y analistas; viene minando los cimientos de los fundamentos profundos de la economía clásica o economía racional. El volumen de transacciones de criptomonedas, sin intermediarios, soportado en la toma de decisiones no racionales sino comportamentales, financial behavior, viene creciendo a ritmo exponencial desde su primera transacción realizada en enero de 2009. El objetivo del presente trabajo es analizar el comportamiento técnico-fundamental de las principales criptomonedas de acuerdo a la teoría de la diversificación para la toma de decisiones de inversión y financiación. La investigación es analítica; en cuanto al diseño metodológico es mixta; de acuerdo al grado de abstracción es aplicada, carácter exploratorio y método deductivo; con base en la manipulación de las variables es cualitativa y cuantitativa, según la naturaleza de los objetivos es explicativa.

Los hallazgos permiten concluir que las criptomonedas pioneras son objeto de gran especulación financiera, por su alta volatilidad y ante la expectativa de un futuro más allá del monopolio, por parte de los bancos centrales, para la emisión de papel moneda, que desborda el análisis técnico y fundamental de la teoría clásica de la diversificación, pero con la promesa de convertirse en un medio de pago, aún sin cumplirse, como fue vaticinada desde la aparición el 31 de octubre de 2008, cuando una persona o grupo que se hizo llamar Satoshi Nakamoto publicó un documento llamado Bitcoin: un sistema de efectivo electrónico de persona a persona. Por último y en contraste, el objetivo primordial de las criptomonedas era, y sigue siendo, el de ofrecer una herramienta de intercambio de valor, de potencial alcance global, y de naturaleza descentralizada; en esta dirección se evidenció que, en 32 países, donde el proveedor de billeteras y plataforma de intercambio de Bitcoin más popular en Norteamérica Coinbase, existen alrededor de 25 millones de usuarios a nivel mundial.

Palabras clave: Análisis técnico, bitcoin, criptomonedas, especulación, medios de pago, teoría de la diversificación.

Abstract

The recurring financial crises throughout the history of the capital market, the crash and in particular the subprime crisis of the end of 2007, in context with the advancement of new technologies such as the Blockchain, have been the germ for the initiative, and creation of alternative money called cryptocurrencies, product of the loss of confidence towards the dominant currency, the US dollar, and their respective international peers, such as the pound, euro, and the yen among others. The disruption of cryptocurrencies led in a special way by bitcoin, as a means of payment, according to the forecast of its founders and analysts; It is undermining the foundations of the deep foundations of classical economy or rational economy. The volume of cryptocurrency transactions, without intermediaries, supported in non-rational but behavioral decisions, financial behavior, has been growing exponentially since its first transaction in January 2009. The objective of this paper is to analyze the technical behavior-fundamental of the main cryptocurrencies according to the theory of diversification for investment and financing decision making. The research is analytical; in terms of methodological design it is mixed; according to the degree of abstraction is applied, exploratory character and deductive method; Based on the manipulation of the variables, it is qualitative and quantitative, depending on the nature of the objectives is explanatory.

The findings allow us to conclude that the pioneer cryptocurrencies are subject to great financial speculation, due to their high volatility and the expectation of a future beyond the monopoly, by the central banks, for the issuance of paper money, which overflows the technical analysis and fundamental of the classical theory of diversification, but with the promise of becoming a means of payment, still unfulfilled, as was predicted since the appearance on October 31, 2008, when a person or group who called himself Satoshi Nakamoto published a document called Bitcoin: an electronic cash system from person

4. Administrador de Negocios Universidad. Esp. Finanzas, Universidad EAFIT. Instructor Centro de Servicios y Gestión Empresarial, SENA Regional Antioquia, fdjfranco@sena.edu.co

to person. Finally and in contrast, the primary objective of cryptocurrencies was, and continues to be, to offer a tool for the exchange of value, of potential global reach, and of a decentralized nature; This direction showed that, in 32 countries, where the most popular Bitcoin wallet and exchange platform provider in North America Coinbase, there are about 25 million users worldwide.

Keywords: Technical analysis, bitcoin, cryptocurrencies, speculation, payment methods, diversification theory.

1 Introducción

A pesar de las críticas modernas a la última de las globalizaciones, la tecnología es la punta del iceberg para el crecimiento económico mundial, en tal sentido, desde la época de la teoría de la diversificación de Markowitz (Franco , 2011), los inversionistas prefieren asegurar el capital minimizando la exposición al riesgo. La concepción clásica de la diversificación fue estructurada en 1952, época en la cual el londinense Alan Turing (Copeland, 2015) cimentaba las bases de la ingeniería informática. A la fecha, las criptomonedas son productos de la tecnología de bloques, blockchain, y un proceso logarítmico matemático de encriptación de la información que permite la creación descentralizada de estos criptoactivos (Arango & Barrera , 2018) como medios de acumulación de riqueza y para ser transados en el comercio internacional.

La teoría clásica de la diversificación plantea optimizar los recursos fondeados a partir de la selección de activos procedentes de diversos sectores económicos, en economías de libre mercado, pero, reguladas por entes centralizados, que ejercen políticas de carácter monopólica tipo emisión y creación secundaria de dinero, tal es el caso de las políticas crediticias ejecutadas por los bancos comerciales. La estructuración y análisis de los portafolios de inversión se realiza a través de dos escuelas, la técnica y la fundamental (Castro & Anturi , 2015). La primera implica perfiles especuladores, es decir, agentes económicos afines al riesgo, con toma de decisiones más emocionales, que el fundamento clásico de la teoría de la racionalidad económica; la segunda escuela exige un perfil conservador coberturista (León, 2017), más racional que emocional con visión de mediano y largo plazo a diferencia de la postura inmediateista y cortoplacista de los especuladores. La presencia de las criptomonedas en el mercado de capitales internacional, a la hora de estructurar portafolios de inversión en la criptoconomía, coloca en entredicho la hipótesis de la teoría de la diversificación en la medida que sus “emisores”, mejor, los criptomneros, son agentes descentralizados que se alejan de la teoría de la eficiencia débil (Ruiz & Ruiz-Robles, 2015) de los mercados financieros. Los mineros son usuarios que se aseguran de que la cadena de bloques permanezca segura y viable. De hecho, estas son ordenadores que tienen toda la cadena de bloques en el disco duro. Los mineros que controlan esto se determinan aleatoriamente y reciben una pequeña tarifa

como recompensa por el trabajo que proporcionan y para cubrir los costos de energía (bitcoin.es, 2019).

Con el propósito de contribuir al análisis, cuando se plantea la alternativa de incorporar los activos asociados a la tecnología blockchain a los portafolios de inversión (Rodríguez, Klender , Méndez, & Garza, 217), caso las criptomonedas, el presente proyecto se ha estructurado de tres fases, la primera un recorrido por la literatura de las criptomonedas y la teoría de Markowitz, luego la estructuración de un portafolio de cinco criptoactivos desde el año 2010 a julio de 2019 y, la tercera fase implica el análisis del portafolio en el contexto de la diversificación y el perfil de los millennials y demás agentes económicos presentes en los escenarios cada vez más volátiles permeados por la inteligencia artificial a través de algoritmos robóticos caso el robot humanoide con rol de trader Sofia (Eltiempo, 2018).

Marco teórico y estado del arte

El homo economicus (Varian, 2015), siempre prefiere más a menos, de ahí que a través de la historia el hombre siempre ha intentado maximizar su función de utilidad, independiente de las experiencias colectivas o contexto histórico. Desde los albores del capitalismo y, su mano invisible, puesta en escena por el padre de la Riqueza de las Naciones Adam Smith y, hasta la época actual, el dinero ha sido factor de acumulación de riqueza, medio de pago y status social. Los excedentes económicos generados por la sociedad, desde edad temprana, han irrigado todos los sectores económicos en calidad de préstamo, desde la incipiente concepción bancaria (Serrano, 2017), hasta llegar a la moderna estructura del sistema financiero internacional (Franco, 2019) con sus cuatro mercados, el monetario, divisas, OTC y el mercado de capitales en sus dos versiones, el intermediado y el desintermediado, este último, atendido por las sociedades comisionistas de bolsas aupadas en las bolsas de valores (Franco, 2012). Es en el mercado Over the Counter donde irrumpen los medios de pago alternativo, luego migran hacia el mercado de capitales desintermediado, por ejemplo, en Wall Street y, hoy por hoy en el mercado de capitales intermediado, a cargos de los bancos tradicionales, se plantean la alternativa de participar en el mercado de las criptodivisas.

De acuerdo con el portal de criptonoticias bitcoin.es el blockchain va más allá del dinero cuando afirman que:

La tecnología de Blockchain proporciona una forma para que las personas o autoridades que no confían entre sí acuerden una historia digital común. Una historia digital común es importante porque la moneda digital y las transacciones son, en teoría, fáciles de copiar. La tecnología Blockchain resuelve este problema sin la necesidad de un intermediario o agencia de confianza (Bitcoin.es, 2019).

En principio se llega a un consenso, en el sentido de que la principal diferencia entre los activos que cotizan en los principales parques del mundo financiero, radica en el factor confianza, asociado a la calificación crediticia emitida por las calificadoras internacionales de riesgo (fitchratings, 2019), cosa que está ausente por completo en las criptomonedas al carecer éstas, de un único e identificable emisor. En correlato, este GAP de desconfianza juega un rol fundamental para la especulación (Alvarez, 2015) sobre el futuro de las monedas criptográficas en la medida que se desdibuja la teoría de las expectativas puras, fundamento profundo de la economía clásica aplicada al capítulo del mercado de valores. En línea con lo anterior, en el caso puntual del bitcoin, se estima un número finito de unidades a minar (banrep, 2018) lo cual marca la diferencia frente a la formación de precios en los mercados de este título digital, he aquí otra diferencia sustancial con la emisión de dinero, en forma arbitraria, alterando la libre oferta y demanda, de parte de los bancos centrales, a la hora de estructurar la política monetaria (FMI, 2019) a escala local e internacional como el caso del dólar e impacto de forma directa en el comportamiento del precio de la divisa en los mercados. Los costos de transacción (Researchgate, 2015) en el mercado de las cripto, determinan la otra ventaja a favor de las monedas asociadas a la tecnología blockchain, pues su negociación está exenta de la intermediación como si ocurre en el mercado de las divisas convencionales.

De acuerdo con el portal de cotizaciones (finance.yahoo, 2019), tanto para los índices de Wall Street como para las Cryptocurrencies, se describe el profile del Bitcoin en los siguientes términos:

Bitcoin utiliza tecnología peer-to-peer para operar sin autoridad central ni bancos; la gestión de transacciones y la emisión de bitcoins se lleva a cabo colectivamente por la red. Aunque otras criptomonedas han aparecido antes, Bitcoin es la primera criptomoneda descentralizada: su reputación ha generado copias y evolución en el espacio. Con la mayor variedad de mercados y el mayor valor, habiendo alcanzado un pico de 18 mil millones de dólares, Bitcoin llegó para quedarse. Como con cualquier nuevo invento, puede haber mejoras o fallas en el modelo inicial, sin embargo, la comunidad y un equipo de desarrolladores dedicados están presionando para superar cualquier

obstáculo que encuentren. También es la criptomoneda más negociada y uno de los principales puntos de entrada para todas las demás criptomonedas. El precio es tan inestable como siempre y puede subir o bajar en un 10% -20% en un solo día. Bitcoin es una moneda SHA-256 POW con casi 21,000,000 monedas totales minables. El tiempo de bloqueo es de 10 minutos.

SHA (Secure Hash Algorithm) es una de las muchas funciones hash (La palabra "Hash" es un verbo inglés que traducido al español significa picar o moler, pero en el contexto de una función criptográfica significa función hash o resumen criptográfico). Una función hash es como una firma para un texto o fichero. SHA-256 es un hash de 64 dígitos hexadecimales (ejemplo, bd4526534df7b33772c2f1ee26d97c39ff11379c8848e4e19d74ad849ef66423) casi único de un tamaño fijo de 256 bits (32 bytes). Un hash solo se calcula en una dirección y no se puede decodificar de vuelta (Oroyfinanzas, 2019).

Por el lado de la criptomoneda Ethereum, la citada base de datos de finance. yahoo la describe como sigue:

Ethereum es una plataforma descentralizada que ejecuta contratos inteligentes—Con cada vez más frecuencia escuchamos ese concepto: contratos inteligentes (Smart contracts). La definición más simple al respecto es que se tratan de contratos que tienen la capacidad de cumplirse de forma automática (Criptonoticias, 2019) -: aplicaciones que se ejecutan exactamente según lo programado, sin posibilidad de tiempo de inactividad, censura, fraude o interferencia de terceros. En el protocolo Ethereum y blockchain hay un precio por cada operación. La idea general es que, para que la red transfiera o ejecute cosas, debe consumir o quemar Gas. La criptomoneda se llama Ether y se usa para pagar el tiempo de cálculo y las tarifas de transacción.

En el imaginario de los seguidores de la tecnología disruptiva Blockchain, se habla de un universo o ecosistema denominado criptomundo, hacia el cual la humanidad se dirige en los albores del siglo XXI, en tal sentido, la cantidad de criptodivisas en el planeta se ubican alrededor de mil cuatrocientas (Coinmarket, 2019) alternativas para invertir más allá del bitcoin. Una de esas alternativas en la cripto denominada NEO,

NEO es un proyecto de código abierto impulsado por la comunidad. Utiliza la tecnología blockchain e identidades digitales para digitalizar activos y automatizar la gestión de activos digitales mediante contratos inteligentes. Usando una red distribuida, su objetivo es crear una "economía inteligente". NEO (Neo, 2019) fue fundada en 2014 y de código abierto en GitHub en junio de 2015. Su MainNet se lanzó en octubre de 2016 y ha estado funcionando en capacidad estable durante dos años. Su visión de una "economía inteligente" se estableció junto con el cambio de marca del proyecto en 2017.

Desde el componente tecnológico, las criptomonedas descansan en un factor clave para la especulación financiera y, el cual tiene que ver con su fuente de emisión o generación, es decir, que la blockchain es una estructura de datos en la cual la información se agrupa en conjunto llamados bloques. Estos bloques son almacenados siguiendo una línea temporal y de forma encriptada en ordenadores conocidos como nodos. Esta información se mantiene a salvo en ellos, no puede ser borrada ni modificada (bitcoin.es, 2017).

En los mercados financieros un factor clave de éxito radica en la especulación financiera (Roldan Ortiz, 2017), entendida ésta, como la habilidad, destreza y capacidad que debe tener un agente económico, para asumir riesgos en la toma de decisiones anticipándose a los diferentes escenarios, relacionados con la formación de precios, en el presente, de los activos subyacentes disponibles en el mercado de capitales internacional, y tomar decisiones cortas o largas (Castellanos Orejuela, 2016) de acuerdo a sus expectativas. La toma de decisiones por parte de los perfiles amantes al riesgo, especuladores, en la mayoría de las ocasiones están soportadas, de manera profunda, en el análisis técnico chartista (Sierra, Duarte, & Rueda, 2015), los impactos inmediatos y de corto plazo, generados en la asimetría de formación de precios desde las variables sistémicas y no sistémicas.

Metodología

La investigación es analítica; en cuanto al diseño metodológico es mixta; de acuerdo al grado de abstracción es aplicada, carácter exploratorio y método deductivo; con base en la manipulación de las variables es cualitativa y cuantitativa, según la naturaleza de los objetivos es explicativa. El diseño metodológico parte de seleccionar, de manera aleatoria por conveniencia no probabilística, la muestra de la cotización diaria en dólares americanos USD de ocho criptomonedas, el índice SP&500, Nasdaq y el Dow Jones. Las criptomonedas seleccionadas son el Bitcoin USD (BTC-USD), Ripple USD (XRP-USD), Ethereum USD (ETH-USD), Bitcoin Cash / BCC USD (BCH-USD), Litecoin USD (LTC-USD), Binance Coin USD (BNB-USD), NEO USD (NEO-USD), Nano USD (XRB-USD). La base de datos para el bitcoin y los índices bursátiles inicia en enero primero de 2010 hasta agosto 30 de 2019; el resto de criptoactivos marcan transacciones unos a partir del 2011 y otros en 2017.

El diseño metodológico revisa la literatura pertinente a la tecnología disruptiva del blockchain; conceptos básicos del análisis técnico chartista y la teoría de la diversificación inherentes a la economía de la racionalidad. Las variables cuantitativas se obtienen de la base de datos de Coin market y finance. yahoo, luego se construye una matriz en Excel de cotizaciones de cierre históricas, matriz de rendimientos

continuos y por último matriz de primeros momentos estadísticos.

Hallazgos

De acuerdo con la información registrada en (Coinmarketcap, 2019) gráfico 1, se observa que la capitalización bursátil (García, Campuzano, Avilés, & Urdaneta, 2019) o valor de mercado es el producto de la cotización unitaria del mercado por el número de unidades en circulación a una fecha dada, en el caso del bitcoin, a la fecha de redactar estas líneas, ascendía a USD 172.6B, unidades en circulación 17.910.025 con un tope de BTC para entrar al mercado de 21 millones.

Market Cap	Volume (24h)	Circulating Supply	Max Supply
\$172.568.641.368 USD 17.910.025 BTC	\$11.017.549.545 USD 1.144.577 BTC	17.910.025 BTC	21.000.000 BTC

Gráfico 1. Indicadores financieros, Fuente coinmarket.com

De la misma fuente se observa en la gráfica 2 el top ten de las criptomonedas por capitalización de mercado liderada por el bitcoin, segundo puesto Ethereum con USD 18.4B, tercero Ripple USD11.06B, bitcoin cash en el cuarto lugar con USD 5.1B, hasta cerrar el top ten con la criptomoneda stellar con capitalización de mercado por valor de USD 1.2B y 19.4B de unidades en poder del público. Esta criptomoneda inició operaciones el 2013-07-19; es una plataforma descentralizada que tiene como objetivo conectar bancos, sistemas de pagos y personas. Integra para mover dinero de manera rápida, confiable y casi sin costo. Con el apoyo de una organización sin fines de lucro, el objetivo de Stellar es unir al mundo aumentando la interoperabilidad entre diversos sistemas financieros y monedas. Stellar es una tecnología que permite que el dinero se mueva directamente entre personas, empresas e instituciones financieras tan fácilmente como el correo electrónico. Esto significa más acceso para las personas, menores costos para los bancos y más ingresos para las empresas.

#	Name	Market Cap	Price	Volume (24h)	Circulating Supply	Change (24h)	Price Graph (7d)
1	Bitcoin	\$172,568,641,368	\$9635.31	\$11,017,549,545	17,910,025 BTC	0.30%	
2	Ethereum	\$18,366,597,693	\$170.75	\$5,714,545,767	107,565,741 ETH	1.22%	
3	XRP	\$11,059,161,758	\$0.257282	\$847,780,590	42,984,650,144 XRP *	0.00%	
4	Bitcoin Cash	\$5,071,010,553	\$282.04	\$1,096,126,748	17,979,638 BCH	2.37%	
5	Litecoin	\$4,184,881,584	\$66.26	\$2,273,575,628	63,161,712 LTC	4.00%	
6	Tether	\$4,016,346,463	\$1.00	\$13,437,648,955	4,007,869,728 USD *	-0.40%	
7	Binance Coin	\$3,306,142,157	\$21.26	\$173,825,881	155,536,713 BNB *	-1.43%	
8	EOS	\$3,005,364,901	\$3.23	\$1,325,756,183	929,934,835 EOS *	-0.74%	
9	Bitcoin SV	\$2,303,363,452	\$129.00	\$277,080,656	17,854,986 BSV	0.34%	
10	Stellar	\$1,217,147,104	\$0.061975	\$80,216,194	19,639,376,193 XLM *	-0.75%	

Gráfica 2. Top 10 Criptomonedas por Valor de Mercado.Fuente coinmarketcap.com

La criptomoneda Litecoin debuta en el ecosistema cripto el 13 de octubre de 2011, Litecoin LTC: proporciona confirmaciones de transacciones más rápidas (2.5 minutos en promedio) y utiliza un algoritmo de prueba de trabajo de minería basado en memoria y cifrado para apuntar a las computadoras y GPU normales que la mayoría de las personas ya tiene, que son sus principales diferencias con Bitcoin. La red Litecoin está programada para producir 84 millones de unidades monetarias con una recompensa a la mitad cada cuatro años, al igual que Bitcoin. La moneda fue creada por un empleado de Google, Charles Lee. Litecoin ocupa el segundo lugar después de Bitcoin y ha generado numerosos clones; sin embargo, tiene una base sólida de soporte y un equipo de desarrollo dedicado.

La gráfica 3 muestra que en lo corrido de 2019 YTD, el Litecoin ha sumado riqueza a sus inversionistas en 109.25% mientras que el patrimonio causado de los tenedores de Bitcoin se ha incrementado en 152.94%.



Gráfica 3 YTD comportamiento Litecoin y el Bitcoin. Fuente finance. yahoo

El Bitcoin Cash (BCH) es una versión bifurcada del Bitcoin original. Es similar a bitcoin con respecto a su protocolo; Prueba de trabajo de hash SHA-256, suministro de 21,000,000, mismos tiempos de bloque y sistema de recompensa. Sin embargo, dos diferencias principales son los límites de tamaño de bloque, a partir de agosto de 2017 Bitcoin tiene un límite de tamaño de bloque de 1 MB, mientras que BCH propone bloques de 8 MB. Además, BCH ajustará la dificultad cada 6 bloques en comparación con los bloques de 2016 como con Bitcoin.

En la gráfica 4 se establece un comparativo, entre las cotizaciones del bitcoin cash y su progenitor bitcoin, en lo corrido del 2019 donde se observa una capitalización del 75.37% del bitcoin cash contra una valorización del bitcoin del 155.49%.

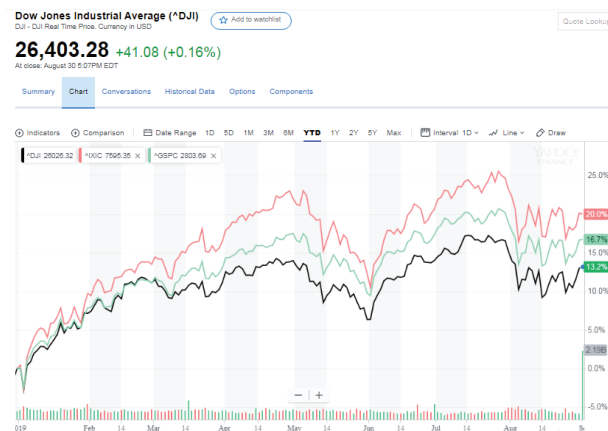
Bitcoin Cash es una propuesta del grupo minero viaBTC y del grupo minero Bitmain para llevar a cabo un UAHF

(Hard Fork activado por el usuario) el 1 de agosto a las 12:20 pm UTC. Rechazaron el consenso acordado (también conocido como BIP-91 o SegWit2x) y han decidido bifurcar la cadena de bloques original de Bitcoin y crear esta nueva versión llamada "Bitcoin Cash". Los propietarios de BTC pueden reclamar Bitcoin Cash que tienen sus claves privadas o almacenan sus Bitcoins en un servicio que dividirá BCH para el cliente.



Gráfica 4. YTD del Bitcoin y el Bitcoin Cash. Fuente finance. Yahoo

Los hallazgos al comparar los YTD de los índices de Wall Street gráfica 5, Dow Jones 13.2%, SP&500 16.7% y Nasdaq con 20.0% contra los 153.13% de rendimientos del Bitcoin desde enero de 2019 a la fecha YTD gráfica 6.



Gráfica 5. YTD Indices Wall Street. Fuente finance. Yahoo



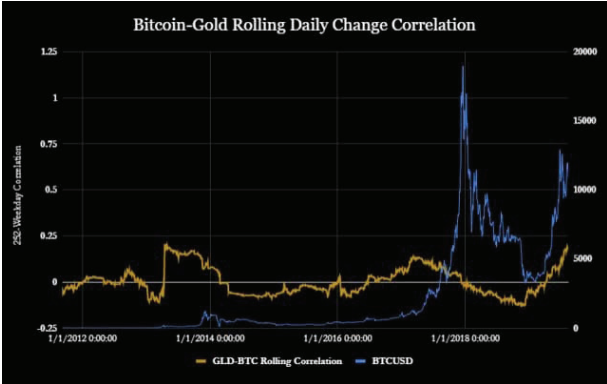
Gráfica 6. YTD Indices Wall Street y el Bitcoin. Fuente Finance.yahoo

El análisis sobre la gráfica 7 es evidencia técnica de la correlación inversa entre el comportamiento de las cotizaciones de cierre histórica diaria entre el índice industrial Dow Jones y el Bitcoin. Lo anterior significa que cuando la bolsa de Nueva York cae, se registra un fuerte movimiento alcista en la criptomoneda.



Gráfica 7. Correlación inversa entre las cotizaciones del Dow Jones y el Bitcoin de enero 1 de 2010 a agosto 31 de 2019. Fuente Finance.yahoo

Las criptomonedas encabezadas por el Bitcoin no sólo están retando a los medios de pago tradicional, sino que con fuerza se convierten en activos refugios frente a las reiteradas crisis inducidas del capitalismo y, es así que el Bitcoin empieza a competir con el activo refugio del capitalismo moderno como el material precioso del oro, al mostrar correlación negativa como se ilustra en gráfica 8.



Gráfica 8. Correlación negativa entre el oro y el Bitcoin. Fuente criptonoticias.com

Los rendimientos promedios diarios en lo corrido de 2019 se resumen en la tabla 1, donde merece resaltar que sólo el patrimonio causado en la criptomoneda Ripple se ha disminuido en 26.85% en lo corrido del 2019 hasta el 31 de agosto de 2019; de resto todas las monedas criptográficas, han avanzado de manera significativa en lo recorrido del presente año, siendo Ethereum la líder con 171.48%, luego Bitcoin con 155.5% y en tercer lugar Litecoin con 109.3%. Cabe enfatizar que los rendimientos YTD de los índices analizados son inferiores a los rendimientos de las crypto analizadas, excepto, a los rendimientos de Ripple que fueron negativos, los rendimientos de NEO que fueron 8.60% y a los de Nano con un 4.28%.

Especie	DJI	SP&500	Nasdaq	Bitcoin BTCcash	BTCcash
YTD 2019	13,2%	16,7%	20,0%	155,5%	75,4%
Litecoin	109,3%	171,48%	-26,85%	21,68%	8,60%
Ethereum					4,28%
Ripple					
Binance					
Neo					
Nano					

Tabla 1. Resumen YTD índices y criptomonedas. Elaboración propia con datos de finance. Yahoo

Ahora, con base en los primeros momentos estadísticos (Alonso & Berggrum, 2017) tabla 2, se determina que los rendimientos diarios promedio históricos del bitcoin 0.4% lo cual permite inferir que los rendimientos diarios promedio históricos del Dow Jones y el SP&500 0.04%, representan el 10.3% de los rendimientos diarios del Bitcoin y, los rendimientos diarios promedio históricos del índice Nasdaq 0.05% equivalen al 13.9% de los rendimientos diarios del Bitcoin. Por volatilidad de los rendimientos diarios históricos promedio, los índices bursátiles en Wall Street son

más seguros 0.9%, 0.9% y 1.1% de manera respectiva para el Dow Jones, el Standard and Poor y el índice tecnológico Nasdaq; mientras el bitcoin determina una volatilidad de los rendimientos diarios históricos promedio de 6.7% pero, por riesgo marginal de los rendimientos diarios históricos promedio, la criptomoneda analizada en este apartado resulta ser menos volátil por unidad de rendimiento adicional 18.2 veces comparado con 24.1 del SP500, el Dow Jones con 23.8 veces y el Nasdaq con 21.3 veces.

Estadísticos	DJI	SP500	Nasdaq	BTC
E(Ri)	0,04%	0,04%	0,05%	0,4%
Vol. (Ri)	0,9%	0,9%	1,1%	6,7%
Vol. (FCI)	4.895,3	561,6	1.783,1	3.275,4
RM(Ri)	23,8	24,1	21,3	18,2

Tabla 2. Primeros Momentos Estadísticos de enero de 2010 a agosto 31 de 2019.
Elaboración propia con datos de finance. Yahoo

Para finalizar este apartado de los hallazgos vale la pena mencionar, citando a la analista y bróker de mercado (Andreína, 2019) que

El repentino avance de China en materia de criptomonedas tal vez nos ha hecho pensar que es la única nación interesada en dicha tecnología, pero estamos equivocados. De hecho, recordemos que no es el primero en hacerlo y probablemente no sea el único. En los últimos años los avances en el cripto universo le han abierto los ojos a las naciones sobre el potencial que existe en la tecnología, por lo que países como Rusia, Irán y el Reino Unido han informado que se encuentran estudiando lo detenimiento la criptografía y la Blockchain.

En sí estos países no están interesados en una criptomoneda, sino en una stablecoin emitida por el banco central del país. Los intereses detrás de cada una de las iniciativas han sido particulares, algunos incluso solo los mueve el hecho de eludir las sanciones por parte de Estados Unidos.

En cuanto a la penetración de mercado (criptonoticias, 2019) de las criptomonedas se puede citar las tiendas online como Money Pro Services que acepta pagos en bitcoin, ether, litecoin para el pago de remesas. Soluciones Online permite pagos de cuentas de Netflix, compras en Steam, Battle.Net y Origin. GSM Solutions es una tienda irlandesa que centra su mercado en electrónica y acepta pagos con tarjetas de crédito, PayPal y bitcoin. En ella se pueden adquirir desde accesorios y complementos para celulares, como tarjetas SD, SIM y audífonos, hasta fuentes de poder de laptops y consolas de videojuegos. Amagi Metal, los productos que se venden en esta tienda online pertenecen a un sector muy particular: oro, plata y metales base. Amagi Metals cuenta con un catálogo variado de productos que van desde monedas de oro, plata y cobre, hasta balas de plata coleccionables. JJ Games, esta tienda se especializa en la venta de videojuegos y consolas usadas, ofreciendo a sus usuarios la oportunidad

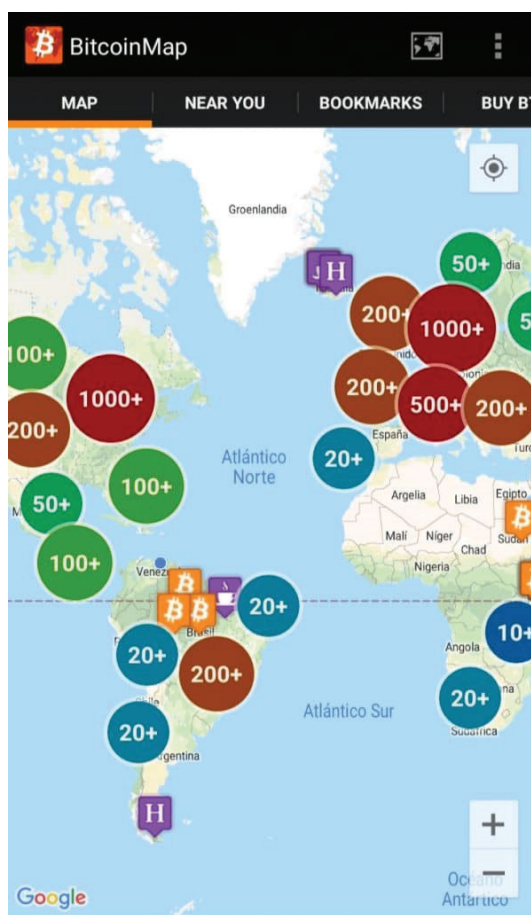
de conseguir alguno de los productos ya mencionados de segunda mano, a un menor precio; acepta pagos con tarjetas de crédito, PayPal y bitcoin.

Para ubicar las tiendas físicas que aceptan bitcoin se puede consultar CoinMap (criptonoticias, 2019),

Es uno de los portales de Internet más utilizados para consultar tiendas físicas en países de América Latina como Colombia, Argentina, Venezuela, Chile o México, que aceptan bitcoin. La página funciona con un mapa virtual del mundo y un buscador. De esta manera, los usuarios pueden introducir el nombre de un país, ciudad o tienda para consultar las posibilidades de pago. La página web BTC Pay Directory se destaca por registrar información de tiendas en línea que aceptan pagos en bitcoin.

Para ubicar criptolugares gráfica 9, basta con entrar a la aplicación móvil BitcoinMap,

Es una de las aplicaciones mejor posicionada en Google Play Store para buscar tiendas que aceptan bitcoin. La plataforma, al igual que CoinMap, trabaja con un mapamundi en donde muestra cuántas tiendas están habilitadas por país. Los usuarios pueden recorrer las ofertas por región o utilizar el GPS para ubicar los establecimientos más cercanos. Otra manera de conocer lugares donde aceptan pagos en bitcoin es utilizando las plataformas de startup especializadas en pagos con criptomonedas. Un ejemplo de ello es Pundix, firma que se ha encargado de manufacturar puntos de venta para criptomonedas y facilitar servicios para el procesamiento de pago.



Gráfica 9. Mapa de lugares crypto. Fuente: criptonoticias.com

Conclusiones

Las criptomonedas y, en particular el Bitcoin, de acuerdo con el análisis técnico estadístico, según la tabla 2, son más seguras para invertir desde la volatilidad por unidad de rendimiento adicional, léase riesgo marginal y de paso pudiendo aumentar el sharpe ratio de una cartera de activos financieros en forma eficiente

Pero, sus altos rendimientos promedios diario histórico, están en función de la especulación en tanto el Bitcoin es un activo que se transa el mercado de futuros en la bolsa de Chicago según lo plantea (Urzúa, 2017); al igual que el Bitcoin, el Binancecoin se transa en los mercados mostrador para grandes y pequeños bróker OTC – Over the Counter, donde las partes acuerdan la forma de liquidación de un instrumento -,

Board of Exchange (CBOE) y en el Chicago Mercantile Exchange (CME), con una diferencia operativa. En el CBOE el precio del futuro de Bitcoin es por contratos de 1 Bitcoin y se hace el mark to market, contra el precio que entrega Gemini, mientras que el precio de futuros de Bitcoins en el

CME, es por contratos de 5 Bitcoins y el mark to market se hace con una estimación propia del precio ocupando los valores spots de varias criptomonedas.

Una de las razones con peso para la especulación financiera, con las criptodivisas se ubica en el grado alto de correlación inversa overnight entre los índices y en particular el Bitcoin, convirtiéndose en un instrumento para realizar asset allocation y diversificar los portafolios.

La emisión final será de 21 millones de Bitcoins: Los Bancos centrales pueden controlar la inflación manejando la emisión de la moneda que emiten, esto termina por apreciar o depreciar el valor de la moneda con respecto a otras, como el bitcoin es una criptomoneda con una cantidad de emisión fija de bitcoins, el valor de la moneda absorberá todos los shocks inflacionarios, haciendo que la moneda se ajuste al alza o a la baja dependiendo de cómo se muevan las expectativas de inflación.

El trabajo realizado y los hallazgos sugieren que el mayor riesgo a correr, he aquí otro factor clave para la especulación de parte de los perfiles arriesgados, al invertir en las criptomonedas, radica en la monetización de divisas hacia el domicilio del inversionista y el vacío normativo que, en muchos países como el caso de Colombia, negociar con las denominadas criptomonedas no es ilegal ni legal. Es de advertir que la toma de decisiones, cortas o largas (Ortiz, Raúdez, & Yasaira, 2018) en el mercado de criptodivisas, exige una tolerancia alta hacia el manejo del riesgo y habilidades y destrezas que deben guiar las decisiones financieras de parte de actores profesionales del mercado financiero local e internacional.

Por último, al revisar la literatura sobre el ecosistema crypto y la disrupción tecnológica del blockchain, se encontró que los millennials y centennials, caracterizados por su escepticismo económico clásico y, dado que son nativos tecnocráticos, le están apuntando a la destrucción creativa (amazon, 2019) como lo planteó Schumpeter.

A manera de provocación la criptografía viene minando los cimientos de la teoría de la diversificación de Markowitz, dada su emisión descentralizada al emitir cada nueva criptomoneda.

Bibliografía

- Alonso, J., & Berggrum, L. (2017). Introducción al análisis de riesgo financiero. Cali: Universidad ICESI.
- Alvarez, A. (2015). Análisis bursátil con fines especulativos. México: Limusa.
- amazon. (31 de agosto de 2019). <https://www.amazon.es/Joseph-Schumpeter>. Obtenido de <https://www.amazon.es/Joseph-Schumpeter-Innovaci%C3%B3n-destrucci%C3%B3n-Biblioteca/dp/8493616230>

- Andreína, I. (31 de agosto de 2019). <https://bitcoin.es/actualidad/que-paises-planean-implementar-una-criptomoneda-china-no-es-el-unico/>. Obtenido de https://bitcoin.es/actualidad/que-paises-planean-implementar-una-criptomoneda-china-no-es-el-unico/?utm_medium=notifications&utm_source=onesignal
- Arango, C., & Barrera, M. (31 de mayo de 2018). Criptoactivos. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- banrep. (5 de septiembre de 2018). <http://www.banrep.gov.co/>. Obtenido de http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/documento-tecnico-criptomonedas.pdf
- bitcoin.es. (17 de enero de 2017). <https://bitcoin.es/noticias/que-es-blockchain>. Obtenido de https://bitcoin.es/noticias/que-es-blockchain-entiende-de-una-vez-de-que-se-trata/#Tecnologia_Blockchain
- bitcoin.es. (5 de agosto de 2019). <https://bitcoin.es/noticias/que-es-blockchain>. Obtenido de https://bitcoin.es/noticias/que-es-blockchain-entiende-de-una-vez-de-que-se-trata/#Tecnologia_Blockchain
- Bitcoin.es. (25 de abril de 2019). <https://bitcoin.es/noticias/que-es-blockchain>. Obtenido de https://bitcoin.es/noticias/que-es-blockchain-entiende-de-una-vez-de-que-se-trata/#Tecnologia_Blockchain
- Castellanos Orejuela, J. (2016). Implicaciones de asumir constante la tasa libre de riesgo y la volatilidad en el modelo binomial para valoración de opciones. *ebscohost*, 67 -100.
- Castro, A., & Anturi, R. (15 de diciembre de 2015). El análisis técnico y fundamental en un contexto de globalización. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329980277_
- Coinmarket. (17 de junio de 2019). <https://coinmarketcap.com/>. Obtenido de <https://coinmarketcap.com/>
- Coinmarketcap. (31 de agosto de 2019). <https://coinmarketcap.com/>. Obtenido de <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>
- Copeland, B. (2015). Alan Turing: El pionero de la era de la información. México: Turner.
- Criptonoticias. (23 de mayo de 2019). <https://www.criptonoticias.com/>. Obtenido de <https://www.criptonoticias.com/criptopedia/que-son-contratos-inteligentes-blockchain-criptomonedas/>
- criptonoticias. (19 de julio de 2019). <https://www.criptonoticias.com/comunidad/adopcion/sabes-donde-aceptan-bitcoin-portales-tiendas-cercanas/>. Obtenido de <https://www.criptonoticias.com/comunidad/adopcion/sabes-donde-aceptan-bitcoin-portales-tiendas-cercanas/>
- criptonoticias. (29 de marzo de 2019). <https://www.criptonoticias.comunidad>. Obtenido de <https://www.criptonoticias.com/comunidad/adopcion/sabes-donde-aceptan-bitcoin-portales-tiendas-cercanas/>
- Eltiempo. (29 de julio de 2018). <https://www.eltiempo.com/>. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/sophia-la-robot-humanoide-llego-a-medellin-249650>
- finance. yahoo. (29 de Julio de 2019). <https://finance.yahoo.com/calendar>. Obtenido de <https://finance.yahoo.com/quote/%5EDJI?p=^DJI>
- fitchratings. (27 de mayo de 2019). <https://www.fitchratings.com/colombia>. Obtenido de <https://www.fitchratings.com/>
- FMI. (19 de marzo de 2019). <https://www.imf.org/>. Obtenido de <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2009/09/pdf/basics.pdf>
- Franco, F. (2011). Portafolio de inversión de los bancos–Deuda pública en TES, Yanquis–y el igbc® 2011. *Económicas CUC*, 53–66.
- Franco, F. (2012). La Bolsa de Valores de Colombia, espacio temporal y la World Federation of Exchanges–WFE. *Económicas CUC*, 157 -172.
- Franco, F. (27 de junio de 2019). *gacetafinanciera*. Obtenido de <http://www.gacetafinanciera.com/educating/>
- García, E., Campuzano, J., Avilés, P., & Urdaneta, A. (2019). Hechos estilizados del mercado de criptomonedas desde el enfoque de la eficiencia marginal del capital. *Visionario digital*, 228–244. Obtenido de Hechos estilizados del mercado de criptomonedas desde el enfoque de la eficiencia marginal del capital.
- León, G. (3 de octubre de 2017). <https://www.researchgate.net>. Obtenido de <https://www.researchgate.net/search.Search.html?type=researcher&query=perfil%20inversionista>
- Neo. (15 de agosto de 2019). <https://neo.org/>. Obtenido de <https://neo.org/>
- Oroyfinanzas. (9 de junio de 2019). <https://www.oryfinanzas.com/>. Obtenido de <https://www.oryfinanzas.com/2014/01/algoritmo-sha-256-protocolo-bitcoin-secure-hash-algorithm/>
- Ortiz, R., Raúdez, A., & Yasaira, M. (19 de enero de 2018). Administración de Riesgo y Teoría de Cartera. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/7857/>
- Researchgate. (31 de octubre de 2015). <https://www.researchgate.net/>. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/283298194_
- Rodríguez, M., Klender, A., Méndez, A., & Garza, H. (2017). Análisis de portafolio por sectores mediante el uso de algoritmos genéticos: caso aplicado a la Bolsa Mexicana de Valores. *Contaduría y Administración*, 87–112.

- Roldan Ortiz, E. (21 de Julio de 2017). <http://repository.udem.edu.co/handle/11407/1125>. Obtenido de <http://repository.udem.edu.co/handle/11407/1125>
- Ruiz, P., & Ruiz-Robles, B. (2015). La hipótesis de eficiencia y la modelación de series bursátiles mexicanas: un análisis multivariado. *Economía informa*, 28–57.
- Serrano, J. (2017). *Mercados Financieros*. Bogotá: Unidandes.
- Sierra, K., Duarte, J., & Rueda, A. (2015). Predictibilidad de los retornos en el mercado de Colombia e hipótesis de mercado adaptativo. *Estudios Gerenciales ICESI*, 411 -418.
- Urzúa, O. (29 de diciembre de 2017). <https://tecnologiaeconomia.com>. Obtenido de <https://tecnologiaeconomia.com/opinion/3-razones-para-comprar-y-3-razones-para-no-comprar-bitcoins>
- Varian, H. (2015). *Micro economía*. Bogotá: Alfaomega.

REVISIÓN PROPAGACIÓN *IN VITRO* CON MEDIOS ARTESANALES DE PIÑA EN PLANTAS DE LA ESPECIE *Musa balbisiana* EN EL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

Elizabeth Marcela Guerrero Guerrero , Jessy Yulith Guevara Arrieta

RESUMEN

El banano y el plátano pueden ser propagados por medios de cormos o colinos, a través de micro propagación in vitro, técnica en la cual se emplean medios de cultivo de diferentes inóculos en los cuales se logran destacar los artesanales utilizando componentes orgánicos agua de coco, jugo de piña entre otros, los cuales de acuerdo a la revisión de literatura son eficientes ya que aportan nutrientes y vitaminas para el desarrollo de explantes. siendo estos medios de cultivos una alternativa diferente, eficiente y de bajo costo para la propagación in vitro de plátano.

Palabras claves: in vitro, cultivos, biotecnología.

INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa acuminata*) y el plátano (*Musa balbisiana*) son propios del suroeste de Asia, y su cultivo se ha difundido a extensas zonas de América Central y Sudamérica, convirtiéndose en uno de las principales frutas dentro de la base alimenticia de las personas, gracias a su gran contenido nutricional de potasio, hierro y vitaminas, es muy importante como fuente alimenticia de las personas (Garrido *et al.*, 2011; Simmonds, 1973).

En el 2017 Colombia reportó excelentes rendimientos en producción de banano y plátano principalmente en los departamentos de Arauca con el 16%, Antioquia y Meta con el 11%, Choco con el 7% y Valle del Cauca con el 6%. (AGRONET 2017).

El consumo del plátano como alimento ha venido incrementando, lo que implica la necesidad de mejorar sus rendimientos, calidad y fomentar su rápida multiplicación mediante el desarrollo y transformación de tecnologías (Dejo, Teresa, Lluén, & Yasmi, 2019).

El avance alcanzado por las ciencias biológicas ha permitido en los últimos años el estudio detallado de las plantas tanto a nivel celular como molecular, y en condiciones de laboratorio es posible actualmente reproducir todos los

factores que puedan incidir en el crecimiento y desarrollo de las plantas a través del cultivo in vitro (Castillo, 2004).

Las técnicas de cultivo de tejidos vegetales en musáceas mediante yemas apicales de hijuelos, constituyen una de las prácticas más importantes de la biotecnología para la obtención de grandes volúmenes de plantas de bananos y plátanos libres de plagas y enfermedades fúngicas y bacterianas (Castro *et al.*, 2002) así como para la propagación clonal de plantas sanas, por su estabilidad genética y en la conservación e intercambio de germoplasma (Hoyos *et al.* 2008; Ramírez *et al.* 2008).

La micro propagación, se realiza a partir de un fragmento de una planta madre, de la cual obtiene una descendencia uniforme, con plantas genéticamente idénticas, denominadas clones. El explante más usado para los procesos de propagación in vitro son las yemas vegetativas de las plantas (Castillo, 2004).

Las sustancias de origen orgánico, utilizadas como medios de cultivo se ha convertido en una alternativa viable de acuerdo a su producción a bajo costos por la disponibilidad de los componentes de estos medios y su fácil preparación (García *et al.*, 1993).

La propagación in vitro de clones de *Musa acuminata* generalmente se la realiza por meristemos apicales extraídos

de los cormos provenientes de la planta madre, debido a que estos meristemos tienen un crecimiento longitudinal y por su totipotencia (Ortega *et al.*, 2010).

Este revisión busca recopilar datos actualizados de micropropagación relacionados con el uso de medios artesanales in vitro.

MARCO TEÓRICO

Los medios de cultivo tienen una serie de componentes generales y específicos cuya presencia y concentración estará en dependencia del objetivo que se persiga en su utilización, estos están constituidos por sustancias minerales, vitaminas, aminoácidos, azúcares, reguladores de crecimiento y otros elementos los cuales proporcionan los nutrientes necesarios que la planta necesita, para el crecimiento de células, tejidos y órganos para lograr el desarrollo de los mismos (Cáceres, Etcheverría, & Padola, 2019).

Según Restrepo *et al.*, (2016) los reguladores de crecimiento son compuestos sintetizados de forma natural por las plantas, los cuales influyen en el crecimiento y desarrollo, en la actualidad se han desarrollado de forma sintética, los cuales se adicionan en los medios de cultivo, algunos de los reguladores de crecimiento más utilizados en los cultivos in vitro son: las auxinas, en general producen la elongación celular y expansión de los tejidos, proliferación celular e inducción de morfogénesis, desarrollo de raíces adventicias y dominancia apical, algunos ejemplos son: Ácido indol acético (AIA), ácido indol butírico (IBA), ácido naftalenacético (ANA), ácido 2,4-diclorofenoxyacético (2,4D); las citoquininas en combinación con auxinas determinan diferentes respuestas morfológicas como la promoción de división celular y organogénesis y estimulan el crecimiento y desarrollo de las vitroplantas, algunos ejemplos son: Bencilaminopurina (BAP), kinetina, 2-Isopenteniladenina (2iP), zeatina y tidiazuron (TDZ); las giberelinas inducen la elongación de entrenudos, crecimiento de meristemos y yemas, rompe la dormancia de yemas o embriones, además inhibe la formación de raíces adventicias, algunos ejemplos son: giberelinas (GA3).

Los medios de cultivo artesanales son una forma de propagación más económica, se ha demostrado en otros estudios su eficiencia, uno de los componentes utilizados para la micropropagación es el agua de coco un promotor de crecimiento vegetal, contiene compuestos orgánicos como citoquininas. (Yong *et al.*, 2009) La adición de componentes orgánicos como el jugo de piña al medio de cultivo ejerce un efecto benéfico en la germinación y el desarrollo de tejidos celulares, estos son ricos en energía, vitaminas, aminoácidos y fitohormonas. (Kitsaki *et al.*, 2004; Yam *et al.*, 2009; Yong *et al.*, 2009; Nongrum *et al.*, 2007; Abbas *et al.*, 2011) reportan

que la adición de estos aditivos orgánicos al medio Murashige and Skoog mejora la eficacia (Salazar *et al.*, 2013).

García *et al.*, (2008) afirma que con diferentes concentraciones de MS adicionando 20 y 40 mL.L-1 de extracto de Aloe vera en la micropropagación del plátano FIAH 18 obtuvo vitro plantas con buena respuesta con respecto al enraizamiento en la micropropagación del plátano FIAH 18.

Otros autores encontraron que el medio de cultivo más eficiente para la germinación de híbridos de Phalaenopsis Orchidaceae a las 18 semanas de cultivo fue el Murashige & Skoog (MS) suplementado con agua de coco, y jugo de piña con diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$: Tukey HSD) MS suplementado con jugo de piña (MS+JP), MS con agua de coco (MS+AC) (Salazar *et al.*, 2013).

Los medios de cultivo se preparan con agua de coco, tomate, banano, piña y zanahoria los cuales proporcionan antioxidantes, vitaminas y hormonas. Se puede agregar como fuente de carbono azúcar de mesa, y como gelificante se puede agregar gelatina sin sabor. Para realizar medios de cultivos artesanales con tomate se necesitan, 250 g de tomate maduros, hacer una pasta y colar, gelatina sin sabor, 15 g de azúcar, 4 comprimidos de Tiamina (Vitamina B1) de 300 mg y 900 ml de agua esterilizada (Thomas, 2008).

La adición de compuestos orgánicos es de suma importancia para el desarrollo y aclimatación de plántulas de Stanhopea tigrina, estos compuestos favorecen en gran medida el crecimiento, así como la formación de raíces y pseudobulbos por la alta concentración de azúcares, aminoácidos, antioxidantes, minerales, ácidos orgánicos y agentes promotores del crecimiento. Las mejores respuestas se obtuvieron al agregar al medio MS un 12% de agua de coco y un 10% de pulpa de plátano en 90 días se obtuvieron plantas mayores a 7 cm, con suficientes raíces y pseudobulbos para garantizar una alta tasa de sobrevivencia (Moreno *et al.*, 2007).

García *et al.*, (1993) elaboró medios de origen orgánico de la siguiente manera: se pesaron 400 g del sustrato básico (papa, banano, o zanahoria), luego se licuo y filtro. Posteriormente se adiciono 30 g de sacarosa y 12 g de yema de trigo como gelificante a cada uno. La sustancia resultante se diluyo con agua destilada hasta complementar un litro y su pH se ajustó a 5.8. Este estudio demuestra que el medio con papa, comparado con el medio M.S, acortó el proceso de germinación en 60 días, lo que provocaría una disminución de costos de producción al disminuir el tiempo necesario para la germinación y desarrollo. Además, el porcentaje de germinación fue mayor que en los demás tratamientos.

Se evaluaron diferentes medios artesanales en orquídeas: plátano, tomate, tomate + zanahoria. Adicionalmente evaluaron el jugo de vegetales, compuesto por agua y

jugos concentrados de tomate, zanahoria, remolacha, apio, perejil, puerro, lechuga, espinaca, sales (menos del 2%), ácido ascórbico y ácido cítrico. En la preparación de los medios; los tomates y las zanahorias se lavaron con agua destilada, se pelaron y fueron sumergidos en una solución de Citrosan a una razón de 3 mL.L-1 de agua durante 15 minutos y no se enjuagaron. Se utilizó licuadora para obtener pulpas, que fueron depositadas en tubos cónicos de 50 ml. Se sometieron a centrifugación a 4700 rpm durante 5 minutos se esterilizaron a 121°C, 15 libras de presión durante 15 minutos Posteriormente, se taparon con papel film y se almacenaron a temperatura ambiente sometidas a un régimen de fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Obteniendo un porcentaje de germinación del 25%, tomate del 0%, tomate + zanahoria del 25% y plátano del 50%. (Montoya *et al.*, 2017)

Otros investigadores obtuvieron buenos resultados en el cultivo de embriones aislados de *Datura stramonium* en un medio enriquecido con agua de coco, fue rápidamente adoptado (Overbeek *et al.*, 1941)

Dentro del contexto y de acuerdo a los estudios realizados por Overbeek *et al.*, 1941, se encontró que diversos tejidos o tipos de planta, responden de forma diferente a varios suplementos tal es el caso de agua de coco en papa y el extracto de malta en la cebada o la aplicación del gel de Aloe vera como una fuente alternativa de reguladores.

También, la combinación de 2,4-D con agua de coco, mostró un sorprendente efecto en la estimulación del crecimiento de tejidos cultivados de zanahoria y papa. (Caplin 1948).

El uso del agua de coco y de 2,4-D en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) y del agua de coco con ANA en las monocotiledóneas, fueron otros progresos importantes. Muchos investigadores encontraron que el extracto de malta de cebada era benéfico como un suplemento, ya que ha demostrado ser una fuente estimuladora de algunos tejidos. El análisis de los resultados de estas pruebas, refuerza el hecho de que diversos tejidos responden diferentemente a varios suplementos. (García 2000; Steward 1951; Morel 1951)

Por su parte, el gel de Aloe vera ha demostrado su eficacia en la sustitución de reguladores sintéticos en medios de cultivos para el enraizamiento in vitro de plantas medicinales y frutales. El mejor comportamiento, particularmente con relación a la formación de raíces, superando incluso a los reguladores usados tradicionalmente como control, lo que demuestra la posible presencia de actividad auxínica en el mismo. (Rodríguez 2004; Rodríguez H., 2006).

También se puede elaborar otro tipo de medios para el crecimiento micelial los autores elaboraron cuatro medios de

cultivo. Todos se prepararon con 11% de extracto de malta, 27% de agar bacteriológico, 5% de extracto de levadura y 57% de suplemento en 1L de agua destilada. A cada medio se le agregó el suplemento a evaluar: polvo de madera de encino (*Quercus sp.*) (MEA), polvo de paja de trigo (*Triticum aestivum L.*) (MTA) y polvo de madera de eucalipto (*Eucalyptus sp.*)(MEUA), se mezclaron por separado y esterilizaron durante 15 min a 121°C. Adicionalmente se preparó medio de extracto de malta agar como testigo (MEMA). (Gaitán, 2005).

El autor Hernández *et al.*, (2014) escogió yemas vegetativas de la inflorescencia y cormos de nardo medio de cultivo Murashige y Skoog adicionadas con 50 ml. L-1 de agua de coco, 20 g de sacarosa y 6.4 g de agar con el pH ajustado a 5.7 se le adiciono BAP, ANA, 2,4-D, AIA y cinetina, los medios fueron servidos en 20 ml en frascos de 100 ml de capacidad. La esterilización del medio se realizó en autoclave, durante 15 minutos y 1.05 kg/cm² de presión Los explantes se incubaron a 26–29 °C de temperatura y fotoperiodo de 16 horas. Cada mes los cultivos fueron evaluados y subcultivados en medio de cultivo fresco durante un periodo de cuatro meses.

Para la producción de esporas de *Trichoderma* en medios líquidos estáticos, otros autores utilizaron como ingrediente principal harina de plátano, la cual fue preparada a partir de la pulpa del fruto y además se utilizaron agar papa glucosa líquida, soluciones de melaza, levadura y úrea 0,1%.

REFERENCIAS

- AGRONET. 2017. Área sembrada, área cosechada, producción y rendimiento del cultivo del plátano principales municipios productores. Recuperado de: https://www.agronet.gov.co/Documents/3-PL%C3%81TANO_2017.pdf
- Abbas. B., Heningtyas. F., Amriati. B. 2011. In vitro seeds germination and plantlets development of *Grammatophyllum scriptum* Lindl. (Orchidaceae). International Research Journal of Plant Science. 2 (5): 154-159 p.
- Agamez. E., Barrera. J., Oviedo. L. 2009. Evaluación del antagonismo y multiplicación de *Trichoderma sp.* En sustrato de plátano en medio líquido estático. Acta Biológica Colombiana, vol. 14, N° 3. 61-70p.
- Cáceres, M. E., Etcheverría, A. I., & Padola, N. L. (2019). Efectos del medio de cultivo y de la metodología aplicada sobre la formación de biopelículas de 2 cepas de *Escherichia coli* diarreagénicas. Revista Argentina de Microbiología.
- Caplin. S., Steward. F. 1948. Effect of coconut milk on the Growth of explants from carrot. Science 108: 655-657 p.
- Castillo. A. 2004. Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo, Unidad de Biotecnología, INIA Las Brujas. N° 1 – 8 p.

- Castro. D., Días. J., Montoya. N. 2002. Propagación clonal de bananos en birreactores de inmersión temporal. In: Acorbat. Memorias XV reunión realizada en Cartagena de Indias, Colombia, 27 de octubre al 2 de noviembre de 2002. Medellín, Colombia. Asociación Colombiana de Bananeros (AUGURA) N° 44-8 p.
- Gaitán. R. 2005. Evaluación in vitro del hongo comestible *Pleurotus eryngii*: Efecto de diferentes suplementos orgánicos en el crecimiento micelial y producción de cuerpos fructíferos. Sociedad Mexicana de Micología Xalapa, México. Revista Mexicana de Micología N° 21. 77 – 84 p.
- Dejo, F., Teresa, F., Lluén, R., & Yasmi, M. (2019). Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*).
- García. J., Valerin. A., Salazar. R. 1993. Utilización de tres medios orgánicos para la germinación “in vitro” de semillas de guaria morada, *Cattleya skinneri* (Bateman) Escuela de ciencias biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. UNICIENCIA 10. 79 – 83 p.
- García. M. 2000. Propagación clonal “in vitro” del Eucalipto saligna. Pinar del Río. Cuba 100h Tesis (en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Forestales) Ministerio de Educación Superior.
- García. M., Hernández. R., Bustios. S., Esteves. M., Echevarría. Y., Cruz. R., León. L., Busto. A. 2008. Nuevas alternativas en la preparación de los medios de cultivo con la utilización del extracto de Aloe vera L. biotecnología 1- 37p. Recuperado de: https://sena-ambientalex-info.bdigital.sena.edu.co/cientifica_tecnica/detalle/nuevas-alternativas-en-la-preparacion-de-los-medios-de-cultivo-con-la-utilizacion-del-extracto-de-aloe-vera-l-1973
- Garrido. E., Hernández. E., Noriega. D. 2011. Manual de producción de banano para la región del Soconusco. Estrategia para manejo de la Sigatoka Negra. Folleto para productores N° 10. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Sur. Campo experimental Centro de Chiapas, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas (México). N° 35 p.
- Hernández. F., Carrillo. G., Pedraza. M., De la Cruz. E., Mendoza. M. 2014. Regeneración in vitro de brotes de *Polianthes tuberosa* L. a partir de yemas vegetativas de la inflorescencia y de tejido de cormo. Revista Electrónica Nova Scientia, N° 13 Vol. 7 (1): 32 – 47 p.
- Hoyos. J., Perea. R., Velasco. R. 2008. Evolución del efecto de diferentes concentraciones de fitohormonas en la micropropagación de plátano dominico hartón (*Musa AAB Simmonds*). Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. 6 (2) N° 7-18 p.
- Kitsaki. C., Zygouraki. S., Ziobora. M., Chintziest. S. 2004. In vitro germination, protocorm formation and plantlet development of mature versus immature seeds from several *Ophrys* species (Orchidaceae). Plant Cell Reports. 23: 284–290 p.
- Montoya. Y., González. S., Suárez. V., Serna. L., Londoño. S., Cardona. L. 2017. Determinación de un método para el establecimiento in vitro de orquídeas adaptado a condiciones y recursos de los estudiantes de la I.E técnico rural de marinilla. Recuperado de: revistas.sena.edu.co/index.php/Encuentro/article/view/2182/2488
- Morel. G. 1951. Tissue culture of Monocotyledons. Amer. J. Bot. 38: 138-140 p.
- Moreno. D., Menchaca. R. 2007. Efecto de los compuestos orgánicos en la propagación in vitro de *Stanhopea Tigrina* Bateman (Orchidaceae) Foresta Veracruzana, vol. 9, núm. 2. 27- 32 p.
- Nongrum. L., Kumaria. S., Tandon. P. 2007. The influence of in vitro media on asymbiotic germination, plantlet development and ex vitro establishment of *Coelogyne ovalis* Lindl. and *Coelogyne nitida* (Wall. Ex Don) Lindl. Proceedings of the Indian National Science Academy. 73 (4): 205-207p.
- Ortega. N., Korvena. S., Ruiz. O., Santos. E., Peralta. E. 2010. Obtención de multimeristemas y callos de diferentes variedades de Banano y Plátano *Musa acuminata* a partir de “Meristemas apicales” y “Scalps”. Revista Tecnológica ESPOL, Vol. 23, Guayaquil (Ecuador). N° 1-4 p.
- Overbeek. J., Conklin. M., Blakeslee. A. 1941. Factors in coconut milk essential from growth and development of very young *Datura* embryos Science 94: 350-351 p.
- Ramírez. M., Lindorf. H., García. E. 2008. Cambios morfoanatómicos en los ápices y del vástago y de la raíz del banano Williams (*Musa* sp. AAA) bajo distintas concentraciones de N6- bencil Adenina. J. Agricult Univ Puerto Rico. 92 (1-2) N° 53-72 p.
- Restrepo. C., Correa. A. 2016. Protocolo metodologías de cultivo in vitro de plantas, curso técnica de biotecnología moderna aplicada al desarrollo de la agricultura. Universidad EAFIT. 1 – 11 p.
- Rodríguez. H., Echeverría. I. 2004. Efectos estimuladores del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de Aloe vera (L.) Burm. Rev. Cubana Plant Med. 9 p.
- Rodríguez. H., Echeverría. I. 2006. Gel de Aloe vera L N.L. Burm y harina de sagú como soporte sólido de medios de cultivo para plantas medicinales. Revista Cubana de Plantas Medicinales (1). 11 p.
- Salazar. S., Amaya. A., Barrientos. F. 2013 Evaluación de diferentes medios de cultivo in vitro en el desarrollo de

- híbridos de *Phalaenopsis* (Orchidaceae) Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. XV. N° 2. 97-105 p.
- Simmonds. N. 1973. Los Plátanos. Barcelona, España. Blume. 214-229 p.
- Steward. F. 1951. A tissue culture from potato tuber: The synergistic action of 2,4-D and coconut Milk. Science 113: 518-520 p.
- Thomas. D. 2008. The role of activated charcoal in plant tissue culture. Biotechnology advances. 26. 618 – 631 p.
- Yam. T., Arditti. J. 2009. History of orchid propagation: a mirror of the history of biotechnology. Plant Biotechnology Reports. 3 (1): 1-56 p.
- Yong. W., Ge. L., Ngand. F., Tan. N. 2009. The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. Natural Sciences Education Academic Group of Sciences, Nanyang Technological University Nanyang. Walk (Singapore). 5144 – 5164 p.

EFFECTO DE LA SALINIDAD Y APLICACIÓN DE FÓSFORO SOBRE LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS EN EL CULTIVO DE BERENJENA (*Solanum melongena*)

EFFECT OF SALINITY AND APPLICATION OF PHOSPHORUS ON PHYSIOLOGICAL VARIABLES IN AN EGGPLANT CULTIVATION (*Solanum melongena*)

Carlos Miguel Durango B⁵ Vladimir Pérez⁶, Omar Nanclores², Ángel Balmes², John Restrepo².

Resumen

Se evaluó la respuesta de berenjena (*Solanum melongena*) a la aplicación de 2 niveles de Fósforo en el suelo bajo 7 niveles de salinidad. El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero en las instalaciones del SENA en Apartadó (Ant) ubicada a 7° 53' 28" Norte, 76° 37' 52" Oeste. Se realizó bajo un diseño completo al azar, con arreglo factorial, 7 dosis de sal en el suelo (T1: 0 cmol/Kg, T2: 0.5 cmol/Kg, T3: 1.0 cmol/Kg, T4: 1.8 cmol/Kg, T5: 2.5 cmol/Kg, T6: 3.5 cmol/Kg, T7: 5 cmol/Kg x 2 dosis de Fósforo (30 Kg/ha y 60 Kg/ha). Las variables evaluadas fueron fluorescencia mínima (Fo), fluorescencia variable (Fv), Fluorescencia máxima (Fm), relación (Fv/Fm), área foliar (AF cm), altura de plantas (ALTP: cm), masa seca de raíz (MSR: g), masa seca de hojas (MSH: g), masa seca de tallo (MST: g), conductividad eléctrica (CE: ds.m-1) y pH. Se realizó el ANOVA, prueba comparación de medias de Tukey y descomposición de las interacciones. Todas las variables fueron afectadas por los niveles de P a excepción de MSR. Las dosis de NaCl solo presentaron diferencias significativas para masa seca de raíz, mientras que solo se presentó interacción Sal*P para las variables de fluorescencia Fm, Fv y Fv/Fm. De forma general se puede decir que las aplicaciones de Fósforo pueden jugar un papel relevante en la tolerancia cuando los contenidos de sal en el suelo son moderados.

Palabras claves: Suelo salino, Fósforo, especies tolerantes, espuestas.

Summary

The response of eggplant (*Solanum melongena*) to the application of 2 levels of phosphorus in the soil under 7 levels of salinity was evaluated. The experiment was carried out under greenhouse conditions at the SENA facilities in Apartadó (Ant) located at 7° 53' 28" North, 76° 37' 52" West. It was carried out under a randomized design, with factorial arrangement, 7 different doses of salt in the soil (T1: 0 cmol / Kg, T2: 0.5 cmol / Kg, T3: 1.0 cmol / Kg, T4: 1.8 cmol / Kg, T5 : 2.5 cmol / Kg, T6: 3.5 cmol / Kg, T7: 5 cmol / Kg x 2 phosphorus doses (30 Kg / ha and 60 Kg / ha) The variables evaluated were minimum fluorescence (OF), variable fluorescence (VF), Maximum fluorescence (MF), ratio (VF / MF), leaf area (FA in cm), plant height (PHeight in cm), dry root mass (DRM: g), dry leaf mass (DLM: g) , dry stem mass (DSM: g), electrical conductivity (EC: ds.m-1) and pH .The ANOVA was performed, test of comparison of Tukey averages and decomposition of interactions ,All variables were affected by levels of P except for DRM. NaCl doses only showed significant differences for dry root mass,

⁵ Ingeniero Agrónomo. .M.Sc en ciencias Agronómicas de la Universidad de Córdoba. Instructor Sennova Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico. SENA Urabá

⁶ Ingenieros Agrónomos. .M.Sc en ciencias Agronómicas de la Universidad de Córdoba

while only NaCl * P interaction was presented for the fluorescence variables MF, VF and VF / MF. In general, it can be said that phosphorus applications can play a relevant role in tolerance when the salt (NaCl) content in the soil is moderate.

Keywords: Saline soil, phosphorus, tolerant species, responses.

Introducción

Millones de hectáreas en el mundo están afectadas por salinidad y todos los años se vuelven improductivas o menos productivas por el efecto de la acumulación de sales. Existe una amplia distribución de los suelos salinos y salinizados a nivel mundial; destacándose que los mismos ocupan entre un 40-50 % de toda el área del planeta (Mert *et al.*, 2008). Al respecto se ha planteado que su extensión crece a razón de 3 ha/min y que actualmente se contabilizan alrededor de 953 millones de ha en diferentes regiones del mundo. Los problemas de salinidad se encuentran usualmente en zonas áridas y semiáridas, donde las precipitaciones no son suficientes para transportar las sales fuera de la zona explorada por las raíces (Shahba *et al.*, 2010). En algunas áreas, la deposición de sales se debe a un inadecuado drenaje, que origina la presencia de una capa freática elevada, que saliniza continuamente el perfil del suelo, ya que el balance hídrico es regulado por transpiración y/o evaporación y no por drenaje. Todos los suelos contienen sales solubles, algunas de las cuales son esenciales para el crecimiento de las plantas. La salinidad puede ser definida simplemente como la presencia de excesiva concentración de sales solubles en el suelo, que limitan el crecimiento de las plantas. Esta limitación es mayor a medida que aumenta la concentración de sales hasta provocar la muerte de la planta (Nasim *et al.*, 2007).

La salinidad es un factor ambiental que puede afectar el crecimiento y contenido mineral de las plantas, la salinidad tiene efecto sobre el comportamiento de los estomas y la fotosíntesis, así como en el contenido de clorofila en las plantas (Ashraf & Bhatti, 2000). Bajo condiciones de estrés por salinidad, una deficiencia de fósforo puede influir en los procesos metabólicos, principalmente en el metabolismo de nitrógeno, lo que ocasiona un incremento en aminoácidos libres, especialmente de proteínas (Al-Karaki *et al.*, 1996; Kabir *et al.*, 2004). También bajo condiciones salinas, la solución del suelo tiene un potencial osmótico muy negativo, las plantas afectadas por estrés de salinidad mantienen un potencial osmótico intracelular más negativo con el propósito de evitar que el agua de las células se mueva hacia el suelo y cause lo que se denomina “sequía osmótica”. En casi todas las plantas el ajuste osmótico incluye la síntesis y acumulación de solutos orgánicos, lo cual reduce el potencial osmótico de las células hasta un nivel de alta turgencia para mantener el desarrollo. Los compuestos orgánicos de bajo peso molecular

sintetizados en el citoplasma de las células, en respuesta a un potencial hídrico del agua más negativo en la solución del suelo, son: azúcares solubles, ácidos orgánicos, aminoácidos y sus derivados metilados (Ashraf 1994).

La salinidad es un estrés ambiental que limita el crecimiento y desarrollo en plantas. La respuesta de las plantas al exceso de NaCl es complejo e implica cambios en su morfología, la fisiología y el metabolismo (Hilal *et al.*, 1998).

La translocación de sal en raíces y brotes es un resultado del flujo de transpiración necesaria para mantener el estado del agua de la transpiración de las plantas si esta condición no se regula puede causar niveles tóxicos de la acumulación de iones en el follaje (Yeo, 1998) y el suministro de iones minerales en las hojas del cultivo puede disminuir. Baja tasa de transpiración, junto con la reducción de la absorción de iones por las raíces, o la reducción de carga del xilema, produciendo un mal suministro a través del xilema. Por lo tanto, es posible que un suministro inadecuado de iones a la región de expansión puede restringir la división celular y/o expansión, esto por lo general ocurre cuando las plantas crecen a altos niveles de NaCl (Berstein *et al.*, 1995). La expansión de las hojas, la salinidad ha perturbado concentraciones de K (Jeschke y Wolf, 1985) y P (Martínez y Lauchli, 1991). Una respuesta inmediata a la salinidad es el cierre de los estomas. Sin embargo, debido a la diferencia de potencial de agua entre la atmósfera y células de la hoja, y la necesidad de la fijación de carbono, esto es una estrategia de tolerancia insostenible a largo plazo (Hasegawa y Bressan, 2000). Una forma de control de flujo de la sal a la sesión vasculares, es la entrada de iones en la corriente del xilema (Flores y Yeo, 1992). Estos se pueden encontrar en grandes cantidades en las hojas maduras (Munns, 1993). Caso contrario sucede en las hojas más viejas en donde se pueden restringir la deposición de iones en las células meristemáticas en crecimiento activo (Wyn Jones, 1981).

Se puede esperar que las respuestas de las plantas a la alta salinidad varían con las diferentes etapas de crecimiento. Esto ha sido demostrado por Chartzoulakis y Klapaki (2000) en el pimiento; Chartzoulakis y Loupassaki (1997) en la berenjena; Dumbroff y Cobre (1974) en el tomate. Las plántulas y plantas en la etapa de floración parecen ser más sensibles que las etapas maduras (Lutts *et al.*, 1995).

Uno de los principales factores que inducen senescencia de la hoja es la disminución del contenido de clorofila en condiciones salinas (Chen *et al.*, 1991). La senescencia de la hoja también se correlaciona con el aumento de permeabilidad de la membrana a alta concentración de sal (Dhindsa *et al.*, 1981). El exceso de NaCl en el medio de crecimiento induce a cambios estructurales en las raíces de soja, así como la fuga de iones correlacionados con alteraciones de las membranas celulares (Cachorro *et al.*, 1995).

La tolerancia a la sal de las plantas se puede agrupar en tres categorías: (1) exclusión de la sal, seguido por el transporte y la compartimentación de sal, (2) las características morfológicas y de distribución de la biomasa de los brotes de las plantas y raíces y eventos (3) fisiológicas y metabólicas que pueden contrarrestar la presencia de sal a nivel celular (Winicov, 1998). Una de las maneras más eficaces para superar los problemas de salinidad es la introducción de cultivos tolerantes a la sal. Sin embargo, el mejoramiento de la tolerancia a la salinidad en los cultivos por lo general ha sido limitado por la falta de rasgos confiables para la selección (Noble y Rogers, 1992 y Shannon, 1985). Las investigaciones sobre la tolerancia a ambientes salinos con frecuencia apuntan a la acumulación de iones restringidos y la síntesis de solutos orgánicos como adaptaciones importantes que conducen a resistencia a la sal en glícófitas (Greenway y Munns, 1980). Por otra parte, hay varios genes que parecen actuar de manera concertada para aumentar la tolerancia a la salinidad y ciertas proteínas implicadas en la protección del estrés por salinidad también han sido reconocidos (Bohnert y Jensen, 1996). Otros investigadores han relacionado el estrés de NaCl con deficiencias de macronutrientes, por ejemplo, altas concentraciones de NaCl inducen deficiencias de fósforo y potasio en tomate (Adams, 1988, 1991) y pepino (Sonneveld y Kreij, 1999). Debido a las diferentes respuestas que presentan cada tipo de cultivar frente a la salinidad y forma de asimilación de los nutrientes se hace necesario conocer el comportamiento de una variedad específica de berenjena (*Solanum melongena*) desarrollada en la Universidad de Córdoba, evaluando el efecto de dos concentraciones de fósforo bajo condiciones de salinidad inducida.

Materiales y métodos:

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero en las instalaciones del SENA- Apartado ubicado a 7° 53' 28" Norte, 76° 37' 52" Oeste, con una altitud de 23 m.s.n.m., temperatura promedio anual de 27 °C y humedad relativa promedio de 85%. Se realizó bajo un diseño completo al azar, con arreglo factorial con cuatro repeticiones., 7 dosis de sal en el suelo (T1: 0 cmol/Kg, T2:

0.5 cmol/Kg, T3: 1.0 cmol/Kg, T4: 1.8 cmol/Kg, T5: 2.5 cmol/Kg, T6: 3.5 cmol/Kg, T7: 5 cmol/Kg x 2 dosis de Fósforo (30 Kg/ha y 60 Kg/ha), para cada tratamiento se establecieron 4 repeticiones. La unidad experimental estaba representada por una materia con 5 Kg de suelo de textura franco. En cada materia fueron sembradas 6 plántulas de berenjena variedad C-015 como planta indicadora previa aplicación de los tratamientos correspondientes (Sal y P). A los 6 días después de trasplante (ddt) se cortaron las plantas menos vigorosas, dejando 4 plantas por materia. La fertilización de las plantas se realizó vía foliar, cada plántula trasplantada recibió una aplicación foliar una vez por semana, con una solución nutritiva en dosis de 2 cc/lt de agua, aplicada con un micro aspersor. La medición de variables se realizó a los 60 días después de trasplante. Las variables evaluadas fueron fluorescencia mínima (Fo), fluorescencia variable (Fv), Fluorescencia máxima (Fm), Relación (Fv/Fm), para las variables de fluorescencia se utilizó un clorofilómetro (OPTI-SIENCES0530 P), para la determinación del área foliar (AF) se utilizó el modelo matemático propuesto por Cardona, C. E., Araméndiz, H., & Barrera, C. J. (2009), altura de plantas (ALTP: cm), masa seca de raíz (MSR: g), masa seca de hojas (MSH: g), masa seca de tallo (MST: g). Además fueron tomadas muestras de suelo de 1 Kg de cada unidad experimental y fueron llevadas a laboratorio para medición de conductividad eléctrica (CE: ds.m-1) y pH con el fin de determinar el efecto de los tratamientos aplicados. Se realizó el ANOVA y prueba comparación de medias de Tukey para cada variable con el paquete estadístico SAS 9.1. Bajo el modelo planteado, para las variables que presentaron interacción Sal*P se realizó la descomposición de la interacción.

Resultados y Discusión

La conductividad eléctrica en cada tratamiento fue de 0,63, 0,95, 1,65, 2,33, 3,31, 4,48, 4,50 ds.m-1 para los tratamientos con Fósforo 30k/ha, y de 0,55, 0,89, 1,25, 2,11, 2,87, 3,55 y 4,80 ds.m-1 para los tratamientos con Fósforo 60 k/ha, iniciando con la combinación del nivel bajo para cada factor.

El análisis estadístico indicó diferencias significativas entre niveles de fósforo, para las variables de índice de área foliar, altura de planta, fluorescencia máxima (Fm), fluorescencia variable (Fv), masa seca en tallo, hojas y masa seca total. La concentración de NaCl indicó diferencia significativa para la variable masa seca de raíz. La interacción entre los dos factores presentó diferencia significativa para las variables Fv, Fm y Fv/Fm. La Tabla 1 muestra la separación de medias de las diferencias en concentraciones derivadas de los tratamientos.

Tratamiento P(Kg/Ha)	MSR(g)		MSH(g)		MST(g)		MSTotal(g)		Altura de Planta(cm)		AF		Fo		Fv		Fm		Fv/Fm	
30	0.77	a	10.04	a	2.58	a	13.39	a	46.03	a	784.00	a	187.86	a	769.25	b	957.1	b	0.806	
60	0.61	a	7.64	b	1.996	b	10.13	b	39.84	b	617.00	b	191	a	796.75	a	990.6	a	0.806	a
NaCl 0 cmol/ Kg	0.33	b	7.18	b	1.81	b	8.84	b	41.44	b	646.00	c	181.75	a	774.25	c	956	c	0.809	c
NaCl 0.5 cmol/Kg	0.55	b	7.99	b	2.046	b	11.01	b	41.88	b	688.88	b	188.25	a	788.12	ba	976.37	a	0.806	c
NaCl 1.0 cmol/Kg	0.77	b	8.95	b	2.313	b	12.06	b	42.78	b	670.13	b	191.5	a	787.87	c	979.37	c	0.813	ab
NaCl 1.8 cmol/Kg	1.11	b	9.85	b	2.254	b	12.99	b	43.00	b	742.38	c	207.12	a	803.5	c	1020.62	a	0.795	c
NaCl 2.5 cmol/Kg	1.26	b	8.77	b	2.241	b	11.86	b	44.25	b	701.25	c	187.75	a	785.5	c	973.25	c	0.806	c
NaCl 3.5 cmol/Kg	1.54	b	7.66	b	2.421	b	10.57	b	43.38	b	627.63	c	189	a	766.87	c	955.87	c	0.801	b
NaCl 5.0 cmol/Kg	2.43	a	9.66	b	2.93	b	15.02	b	43.81	b	827.38	a	180.66	a	774.87	a	955.5	ba	0.809	c

Tabla 1. Separación de medias para las variables evaluadas

La Figura 1. indica que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos de sal, ni para los dos niveles de Fósforo (P) para la variable CE. La prueba de comparación de medias indica que el tratamiento con mayor CE fue el T7 con una media de 4.65 ds.m-1. Al aplicar mayor cantidad de NaCl la conductividad eléctrica aumenta debido a que este compuesto es altamente soluble. De acuerdo a Otero *et al.*, (2007) un suelo salino debe tener una $CE \geq 4$, $pH \geq 8,5$ y $PSI \geq 15\%$ y estas condiciones de CE solo se presentaron en T6 (4.02 ds.m-1), T7 (4,65ds.m-1), y el pH de todos los tratamientos estuvo por debajo de 8.5. La conductividad eléctrica, puede afectar el transporte de K^+ y Na^+ a la planta, debido a que existen canales transportadores dependientes del voltaje en las células del parénquima de la raíz (Zepeda 2006), en un medio altamente salino se genera un cambio en los potenciales eléctricos presentándose una conductividad iónica máxima y el gradiente electroquímico de Na^+ es elevado (Leidi y Pardo 2002).

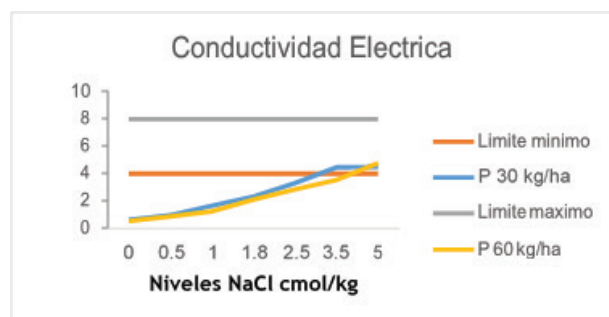


Figura 1 Evaluación de la conductividad eléctrica con respecto a nivel de NaCl

Respuesta a la aplicación de fósforo y NaCl

Con la dosis baja de fósforo (30 Kg/ha) se presentó la mayor acumulación de materia seca en raíz, tallo, hojas y mejor respuesta a las variables índice de área foliar con altura de planta; las variables Fo, Fv y Fm presentaron mejores resultados con la dosis de Fósforo correspondiente a 60 Kg/ha.

En las plantas tratadas con la dosis más alta de NaCl se presentó una diferencia significativa en la acumulación de materia seca en raíces en comparación con los otros tratamientos, mientras que las variables de materia seca en hoja, tallo, masa seca total, altura de planta e índice de área foliar no presentaron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos. En la tabla 1 se aprecia una mejor respuesta en Fo, Fv y Fm en el tratamiento con NaCl al 2,5 cmol/Kg seguido por el tratamiento con NaCl 1,8 cmol/Kg y el tratamiento con NaCl al 1.0 cmol/Kg. No obstante, se observa que el resultado de la Fv/Fm es menor en el tratamiento con NaCl al 2,5 cmol/Kg en comparación con los demás tratamientos los cuales presentaron valores por encima de 0,8.

Materia Seca Raíz

El análisis de varianza muestra diferencia significativa a una probabilidad de 0,05 para los niveles NaCl, no se presentó diferencia significativa entre los niveles de P y tampoco para la interacción P*Sal, como se ilustra en la figura 2. Presentando el nivel de 5 cmol/Kg la mayor acumulación de materia seca en gramos, comparada con los otros niveles de

sal. Los valores estuvieron entre 0,33 gr para el nivel 0 cmol/Kg y 2,77 gr para el nivel más alto con base a materia seca de raíz, lo que representa una diferencia de 88 % en incremento de masa seca de raíz.

La notable suculencia o ms en raíz y acorde a al ANOVA, estuvo influenciada por la salinidad presente. Este comportamiento ha sido descrito como halosuculencia (Poljakoff-Mayber, 1975) y se interpreta como una respuesta al efecto osmótico de las sales, que a su vez permite una mayor capacidad de dilución del contenido iónico de las células, ayudando a contrarrestar el efecto tóxico de estas. En forma similar a lo aquí observado, en otros estudios se ha encontrado respuesta al grado de suculencia o ms en raíz en respuesta a condiciones de estrés salino en rábano (Cavosoglu. *Et al.*, 2011) y en caña de azúcar (García *et al.*, 2008)

De acuerdo a otros investigadores (Garzón, 2011), otro cambio que su pudo haber dado por el efecto de la salinidad es la reducción del tejido vascular de la estela especialmente en el número y diámetro de los elementos del metaxilema, acompañado de un aumento en la relación GC/DE (GC: Grosor corteza, DE: Diámetro estela). El incremento en la relación GC/DE se ha interpretado como consecuencia del efecto adverso del estrés salino sobre el transporte de asimilados hacia la estela (Karimi *et al.*, 2009). La presencia de vasos más estrechos en el metaxilema, aun cuando reduce la conductividad axial del agua, provee un incremento en la capilaridad de los elementos conductores y una mejor protección contra el efecto de la embolia que podría producirse bajo la condición de suplencia hídrica restringida impuesta por la salinidad.

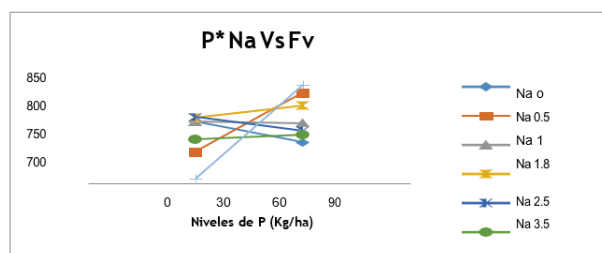


Figura 2. Comportamiento de la variable masa seca de raíz, con las dosis de P 30 y P 60 Kg/ha

Materia Seca Tallo

El análisis de varianza muestra diferencia significativa a una probabilidad de 0,05 para los niveles de Fósforo, no se presentó diferencia significativa en los niveles de sal, y tampoco en la interacción P* Sal como se ilustra en la figura 3. En promedio los tratamientos con Fósforo a dosis de 30 k/ha presentaron un valor de 2,58 gr ms, mientras que

los tratamientos a dosis de 60 k/ha presentaron un valor promedio de 1,2 gr ms; lo anterior representa una diferencia de 53% en disminución de masa seca en tallo.

Dosis de P Vs MST

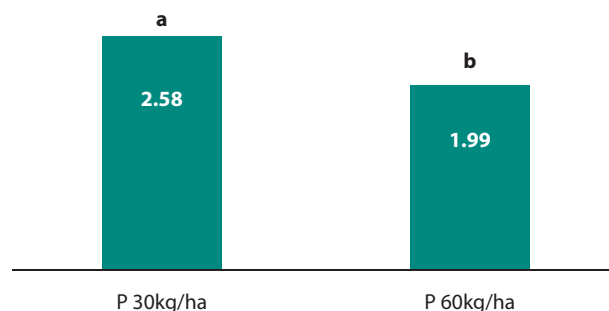


Figura 3. Comparación de medias para los dos niveles de P

Materia Seca Hojas

El análisis de varianza muestra diferencia significativa a una probabilidad de 0,05 para los niveles de Fósforo, no se presentó diferencia significativa en los niveles de sal, y tampoco en la interacción P* Sal como se ilustra en la figura 4. En promedio los tratamientos con Fósforo a dosis de 30 k/ha presentaron un valor de 10.04 gr, mientras que los tratamientos a dosis de 60 k/ha presentaron un valor promedio de 7.64 gr.

Dosis de P Vs MSH

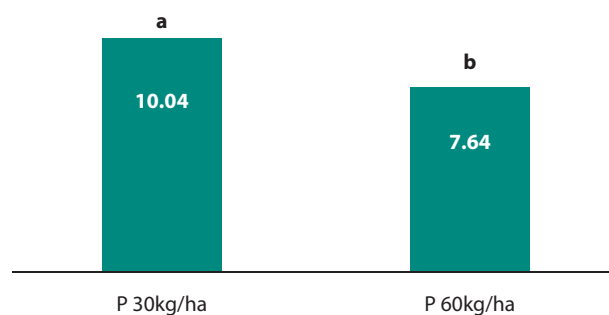


Figura 4. Comparación de media para la variable Masa seca de hoja (MSH) Materia Seca Total

El análisis de varianza muestra diferencia significativa a una probabilidad de 0,05 para los niveles de Fósforo, no se presentó diferencia significativa en los niveles de sal, y tampoco en la interacción P* Sal como se ilustra en la figura 5. En promedio los tratamientos con Fósforo a dosis de 30 k/ha presentaron un valor de 13.39 gr, mientras que los tratamientos a dosis de 60 k/ha presentaron un valor promedio de 10.13 gr.

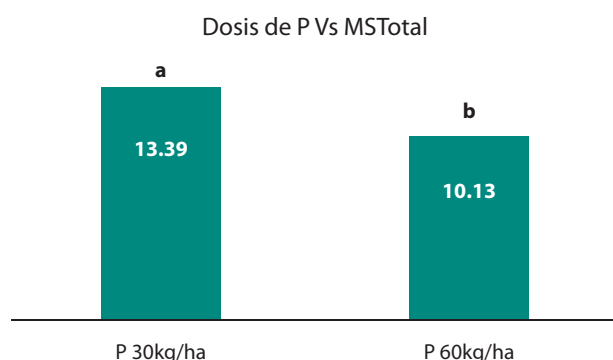


Figura 5. Comparación de media para la variable Masa seca Total (MSTotal)

Los resultados de acumulación de biomasa seca total y por órganos en plantas berenjena de 60 días después del trasplante, en condiciones de 30 y 60 Kg/ha de P, demostraron que la menor acumulación de biomasa seca total ocurrió en las plantas cultivadas con niveles de Fósforo a 30 Kg/ha, lo que indica que las plantas demostraron mayor capacidad para metabolizar el fosfato, reflejado en una mayor ganancia de biomasa.

Lopez *et al.* (2013) en plantas de berenjena en condiciones de deficiencia (-P) de fósforo, evidenciaron mayor acumulación de biomasa en niveles de suficiencia, la cual podría ser debida a una aparente modificación de la arquitectura radical que originó raíces más delgadas; sin embargo para berenjena la respuesta fue definida por la interacción entre fuente y nivel de fósforo lo que demuestra que fosfato fue una fuente superior de fósforo en comparación a fosfito; los resultados de biomasa seca encontrados en este estudio podrían explicarse parcialmente por la reducción de la biomasa seca de raíces encontrada en P 60 Kg/ha, coincidiendo esto con lo reportado por Barrett *et al.* (2002) quienes demostraron que el crecimiento de raíces de plantas disminuyó con la aplicación de fosfito. Así mismo, Sukarno *et al.* (1993) demostraron la inhibición del crecimiento de raíces de *Allium cepa* después de ser tratadas con etil-fosfito de aluminio, sugiriendo que el fosfito puede interferir con el metabolismo de algunas plantas. Igualmente, Carswell *et al.* (1996) encontraron que el crecimiento de raíces en *Brassica nigra* fue fuertemente inhibido por fosfito; el mismo señalamiento fue hecho por Varadarajan *et al.* (2002) en tomate (*Solanum lycopersicon*); de igual manera, Thao *et al.* (2008) encontraron que el crecimiento de raíces de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) fertilizadas con fosfito fue inhibido, independientemente de que se aplicara al suelo o en cultivo hidropónico. Por otra parte los resultados obtenidos en la biomasa de tallo contribuyeron a la ganancia de biomasa total. Estos resultados difieren a los obtenidos por Fernández (1990) quien encontró reducciones significativas en la biomasa seca de plantas de frijol (*Vigna unguiculata*) en condiciones de deficiencia de P luego de 28 días de edad. Asimismo, Halsted

y Lynch (1996) encontraron una disminución de la biomasa seca del vástago en especies C3 y C4 debido a la deficiencia de fósforo y por Belami, (2009) quien indicó que la baja suplencia de P redujo la biomasa seca de tallo en genotipos de papa (*Solanum tuberosum*). Por su parte, Santana (2010) encontró importantes reducciones en el vástago de *Crotalaria juncea* a distintas edades, creciendo en soluciones nutritivas en condiciones de deficiencia de fósforo. En este sentido Narang *et al.* (2000) indicaron que una fuente adecuada de fosfato inorgánico aumentó perceptiblemente la formación de la materia seca del tallo de las plantas.

Por otra parte, la biomasa foliar también fue mayor en dosis de P 30 Kg/ha; al respecto Förster *et al.* (1998) y Varadarajan *et al.* (2002) encontraron que plantas de tomate y pimentón cultivados hidropónicamente tratadas con fosfito técnico (Preparado del ácido Fósforoso y neutralizado con KOH) y fosfito comercial, mostraron una significativa reducción del crecimiento en comparación con plantas fertilizadas con fosfato. En cuanto a los efectos de un adecuado suplemento de Fósforo sobre la biomasa seca encontrados en este estudio, los resultados no corresponden con lo reportado por Pleniscar *et al.* (1994) quienes encontraron reducciones de la biomasa seca de *Helianthus annuus* por deficiencia de fósforo. Igualmente, Rodríguez *et al.* (1998) encontraron una significativa reducción en la biomasa seca de trigo (*Triticum aestivum* L.) por las deficiencias de fósforo. De la misma manera, Ascencio y Lazo (1997) señalaron que las deficiencias de fósforo afectaron la biomasa seca de *Ruellia tuberosa* y *Euphorbia heterophylla*.

Área Foliar

El análisis de varianza muestra diferencia significativa a una probabilidad de 0,05 para los niveles de Fósforo, como se ilustra en la figura 6. AF disminuyó con el aumento de Fósforo, presentando menores valores en masa seca en los tratamientos con dosis bajas de NaCl. En promedio los tratamientos con Fósforo a dosis de 30 k/ha presentaron un valor de 784 cm², mientras que los tratamientos a dosis de 60 k/ha presentaron un valor promedio de 617 cm² lo anterior representa una diferencia de 21,30% en disminución del área foliar de la planta, los resultados encontrados en las condiciones de este estudio difieren con lo reportado por Chaudhary y Fujita (1988) quienes observaron una severa reducción del área foliar en tres especies de leguminosas sometidas a la deficiencia de fósforo. Resultados similares fueron reportados por Dietz y Heilos (1990) quienes encontraron una reducción en el área foliar de plantas de espinaca (*Spinacea oleracea*); Fernández (1990) en caraota y frijol; igualmente Lynch *et al.* (1991) en *Phaseolus vulgaris*; Jacob y Lawlor (1991) en *Helianthus annuus*, *Zea mays* y

Triticum aestivus; Arnua de (1994) en *Phaseolus vulgaris*, *Vigna unguiculata*, *Solanum lycopersicon*, *Euphorbia heterophylla* y *Amaranthus dubius*, Pleniscar *et al.* (1994) pero en *Helianthus annuus*. Ascencio (1996) y Ascencio y Lazo (1997) en especies silvestres y cultivadas, De igual manera, Briceño (2001) en tomate; Blanco y Ascencio (2001) en *Amaranthus dubius* Mart. Asimismo, Cordero *et al.* (2005) en plantas de *Crotalaria spectabilis* creciendo en +P y -P, indicando que la deficiencia de fósforo estuvo asociada a una marcada reducción del área foliar. Resultados similares fueron reportados por Santana (2010), pero en *Crotalaria juncea*.

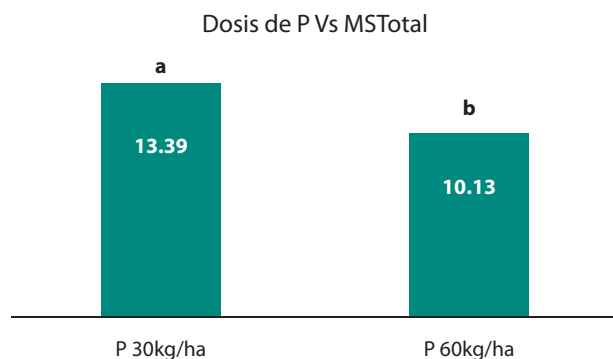


Figura 6. Comparación de media para la variable Área Foliar (AF)

Fluorescencia

En los datos se observaron interacciones en las variables Fv, Fm y Fv/Fm, lo cual muestra diferencia significativa entre cada variable influenciado por el efecto tanto de la sal como el Fósforo, la Fluorescencia base o inicial (Fo) no presentaron diferencia significativa para los niveles de sal, Fósforo y su interacción.

Fluorescencia Variable

De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia significativa entre los niveles de Fósforo y diferencia significativa en la interacción de los dos factores; Los tratamientos que presentaron interacción son P30 Kg/ha con NaCl 0.5 cmol/Kg, P60 Kg/ha con NaCl 0.5 cmol/Kg, y P30 Kg/ha con NaCl 3.5 cmol/Kg, P30 Kg/ha con NaCl 3.5 cmol/Kg. Se encuentra diferencia marcada en los niveles de Fósforo, observándose un aumento de la variable en los tratamientos con Fósforo a 60 k/ha. Al comparar los niveles de Fósforo en cada nivel de sal se encuentra, que el efecto simple del Fósforo influye en el aumento de la Fv, es decir, cada vez que se incrementa a 30 k/ha los niveles de Fósforo, el valor de la Fv sube 27,5. Como se ilustra en la figura 7.

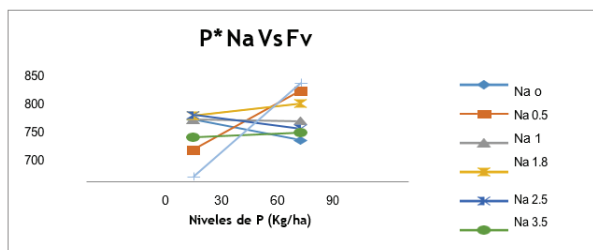


Figura 7 Interacción entre los niveles de P 30 y 60 Kg/ha, en cada nivel NaCl

Fluorescencia Máxima

De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia significativa entre los niveles de Fósforo y diferencia significativa en la interacción de los dos factores; Los tratamientos que presentaron interacción son P30 Kg/ha con NaCl 3.5 cmol/Kg contra P60 Kg/ha con NaCl 0.5 cmol/Kg, P60 Kg/ha con NaCl 1.8 cmol/Kg y P60 Kg/ha con NaCl 3.5 cmol/Kg. Al comparar los niveles de Fósforo en cada nivel de sal se encuentra, que el efecto simple del Fósforo influye en el aumento de la Fm, es decir, cada vez que se incrementa a 30 k/ha los niveles de Fósforo, el valor de la Fm sube 33,5. Como se ilustra en la figura 8.

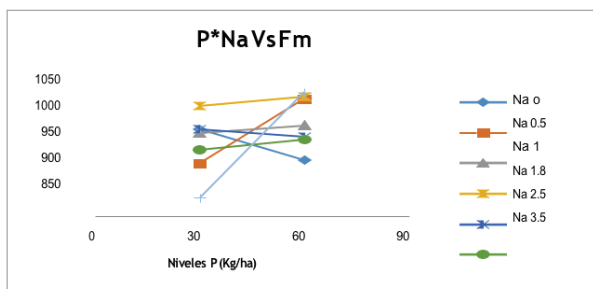


Figura 8. Interacción entre los niveles de P 30 y 60 Kg/ha, en cada nivel NaCl

Relación Fv/Fm

De acuerdo con el análisis de varianza, los efectos de los factores NaCl y Fósforo no resultaron significativos pero la interacción si, por lo cual deben estudiarse los efectos simples, o sea, el efecto del NaCl en ausencia y en presencia del Fósforo. De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia significativa solo en la interacción de los dos factores; Los tratamientos que presentaron interacción son P 30 Kg/ha con NaCl 1 cmol/Kg comparado con P 60 Kg/ha con NaCl 2.5 cmol/Kg y P 60 Kg/ha con NaCl 1 cmol/Kg. Se observa una disminución en la Fv/FM a medida que se aumenta la dosis de Fósforo en 30 K/ha, específicamente en el nivel de sodio (1 cmol/ Kg NaCl). Como se ilustra en la figura 9.

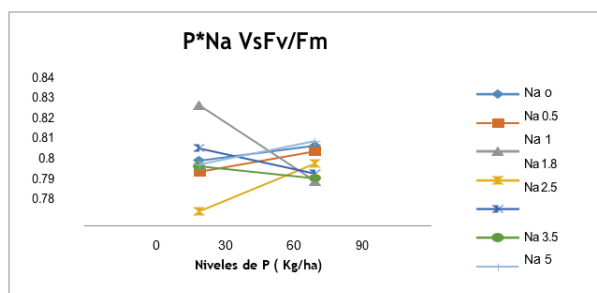


Figura 9. Interacción entre los niveles de P 30 y 60 Kg/ha, en cada nivel NaCl

Una de las causas de la disminución de la eficiencia de PSII es la existencia del déficit hídrico (Cornic, 1994). En este trabajo se induce niveles de estrés en la plantas de berenjena, trabajando varios niveles de sal lo cual genera suelos salinos tendientes a afectar el normal desarrollo del cultivo; La deficiencia en el desarrollo del cultivo se ve limitado por el cambio del potencial osmótico con lo cual se genera indirectamente un déficit hídrico o estrés hídrico en la planta, con lo cual se ve disminuido la fotosíntesis en la planta.

En lo que concierne al análisis de la fluorescencia, la variable de Fv y Fm conforman una variable la cual indica la condición de estrés en las plantas. La razón Fv/Fm es proporcional a la máxima eficiencia fotoquímica primaria en las hojas (Demming, Adams y Adams, 1992), y es una de las variables más estudiadas por numerosos autores (Bjorkman y Demming, 1987), que han encontrado buenas correlaciones entre este parámetro y el estrés.

En este trabajo hasta 5 cmol/Kg de NaCl, el valor de la relación Fv/Fm alcanzo los valores máximos, 0,806 promedio para todos los tratamientos. Estos valores fueron inferiores a 0,83, un valor considerado como óptimo para un gran número de especies (Bjorkman y Demming, 1987). Lo anterior refleja que las plantas de este ensayo presentaron estres por salinidad.

La falta de agua en hojas puede provocar fenómenos de foto inhibición (Bjorkman y Powles, 1984), ya que los procesos fotosintéticos pueden verse limitados por causas no estomáticas debido al déficit hídrico y la falta de radiación (Cornic, 1994). A medida que el potencial hídrico decrece se produce cierre estomático y la tasa fotosintética disminuye, y a valores de 60k/ha de Fósforo con 1,8-2,5 cmol/Kg NaCl se obtiene una Fv/Fm de 0,786, mostrando una evidente reducción de la eficiencia fotoquímica del PSII acorde a lo determinado en el análisis de varianza; indicando que hasta ese valor de estrés la reducción de la fotosíntesis puede ser debida principalmente a una limitación estomática en la difusión del dióxido de carbono (Abril y Henao, 1998).

Conclusión

Probablemente estos resultados indican que los efectos deletéreos de la salinidad sobre la permeabilidad de la membrana se pueden mitigar en gran parte por fertilización con Fósforo. Este finding está de acuerdo con Kaya *et al.* (20001a y 2001b), que mostró efectos similares en pepino, pimiento y tomate.

Las aplicaciones de Fósforo probablemente indica que puede restaurar las relaciones de agua normal de células vegetales, anulando los efectos de la salinidad.

Aplicación de Fósforo alivia los efectos adversos de alta salinidad sobre las plantas y la mejora de todos los parámetros mencionados anteriormente.

La variedad Berenjena C-015, por los resultados obtenidos mostro tolerancia a condiciones de salinidad en el suelo.

Bibliografía.

- Ashraf MY (1994) Breeding for salinity tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences 13: 17-42.
- Ashraf MY, Bhatti AS (2000) Effect of salinity on growth and chlorophyll content in rice. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research. 43: 130-131.
- Aristizábal, M. (2003). Crecimiento y desarrollo de las plantas. En: Fisiología Vegetal. Universidad de Caldas, Colombia. Artes Gráficas Tizán Ltda., Manizales. pp 9 –21.
- Al-Karaki GN, Clark RB, Sullivan CY (1996) Phosphorus nutrition and stress effects on proline accumulation in sorghum and bean. Plant Physiology 148: 745-751.
- Beadle, C.E. (1998). Analisis de crecimiento vegetal. En: Coombs, J.; Hall D. O.; Long, S. P. y Scurlock. J.M. (eds). Técnicas en fotosíntesis y bioproduktividad. Segunda edición. Editorial Futura S.A. México D.F. pp 17- 21.
- Cavusoglu, K., S. Kilic y K. Kabar. 2008. Effects of some plant growth regulators on leaf anatomy of radish seedlings grown under saline conditions. Journal of applied biological sciences 2: 47- 50.
- Cardona, C. E., Araméndiz, H., & Barrera, C. J. (2009). Modelo para Estimación de Área Foliar en Berenjena (*Solanum melongena* L) Basado en Muestreo no Destructivo. Temas Agrarios, 14(2).
- Chacón SMI, Pickersgill B, Debouck DG. 2005. Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. Theoretical and Applied Genetics 110(3):432-444.
- Demming-Adams, B & Adams, W; 1992. Photoprotection and other responses of plants to high light stress, Ann. Rev. Plant Phisiology. Plant Mol. Biol. 43: 599-626.

- Garcia, M y P. Garzon. (2009). Efecto del estrés salino sobre la anatomía de los protofilos en 2 genotipos de frijol (*vigna unguiculata*) en fase plantular. Memorias del XVII congreso venezolano de botánica (en formato digital). Universidad Centrooccidental “Lisandro Alvarado”. Barquisimeto. Venezuela.
- FAO. (2000). Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. Rome, Italy: FAO Land and Plant Nutrition Management.
- Karimi, E., A. Abdolzadeh y H. Zadehghipour. 2009. Increasing salt tolerance in olive *Olea europaea* L. plants by supplemental potassium nutrition involves changes in ion accumulation and anatomical attributes. *International journal of plant production* 3: 49-60.
- MUNNS, RANA; GOYAL, SHAM S.; PASSIOURA, JOHN. 2005. Salinity stress and its mitigation. University of California, Davis. 19 p.
- TANWAR, B. S. 2003. Saline water management for irrigation. International Commission on irrigation and drainage. New Delhi, India. 140 p.
- Volkmar KM, Hu Y, Steppuhn H (1998) Physiological responses of plants to salinity: a review. *Can. J. Plant Sci.* 78: 19-27.

REVISIÓN CADMIO EN CACAO (*Theobroma cacao*)

Lizeth Lorena Muñoz Villareal⁷, Diego Alejandro Londoño Puerta⁸, Álvaro Alean Vásquez⁹

Resumen

El cultivo de cacao ha tenido gran acogida en mercados internacionales y Colombia, dentro de los países latinoamericanos, tiene un gran potencial para la producción y exportación del grano fino de sabor y aroma. Antioquia en los últimos años ha crecido, tanto en área sembrada como en producción, ubicándose como el segundo departamento más productor, después de Santander. Una de las grandes limitantes que se tienen a nivel mundial en las zonas productoras de cacao, es el Cadmio (Cd), este metal pesado que se encuentra naturalmente en el suelo es absorbido por las plantas de cacao y acumulado en raíces, tallos, hojas y frutos, este último el producto de interés económico para los productores de cacao. El consumo del cadmio puede producir daños para la salud humana, para reducir la exposición, la Unión Europea (UE) en 2014 anunció los niveles máximos permitidos para el cadmio en los productos de cacao y chocolate que se venden en la UE. Esto se ha aplicado a partir del 1 de enero de 2019. Para conocer y entender el contexto mundial, nacional y regional de la producción de cacao, además de conocer la naturaleza, disponibilidad y absorción del cadmio en agroecosistemas cacaoteros, además de su legislación para la exportación del grano de cacao, se planteó la presente revisión bibliográfica, enmarcada en la fase 1 del proyecto “Identificación de los niveles de cadmio en agroecosistemas cacaoteros en la subregión de Urabá”.

Abstract

The crop of cocoa has had great reception in international markets, and Colombia within Latin American countries, has great potential for the production and export of fine grain flavor and aroma. Antioquia in recent years has grown, both in planted area and in production, ranking as the second most producing department, after Santander. One of the major limitations that have worldwide in cocoa producing areas, is cadmium (Cd), this heavy metal that is naturally found in the soil is absorbed by cocoa plants and accumulated in roots, stems, leaves and fruits, the latter the product of economic interest for cocoa producers. Cadmium consumption can cause damage to human health, to reduce exposure, the European Union (EU) in 2014 announced the maximum levels allowed for cadmium in cocoa and chocolate products sold in the EU. This has been applied as of January 1, 2019. To know and understand the global, national and regional context of cocoa production, in addition to knowing the nature, availability and absorption of cadmium in cocoa agroecosystems, in addition to its legislation for The export of cocoa beans, this bibliographic review was considered, framed in phase 1 of the project “Identification of cadmium levels in cocoa agroecosystems in the Urabá subregion”.

Breve historia del cacao.

El origen de esta especie es probablemente la región amazónica (cuenca alta del río Amazonas) y comprende países como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil. En esta región es donde se presenta la mayor variación de la especie. Se extendió de Sudamérica hasta México, pero no se sabe si su dispersión ocurrió naturalmente o con la ayuda del hombre. Sigue siendo un misterio el cómo llegó a Centro América, donde se ha cultivado por lo menos durante 3,000 años. El cacao se llevó de

⁷ Químico, M.Sc. (e), Gestora de Laboratorio SENNOVA Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico, Apartadó, Antioquia. llmunozv@sena.edu.co

⁸ Ingeniero Agropecuario M.Sc., Líder SENNOVA Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico, Apartadó, Antioquia. dalondonop@sena.edu.co

⁹ Químico, Técnico de Laboratorio SENNOVA Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico, Apartadó, Antioquia. alvaroalean@hotmail.com

Brasil a la colonia portuguesa de Príncipe en 1822 y de ahí a Sao Tomé en 1830, ambas en el Golfo de Guinea. Ghana obtiene el cacao en 1879 y por el año de 1951 el oeste de África es el responsable del 60 % de la producción mundial. El género Theobroma, denominada así por el botánico Lineo quien la clasificó, se encuentra en estado natural en los pisos inferiores de las selvas húmedas de América tropical y prospera mejor entre los 18° N y 15° S del Ecuador a una altitud inferior a 1,250 m (Bermudez, 2015). De América se llevó por los españoles a Europa. Su comercio creció vigorosamente luego de ser conocido en el viejo mundo, lo que motivó sus siembras en áreas distintas a las inicialmente cultivadas por los indígenas americanos. Así fue como llegó a las islas del Caribe, Asia, Oceanía y África (FEDECACAO, 2015).

Economía del Cacao

El cacao se cultiva en países que geográficamente se ubican en la franja tropical de la tierra, es una especie de origen americano y sin embargo la mayor producción de éste se encuentra en África, continente que cuenta con tres grandes países productores que son: Costa de Marfil, Ghana y Nigeria. En Asia y Oceanía se destacan Indonesia y Nueva Guinea; en América se destacan países como Brasil, Ecuador, Colombia, República Dominicana, México y Venezuela (Guía Técnica para el Cultivo del Cacao, 2016).

Producción Mundial

El principal país cacaotero, Costa de Marfil, registró un importante crecimiento productivo pasando de representar

el 40,0% de la producción mundial en 2013/2014 a 43,1% en el 2017/2018. Los 10 principales productores de cacao en el mundo concentran el 94% de la producción mundial. El segundo productor, Ghana, parece estar estancada, no obstante, la producción de Ecuador en constante crecimiento está ayudando a compensar los efectos de ese estancado, como se observa en la Tabla 2 (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

La producción mundial de cacao en grano descendió en un 3% durante la campaña cacaotera 2014/2015 para situarse en 4,236 millones de toneladas. Aunque la producción de Côte d'Ivoire se elevó a un máximo histórico de 1,796 millones de toneladas, superando así la cifra de la campaña anterior, en Ghana las compras acumuladas de cacao en grano por parte de la Ghana Cocoa Board durante la campaña 2014/2015 se situaron en 740.000 toneladas, un descenso del orden de 157.000 toneladas comparado con la campaña oficial anterior. Aunque la producción conjunta de las Américas aumentó en 36.000 toneladas a 763.000 toneladas, las cosechas de Asia y Oceanía disminuyeron en casi un 11% para situarse en 400.000 toneladas; la caída correspondió en gran medida a Indonesia. En términos de su cuota de la producción mundial total, África siguió siendo con mucho la mayor región productora, con el 73% de la producción mundial de cacao, mientras que las cuotas de las Américas y de Asia y Oceanía se situaron en el 18% y el 10%, respectivamente (ICCO, 2017).

Tabla 1. Producción mundial de cacao por principales países (Miles de Toneladas).

Países	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Costa de Marfil	1746	1796	1581	2020	2000
Ghana	897	740	778	970	900
Indonesia	375	325	320	270	240
Brasil	228	230	210	174	190
Nigeria	248	195	200	245	260
Ecuador	232	262	232	290	280
Cameron	211	232	211	246	240
Perú	81	92	105	115	120
República Dominicana	70	82	80	57	70
Colombia	49	51	53	55	55
Subtotal	4137	4004	3700	4441	4355
Otros	233	248	297	298	290
Total	4370	4252	3997	4739	4645

Fuente: ICCO, 2019

América Latina es la principal región productora de las variedades "prime" (selectas) de cacao a nivel internacional, con cerca del 80 % de la producción mundial, se informó hoy en Lima durante el lanzamiento del Observatorio de la Iniciativa Latinoamericana de Cacao (ILAC). Según datos de la Organización Internacional del Cacao (ICCO), entre el 70 % y 100 % del total de la exportación de cacao de países como Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú y México corresponde a estas variedades especiales, como se evidencia en la Tabla 2 (Iniciativa latinoamericana del cacao, 2018).

Tabla 2. Indicadores de la región de Latinoamérica, variación anual de la producción y exportación de cacao en grano.

País	Producción Total (TM)		Exportaciones (TM)			Exportaciones (Miles de USD)		
	(TM 2017)	porcentaje de variación	Año 2016	Año 2017	Porcentaje variación	Año 2016	Año 2017	Porcentaje variación
Bolivia	2.000	-	115	213	85	655	1034	58
Brasil	173.800	33	389	754	94	1.634	2.936	80
Colombia	60.535	6.6	10.449	11.876	14	31.580	27.326	-13
Costa Rica	545	-	410	434	6	1.341	1.343	0
Ecuador	270.000	38	227.214	284.546	25	621.970	589.750	-5
México	30.000	-	169	1.032	511	866	2.811	225
Panamá	1.000	-	502	569	13	2.030	2.093	3
Perú	115.000	10	61.888	48.801	-21	201.569	118.845	-41
República Dominicana	80,00	-5	73.712	63.238	-14	227.941	178.034	-22
Trinidad y Tobago	500	-	365	321	-12	1.959	1.951	0
Total	733.380		375.213	411.791		1.091.545	925.089	

Fuente: ICCO, 2018

Producción de cacao en Colombia

De acuerdo con el informe presentado por el Departamento Nacional de Estadística (DANE) en el cuarto trimestre de 2015, la producción de cacao aumentó 32,6%, un 21%. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), el buen momento del sector cacaotero es debido a que este cultivo se perfila como una de las estrellas para el posconflicto y es uno de los productos priorizados en Colombia Siembra. Desde el año 2007, la producción y el área sembrada de cacao ha mostrado tendencia al aumento, ya que pasó de 146 mil hectáreas sembradas y 106 mil cosechadas en 2007, a 206 mil hectáreas sembradas y 162 mil sembradas en 2015. Por su parte, la producción pasó de 57 mil toneladas en 2007 a 90 mil toneladas en 2015, según lo registra (MADR, 2016).

El departamento de Santander es el principal productor de cacao a nivel nacional, con una participación del 41% del total de la producción, seguido por Antioquia con una participación del 9%, Arauca, Huila 8% cada uno, Tolima con 7% y Nariño en un 6%. El departamento que presenta el rendimiento más alto es Arauca, con 660 kilos por hectárea en el 2018, como se observa en la figura 2 (MADR, 2019).

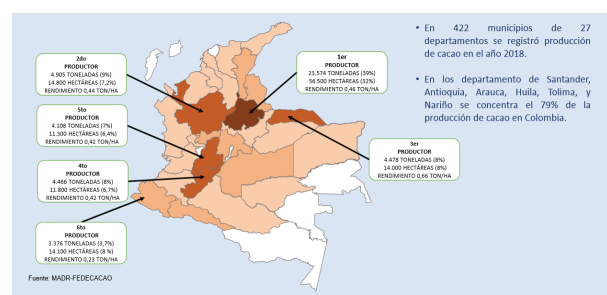


Figura 1. Zonas de producción, año 2018. Fuente: MADR, 2019

Así con base a los indicadores del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en el año 2019 Santander lidera como el mayor productor del fruto en el país con una producción de 23.574 toneladas de cacao en 2018, siguiendo Antioquia con 4.905 toneladas y de tercer lugar parece Arauca con 4.478 toneladas (Tabla 3). Cabe mencionar, que para los años 2015 y 2016 Arauca fue el segundo mayor productor del país, superando a Antioquia con 1.238 toneladas en 2015 y 1.113 toneladas en 2016 como se evidencia en la siguiente tabla. En términos generales, Colombia hasta el año 2018 tuvo una economía creciente en este sector agroindustrial, ascendiendo desde el número de hectáreas cosechadas hasta el número de producción en toneladas, destacándose a nivel internacional por su creciente exportación de un producto destacado por su aroma y calidad (Contreras, 2017).

Departamento	Área (Ha)				Producción (Ton)				Rendimiento Ton/Ha			
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
Santander	51.500	52.200	53.523	56.500	22.424	22.117	23.042	23.574	0,45	0,49	0,49	0,46
Antioquia	13.450	14.600	14.721	14.800	4.391	5.285	5.407	4.905	0,42	0,44	0,45	0,44
Arauca	11.200	13.000	13.126	14.000	5.629	6.398	5.037	4.478	0,55	0,64	0,68	0,66
Huila	13.100	13.300	13.553	13.593	3.787	4.159	4.822	4.466	0,42	0,42	0,42	0,42
Tolima	10.700	11.600	12.000	12.153	3.547	3.527	4.590	4.108	0,42	0,42	0,42	0,42
Nariño	14.400	14.900	14.918	14.100	2.876	2.059	2.871	3.376	0,19	0,13	0,19	0,23
Cesar	4.500	4.700	4.859	4.850	1.046	1.169	1.734	1.902	0,42	0,42	0,42	0,42
Meta	6.100	6.400	6.562	6.700	1.592	1.843	2.071	1.610	0,37	0,32	0,3	0,3
Otros	40.056	41.916	42.901	42.000	9.506	10.227	10.906	8.448	0,39	0,38	0,38	0,38
Total	165.006	173.208	175.430	176.075	54.798	56.785	60.535	56.867	0,43	0,45	0,45	0,43

Tabla 3. Indicadores de producción departamental . Fuente: MADR, 2019

Exportación de cacao colombiano

Analizando los indicadores expuestos por MADR, 2019. Las exportaciones de cacao tuvieron un incremento de 6.406 toneladas entre los años 2008-2018 (Tabla 4). Sin embargo, para el año 2018 se presentó una disminución en las exportaciones del fruto del 41%, frente a las registradas en el año 2017. Las principales causas obedecen a:

- Disminución de la producción nacional del cacao año 2018.
- Alta volatilidad del precio internacional del cacao (Bolsa de Nueva York).
- La principal empresa exportadora de cacao del año 2017 disminuyó su operación para el 2018 en -86%.

Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Exportaciones (Ton)	560	2.112	5.017	2.304	4.321	7.743	8.018	13.744	10.550	11.926	7.056
Variación exportaciones (%)		225%	138%	-54%	88%	79%	4%	71%	-23%	13%	-41%
Importaciones (Ton)	5.951	5.687	6.819	8.681	1.960	2.316	6.688	5.891	4.643	488	670
Variación importaciones (%)		-4%	20%	27%	-77%	18%	189%	-12%	-21%	-89%	31%
Balance (Ton)	-5.301	-3.575	-1.802	-6.377	2.360	5.427	1.330	7.854	5.906	11.437	6.386

Tabla 4. Exportaciones e importaciones de cacao colombiano. Fuente: MADR, 2019

Pese a la creciente productividad del cacao colombiano en años anteriores, se presentaron decrecimientos en lo que va del año 2019, ya que en los primeros cinco meses se manifestó una disminución del 24,28%, registrando exportaciones de 3.237 toneladas frente a 4.270 del 2018 (figura 2). A mayo de 2019, el 99% de las exportaciones se concentraron en los primeros 7 países relacionados en la tabla 5.

- El principal destino de exportación es México, con 1.700 ton y el 53% de participación en el mercado.
- Países Bajos – Holanda es el país que presenta la mayor variación positiva con 132%, pasando de 85 ton en el 2018 a 197 ton para el 2019.

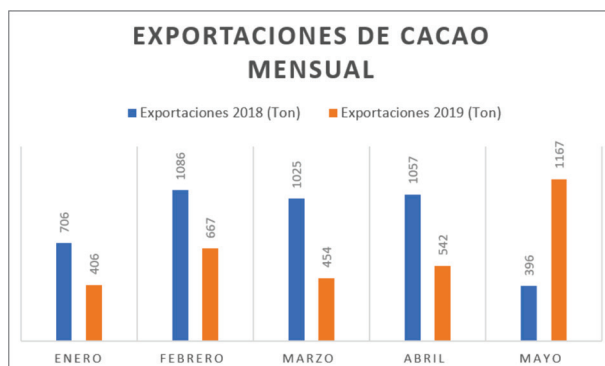


Figura 2. Exportaciones de cacao colombiano 2019. Fuente: MADR, 2019

País destino	2018		2019		Variación
	Total, Ton	Participación %	Total, Ton	Participación %	
México	1.125	26%	1.700	53%	51%
Malasia	700	16,4%	600	19%	-14%
Estados unidos	144	3,4%	214	7%	49%
Bélgica	321	7,5%	206	6%	-36%
Países Bajos- Holanda	85	2%	197	6%	132%
Indonesia	125	3%	150	5%	20%
Argentina	150	4%	125	4%	-17%
Francia	13	0%	14	0%	6%
Rusia	25	1%	13	0%	-50%
Italia	151	4%	7	0%	-95%
Canadá	601	14%	1	0%	-100%
España	576	13%	-	0%	-100%
Otros Países	254	6%	9	0%	-96%
Total	4.270	100%	3.237	100%	-24%

Tabla 5. Exportación de cacao colombiano a los principales países a mayo 2019. Fuente: MADR, 2019

El Cacao colombiano fue ratificado con un 95% de sabor y aroma en el último comité de la ICCO, gracias a las gestiones diplomáticas de la embajadora colombiana en Ghana y al trabajo técnico realizado por un representante de Casa Luker. El principal país destino de las exportaciones durante el año 2018 fue México, con una contribución en el mercado del 28% y llegando a las 1.974 toneladas enviadas. Los principales países destinos de exportaciones en el 2018 fueron en su orden; México, Malasia, Canadá, España, Bélgica y Holanda que en conjunto suman más del 80% del total de las exportaciones de cacao en Colombia. En el año 2018 exportó cacao a 23 países, con un total de 7.056 toneladas y teniendo un ingreso FOB de USD \$16 Millones (MADR, 2019).

Cadmio y el cacao

El cadmio es un metal pesado de origen natural, que no tiene una función conocida en los seres humanos. Se acumula en el cuerpo y afecta principalmente a los riñones, pero también puede causar desmineralización ósea. El cadmio atmosférico puede debilitar la función de pulmón e incluso conducir al cáncer. La planta de cacao absorbe naturalmente metales pesados del suelo y los concentra en las semillas (Augstburger *et al.*, 2000). El cadmio es absorbido por las plantas a través del transporte mediante procesos específicos y no específicos utilizados para iones, tales como Zn^{2+} , Fe^{2+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} y Mg^{2+} . Después de la absorción por el sistema radicular, Cd^{2+} se transporta a la xilema, se mueve a las hojas y luego llega a la fruta a través del floema. En

general, la concentración de cadmio en el tejido de la planta disminuye a partir de las raíces le siguen los tallos, las hojas, cáscaras de mazorcas, cáscaras de granos y, finalmente, los granos (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

Para reducir la exposición, la Unión Europea (UE) en 2014 anunció los niveles máximos permitidos para el cadmio en los productos de cacao y chocolate que se venden en la Unión Europea (UE) (Tabla 6). Esto se ha aplicado a partir del 1 de enero de 2019. Los límites se basan en los niveles estimados de consumo de chocolate por diferentes grupos de edad. Los niveles establecidos por la regulación de la UE son similares a los que se están discutiendo para su inclusión en el Codex Alimentarius de 0.8 mg/kg para chocolate con $\geq 50\%$ a $< 70\%$ de sólidos de cacao, y 0.9 mg/kg para chocolate con $> 70\%$ de sólidos de cacao. Las categorías y los límites para los productos con $< 50\%$ de sólidos de cacao en total y para el polvo de cacao (100% de sólidos de cacao) aún no se han definido. La UE no está sola en la regulación del cadmio en el chocolate, la Norma Nacional de Indonesia establece los siguientes límites máximos: Masa de Cacao 1 ppm, Manteca de Cacao 0.5 ppm, Torta Prensada de Cacao 0.5 ppm, Cacao en Polvo 1 ppm y Productos de Chocolate 0.5 ppm. La Norma 1.4.1 del Código de Normas Alimentarias de Australia y Nueva Zelanda sobre contaminantes y tóxicos naturales ha establecido un nivel máximo de cadmio en productos de chocolate y cacao a 0.5 ppm, y la Federación Rusa ha establecido el mismo umbral, pero para todo el chocolate y productos de chocolate, granos de cacao y

productos. El Estado de California EE.UU. ha establecido niveles máximos para el cadmio en los productos de chocolate bajo la Propuesta de Acuerdo Industrial 65 (19/02/2018). Los

productos que exceden los límites se pueden vender, pero en este caso se debe poner una advertencia en la etiqueta (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

Producto	Nivel Máximo Permissible (mg/kg)
Chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao < 30%	0,10
Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao < 50%; chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 30%	0,30
Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50%	0,8
Cacao en polvo vendido al consumidor final o como ingrediente en cacao en polvo edulcorado vendido al consumidor final (chocolate para beber)	0,6

Tabla 6. Niveles máximos permisibles de cadmio en la UE en cacao y productos de chocolate aplicados actualmente – adaptados del reglamento de la Comisión Europea (UE) 488/2014 del 12 de mayo de 2014. Fuente: U.E, 2014

Los niveles máximos permitidos en la regulación de la UE son para productos de chocolate y no la materia prima. Sin embargo, los compradores deben poder relacionar el nivel de cadmio en los granos de cacao con el producto final. Como la manteca de cacao contiene niveles mínimos de cadmio, la concentración de cadmio en la masa de cacao es similar a la del licor de cacao (el primer producto derivado de los granos de cacao después de la fermentación, el secado y el tostado). Conociéndose el porcentaje de masa de cacao en el producto final de chocolate, se puede utilizar la siguiente ecuación para estimar el nivel máximo de cadmio en la masa de cacao que permitirá que el producto de chocolate permanezca por debajo del umbral pertinente de la UE (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019):

$$ML_{cm} = \frac{ML_{EU,P}}{X_{\%P}}$$

Donde:

ML_{cm} = Nivel máximo de cadmio en la masa del cacao $\left(\frac{mg}{kg}\right)$

$ML_{EU,P}$ = Nivel máximo permitido de a UE en el propucto terminado P $\left(\frac{mg}{kg}\right)$

$X_{\%P}$ = Porcentaje de masa de cacao en el producto terminao P

Legislación sobre los niveles de cadmio en cacao

Legislación sobre los niveles de cadmio en cacao a nivel mundial

Como se mencionó anteriormente la comisión europea notificó una regulación que fue obligatoria desde enero del 2019. Los países para los cuales no se encontraron registros sobre el contenido límite en chocolate y otros productos derivados del cacao fueron Bolivia, Perú, Nicaragua, Canadá, Japón, Reino Unido, Venezuela, Sudáfrica, Suiza, Rusia, Ecuador, Chile y Brasil. Algunos de estos países reportaban niveles máximos en contenidos de otros metales tóxicos como el plomo y el arsénico o en su legislación se encontraba limitado el cadmio para otros alimentos diferentes al cacao (Tabla 7). En Colombia la regulación 770 de 2014 establece las directrices concernientes a la vigilancia y control de residuos en alimentos, sin embargo, no hay una legislación en la cual se establezcan niveles permisibles de cadmio en chocolate y otros productos derivados del cacao (Calderón & Ramírez, 2019)

A pesar de la inexistencia de las leyes, el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) y el subcomité Codex Colombia sobre contaminante de los alimentos y propusieron una metodología para el muestreo y evaluación de este metal en diferentes productos como licor de cacao, cacao en polvo y chocolatinas (Invima, 2017).

País	Normativa	Descripción
Estados Unidos	Agencia para sustancias tóxicas y registros de enfermedades. Declaración de salud pública: cadmio	Alton niveles de cadmio entre 0,05-0,12 mg/kg en semillas de cacao
Hong Kong	Centro de alimentos seguros, capítulo 132 de la parte V de la Ordenanza en Salud Publica y los Servicios Municipales, en la regulación 3.	Regula las concentraciones de cadmio para los cereales y vegetales (0,1mg/kg), pescado, carne de cangrejo, ostras, gambas y camarones (2 mg/kg). No hay legislación para el cacao y derivados
México	Norma Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2013, Cacao, chocolates y productos similares y derivados del cacao	Contenidos permisibles: menores a 0,5 mg/kg para arsénico y entre 0,1 a 1 mg/kg para el plomo. No hay registros para el cadmio
Unión Europea	En el reglamento 488 de 2014 de la Unión Europea (Comisión Europea, 2014*, 4).	Chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao <30% (0,10 mg/kg Cd); chocolate con un contenido de materia seca total de cacao <50% y chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao ≥30% (0,30 mg/kg Cd); chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥50% (0,80 mg/kg Cd);

Australia y Nueva Zelanda	Código de normas alimentarias australianas y de Nueva Zelanda	Contenido máximo de cadmio en chocolates y productos del cacao menor a 0,5 mg/kg
Argentina	Código alimentario	Concentración de cadmio en chocolates y productos de cacao (contenido de cacao <40%) menor a 0,2 mg/kg. Para chocolates y productos mayor a 40% de contenido de cacao el límite es 0,3 mg/kg.
Uruguay	Ministerio de Salud pública	Para todos los productos del chocolate y derivados del cacao, el contenido de cadmio debe ser menor a 0,2 mg/kg
Corea del Sur	Gobierno de Corea	El gobierno de Corea ha legislado concentraciones máximas permisibles de "límite estándar" para cd (0,2 mg/kg) para arroz pulido.

Tabla 7. Legislación sobre niveles de cadmio en cacao a nivel mundial. Fuente: Calderón & Ramírez, 2019

Legislación colombiana sobre los niveles de cadmio en cacao.

Como se mencionó con anterioridad la regulación 770 de 2014 establece las directrices concernientes a la vigilancia y control de residuos en alimentos, sin embargo, no hay una legislación en la cual se establezcan niveles permisibles de cadmio en chocolate y otros productos derivados del

cacao a raíz de esto, los aportes de Colombia para la décima reunión del Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos, en Rotterdam, Holanda, en abril de 2015, es una propuesta (Tabla 8) con los siguiente niveles máximos para el cadmio en el Licor de cacao y productos derivados para observaciones (Invima, 2017):

Producto	Nivel máximo de Cadmio mg/kg
Licor de cacao	5
Cacao en polvo sin adición de azúcar	4
Cacao en polvo con adición de azúcar	0,4
Chocolate (chocolatina) con leche con un contenido de materia seca total de cacao < 30 %	0,2
Chocolate (chocolatina) con un contenido de materia seca total de cacao < 50 %; chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 30 %	0,4
Chocolate (chocolatina) con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50 %	2,5

Fuente: Invima, 2017

Cadmio en plantaciones de cacao

Fuentes de acumulación de cadmio en el suelo

La presencia de cadmio en los suelos es el resultado de una combinación de procesos naturales y antropogénicos. Los procesos naturales incluyen la meteorización de las rocas, la actividad volcánica, los incendios forestales, la erosión y la deposición en los sedimentos de los ríos, mientras que los procesos antropogénicos incluyen actividades mineras e industriales, así como prácticas agrícolas de riego y fertilización. El aumento observado de los niveles de cadmio en los suelos en los últimos años a escala mundial sugiere la importancia de los procesos antropogénicos. En LAC (los pequeños productores de los países de Latinoamérica y el Caribe), sin embargo, los mayores niveles de cadmio reportados en los granos de cacao en relación con otras regiones, así como las diferencias localizadas, implican que los suelos en algunas áreas pueden ser naturalmente ricos en cadmio, aunque esto no descarta el papel de las fuentes

antropogénicas, ni de una interacción entre los dos. Las fuentes se explican con más detalle en la siguiente sección (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

Fuentes naturales del cadmio

Según He et al, 2015. La contribución de los procesos naturales a la contaminación con cadmio del suelo es de 3 a 10 veces menor que la de las fuentes antropogénicas. En los suelos naturales, no contaminados, la concentración de cadmio está influenciada en gran medida por la cantidad de cadmio en la roca madre y por las condiciones de meteorización locales, así como por el transporte y deposición en los sedimentos y el agua por los ríos. Comparando diferentes tipos de suelos, los derivados de rocas ígneas suelen contener cantidades bajas de cadmio, los suelos derivados de rocas metamórficas son intermedios, y los suelos derivados de rocas sedimentarias (especialmente lutitas) contienen altas cantidades (He et al, 2015). Gramlich et al, 2018 encontraron que los niveles de cadmio en los suelos

de cultivo de cacao variaron significativamente a lo largo de diferentes sustratos geológicos en Honduras y fue el más alto en los suelos aluviales originados de material sedimentario. Un patrón similar fue encontrado en Ecuador en un estudio de 159 granjas (Argüello et al, 2019). Otras fuentes naturales de cadmio del suelo incluyen la actividad volcánica, incendios forestales, partículas de suelo arrastradas por el viento y polvo de roca (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

Fuentes antropogénicas de cadmio

La actividad antropogénica puede aumentar la concentración de cadmio en los suelos agrícolas mediante la aplicación de fertilizantes de fosfato derivados de material sedimentario y agua de riego de áreas con altos niveles de cadmio. La minería y la fundición de minerales, la quema de combustibles fósiles, y otras actividades industriales también pueden conducir a la contaminación localizada con cadmio. Si bien la deposición de sedimentos de los ríos es un proceso natural, las actividades como la minería y la degradación causada por el cambio del uso de la tierra en suelos ricos en metales aguas arriba de las áreas agrícolas probablemente aumentarán la concentración de estos metales en los sedimentos aguas abajo y pueden ser una fuente importante de cadmio en muchos suelos. En suelos tropicales en áreas húmedas, es más probable que ocurra la migración de cadmio en el perfil del suelo que su acumulación en la capa superior (Kabata, 2010; Rieuwerts, 2007). Por lo tanto, los resultados de múltiples estudios en suelos de cultivo de cacao en LAC que muestran concentraciones significativamente mayores de cadmio en la capa superior en comparación con otras capas, y una disminución general con la profundidad se han interpretado como el resultado de actividad antropogénica (Barraza et al., 2017; Gramlich et al., 2017; Arévalo et al., 2016; Chavez et al., 2015; Mite et al., 2010; Rodríguez Albarracín et al., 2019), aunque el mapeo de isótopos ha sugerido que el ciclo suelo planta puede llevar a un patrón similar (Imseng et al. 2018).

Cadmio dentro de sistemas de producción del cacao

Cuando se reportan altas concentraciones de cadmio en los granos de cacao, las concentraciones también son altas o incluso más altas en las hojas y en las cáscaras de las mazorcas. Las hojas muertas y las cáscaras de mazorcas generalmente se dejan degradar en las plantaciones para reducir la pérdida de nutrientes y mejorar la materia orgánica del suelo. Todo el cadmio en estos tejidos se lixiviará a través del suelo o se reciclará dentro del sistema. Para Mite et al, 2010; Barraza et al, 2017 y Gramlich et al, 2018 la mayor concentración de cadmio en las capas superiores de los suelos en relación con los subsuelos puede deberse, al menos en parte, a la acumulación a lo largo de los años de cadmio de hojas y cáscaras, aunque los autores no descartan la posibilidad

de contaminación de otras fuentes antropogénicas. En Colombia, Rodríguez Albarracín et al, 2019 encontraron que la hojarasca de cacao tiene un mayor contenido de cadmio que los granos y hojas de cacao con un promedio de 85.5 mg/kg, lo que según los autores implica un alto nivel de ciclos de cadmio en sus áreas de estudio. Sin embargo, la importancia relativa de esto en comparación con otros procesos aún no se ha entendido.

Propiedades del suelo que afectan la biodisponibilidad del cadmio a las plantas de cacao

Relación entre las propiedades del suelo

La disponibilidad de cadmio para las plantas está influenciada por múltiples propiedades del suelo que afectan las características químicas y físicas del cadmio en el suelo y pueden fluctuar en espacio y tiempo. Estos incluyen pH, contenido de materia orgánica, textura y mineralogía del suelo, capacidad de intercambio de cationes, conductividad eléctrica, contenido de macro y micronutrientes y la presencia de microorganismos (Shahid et al. 2016; S. He et al. 2015). La manipulación de estas propiedades es clave para el desarrollo de estrategias de mitigación que tienen como objetivo reducir la absorción de cadmio por el cacao (Hamid et al., 2019).

La mayoría de los estudios de referencia para comprender cuáles de estos factores pueden ser importantes para influir en la absorción de cadmio por el cacao se han llevado a cabo en LAC – Ecuador, Perú, Trinidad y Tobago, Honduras y Bolivia. Estos estudios midieron diversas propiedades del suelo, así como factores agronómicos y otros, y determinaron su correlación con el cadmio total y biodisponible del suelo, así como el contenido de cadmio en el tejido de las plantas de cacao (hojas, granos, cáscaras de mazorca). Este informe encontró que muchos estudios han investigado esto, pero las diferencias en las propiedades del suelo medidas, los tipos de suelo, el diseño del muestreo, el tamaño de la muestra, la duración del estudio y el procedimiento de extracción de cadmio biodisponible dificultan su comparación. Consideramos que 9 de estos estudios, de estos, solo tres (Gramlich et al., 2018; Argüello et al., 2019) permiten formular conclusiones claras. Estos estudios forman la base de las siguientes secciones, junto con los resultados de ensayos que buscan cambiar las propiedades del suelo para reducir la absorción de cadmio por el cacao (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

Capacidad de Intercambio Catiónico

La capacidad de intercambio de catiónico (CIC) es la capacidad total de un suelo para contener cationes intercambiables. Una mayor CIC implica una mayor capacidad de las superficies de partículas del suelo para

retener los cationes, y puede llevar a una disminución de la biodisponibilidad del cadmio. A medida que disminuye la CIC, existe una mayor competencia entre los cationes y Cd^{2+} para los sitios de ligazón que dan como resultado la desorción de cadmio de las partículas del suelo a la solución del suelo. La CIC está influenciada por las propiedades del suelo, incluida la textura, el contenido y tipo de arcilla y la mineralogía, el pH, el contenido de óxidos e hidróxidos de hierro, aluminio y manganeso y el contenido de materia orgánica. La mineralogía de arcilla es muy importante: las arcillas 1:1 son comunes en los suelos tropicales altamente meteorizados y tienen una CIC baja, mientras que las arcillas 2:1 tienen una CIC alta. Un aumento en el pH y el contenido de materia orgánica del suelo también suele asociarse con una CIC más alta, especialmente en suelos tropicales (Adriano, 2001).

PH

El pH del suelo parece que es uno de los parámetros más importantes que influyen en la especiación de cadmio, la movilidad, la solubilidad y, por lo tanto, su biodisponibilidad (Adriano, 2001). A medida que el pH disminuye, también lo hace el CIC del suelo. En los suelos alcalinos, el cadmio es menos biodisponible ya que tiende a ligarse fuertemente a las partículas del suelo. El aumento del pH del suelo de los suelos ácidos casi siempre conduce a una menor absorción de cadmio por las plantas (Shahid et al, 2016). La mayoría de los estudios sobre el cacao encuentran correlaciones significativas y negativas entre el pH del suelo y el cadmio biodisponible (Argüello et al. 2019). Sin embargo, el entorno de pH en el suelo no es uniforme ya que las plantas exudan ácidos de sus raíces para mejorar la solubilidad de nutrientes y iones (Dong et al, 2007). Esto significa que incluso en suelos neutros o alcalinos, todavía puede ocurrir acumulación de cadmio en los tejidos de las plantas. Se ha encontrado que el cadmio es un problema importante en el cacao que se cultiva en suelos de pH casi neutro (Remigio, 2014).

Los árboles de cacao crecen mejor en suelos con niveles de pH que van de 5.0 a 7.5. La aplicación de ciertas enmiendas a los suelos ácidos que aumentan el pH puede reducir la proporción de cadmio que está biodisponible y, por lo tanto, reducir la absorción de cadmio por las plantas (Ramtahal et al, 2018). Las enmiendas de uso común para este propósito incluyen cal apagada, dolomita y zeolita (Mahar et al, 2015).

Contenido de materia orgánica

El contenido de materia orgánica de los suelos juega un papel importante en la biodisponibilidad del cadmio debido a su capacidad para adsorber el metal. La capacidad de la materia orgánica para unirse con el cadmio es debido a su alta CIC, y el incremento de la actividad microbiológica, así como su capacidad quelante (Adriano 2001; S. He et al. 2015).

El contenido de materia orgánica también puede reducir la biodisponibilidad de cadmio indirectamente al afectar otras propiedades del suelo (Shahid et al, 2016), principalmente aumentando el pH del suelo, sin embargo, las sustancias húmicas a veces forman complejos solubles con cadmio y aumentan su movilidad (Khan et al, 2017).

El contenido de materia orgánica del suelo en las plantaciones de cacao en Honduras y Bolivia está correlacionado de manera significativa y negativa tanto con el cadmio biodisponible en el suelo como con el contenido de cadmio en los tejidos de las plantas de cacao (Gramlich et al, 2018). Se encontró una correlación similar en Ecuador entre el contenido de cadmio en los granos de cacao y el contenido de materia orgánica del suelo (Argüello et al, 2019). Chávez et al. (2016a) interpretan el mayor coeficiente de correlación entre cadmio soluble en ácido y contenido de cadmio en los granos de la capa subsuperficial (5–15 cm) en comparación con la capa superficial (0 – 5 cm) como resultado de la mayor cantidad de materia orgánica del suelo en la capa superficial. Un porcentaje muy bajo de materia orgánica del suelo en el norte del Perú (< 2%) puede explicar en parte las elevadas concentraciones de cadmio en los granos de cacao en la región (Remigio, 2014).

Chávez et al. (2016a) encontraron que una tasa de aplicación del 2% de vermicompost a podría reducir efectivamente el cadmio 0.01 M CaCl_2 extraíble y extraído con Mehlich 3 en suelos enriquecidos con 5 mg/kg de cadmio. Curiosamente, Chávez et al. (2016a) informaron que este efecto puede haber sido debido a un aumento sustancial en el pH del suelo, tal vez por la mineralización de nitrógeno orgánico.

Textura del suelo

La textura del suelo influye tanto en el contenido de cadmio como en su biodisponibilidad en los suelos debido a las diferentes capacidades de intercambio catiónico (Kabata, 2010). Los suelos de textura fina (arcillas) generalmente tienen una mayor capacidad de adsorción que los suelos de textura más gruesa (arenas), mientras que el contenido total de cadmio y la biodisponibilidad parecen ser más altos en los suelos francos (una mezcla de arcilla, arena y limo) que en los suelos arenosos (Kabata, 2010). Sin embargo, este patrón no siempre es claro, ya que la capacidad de adsorción de la arcilla depende de la estructura del mineral de arcilla dominante: los tipos de arcilla 2:1 tienen mayores capacidades de absorción que los tipos de arcilla 1:1. En los trópicos, las arcillas tienden a estar altamente meteorizadas y están dominadas por tipos de arcilla 1:1 con CIC correspondientemente más baja (Rieuwerts, 2007). Esta puede ser la razón de los resultados inconsistentes en los estudios correlativos en plantaciones de cacao en los que se han informado ser positivos, negativos y sin correlación entre

el contenido de arcilla y la biodisponibilidad de cadmio entre los estudios en Ecuador, Honduras, Bolivia y Perú (Gramlich et al, 2018, 2017). Dados estos resultados conflictivos, el contenido de arcilla no parece ser un indicador confiable de la biodisponibilidad de cadmio, aunque puede desempeñar un papel importante en la biodisponibilidad de cadmio para las plantas de cacao (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica del suelo (CE) es una medida de su capacidad para conducir una corriente eléctrica. Una CE alta indica un gran número de cationes (nutrientes) que se mantienen en los sitios de intercambio catiónico del suelo, e indica un suelo fértil. Sin embargo, los suelos con una alta CE debido al exceso de iones de sodio y magnesio (o cloruro) pueden ser perjudiciales para la salud de las plantas, y también aumentar la biodisponibilidad de cadmio (Ahmad, 2017). Como la mayor parte del cacao se produce en un bioma de la selva tropical, parecería que es poco probable que la CE del suelo sea alta. Sin embargo, podría ser un problema en áreas que utilizan agua de riego salina o donde los ciclos naturales o de riego de inundaciones y sequías son comunes, ya que el cloro puede formar complejos con Cd^{2+} en la fracción intercambiable que está ligado a las partículas del suelo y ponerlos en solución. Es probable que esto sea más importante en suelos alcalinos. Solo unos pocos estudios han investigado la relación entre la conductividad eléctrica y la biodisponibilidad del cadmio. Fauziah et al, 2001 encontraron una correlación significativa y positiva en los suelos de cultivo de cacao de Malasia. En Ecuador, Chavez et al, 2015 encontraron que el contenido de cadmio en grano de cacao se predecía mejor por el contenido de cadmio biodisponible y la CE de la capa superior del suelo ($r^2 = 0.73$, $p < 0.05$). Argüello et al, 2019 descubrieron que, a concentraciones de iones de cloruro en el suelo superiores a 500 ppm, la biodisponibilidad de cadmio aumentó dramáticamente. Esto corresponde a una CE (1: 5) de aproximadamente $350 \mu S cm^{-1}$ (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

Macro y micronutrientes

Sarwar et al, 2010 proporcionan una discusión detallada de la naturaleza compleja del papel de la nutrición mineral en la reducción de la absorción de cadmio. Algunos iones pueden influir en la absorción de cadmio directamente a través de la competencia por los sitios de intercambio del suelo, y la quelación o complejación con compuestos de cadmio. Sin embargo, predecir el efecto no siempre es sencillo, ya que también depende del compuesto aplicado y del modo de aplicación que puede resultar en un cambio en el pH o la CIC y, por lo tanto, afectar la biodisponibilidad del cadmio (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

Fósforo

Se ha informado que la aplicación de fertilizantes de fosfato no contaminados con cadmio o reduce la biodisponibilidad del cadmio al inmovilizar el cadmio en el suelo, o lo aumenta al reducir el pH del suelo (S. He et al. 2015; Mahar et al. 2015). En Venezuela, (Nereida, 2011) encontró que la aplicación de fósforo a 50 o 150 mg/kg por árbol en la forma de dihidrógeno fosfato de potasio reducía los niveles de cadmio biodisponible en el suelo. En Bolivia (Gramlich et al, 2017) encontraron un efecto negativo del contenido de P del suelo en la concentración de cadmio biodisponible y un efecto negativo débil en la concentración de cadmio en las cáscaras de mazorcas. En cambio, Huamani et al, 2012 encontraron que los niveles de cadmio del suelo se correlacionaban de manera significativa y positiva con el contenido de P en las hojas de cacao. Fauziah et al, 2001 y Zug et al, 2019 también encontraron que el contenido de P biodisponible del suelo se correlacionó positivamente con el contenido de suelo de cadmio biodisponible, pero creen que esto se debe al uso de fertilizantes de fosfato contaminados con metales pesados (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

Zinc

El cadmio y el zinc comparten propiedades químicas muy similares, y esto ha llevado a la conclusión de que una deficiencia relativa de zinc en el suelo puede llevar a una mayor absorción de cadmio, ya que compiten por las mismas membranas de transporte (Sarwar et al., 2010; Adriano, 2001). Parece que la proporción de cadmio a zinc en los suelos es normalmente de 1: 200-500. Los suelos con relaciones más bajas que esto (como las lutitas marinas) pueden exhibir una alta acumulación de cadmio en los cultivos (Chaney, 2012).

Silicio

Se sabe que el óxido de silicio (SiO_2) reduce la biodisponibilidad del cadmio del suelo, así como su absorción y movimiento dentro de las plantas. (Sarwar et al., 2010). Una fuente comúnmente utilizada como un filtro rentable y eficiente para el agua contaminada es la tierra de diatomeas o diatomita. La diatomita también se puede incorporar a los suelos para reducir la biodisponibilidad del cadmio del suelo (Liva et al, 2007). En Perú, los ensayos en macetas con plantas de cacao han demostrado una reducción de la biodisponibilidad de cadmio, especialmente con aplicaciones de más del 5% y actualmente se está realizando un ensayo de campo (Arbulu, 2017). La contaminación del agua subterránea de los suelos también se puede prevenir mediante la colocación de una capa de diatomita bajo la capa de enraizamiento del suelo (Liva et al, 2007).

Otros elementos

Muchos otros elementos en el suelo pueden influir en la absorción de cadmio (Shahid *et al.* 2016). El efecto del contenido de N en el suelo sobre la biodisponibilidad de cadmio parece depender de si se usa NO_3^- o NH_4^+ , la tasa de aplicación y el momento y las especies de plantas estudiadas (He *et al.*, 2015). Por ejemplo, cuando se aplica como NH_4^+ , la acidificación del suelo puede ocurrir, lo que lleva a una mayor biodisponibilidad del cadmio. En Perú, Zug *et al.*, 2019 encontraron que el uso de fertilizantes N en particular incrementó dramáticamente el contenido de cadmio en los granos de cacao. Otros elementos investigados con respecto a su efecto sobre la biodisponibilidad de cadmio incluyen Fe, Pb, Ca, Mg, Mn y K. Argüello *et al.*, 2019 encontraron que el Mn extraíble con oxalato explicó el 8% de la variación en las concentraciones de cadmio en granos en un modelo de regresión con cadmio total del suelo, pH y carbono orgánico total. Se sabe que los oxihidróxidos de manganeso son fuertes adsorbentes de metales. Gramlich *et al.*, 2018 encontraron que el contenido de Mg y K en el suelo tenía una influencia negativa menor en las concentraciones de cadmio en la planta, lo que los autores creen que se debe a la competencia de iones. Gramlich *et al.*, 2018 encontraron que el Fe estaba correlacionado positivamente con el cadmio disponible medido por DGT en los suelos de cacao de Bolivia y Honduras. Sin embargo, en Honduras, la disponibilidad de Fe también estuvo fuertemente correlacionada con el pH, lo que explica la correlación con el cadmio (Gramlich *et al.*, 2018).

La planta: mecanismos de absorción de cadmio, su partición y diferencias entre variedades

Mecanismo de absorción del cadmio

El cadmio es un elemento no esencial para las plantas y su absorción se debe al transporte mediante procesos específicos y no específicos utilizados para iones como el Fe^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} y Mg^{2+} (Shahid *et al.*, 2016). Después de la absorción por el sistema radicular, Cd^{2+} es transportado al xilema para llegar a las hojas. En las hojas Cd^{2+} es transportado activamente al floema desde donde llega a los frutos (Shahid *et al.*, 2016; Clemens *et al.*, 2013). El cadmio también puede llegar a los frutos directamente del xilema (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

La absorción de cadmio por las hojas ha recibido mucha menos atención que a través de las raíces. Mientras que Shahid *et al.*, 2017 sugieren que para algunas especies la absorción foliar de cadmio podría ser importante, en el cacao esto parece ser insignificante (Barraza *et al.*, 2017).

Se ha identificado que varias familias importantes de genes transportadores de membrana (incluyendo los transportadores regulados por zinc, las proteínas similares a

los transportadores regulados por hierro (ZIP), la resistencia natural y las proteínas de macrófagos (NRAMP), las ATPasas de metales pesados (HMA)) probablemente desempeñan un papel en la absorción de cadmio por las raíces, la carga en el xilema y el transporte dentro de la planta (Guo *et al.*, 2016). En muchas especies estudiadas, el transportador ZIP que apoya que el Zn^{2+} cruza la membrana de la célula epidérmica de la raíz es responsable de la absorción de cadmio. Además, las células de la raíz tienen transportadores HMA3 que bombean Cd^{2+} a las vacuolas de las células de la raíz, lo que limita el transporte de Cd al xilema. Se han observado plantas con un HMA3 mutante en el arroz, la soja, y el trigo que son mucho menos eficientes en el bombeo de Cd^{2+} a las vacuolas (Wang *et al.*, 2012). La sobreexpresión del mismo transportador HMA3 redujo el transporte de Cd^{2+} a brotes de arroz y grano (Ueno *et al.*, 2010).

Estas familias de genes están altamente conservadas a través de las familias de plantas y parecen tener homólogos identificables en el genoma del cacao (Cryer *et al.*, 2012). Ullah *et al.*, 2018 identificaron y secuenciaron cinco genes de la familia NRAMP en cacao y encontraron que NRAMP5 codifica una proteína capaz de transportar iones de Cd^{2+} en levadura. Sin embargo, mientras que las proteínas NRAMP han demostrado ser importantes en la absorción de cadmio en el arroz (Ishikawa *et al.*, 2012; Sasaki *et al.*, 2012), hasta la fecha esta proteína no se ha implicado para ningún otro cultivo. Una mayor comprensión del papel de estos genes de transporte en la absorción y partición de cadmio ayudará a la identificación de genotipos de cacao de baja acumulación para ensayos de campo (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

Partición de cadmio dentro de la planta

En general, la concentración de cadmio en tejido de la planta disminuye a partir de las raíces > tallos > hojas > cáscaras de las mazorcas > semillas (Benavides *et al.*, 2005). Esto parece cumplirse para el cacao donde se ha reportado una disminución en la concentración de cadmio desde la hoja a la cáscara de las mazorca hasta el grano descascarado (Tabla 10). El transporte de cadmio a través del xilema puede explicar por qué otras partes de la planta contienen menos cadmio que las hojas, ya que se necesita transporte activo hacia el floema (Sékara *et al.*, 2005). Chávez *et al.*, 2015 informaron niveles de cadmio en hojas que estaban por debajo del límite de detección, mientras que la concentración en granos excedió 1 mg/kg. Se han informado niveles más altos de cadmio en la cáscara del grano en comparación con el grano descascarado en varios estudios, pero no todos. Tales diferencias parecen tener una base genética (Zug *et al.*, 2019), pero algunos de los resultados pueden deberse a un artefacto de preparación del material (Lewis *et al.*, 2018).

Tabla 10. Resumen de los resultados de los estudios sobre las concentraciones de cadmio en diferentes partes de la planta de cacao

Estudio	Región	País	Concentración de cadmio en tejido de planta de cacao
Gramlich <i>et al.</i> , 2018	LAC	Honduras	hoja > cáscara de las mazorca = grano descascarado
Gramlich <i>et al.</i> , 2017	LAC	Bolivia	hoja > cáscara de las mazorca = grano descascarado
Gramlich <i>et al.</i> , 2017	LAC	Ecuador	hoja > cáscara de las mazorca = grano en cáscara
Barraza <i>et al.</i> , 2017	LAC	Ecuador	cáscara > hoja > cáscara de las mazorca > grano
Mite <i>et al.</i> , 2010	LAC	Ecuador	grano descascarado > cáscara de grano >> hoja
Chávez <i>et al.</i> , 2015	LAC	Ecuador	grano descascarado > cáscara de grano >> hoja
Tantalean <i>et al.</i> , 2017	LAC	Perú	vástago > hoja > raíz > grano en cáscara > cáscara de las mazorca
Llatance <i>et al.</i> , 2018	LAC	Perú	raíz > vástago > hoja > grano en cáscara
Zug <i>et al.</i> , 2019	LAC	Perú	grano descascarado (seco, en polvo) > cáscara
Rodríguez Albarracín <i>et al.</i> , 2019	LAC	Colombia	Camada de hojas > hoja > grano descascarado
Ramtahal <i>et al.</i> , 2016	LAC	Trinidad y Tobago	hoja > cáscara de las mazorca > cáscara del grano > grano descascarado
Ramtahal <i>et al.</i> , 2015	LAC	Trinidad y Tobago	cáscara de grano > grano descascarado
Fauziah <i>et al.</i> , 2001	LAC	Malasia	hoja > cáscara de las mazorca > grano descascarado

Fuente: Meter, Atkinson & Laliberte, 2019.

El tratamiento post-cosecha (fermentación y secado) también puede desempeñar un papel en la partición de cadmio en el grano (Ramtahal *et al.*, 2015). Recientemente, Thyssen *et al.*, 2018 mapearon la distribución de varios contaminantes, incluido el cadmio, en la sección transversal de un grano de cacao fermentado usando un nuevo método. Su análisis sugiere que el cadmio está ubicado en el lado interno de la cáscara de la semilla, así como en la parte meristemática y tiene una distribución similar a zinc y, en cierta medida, a Mg, K y P. No se sabe si el mismo patrón está presente en los granos antes de la fermentación (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019).

Diferencias genotípicas en la absorción y partición de cadmio

El uso de genotipos de baja acumulación de origen natural, solos, como patrón, injerto, o en combinación, se considera parte integral para reducir la acumulación de cadmio en tejidos de plantas comestibles de muchos cultivos (Zhou *et al.*, 2017). La variabilidad genotípica en la acumulación de cadmio entre las variedades de cacao se ha informado en varios estudios (Argüello *et al.*, 2019; Lewis *et al.*, 2018) encontrando que la concentración de cadmio en las hojas de las plántulas de 60 genotipos de cacao cultivados en suelos enriquecidos con cadmio oscila entre 1 mg/kg y 10

mg/kg. El Banco Internacional de Germoplasma de Cacao en Trinidad y Tobago también observó diferencias en la concentración de cadmio en los granos de cacao entre 100 de sus accesiones que crecen en condiciones de suelo muy similares (Lewis *et al.*, 2018). Un estudio de isótopos mostró una diferencia significativa en la transferencia de cadmio del suelo a los tejidos de las plantas entre el cacao nacional fino de aroma ecuatoriano y el híbrido CCN51 (Meter, Atkinson & Laliberte, 2019). En el norte de Honduras, un estudio que comparó 11 cultivares de cacao injertados encontró variaciones significativas en el contenido de cadmio de granos entre los cultivares y ninguna relación entre el contenido de cadmio de granos y del suelo. Estos resultados sugieren que las diferencias en el contenido de cadmio del grano de cacao podrían deberse a diferencias genotípicas en la carga de cadmio durante la maduración del grano (Engbersen *et al.*, 2019).

Conclusión

El entendimiento de la dinámica del cadmio, tanto en la planta de cacao como en su legislación, son esenciales para abordar el problema que nos acoge. El cadmio está naturalmente en el suelo, los profesionales del campo deben investigar en alternativas para la remediación de los niveles de este metal pesado en los agroecosistemas cacaoteros,

además de medición de los niveles de absorción de los clones regionales de cacao, para así identificar los mejores diseños de cultivo en nuestras regiones. Esta revisión nos deja abiertas las puertas a múltiples investigaciones.

Bibliografía

- Contreras, C. (2017). Análisis de la cadena de valor del cacao en Colombia: generación de estrategias tecnológicas en operaciones de cosecha y poscosecha, organizativas, de capacidad instalada y de mercado (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Argüello, D., Chavez, E., Lauryssen, F., Vanderschueren, R., Smolders, E., & Montalvo, D. (2019). Soil properties and agronomic factors affecting cadmium concentrations in cacao beans: A nationwide survey in Ecuador. *Science of the Total Environment*, 649, 120–127.
- Arévalo-Gardini, E., Arévalo-Hernández, C. O., Baligar, V. C., & He, Z. L. (2017). Heavy metal accumulation in leaves and beans of cacao (*Theobroma cacao* L.) in major cacao growing regions in Peru. *Science of The Total Environment*, 605–606, 792–800.
- Barraza, F., Schreck, E., Lévêque, T., Uzu, G., López, F., Ruales, J., ... Maurice, L. (2017). Cadmium bioaccumulation and gastric bioaccessibility in cacao: A field study in areas impacted by oil activities in Ecuador. *Environmental Pollution*, 229, 950–963.
- Chavez, E., He, Z. L., Stoffella, P. J., Mylavarapu, R. S., Li, Y. C., Moyano, B., & Baligar, V. C. (2015). Concentration of cadmium in cacao beans and its relationship with soil cadmium in southern Ecuador. *Science of the Total Environment*, 533, 205–214.
- Arbulu Zuazo, A. (2017). Estudio de investigación para determinar el efecto de la diatomita y materia orgánica a nivel de vivero como alternativas de remediación al problema de cadmio en suelo en cultivos de cacao. Perú.
- Adriano, D. C. (2001). Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. Retrieved from
- Chaney, R. (2012). Food Safety Issues for Mineral and Organic Fertilizers. In *Advances in Agronomy* (Vol. 117, pp. 51–116).
- Chavez, E., He, Z. L., Stoffella, P. J., Mylavarapu, R., Li, Y., & Baligar, V. C. (2016). Evaluation of soil amendments as a remediation alternative for cadmium-contaminated soils under cacao plantations. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(17), 17571–17580.
- Cryer, N. C., & Hadley, P. (2012). Cadmium Uptake and Partitioning Within the Cocoa Plant. Retrieved July 31, 2018, from Wroksop/Reading University website.
- Dong, J., Mao, W. H., Zhang, G. P., Wu, F. B., & Cai, Y. (2007). Root excretion and plant tolerance to cadmium toxicity – a review. *Plant Soil Environment*, 2007(30571097), 193–200.
- Fauziah, C. I., Rozita, O., Zauyah, S., Anuar, A. R., & Shamshuddin, J. (2001). Heavy metal content in soils of Peninsular Malaysia grown with cocoa and in cocoa tissues. *Malaysian Journal of Soil Science*, 5, 47–58.
- Gramlich, A., Tandy, S., Andres, C., Paniagua, J. C., Armengot, L., Schneider, M., & Schulin, R. (2017). Cadmium uptake by cocoa trees in agroforestry and monoculture systems under conventional and organic management. *Science of The Total Environment*, 580, 677–686.
- Guo, H., Hong, C., Xiao, M., & Chen, X. (2016). Real-time kinetics of cadmium transport and transcriptomic analysis in low cadmium accumulator *Miscanthus sacchariflorus*. *Planta*, 244, 1289–1302.
- He, S., He, Z., Yang, X., Stoffella, P. J., & Baligar, V. C. (2015). Chapter Four–Soil Biogeochemistry, Plant Physiology, and Phytoremediation of Cadmium-Contaminated Soils (D. L. Sparks, Ed.). In (pp. 135–225).
- Hamid, Y., Tang, L., Sohail, M. I., Cao, X., Hussain, B., Aziz, M. Z., ... Yang, X. (2019). An explanation of soil amendments to reduce cadmium phytoavailability and transfer to food chain. *Science of The Total Environment*, 660, 80–96.
- Liva, M., Muñoz-olivas, R., Bouaid, A., Liva, M., Fernández-hernando, P., Luis, J., & Cámara, C. (2007). New perspectives for the application of diatomaceous earth to the remediation of polluted waters and soils. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 38(2), 283–287.
- Lewis, C., Lennon, A. M., Eudoxie, G., & Umaharan, P. (2018). Genetic variation in bioaccumulation and partitioning of cadmium in *Theobroma cacao* L. *Science of The Total Environment*, 640–641, 696–703.
- Mahar, A., Ping, W., Ronghua, L. I., & Zengqiang, Z. (2015). Immobilization of Lead and Cadmium in Contaminated Soil Using Amendments: A Review. *Pedosphere: An International Journal*, 25(4), 555–568.
- Nereida, S. (2011). Cadmium availability in two Venezuelan soils: phosphorus effect. *Revista Ingenieria UC.*, 18(2), 7–14.
- Ramtahal, G., Chang Yen, I., Hamid, A., Bekele, I., Bekele, F. L., Maharaj, K., & Harrynanan, L. (2018). The Effect of Liming on the Availability of Cadmium in Soils and Its Uptake in Cacao (*Theobromac acao* L.) In Trinidad & Tobago. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(19), 2456–2464.
- Remigio, A. J. (2014). Determinación de procedimientos, interpretación de resultados de análisis y elaboración de interrelaciones de los diferentes estudios para determinar la concentración de cadmio en los granos de cacao.

- Rieuwerts, J. S. (2007). The mobility and bioavailability of trace metals in tropical soils: A review. *Chemical Speciation and Bioavailability*, 19(2), 75–85.
- Rodríguez Albarracín, H. S., Darghan Contreras, A. E., & Henao, M. C. (2019). Spatial regression modeling of soils with high cadmium content in a cocoa producing area of Central Colombia. *Geoderma Regional*, 16, e00214.
- Shahid, M., Dumat, C., Khalid, S., Niazi, N. K., & Antunes, P. M. C. (2016). Cadmium Bioavailability, Uptake, Toxicity and Detoxification in Soil-Plant System. In P. de Voogt (Ed.), *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology Volume 241* (pp. 73–137).
- Sasaki, A., Yamaji, N., Yokosho, K., & Ma, J. F. (2012). Nramp5 Is a Major Transporter Responsible for Manganese and Cadmium Uptake in Rice. *The Plant Cell*, 24(5), 2155–2167.
- Sarwar, N., Ullah, S., S Malhi, S., Zia, M., Naeem, A., Saif, S., & Farid, G. (2010). Role of Mineral Nutrition in Minimizing Cadmium Accumulation by Plants. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 90.
- Sékara, A., Ciura, J., & Jędrszczyk, E. (2005). Cadmium and Lead Accumulation and Distribution in the Organs of Nine Crops: implications for phytoremediation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 14(4), 509–516.
- Ullah, I., Wang, Y., Eide, D. J., & Dunwell, J. M. (2018). Evolution, and functional analysis of Natural Resistance-Associated Macrophage Proteins (NRAMPs) from *Theobroma cacao* and their role in cadmium accumulation. *Scientific Reports*, 8(1), 1–15.
- Ueno, D., Yamaji, N., Kono, I., Huang, C. F., Ando, T., Yano, M., & Ma, J. F. (2010). Gene limiting cadmium accumulation in rice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(38), 16500–16505.
- Wang, Y., Yu, K.-F., Poysa, V., Shi, C., & Zhou, Y.-H. (2012). A Single Point Mutation in GmHMA3 Affects Cadmium (Cd) Translocation and Accumulation in Soybean Seeds. *Molecular Plant*, 5(5), 1154–1156.
- Zug, K. L. M., Huamaní Yupanqui, H. A., Meyberg, F., Cierjacks, J. S., & Cierjacks, A. (2019). Cadmium Accumulation in Peruvian Cacao (*Theobroma cacao* L.) and Opportunities for Mitigation. *Water, Air, & Soil Pollution*, 230.
- Zhou, J., Wan, H., He, J., Lyu, D., & Li, H. (2017). Integration of Cadmium Accumulation, Subcellular Distribution, and Physiological Responses to Understand Cadmium Tolerance in Apple Rootstocks. *Frontiers in Plant Science*, 8(June).
- Kabata-Pendias, A. (2010). *Trace Elements in Soils and Plants*, Fourth Edition. Retrieved from.
- Khan, M. A., Khan, S., Khan, A., & Alam, M. (2017). Soil contamination with cadmium, consequences and remediation using organic amendments. *Science of The Total Environment*, 601–602, 1591–1605.
- Mite, F., Carrillo, M., & Durango, W. (2010). Avances del monitoreo de presencia de cadmio en almendras de cacao, suelos y aguas en Ecuador. XII Congreso Ecuatoriano de La Ciencia Del Suelo. Santo Domingo, 17-19 de Noviembre Del 2010. Santo Domingo.
- Imse, M., Wigganhauser, M., Keller, A., Müller, M., Rehkämper, M., Murphy, K., Bigalke, M. (2019). Towards an understanding of the Cd isotope fractionation during transfer from the soil to the cereal grain. *Environmental Pollution*, 244, 834–844.
- Huamaní-Yupanqui, H. A., Huauya-Rojas, M. A., Mansilla-Minaya, L. G., & Neira-Trujillo, G. M. (2012). Presence of heavy metals in organic cacao (*Theobroma cacao* L.) crop. *Acta Agronómica*, 61(4), 309–314.
- Ahmad, A. (2017). Salinity in soil increased cadmium uptake and accumulation potential of two terrestrial plants, *International Journal of Biosciences (IJB)*, 10, p.132-142.
- Engbersen, N., Gramlich, A., Lopez, M., Schwarz, G., Hattendorf, B., Gutierrez, O., & Schulin, R. (2019). Cadmium accumulation and allocation in different cacao cultivars. *Science of The Total Environment*, 678.
- Meter A., Atkinson R.J. y Laliberte B. (2019). Cadmio en el cacao de América Latina y el Caribe – Análisis de la investigación y soluciones potenciales para la mitigación. *Bioersity International*, Roma, Julio 2019.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). Observatorio COMMODITIES: Cacao. Boletín de publicación trimestral: 1ª Edición. Perú.
- Organización Internacional de Cacao (ICCO). (2017). Informe Anual 2014/2015. Recuperado de https://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/1-annual-report.html
- MADR. (2019). Cadena de cacao- Indicadores e Instrumentos 2019. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Cacao/Pages/Documentos.aspx?RootFolder=%2FCacao%2FDocumentos%2F002%20%20Cifras%20Sectoriales&FolderCTID=0x0120003EDA72C8E75E664DA8175AEB0E4979D1&View=%7BC7E510CA-0215-472D-B6EB-025F8FA57883%7D>.
- Contreras, C. (2017). Análisis de la cadena de valor del cacao en Colombia: generación de estrategias tecnológicas en operaciones de cosecha y poscosecha, organizativas, de capacidad instalada y de mercado (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

MUESTREO DE MACRO ORGANISMOS DEL SUELO EN CULTIVOS DE *MUSA AAA*, *TECTONA GRANDIS* *THEOBROMA CACAO*, EN EL MUNICIPIO DE APARTADÓ – ANTIOQUIA.

Carlos Miguel Durango Ballesteros

Resumen

Este ensayo fue realizado en el último trimestre del año 2018 en el Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico del SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), ubicado en zona de bosque húmedo tropical, en Apartadó, Antioquia, donde se tomaron muestras de macro-fauna en tres cultivares Banano (*Musa AAA.*), Teca (*Tectona grandis*) y Cacao (*Theobroma cacao*) para determinar el número de individuos y la diversidad biológica presente en cada uno de ellos, realizando evaluaciones del índice de respiración del suelo para cada cultivar. Dando como mejores resultados el cultivar con menor intervención por el hombre Teca (*Tectona grandis*) en las variables número de individuo encontrados por m² y índice de respiración del suelo.

Palabras clave: Respiración de suelo, Macrofauna, Agricultura

Abstract

This test was carried out in the last quarter of 2018 at the Complejo Tecnológico Agroindustrial, Pecuario y Turístico of SENA (National Learning Service), located in the tropical rainforest area, in Apartadó, Antioquia, where macro-fauna samples were taken in three cultivars Banana (*Musa AAA.*), Teak (*Tectona grandis*) and Cocoa (*Theobroma cacao*) to determine the number of individuals and the biology diversity present in each of them, making assessments of the soil respiration index for each cultivar. Giving as better results the cultivation with less intervention by the Teak man (*Tectona grandis*) in the variables number of individuals found per m² and soil respiration index.

Keywords: Soil respiration, macro wildlife, Agriculture

Introducción

El suelo es un componente de vital importancia en todos los ecosistemas, es el medio en el cual las plantas obtienen soporte mecánico y muchos de sus nutrientes; es el hábitat para una gran diversidad, tanto del componente microbiano (bacterias, actinomicetos, hongo, protozoarios y virus), así como de organismos (coleópteros, miriápodos, hormigas, colémbolos, nemátodos, ácaros, larvas, mamíferos pequeños y reptiles); es el lugar donde se llevan a cabo la mayor parte de los ciclos biogeoquímicos de los ecosistemas terrestres (mineralización de la materia orgánica, nitrificación, fijación de nitrógeno y oxidación de metano, entre otros procesos), (Luna *et al.*, 2002).

La biodiversidad del suelo alberga más del 25 % de la que existe en todo el planeta y, en términos generales, es la que menos se conoce. Como lo afirmó el Dr. José Sarukhán citado por Moreira *et al.* (2012), fundador de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México, “¿Se sabe más de las estrellas que de los organismos del suelo?”. El conocimiento de esta biodiversidad se ha dejado de lado durante mucho tiempo por la dificultad para abordarla.

En Colombia el 70% de los ecosistemas se han modificado por actividades forestales y agropecuarias, las cuales son responsables de los servicios ambientales tales

como polinización, regulación hídrica, eliminación de la contaminación, reciclaje de nutrientes en los suelos, entre muchos otros. Cabe resaltar que cuando hay alteraciones de procesos ecológicos se reflejan cambios o pérdidas de estos servicios como la simplificación de redes tróficas, cambios en la estructura de la flora, microorganismos, macrofauna y características físico-químicas del suelo (Cenicafé, 2005).

Las características físico-químicas de los suelos se utilizan con frecuencia para evaluar el estado o la recuperación de los mismos, pero estas características cambian de forma lenta y se necesitan bastantes años para poder observar efectos significativos; sin embargo, las características microbiológicas, tanto en función de la biomasa como de la actividad, proporcionan una información rápida y precisa de los cambios que tienen lugar en el suelo (DICK & TABATAI, 1993). En este estudio de cuantificación y evaluación de la actividad de la macro-fauna existente en tres cultivares, Banano (*Musa AAA*), Teca (*Tectona grandis.*) y Cacao (*Theobroma cacao.*) en el municipio de Apartadó – Antioquia. Se determinará los efectos que tienen la modificación de los ecosistemas en la actividad macro fauna del suelo.

Materiales y métodos

Localización

El muestreo se realizó en el Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario y Turístico del SENA (Servicio

Nacional de Aprendizaje), ubicado en el km 1 vía Turbo (7.892018, -76.630803), ubicado en zona de bosque húmedo tropical, con una precipitación anual de 2600 mm/año, temperatura promedio de 27.6 °C, HR del 80% y una altitud de 30 msnm (Gobernación de Antioquia, 2016).

Materiales

Palín
Suelo
Nylon
NaOH al 0,4 N
BaCl₂ al 30%
Bureta
Fenolftaleína
HCl al 0,4 N
Soporte para Bureta Erlenmeyer con tapones de corchos
Cajas de Petri
Alcohol
20 recipientes plásticos esterilizados con capacidad de 50 cc.
20 recipientes plásticos de color verde con capacidad de 500 cc.

Muestreo de Macro organismos

El muestreo se realizó en diciembre del 2013 en tres cultivos (Banano, Teca y Cacao). En cada cultivo se seleccionó al azar dos sitios de muestreo y se procedió a extraer el suelo con palín para la formación de un monolito de 20 x 20 x 25 cm.

Los monolitos fueron desagregados de forma manual, para una previa clasificación y contabilización de los organismos en campo con cajas petri y alcohol 70% para la preservación de los individuos. Las muestras obtenidas fueron llevadas al laboratorio de la Universidad de Córdoba donde se realizó la clasificación taxonómica de los organismos encontrados como se muestra la figura 1.



Figura 1. Extracción de macro-artrópodos y lombrices.

Este método de muestreo para la captura de los macro-artrópodos y lombrices del suelo, fue el descrito por el Programa de Biología y Fertilidad del Suelo Tropical, BFST (TSBF) (Anderson & Ingram, 1993).

Índice de respiración (Actividad Microbiana):

Para la determinación del índice de respiración se realizaron 4 repeticiones en cada cultivo in situ y un testigo. La metodología utilizada estuvo acorde con el siguiente procedimiento, descrito por Rochette, & Hutchinson, 2005. Las reacciones presentes en la metodología ver figura 2.

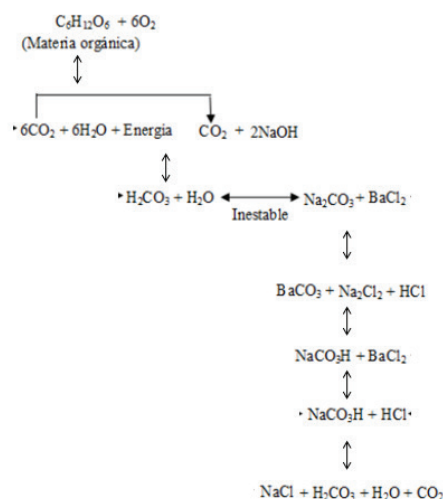


Figura 2. Reacciones química metodología de respiración del suelo in situ.

1. En un recipiente plástico con capacidad de 50 ml, se adicionaron 40 ml de NaOH al 0,4N, luego se cerró el recipiente evitando respirar sobre él.
2. Cada recipiente fue colocado sobre la superficie del suelo de tal modo que este se pudiera sostener por sí solo y no corriera el riesgo de un derrame.
3. Posteriormente este fue cubierto con un recipiente plástico con capacidad de 500 ml, agregando suelo suelto sobre los bordes, para evitar entrada de aire.
4. Después del montaje de campo se replicó el ejercicio en el laboratorio del SENA. Estas muestras se ubicaron sobre un mesón de acero inoxidable, para tomarlas como testigo. En este caso los recipientes se sellaron con cinta plástica para evitar el intercambio gaseoso.
5. Pasada 24 horas después del montaje se colectaron las muestras de campo, tapándolas y llevándolas al laboratorio. Igualmente se procedió con el testigo del laboratorio.
6. Posteriormente a la totalidad de las muestras se le adicionaron 5 ml de BaCl₂ al 30 % y 5 gotas de Fenolftaleína.

7. La solución obtenida fue titulada con HCl al 0.4 N, hasta quedar incolora.

Este procedimiento está ilustrado en la figura 3.



Figura 3. Descripción de la metodología del índice de respiración.

Concentraciones de CO₂ en las muestras:

Estos valores se introducen en la ecuación:

$$QCO_2 = (T-C)(N)(E)(V_{tr}/V_{ti}) = \text{mg de } CO_2$$

De la forma siguiente:

T = Volumen usado en la titulación del testigo.

C = Volumen usado en la titulación del tratamiento.

N = Normalidad usada.

N V_{tr} = volumen de NaOH

E = Factor de Conversión de 2,2.

V_{ti} = Volumen BaCl₂ 5 ml

El flujo de CO₂ del suelo

Para determinar el flujo de CO₂ del suelo es necesario conocer el área de la superficie expuesta del suelo.

$$A = (\pi)(\text{diámetro}/2)^2 = m^2.$$

Como el tiempo de incubación fue de 24 horas, el flujo de CO₂ se encuentra por medio de la fórmula:

$$(FCO_2) = \text{mg } CO_2 / (\text{área } m^2)(24) = \text{mg } CO_2 \text{ m}^{-2}\text{h}^{-1}$$

Resultados

Cuantificación y clasificación de los macro-organismos.

En el total del experimento fueron recolectados 136 individuos correspondientes a 7 grupos taxonómicos (entre órdenes y familias), siendo la más abundante por encima del 50% la familia Lumbricidae (lombriz de tierra), seguida

de los grupos taxonómicos Diplopoda y Hymenoptera (hormigas) con una participación del 23.5% y 12.5% en su respectivo orden, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Grupos taxonómicos.

Taxonomía	individuo	%
Lumbricidae	77	56,6
Coleoptero	2	1,5
Hymenoptera	17	12,5
Diplopoda	32	23,5
Neauridae	2	1,5
Diptera	1	0,7
Colembola	5	3,7

En especial en el cultivo de Teca (*Tectona grandis*) fue donde se obtuvo el mayor número de individuos encontrados seguido de cacao y banano con 65, 38 y 33 individuos respectivamente. Es importante resaltar que a pesar que el cultivar Teca es la de mayor número de individuos, su biodiversidad en cuanto a macro-fauna es la más pobres de los cultivares, como se puede ver en la tabla 2 a continuación.

Tabla 2. Cultivares y grupos taxonómicos encontradas.

Cultivo	Taxonomía	Total	Prom	%	m2
Cacao	Lumbricidae	20	10	53	250
	Coleoptero	2	1	5	25
	Hymenoptera	14	7	37	175
	Diplopoda	0	0	0	0
	Neauridae	2	1	5	25
	Diptera	0	0	0	0
	colembola	0	0	0	0
Teca	Lumbricidae	37	18,5	57	462,5
	Coleoptero	0	0	0	0
	Hymenoptera	2	1	3	25
	Diplopoda	26	13	40	325
	Neauridae	0	0	0	0
	Diptera	0	0	0	0
	colembola	0	0	0	0
Banano	Lumbricidae	20	10	61	250
	Coleoptero	0	0	0	0
	Hymenoptera	1	0,5	3	12,5
	Diplopoda	6	3	18	75
	Neauridae	0	0	0	0
	Diptera	1	0,5	3	12,5
	Colembola	5	2,5	15	62,5

La familia Lumbricidae (lombriz de tierra), es la unidad taxonómica más abundante dando valores de 250 individuos por m² en Cacao, 465 en Teca y 250 en Banano, siendo la unidad taxonómica presente en los tres cultivares.

Es importante resaltar que si bien es cierto que en el cultivo de teca se observó el mayor número de individuos por m², se limita solo a lombrices y a individuos diplópodos, mientras que en Cacao y Banano se observó mayor diversidad especímenes de los órdenes Coleoptera, Hymenópetra, Neanurydae, Diptera y Colémbola.

Estos resultados son parecidos a los obtenidos por Cabrera *et al.* 2011. En donde los bosques secundarios presentan valores altos en densidad de la macrofauna edáfica, en correspondencia con una mayor estabilidad y un menor grado de intervención, al no tener actividades de laboreo. Al igual que Delgado *et al.* 2010 en donde evaluación de la macrofauna del suelo asociada a diferentes sistemas con café (*coffea arabica* L.) donde concluye que los sistemas no disturbados y con mayor protección al suelo presentan la mayor abundancia de macrofauna.

Índice de respiración (Actividad Microbiana):

Los resultados obtenidos de la metodología utilizada se encuentran dispuesto en la tabla 3 que se muestra a continuación.

Cultivo	Repetición	mg CO ₂	mg CO ₂ m ⁻² h ⁻¹
Cacao	1	1.928,96	2.901,47
	2	1.816,32	2.732,04
	3	2.337,28	3.515,65
	Promedio	2.027,52	3.049,72
Teca	1	1.717,76	2.583,79
	2	2.745,60	4.129,83
	3	2.231,68	3.356,81
	Promedio	2.231,68	3.356,81
Banano	1	2.041,60	3.070,90
	2	1.844,48	2.774,40
	3	1.872,64	2.816,75
	Promedio	1.919,57	2.887,35

Tabla 3. Concentración CO₂ y flujo de CO₂.

Estos resultados reflejan que las concentraciones de mg CO₂ son superiores el el cultivar Teca seguido del Cacao y luego Banano con un promedio de 2.231,680 , 2.027,520 y 1.919,573 mg CO₂ respectivamente.

Con respecto al flujo de CO₂ para cada cultivar se presenta una situación similar ya que se obtuvieron valores promedio de 3.356,81 3.049,72 y 2.887,35mg CO₂m⁻²h⁻¹ para Teca, Cacao y Banano en su respectivo orden.

El comportamiento de estos dos parámetros en estos cultivos, se considera que es debido en cierta forma, a que los cultivos de cacao y teca en la zona del Urabá, se manejan de una manera más ecológica que el cultivo de banano, es especial con lo que tiene que ver con la aplicación de agroquímicos y fertilizantes, los niveles de extracción en las

cosechas y la perturbación del suelo por pisoteo constante, lo que indudablemente afecta la biota existente en el suelo.

Estos resultados nos permite observar que existe una relación directa entre el número de individuo de la macrofauna y el índice de concentración, resultados parecidos a los encontrados por Ramires R. 2013, donde concluye que la medida de la actividad biótica, a través de la producción de CO₂ en la respiración de los componentes, muestra que los suelos con menor intervención antrópica, son los que más g de CO₂ / kg produjeron.

Conclusiones

Los cultivos con mayor intervención por el hombre no son un ecosistema estable lo cual presentan niveles bajos en la macro-fauna como se puede observar en el Banano (*Musa AAA*.) si lo comparamos con Teca (*Tectona grandis*).

Esto nos muestra los grandes beneficios si los cultivos de banano y cacao llegasen a adoptar prácticas de manejo que pudieran favorecer la macro-fauna, tales como las coberturas vegetales.

El índice de respiración es mayor en aquellos suelos donde el hombre casi no ha intervenido, debido a la riqueza de la macrofauna del suelo.

Bibliografía

- Gobernación de Antioquia. Anuario estadístico de Antioquia. 2016. Disponible en: <http://www.antioquiadatos.gov.co>
- Anderson, J. M. e Ingram, J. S. 1993 Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods, 2nd edition, CAB International, Wallingford.
- DICK, W. TABATABAI, M. . 1993. Significance and potential uses of soil enzymes. In: Soil microbial ecology application in agricultural and environmental management. F. J. BLAIN,. Marcel Dekker. New York. 95-127
- CENICAFE. 2005. Sistemas Agroforestales de producción de café. http://www.cenicafe.org/modules.php?name=Sistemas_Produccion&file=sisagr. [consultado el 5 de diciembre del 2019]
- Guido, L., Vega, C., Hernández, F., Vásquez, S., Trujillo, N., Ramírez, E., Dendooven, L. 2002. Actividad microbiana en suelos. Avance y Perspectiva vol. 21. XXX Aniversario de Biotecnología y Bioingeniería. P. 328, 331.
- Rochette, P. y Hutchinson, N. 2005. Measurement of soil respiration in situ: Chamber techniques, pp. 247-286.
- Cabrera G, Robaina N, León D. 2011. Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. Revista sciELO 34 (3): 313- 330.



- Ramírez R. Trujillo P. Rivera B. 2013. Identificación y cuantificación de la actividad microbiana, y macro fauna de un andisol bajo diferentes sistemas de manejo, en el municipio de marinilla (Antioquia). Ingeniero Agrónomo. UNAL. Medellin.
- Delgado, G. Burbano, A, Silva, A. 2010 Fecha de aceptación: 14 de enero de 2010. Evaluación de la macrofauna del suelo asociada a diferentes sistemas con café *coffea arabiga* L. Revista de ciencias agrícolas 28(1):91-106
- Moreira, F. Huising, J. Bignell, D. 2012. Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo. Instituto Nacional de Ecología, México, 337 pp., México.



Complejo Tecnológico Agroindustrial,
Pecuario y Turístico – Urabá



SENA - Regional Antioquia
ISSN: 2665-1599

ISBN: 978-958-15-0308-7



SENA comunica

