



Centro Regional Universitario de Colón, Universidad de Panamá

CIENCIAS

TECNOLOGÍA



NEGOCIOS

REVISTA

COLÓN
CIENCIAS
TECNOLOGÍA
NEGOCIOS



ISSN: 2313-7819

Publicación Semestral
Volumen 7 número 2
Julio - Diciembre 2020

1

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE MADUREZ DEL RIESGO EN EMPRESAS DE TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE

(Assessment of the maturity risk level in fuel transport companies)

Práxedes A. Torres O.¹

¹ Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Industrial, Departamento de Logística. praxedes.torres@utp.ac.pa ORCID: 0000-0001-6294-5980

RESUMEN

El nivel de madurez de riesgo de las compañías de transporte de combustible claro está en pleno crecimiento y alcanzando resultados muy buenos. Esto conlleva a que su nivel de riesgo baje en las operaciones y por ende tengan menor accidentabilidad y mortalidad por esta causa, siendo una estrategia alineada con las tendencias internacionales solicitadas por organizaciones como la Organización Mundial de la Salud. Este tipo de modelos deben ser mayormente incentivados por parte de las autoridades. La investigación realizada tuvo por objetivo evaluar el nivel de madurez de la gestión de riesgo de las compañías de transporte de combustible como referencia de la industria del transporte al ser uno de los sectores que deben contar con los estándares más altos en gestión de riesgo y se encuentran frecuentemente expuestos. Los resultados de dicho estudio indican que los niveles de madurez son excelentes en los atributos de Aplicación y Cultura; y competentes en los atributos Proceso y Socio. Esto es buen indicativo de que las compañías de transporte de combustible tienen altos niveles de madurez del riesgo contribuyendo de manera significativa a la reducción de accidentes y fatalidades por accidentes viales.

PALABRA CLAVE

Modelo de madurez del riesgo, transporte, combustible, accidentes.



ABSTRACT

The maturity risk model of the fuel transport companies is growing and achieving major results. This leads to their level of risk falls in their operations and therefore they will have less accidents and mortality from this cause. This strategy is aligned with international trends requested by organizations such as the World Health Organization. These models should be further encouraged by the authorities. The research evaluates the maturity risk level of companies which are transporting fuel because they will serve as reference of comparison in industry of transportation, due to they are being one of the sectors which should have the highest standards in risk management and They are frequently exposed to these risks. The results of this study indicate which maturity risk levels are in excellent levels in the attributes such as Application and Culture, and competent in the attributes Process and Partner. This is a good indication that the fuel transport companies have high levels of risk maturity contributing significantly to reducing accidents and fatalities from road accidents.

KEYWORD

Risk maturity model, transport, fuel, accident.

INTRODUCCIÓN

El mundo está bajo el peligro de una nueva pandemia mundial que está en crecimiento, la cual se encuentra hasta el 2015 entre las 10 principales causas de muertes en el mundo, y que se estima que pase a estar por lo menos, en la séptima posición en unos cuantos años, acercándose a causas de muertes por malaria, tuberculosis y VIH/SIDA. Esta nueva amenaza son los accidentes de tránsito, las cuales generan más de 1.25 millones de fatalidades anuales (OMS, 2015, pp. 2-4).

En tal sentido, en los últimos tiempos se han generado esfuerzos por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de varios países para reducir estas fatalidades. Incluso la Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés) desarrolló la Norma

ISO 39001:2012 la cual reúne las mejores prácticas en cuanto a seguridad vial para todo tipo de organización.

Panamá no se encuentra con los peores indicadores al tener 10 fatalidades por cada 100,000 habitantes (OMS, 2018; OMS, 2016); no obstante, mantiene una cuota constante de 41,000 accidentes anuales y más de 400 fatalidades anuales, sin lograr bajarlo (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2016).

En este estudio, se tomarán las normas internacionales que ayudan a gestionar el riesgo mediante el Modelo de Madurez del Riesgo. Las normas internacionales reconocidas que se tomarán como base hacer esta evaluación son la 31000:2009.

Nivel de Madurez de la Gestión de Riesgo / *Risk Management Maturity*

Las normas de gestión de riesgo son básicamente instrumentos de referencia para implantar y en cierta forma ayuda a evaluar a las organizaciones, que la utilizan. Sin embargo, los modelos de madurez de la gestión de riesgo, conocidas en inglés por *Risk Management Maturity Model* (RMMM), las cuales no son una norma ni guía para implementar la gestión de riesgos, sino más bien proporcionan un marco sistemático para evaluar el nivel de implantación de la gestión de riesgos.

Los RMMM definen una serie de atributos correspondientes al sistema de gestión de riesgos, luego se califica y clasifica el nivel alcanzado en cada atributo con una escala que permita concluir con la etapa en la que se encuentra la gestión de riesgos en dicha organización (Risk Management Society, 2010). En otras palabras, el alcanzar un nivel asevera que se ha establecido una infraestructura de proceso adecuada que fundamentará la base para el siguiente nivel, genera una mejora incremental y consistente del sistema (Serna, 2012).

Herrington (2012) confirma en una investigación hecha por Ernst & Young (2011), que las empresas con mejor desempeño medido por su madurez de gestión de riesgos demostraron tener un mejor desempeño financiero que sus pares, teniendo por ejemplo mayor crecimiento en las

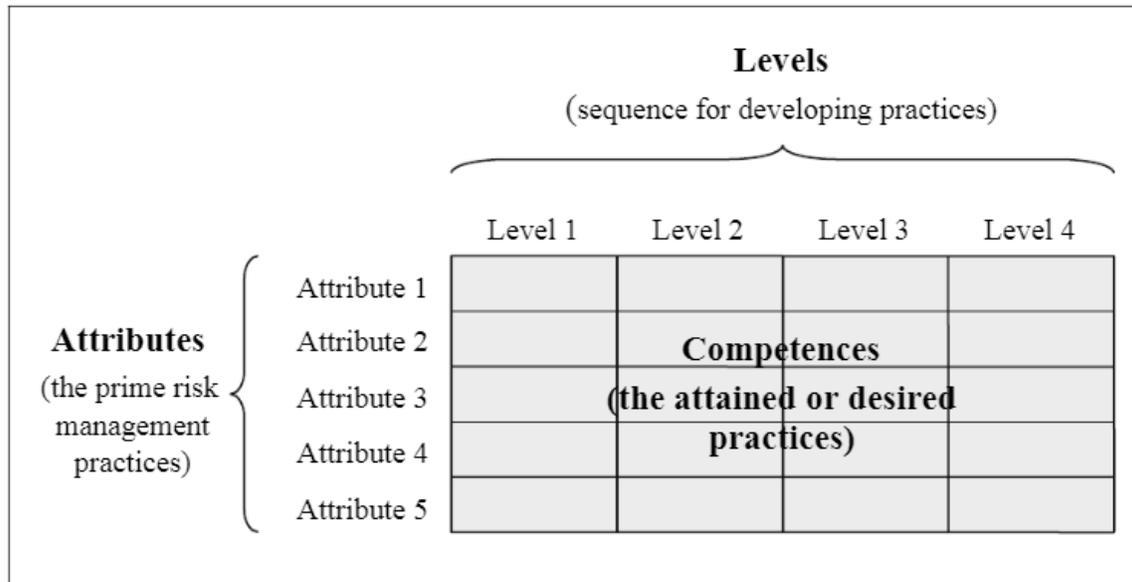
ganancias y mayores ingresos antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización (con sus iniciales en inglés EBITDA). Esto es una evidencia que además de que la gestión del riesgo no es un costo que hace ineficiente a la empresa, la investigación utilizó como medición de la gestión de riesgo el nivel de madurez alcanzado por las empresas.

Resumiendo, el modelo de Madurez de Gestión de Riesgos de una organización es una metodología para valorar en forma estandarizada la capacidad de la gestión de riesgos de la organización y en dependencia del nivel o grado de madurez alcanzado se considera así su evolución a una gestión de riesgos eficiente. Con la aplicación del modelo de madurez permite conocer cuantitativamente el estado actual, también puede establecer las brechas que hacen falta cubrir para proponer planes de mejora.

Para iniciar cualquier revisión de las prácticas de la gestión de riesgos que se estén dando en una organización, así como sus sistemas y la cultura organizacional se debe establecer la madurez de la gestión de riesgos (Howard Alguerno, 2013, p. 36). Sin embargo, hay muchos modelos que miden la madurez de la gestión de riesgos.

Los modelos de madurez de riesgo en general tienen una estructura en el que se tienen una serie de atributos de las prácticas de gestión de riesgo y en la medida que cumpla con las buenas prácticas de gestión de riesgo, se clasifica a la empresa en nivel jerárquico que puede ser de 4 a 5 niveles generalmente. En la Figura 1 se muestra un resumen de la estructura típica de los modelos de madurez de riesgo según Wieczorek-Kosmala (2014).

Este estudio utilizará el *Risk Management Capability Maturity Model* (RMCMM) conocido en español como el Modelo de Madurez en la Capacidad de Gestión de Riesgo, tomados de Pangeran *et al.* (2012). La RMCMM contiene cuatro niveles y cuatro atributos: Cultura, Procesos, Experiencia y Aplicación.



Fuente: Wierczoreck-Kosmala (2014)

Figura 1. Estructura de un Modelo de Madurez de Riesgo.

El nivel 1 llamado “ad-hoc” se refiere a las situaciones en las que la organización no está consciente de la necesidad de la gestionar el riesgo y tampoco ha desarrollado una estructura para lidiar con la incertidumbre. Los procesos tienden a ser reactivos a los riesgos con poca o ningún intento por aprender de la experiencia.

El nivel 2 llamado “inicial” describe una empresa en la que están probando la aplicación de la gestión del riesgo, usualmente tienen a un grupo de personas dedicadas a ello en proyectos específicos. En este nivel la empresa tiene cierto conocimiento de la gestión de riesgo y sus beneficios, pero la empresa aún no ha hecho una implantación efectiva en toda la organización.

En el nivel 3 llamado “competente”, la organización ha integrado la gestión de riesgo en la rutina de los procesos del negocio y se ha implantado la gestión del riesgo en casi todo, sino en todos los proyectos. Existen políticas genéricas de riesgo, así como procedimientos formalizados y ampliamente divulgados. Los beneficios de la gestión de riesgo son entendidos en todos los niveles de la organización, aunque no es consistente en todos los casos.

En el nivel 4 llamado “excelente”, la organización cuenta con una cultura de riesgo en el cual se realizan actividades proactivas para gestionar el riesgo. La información del riesgo es continuamente desarrollada y activamente utilizada para mejorar en todos los procesos de la organización y que se incrementa la probabilidad de éxito en los proyectos y operaciones.

Para determinar el nivel alcanzado, en cada atributo se pueden tomar encuestas o auditorías para la cual se cuantifica y se generaliza el comportamiento de la organización en cuanto a gestión de riesgo.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativa – cualitativa, descriptiva y documental, habida cuenta que su propósito es evaluar el nivel de madurez de riesgo de las compañías de transporte, tomando en consideración la percepción de los responsables del transporte en las compañías entrevistadas.

Para medir el nivel de gestión de riesgo, se tomó como base el nivel de cumplimiento alcanzado con la Norma ISO 31000:2009, y con esto se midió el nivel de madurez de la gestión de riesgo. El instrumento para recabar la información es una encuesta que rescata la percepción de los administradores de operaciones de las empresas de transporte en los temas de gestión de riesgo.

Se les consultaron sus percepciones de desempeño para los años 2014, 2015 y 2016 para obtener datos. Para las tabulaciones, análisis y gráficas se utilizaron las herramientas SPSS versión 20, así como Microsoft Excel.

Población del estudio

Según listado obtenido en la página web oficial de la Secretaría Nacional de Energía de Panamá en la sección de Agentes Autorizados – Transportistas, se presenta el listado de 171 compañías

transportistas registrados y autorizados para el transporte de combustibles fósiles, sus derivados y/o biocombustibles combustibles y biocombustibles (Secretaría Nacional de Energía, 2016).

La población de estudios son las compañías de transporte de combustible claro a granel de las cuales se rescatan a 120 compañías. En dicha lista, se encuentran empresas que se transportan así misma (flota propia) y/o bien brindan el servicio de transporte a otras compañías. Luego la lista fue revisada y actualizada con la colaboración de la compañía Asesores de Transporte, S.A. (AT) liderada por el Sr. Hugo Echévers, especialistas en transporte de carga y, en particular, de combustible (Echévers, 2016).

La compañía de consultoría de Asesores de Transporte, S.A. brinda sus servicios a cerca del 85% de las compañías de transporte de combustibles en Panamá. Por ello que tienen vasto conocimiento de las condiciones del sector transportista en mención.

La muestra piloto, se tomó por conveniencia siendo 10 compañías las evaluadas. Luego de aplicada, se determinó que el promedio del nivel de gestión de riesgo resultó en 95%, por lo que se designa un valor $\bar{X} = 0.95$ y una desviación estándar de 0.066.

Se utiliza el modelo para determinar el tamaño de la muestra para calcular una media poblacional la cual es la siguiente (Lind et *al.*, 2012):

$$n = \left(\frac{Z s}{e} \right)^2$$

Donde,

Z = Nivel de confiabilidad

e = Nivel de error aceptado para la estimación de la media muestral

s = Desviación estándar de la muestra

Basados en la prueba piloto, se determina el tamaño de la muestra utilizando los siguientes valores para cada variable:

$Z = 1.96$ (Nivel de confiabilidad de 95%)

$e = 0.025$

$\bar{X} = 0.95$

$n=27$

Dado que se realizaron finalmente 37 encuestas, entonces el error bajo de 0.025 a 0.021.

Descripción del instrumento

El instrumento utilizado se divide en dos secciones, la primera son datos de la empresa transportista y sus características generales; la segunda parte está constituida por las preguntas que servirán para medir los atributos del modelo RMCM.

La primera sección relacionada a los datos de las empresas transportistas encuestadas constan de 8 preguntas, las primeras tres tienen como propósito filtrar las compañías transportistas que cumplen con los criterios de la población en estudio. Las preguntas desde la cuarta hasta la octava son datos relacionados como tamaño de flota, cantidad de accidentes, fatalidades y heridos.

La segunda parte compuesta de 57 preguntas dicotómicas basadas en los puntos de la Norma ISO 31000:2009; clasificados a su vez por los atributos definidos en el modelo RMCM sobre nivel de madurez de la gestión del riesgo. Los atributos están agrupados por diferentes preguntas teniendo. Enumerados se encuentran desde la pregunta 1 que corresponde a Q1, hasta la pregunta 57 que corresponde a Q48. La razón por la cual no coincide la última pregunta en ser Q57, es que la pregunta 22, se subdividió en 10 preguntas, por ello se nota que la numeración para dicha pregunta es Q22a, Q22b, así sucesivamente hasta llegar a Q22j; luego la numeración continúa en Q23 que corresponde a ser la pregunta 31, y así para el resto de las preguntas. La aplicación del cuestionario pudo ser por responder las preguntas directamente por parte del encuestado o por medio de entrevista a los responsables de la operación de la flota de transporte.

Los atributos evaluados son cultura, proceso, experiencia, aplicación y socios. La correspondencia entre la segunda parte de preguntas de la encuesta y los atributos del modelo RMCM se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Correspondencia de los atributos RMCM a las preguntas de la encuesta

ATRIBUTO RMCM	PREGUNTAS
Cultura	Q07, Q08, Q09, Q11, Q12, Q28, Q30, Q31, Q46
Proceso	Q01, Q02, Q06, Q10, Q13, Q19, Q20, Q23, Q32, Q33, Q36, Q38, Q45
Experiencia	Q15, Q17, Q18, Q29, Q37
Aplicación	Q05, Q14, Q21, Q22a, Q22b, Q22c, Q22d, Q22e, Q22f, Q22g, Q22h, Q22i, Q22j, Q24, Q25, Q34, Q35, Q39, Q40, Q41, Q42, Q43, Q44, Q47, Q48
Socios	Q03, Q04, Q16, Q26, Q27

RESULTADOS

Encuestas completadas y recibidas

En total se encuestaron 37 empresas de transporte de combustible claro a lo largo del país. Los resultados de dichas encuestas se presentan a continuación.

Los encuestados solicitaron confidencialidad por lo que solo remitimos los datos genéricos de los mismos:

- Transportistas de combustibles de productos claros con flotas tanto propias como contratistas.
- Transportistas de combustible de productos claros de carga a granel que cargan en las Terminales de Panamá y Colón.
- Se hicieron entrevistas al personal de la compañía transportista que sean consideradas por ella como principales responsables de la Administración de riesgos de las operaciones de transporte.

Al terminar de recolectar los cuestionarios, procedimos a realizar la construcción de la base de datos, mediante la codificación de los resultados del cuestionario, capturarlos y procesarlos en hojas de cálculo de MS Excel, y se procedió a las diferentes corridas analíticas en el programa SPSS v.25.

Confiabilidad interna del instrumento

Para la validez el instrumento se basa en revisiones hechas con expertos en seguridad del sector de transporte de combustible. Para la confiabilidad (precisión) se aplicó la prueba de fiabilidad para medir el grado de estabilidad, precisión o consistencia que ofrece la prueba como instrumento de medición de un rasgo determinado. En la práctica se tomó una serie de datos de una muestra, y de ella se obtuvieron los estadísticos para medir la fiabilidad.

La Prueba de Kunder-Richardson (KR-20) fue utilizada para la medición de la confiabilidad y permite calcular un coeficiente que comprueba si los ítems de una prueba dicotómica son paralelos. El coeficiente mide el grado de covariación entre los ítems. La fórmula correspondiente de la Prueba KR-20 es la siguiente:

$$KR20 = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{\sigma_t^2 - \sum p_i q_i}{\sigma_t^2} \right)$$

Donde,

n = Cantidad de ítems evaluados por encuestado.

σ_t^2 = varianza de los totales de los ítems.

p_i = probabilidad de éxito por cada ítem.

q_i = probabilidad de no éxito por cada ítem.

Luego aplicándolo en la prueba piloto de 10 encuestados se encontró lo siguiente:

$$KR20 = \left(\frac{57}{57 - 1} \right) \left(\frac{14.1 - 2.55}{14.1} \right)$$

$$KR20 = 0.83$$

Con este índice se puede interpretar que el instrumento es aceptable según la Tabla de Interpretación (Morales Vallejo, 2007) basado en que es una investigación teórica o general, siendo así se puede aplicar el instrumento a la muestra completa (ver Tabla 2).

Tabla 2. Tabla de Interpretación del coeficiente de fiabilidad

Coeficiente	Toma de decisiones sobre individuos	Descripción de grupos <i>feedback</i> a un grupo	Investigación teórica, investigación en general
0.85 o más	Si	Si	Si
Entre 0.60 y 0.85	Cuestionable	Si	Si
Menor a 0.60	No	Cuestionable	Si, Cuestionable

Fuente: Morales Vallejo (2007)

El instrumento fue evaluado por parte de la empresa Asesores de Transporte los cuales ofrecieron sugerencias respectivas en la forma en que algunas preguntas debían ser redactadas. Luego que se les realizaron las modificaciones sugeridas, los expertos del área dieron su aprobación del instrumento.

Análisis descriptivo de los datos

Los siguientes corresponden a los resultados de Torres (2017) que es fuente principal de este documento. De acuerdo con la información recopilada, las flotas han tenido una tendencia de crecimiento promedio de 9.7% en los últimos dos años. Esta tendencia al parecer tiene

coherencia dado que la demanda de combustible claro también está en alza en estos años evaluados. La Tabla 3 resume los datos del total de crecimiento de la flota.

Tabla 3. Tamaños de las Flotas en las Compañías Evaluadas

Año	Total de Flota	% Crecimiento
2014	350	--
2015	384	9.71%
2016	421	9.64%

Fuente: Torres (2017)

En la Tabla 4 se muestran los datos del tamaño de las flotas agrupadas para el año 2016. Se puede destacar que 43% de las empresas evaluadas tienen solamente hasta 3 equipos completos, lo que constituye un cabezal y una unidad de arrastre (cisterna); 76% de las empresas llegan hasta 10 equipos completos. Esto es una característica muy típica del sector de transporte de carga terrestre panameño al estar compuesta mayormente por empresas pequeñas.

Tabla 4. Tamaño de flotas agrupadas para el 2016

Cantidad de equipos completos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulativo
≤ 3	16	43.2	43.2
4 - 10	12	32.4	75.7
11 - 17	1	2.7	78.4
18 - 24	4	10.8	89.2
25 - 31	1	2.7	91.9
46 - 52	1	2.7	94.6
53+	2	5.4	100.0
Total	37	100	

Fuente: Torres (2017)

DISCUSIÓN

Para medir el nivel de madurez de las compañías de transporte de carga de combustible claro se utilizó el *Risk Management Capability Maturity Model* (RMCMM) explicado en el marco teórico de este documento. Los niveles alcanzados para el 2014 fue de un nivel de 53% de cumplimiento disminuyendo en un nivel de madurez nivel 1 ad-Hoc en todos los atributos evaluados y evolucionando hasta un 91%. La Tabla 5 se muestra el nivel de cumplimiento de madurez por atributo a través de los años 2014 al 2016.

Tabla 5. Nivel de Madurez de la gestión de riesgo de las compañías de transporte de combustible

Etiquetas de fila	2014	2015	2016
Cultura	53%	82%	95%
Proceso	40%	69%	89%
Experiencia	44%	65%	81%
Aplicación	65%	83%	93%
Socios	40%	71%	86%
Total general	53%	77%	91%

Para el 2016, el nivel de cultura y aplicación se alcanzaron niveles de excelencia; en el proceso, en experiencia y en socios se alcanzaron niveles competentes.

Análisis sobre el Nivel de Madurez Medido en las Empresas de Transporte de Combustible

Para el 2015, se tiene un nivel general de 77% llegando a tener como mejores atributos los de Cultura y Aplicación con 82% y 83% respectivamente de nivel llegando a ser nivel 3 competente.

Para el 2016, se da un salto abrupto a un nivel general de 91%. En dos atributos, cultura y aplicación, se llega a tener nivel de excelencia. Por lo que en general las características que se tienen en el sector de transporte de combustible claro son:

Cultura: Nivel 4 - Excelente

Se tiene un compromiso de la alta gerencia en temas de gestión de riesgo. Los riesgos son considerados en las tomas de decisiones. Se tiene la creencia que la Gestión del riesgo mejorará el desempeño. Existen mecanismos para responder a la incertidumbre.

Proceso: Nivel 3 - Competente

Existen procesos formales y genéricos de la Gestión de Riesgo. Se cuentan con políticas y estrategias de gestión de riesgos aplicados a todos los procesos organizacionales. La gestión de riesgo es parte de todos los procesos organizacionales.

Experiencia: Nivel 3 – Competente

Hay conocimiento en la empresa, sobre la gestión de riesgo. Algunos miembros del personal brindan iniciativas para mejorar la gestión de riesgo. Se cuentan con métodos específicos y herramientas para lidiar con la gestión de riesgo.

Aplicación: Nivel 4 – Excelente.

Las ideas de riesgo son aplicadas a todas las actividades; se realizan reportes, monitoreos y siempre se toman decisiones basadas en el riesgo. Se integran herramientas y métodos para resolver problemas de riesgo. Se utilizan métricas para medir el riesgo.

Socio: Nivel 3 – Competente.

Las comunicaciones del riesgo funcionan efectivamente, en todos los niveles de la organización. El riesgo, es administrado consistentemente con los socios estratégicos.

A manera de sondeo del nivel de madurez de las otras compañías de transporte (que no transportan combustible), se utilizó como referencia el estudio realizado por Sáenz y Moya (2017) en la que también miden con el mismo instrumento el nivel de madurez para el mismo periodo y los resultados fueron los mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6. Nivel de madurez de la gestión de riesgo de otras compañías de transporte

Etiquetas de fila	2014	2015	2016	Total general
Cultura	56%	80%	58%	64%
Proceso	44%	70%	47%	54%
Experiencia	46%	64%	49%	53%
Aplicación	65%	80%	67%	71%
Socios	44%	71%	47%	54%
Total general	55%	75%	58%	63%

Fuente: Saézn & Mora (2017)

Sáenz & Moya (2017) muestran que el nivel de madurez de las otras compañías de transporte es bajo en varios de los atributos y que no está teniendo una evolución como si se está dando en el transporte de combustible.

En prácticamente todos los atributos se encuentran en un nivel inicial por lo que las organizaciones están experimentando con la gestión del riesgo, pero no cuentan con implementaciones ni formalidades en el tema.

CONCLUSIONES

La Gestión de Riesgo, es una herramienta administrativa que está formalizada y ha sido esquematizada por diversas organizacionales, en el mundo. Adicionalmente, se cuentan con normas internacionales que establecen las mejores prácticas para gestionarla. Es importante que las autoridades apoyen estas iniciativas de niveles para gestionar el riesgo lográndose hacer una

reducción de los accidentes viales en estas organizaciones. Este estudio evidenció que en los atributos del modelo RMCM de las compañías de transporte de combustible tienen un desempeño alto y ha venido en pleno crecimiento en cada uno de los atributos.

En el atributo de Cultura al tener los compromisos de la gestión de riesgo claramente establecidos en toda la organización, estas empresas tenderán a tener mejores desempeños en los últimos años por lo que la probabilidad de accidentes viales debe de bajar en estas compañías de transporte, al establecer culturas de seguridad entre sus empleados. Adicionalmente, estas organizaciones tienen a un personal más incentivado en atender y acatar las normas de seguridad, en comunicar y reportar incidentes relacionadas al riesgo; existe un ambiente y condiciones que permiten responder ante eventos inciertos

En cuanto Aplicación, las compañías de transporte de combustible tienen presente la gestión de riesgo en todas sus actividades, teniendo procesos establecidos para reportar, monitorear, controlar y tomar decisiones basados en los riesgos. Poseen herramientas y metodologías para aplicarlas; asimismo con métricas e indicadores establecidas y comunicadas al personal; y se tienen los recursos adecuados para la gestión del riesgo.

En lo que respecta a los Procesos, tienen formalizadas en general sus procesos de gestión de riesgo, deben de mejorar algunos aspectos informales de comunicación, esto a pesar de que si hay canales y el personal se encuentra informado; hay bastante consistencia en la aplicación de las políticas de seguridad; hay evidencias de mejoras en sus procesos, por lo menos los claves de la operación; en su gran mayoría la organización cuenta con funciones inter departamentales en temas de gestión de riesgo.

Por último, en lo concerniente a la Experiencia, las compañías de transporte cuentan con al menos algún personal que cuentan con experticia en temas de gestión de riesgo, así como de que ciertos colaboradores pueden tomar iniciativas para la gestión del riesgo; el entrenamiento se da periódicamente en temas de gestión del riesgo; y se puede indicar que estas compañías han desarrollado métodos específicos, así como herramientas para hacer su gestión de riesgo.

Las otras compañías de transporte estudiadas por Sáenz y Moya no están teniendo un buen desempeño en sus niveles de madurez ante el riesgo. Esto es preocupante en este sector porque sus probabilidades de accidentes y fatalidades viales son muy altas dadas estas posiciones.

El sector de transporte de combustible ha ido evolucionando en su implantación de niveles de madurez de riesgo hasta llegar a contar niveles de excelencia y competencia. Este sector logístico está aportando buenas prácticas para reducir los accidentes y fatalidades en el transporte.

Las autoridades deben copiar el ejemplo dado en el sector de combustible, en temas de seguridad vial. No se quiere que se confunda que las empresas de transporte de combustible tienen altos niveles de seguridad porque manejan material peligroso con el tema de seguridad vial. Las empresas de transporte tienen el mismo riesgo para todo tipo de equipo que transita en las carreteras; por supuesto que las consecuencias del accidente vial pueden ser mucho más perjudiciales en el transporte de combustible; pero no por ello es mayormente permisible que las compañías de transporte de No carga peligrosa tengan niveles bajo de gestión de riesgo, un vehículo puede matar igual cargue o no, producto peligroso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Echévers, H. (2016). *Revisión y Opiniones del Instrumento de Encuestas*. Entrevista por el autor. Febrero 2, 2016.
- Herington, M. (2012). How mature is your risk management? *Harvard Business Review*. June 29. Disponible en: <https://hbr.org/2012/06/how-mature-is-your-risk-manage>
- Howard Alguerno, R. M. (2013). *Sistema de evaluación de la gestión del riesgo en la gestión de adquisiciones y contratos* (tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile. Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/1837>

Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2016). *Accidentes de tránsito: Año 2015*. Publicaciones. Contraloría General de la República de Panamá.

Lind, D. A., Marchal, W. G., Wathen, S.A. & Mason, R.D. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y a la economía*. McGraw-Hill, México.

Morales Vallejo, P. (2007). La fiabilidad de los tests y escalas. *Estadística aplicada a las Ciencias Sociales*. Disponible en: <https://matcris5.files.wordpress.com/2014/04/fiabilidad-tests-y-escalas-morales-2007.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Global status report on road safety 2015*. Violence and Injury Prevention. Disponible en: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en

Organización Mundial de la Salud. (2016). *Distribution of road traffic deaths by type of road user*. Global Health Observatory (GHO) data. Disponible en: https://www.who.int/gho/road_safety/mortality/traffic_deaths_distribution/en/

Organización Mundial de la Salud. (2015). Road safety. Global Health Observatory data repository. Disponible en: <http://apps.who.int/gho/data/node.main.A997>.

Pangeran, M. M., Wirahadikusumah, R. D., Pribadi, K. S., & Notodarmojo, S. (2012) Assessing risk management capability of public sector organizations related to PPP scheme development for water supply in Indonesia. *Civil Engineering Dimension*, 14(1), 26-35. <https://doi.org/10.9744/ced.14.1.26-35>

Risk Management Society. (2010). *Executive Report on Widely Used Standards and Guidelines*. Resources, RIMS. Disponible en: <https://www.rims.org/resources/ERM/Documents/RIMS%20Executive%20Report%20on%20Widely%20Used%20Standards%20and%20Guidelines%20March%202010.pdf>

Sáenz, E., y Moya, M. (2017). *Evaluación del nivel de gestión de la seguridad vial basado en las buenas prácticas para el transporte de carga* (tesis de grado). Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

Secretaría Nacional de Energía. (2016). *Listado de transportistas de combustibles fósiles, sus derivados y biocombustibles. Hidrocarburos*. Disponible en: <http://www.energia.gob.pa/mercado-energetico/?tag=152#documents-list>

Serna, E. (2012). Knowledge Management Maturity Model in the Interpretativist Perspective. In H.T.Hou (Ed.), *New Research on Knowledge Management Models and Methods* (287-310). IntechOpen. doi:10.5772/32417

Torres, P. (2017). *La gestión de riesgo como factor determinante en la reducción de fatalidades por accidentes de tránsito en el transporte* (tesis doctoral). Universidad del Istmo, Panamá.

Wieczorek-Kosmala, M. (2014). Risk management practices from risk maturity models perspective. *Journal of East European Management Studies*, 19(2), 133–159. <https://doi.org/10.5771/0949-6181-2014-2-133>

2

EVALUACIÓN TÉCNICA DEL ENRIQUECIMIENTO DE HARINA DE TRIGO CON CASCARILLA DE CACAO (*Theobroma cacao*)

(Technical evaluation of the enrichment of wheat flour with cocoa husk (*Theobroma cacao*))

Gabriel Burgos Briones¹, Ulbio Alcívar Cedeño²,
Andrés Suárez Menéndez³, Alex Zambrano Acosta³

¹ Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Dept. de Procesos Químicos, Ecuador. gburgos@utm.edu.ec ORCID: 0000-0002-1291-4083

² Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Dept. de Procesos Químicos, Ecuador. ualcivar@utm.edu.ec ORCID: 0000-0001-7941-6401

³ Universidad Técnica de Manabí., Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Carrera de Ingeniería Química.

RESUMEN

En la industria del cacao (*Theobroma cacao* L.) se desperdician toneladas de materias, entre las que se encuentra la cascarilla, la cual representa el 12% del grano. Estudios previos atribuyen a esto, una significativa capacidad antioxidante y un gran porcentaje de fibra. Sin embargo, no se han realizado estudios importantes para analizar y garantizar su inocuidad para el consumo humano. Por este motivo la finalidad de este trabajo de investigación fue el desarrollo de un proceso de producción de harina de cascarilla de cacao y un análisis de las posibles mezclas por sustitución de 25%, 50% y 75% a la harina de trigo, garantizando la inocuidad de dicho producto a través de la realización de análisis físico-químicos, fitoquímicos y microbiológicos. Para dicha caracterización, se utilizó una muestra recolectada de la Corporación “Fortaleza del Valle” ubicada en la parroquia Calceta, Cantón Bolívar. A las muestras se les realizó un análisis proximal, el cual comprendió % humedad, materia seca, proteína, grasas, cenizas y fibra, adicionalmente, se estimó el contenido de minerales (calcio, magnesio, potasio, hierro, manganeso, cobre y zinc), y a su vez se evaluó la microbiología mediante el recuento de *E. coli*, mohos y levaduras. Además, se evaluaron sus propiedades antioxidantes como contenido de



polifenoles (Folin Ciocalteu) y la actividad antioxidante, a través del método ABTS. Se concluyó que el porcentaje para enriquecimiento de harina de trigo con harina de cascarilla de cacao que mejor se ajusta a los parámetros de calidad para harinas, es cercano al 25%, sin embargo, no puede ser superior a esto debido a parámetros como el porcentaje de ceniza (2,87%) y grasas (9,15%) que posee la cascarilla de cacao están por encima de lo que indica la norma NTE INEN 616 (2015).

PALABRA CLAVE

Capacidad antioxidante, fitoquímica, microbiológico, análisis proximal

ABSTRACT

In the cocoa industry (*Theobroma cacao L.*) you can find tons of materials, among which is the husk, which represents 12% of the grain. Previous studies attribute to this, a significant antioxidant capacity and a large percentage of fiber. However, no important studies have been carried out to analyze and evaluate its safety for human consumption. For this reason the proposal of this research work was the development of a production process of cocoa husk flour and an analysis of the possible mixtures by replacement of 25%, 50% and 75% to wheat flour, guaranteeing the harmlessness of said product through physical-chemical, phytochemical and microbiological analysis. For this characterization, there is a sample collected from the “Fortaleza del Valle” Corporation located in the Calceta parish, Cantón Bolívar. The samples were subjected to a proximal analysis, which includes% humidity, dry matter, protein, fat, ash and fiber, additionally, the mineral content (calcium, magnesium, potassium, iron, manganese, copper and zinc) was estimated., and in turn the microbiology was evaluated by counting E. coli, molds and yeasts. In addition, its antioxidant properties such as polyphenol content (Folin Ciocalteu) and antioxidant activity were evaluated through the ABTS method. It was concluded that the percentage for enrichment of wheat flour with cocoa husk flour that best fits the quality parameters for flours, is close to 25%, however, it cannot be higher than this due to parameters



such as the percentage of ash (2.87%) and fats (9.15%) that the cocoa husk possesses are above what the NTE INEN 616 standard (2015) indicates.

KEYWORD

Antioxidant capacity, phytochemistry, microbiological, proximal analysis

INTRODUCCIÓN

El *Theobroma cacao* L. pertenece a la familia de las *Sterculiaceae*, es una sola especie, pero tiene variedades, con frutos y semillas diferentes, es una planta originaria de América Tropical. Se clasifica en tres grandes grupos: Criollo, Forastero y Trinitario según la Organización Internacional del Cacao. El cacao se utiliza principalmente para la producción de chocolate siendo el continente africano el mayor productor aproximadamente el 70,7 %, compuesto por Costa de Marfil 39,8 %, Ghana 21,1 % e Indonesia 9,8 % (Quintero, 2004, p 47 - 59).

La cascarilla de cacao rodea al grano de cacao y se obtiene a partir del descascarillado de la semilla. Este material representa aproximadamente alrededor de 12% del peso de la semilla, es seca, crujiente y de color marrón (Kalvatchev, 1998, p 23 - 25). La cascarilla de cacao aporta nutricionalmente como todo alimento con macronutrientes (proteínas, carbohidratos, lípidos) y micronutrientes (vitaminas y minerales); que son elementos indispensables para el desarrollo de la vida de los seres vivos. Este desecho agroindustrial se considera como una fuente baja de energía debido a que presenta niveles de energía digestible menor a 2500 kcal/kg; que es la base de la fibra para la nutrición (Chin *et al.*, 2013).

A este subproducto de las industrias procesadoras de cacao los científicos le han hallado un alto contenido de fibra dietaria (más del 60 por ciento). La fibra dietaria se reconoce hoy, como un elemento importante para la nutrición sana. Es la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono. El principal componente es la celulosa (90%), hemicelulosas y lignina. Estos componentes, conforman en su mayoría la fracción insoluble de la fibra, promueven efectos

beneficiosos fisiológicos como el laxante, reduce los niveles de colesterol en sangre y atenúa la glucosa en sangre (Enríquez, 2004).

La harina de trigo contiene aproximadamente 2,7 % de fibra, mientras que abundan las proteínas complejas y a la reacción de dos de ellas debemos la existencia del gluten, que es una sustancia flexible que resulta de mezclar con agua dos proteínas que forman parte de su estructura. La glutenina o gluteína que es precisamente la proteína que en la cocción de éste le aportará estructura una vez solidificado y la gliadina que en el proceso de panificación es la responsable de la alta adherencia de la masa impidiendo el desmigaje del pan. De este último se refieren mucho sobre los problemas que causa debido a que cuando entra en contacto con los intestinos interfiere con el metabolismo y absorción de nutrientes de los alimentos causando así con el tiempo estreñimiento (Sciarini *et al.*, 2016, 61 - 74).

METODOLOGÍA

Materiales

- pH metro (Marca: OAKLON, Rango de medida de pH de 0 a 14, rango de medida de temperatura DE 0 a 100°C, exactitud relativa: +- 0.003)
- Refractómetro (Marca: ATC, Para emulsiones, espesantes, colas, vinos dulces, zumos, Rango 0 a 32% Brix, Resolución 0,2 %, Precisión de $\pm 0,2\%$, compensación automática de temperatura)
- Vaso de precipitación (Marca: Marienfeld, Material de vidrio de capacidad de 100 ml)
- Bureta (Marca: Protón, Material de vidrio borosilicato, capacidad de 10 ml)
- Termómetro (Marca: INFRARED THERMOMETHOD, Rango de medición de 50 a 380°C, Indicación del valor de medición de °C a °F, Distancia de medición de 5 a 15 cm, Grado de emisión fijo)
- Pera de succión (Material de goma)
- Pipeta volumétrica (Marca: GDR, Material de vidrio, aforada, con su extremo inferior

cónica)

- Tubos de ensayo (1,5) ml
- Probetas (100,250,500) ml
- Asas
- Pinzas
- Mechero bunsen
- Matraz 250ml Erlenmeyer
- Vidrio de reloj
- Espátula
- Frascos autoclavables
- Cajas Petri
- Papel de aluminio
- Fundas herméticas ziploc
- Frascos de color ámbar
- Algodón
- Papel kraft
- Tamiz
- Agua
- Ácido sulfúrico
- Ácido clorhídrico
- Cloruro férrico
- Hidróxido de sodio 10%
- Permanganato de potasio
- Reactivo de benedict
- Limadura de magnesio
- Reactivo de Fehling
- Autoclave

Tipo de investigación

En la presente investigación se tomó como muestra la cascarilla de cacao, la cual se obtuvo de una parcela de la parroquia Calceta, del cantón Bolívar, de la provincia de Manabí, la cual una vez recolectada y debidamente limpiada eliminando toda materia extraña que se hubiese encontrado, para posteriormente someterla a un proceso de molienda por medio de un molino convencional, luego de aquello se realizó el respectivo secado durante 90 minutos en la estufa a 45°C. Luego de este tiempo se realiza un tamizado para obtener un polvo muy fino por medio de un tamiz de 210 micras eliminando cualquier tipo de residuo presente, y por último se almacenaron las muestras en fundas impermeables hasta que sea procesado para sus respectivos ensayos.

El método seleccionado aplicado en esta investigación fue básica- descriptiva, empleando diversos métodos estudiados en revisiones bibliográficas y experimentales; donde se pudieron aplicar diversos análisis fisicoquímicos, fitoquímicos y microbiológicos, además de una evaluación sensorial del producto terminado, contribuyendo a la aplicación de conocimientos científicos con fundamentos cualitativos para el diseño de una planta a escala industrial.

Análisis organolépticos

Las características de los análisis organolépticos incluyen, olor, color, sabor (Véase Tabla 1).

Tabla 1. Análisis organolépticos

Olor	Floral, cacao, frutal, nuez
Color	Marrón oscuro
Sabor	Acido, amargo, astringencia, dulce
Textura	Líquido, particulada

Determinación de pH

El pH puede determinar el grado de acidez o alcalinidad que posea cualquier tipo de muestra. Donde el valor pH, nos indica el menos logaritmo en diez veces de la concentración de iones de hidrógenos.

Se utiliza en un recipiente bien limpio, para poder tomar la muestra. Es preferible lavarlo con agua destilada. Una vez que la muestra se encuentre en el laboratorio, es necesario realizar sus debidos análisis dentro de dos horas por lo que esto puede ser afectado por la interacción con el anhídrido carbónico. Luego se calibra el equipo con la solución de buffer, y se lava el electrodo con agua destilada. Y se realiza la medición del pH con el potenciómetro (Goyenola, 2007).

Humedad

Para realizar la medición de humedad se colocan de 1 a 2 gramos de muestra, se la coloca en la termobalanza donde esta comienza a aumentar la temperatura, hasta poder reducir el máximo nivel de agua, donde se la analiza por medio de la pérdida de peso del producto. Una vez que haiga reducido su contenido agua inicialmente podemos medir el porcentaje de humedad.

Cenizas

Se coloca en un crisol de porcelana, 2 gramos de la muestra requerida para posteriormente ingresarla a la mufla durante un periodo de una hora. Luego de haber transcurrido el tiempo necesario extraemos el crisol de la mufla una vez calcinada, para poder ponerla dentro del desecador durante 15 minutos, para finalmente poder obtener el contenido de ceniza mediante la fórmula necesaria.

Proteínas

Pesamos por medio de diferencia precisamente en un papel filtro, cierta cantidad de muestra que se encuentre entre los rangos de 0,5-1 gramos, se acarrea de forma de paquete a un balón de digestor Kjeldahl. Se pesa 1 gramos de sulfato de cobre monohidratado y 18 gramos de sulfato de potasio que so colocado en un balón, donde es puesto en el reverbero del digestor de una manera



inclinada y se lo calienta a ebullición, hasta que tome un color claro y transparente. Luego se enfría el balón y agregamos de dos a tres pedazos de parafina para estabilizar la ebullición, y se ingresan tres granallas de zinc y 80 ml de soda Kjeldahl, se obtiene 50 ml de destilado teniendo de amoniaco en 50 ml de ácido sulfúrico a 0.1 N y tres gotas de rojo metilo. Una vez terminando la destilación se remueve el matraz y se titula con una solución valorada en NaOH 0.1N, para poder determinar el volumen de ácido sulfúrico que no se han mezclado, en donde se restan los 50 ml que se agregaron en la fiola nos da como resultado los ml que fueron requeridos, para combinarse con amoniaco desprendido de la desolación. Como parte final de la titulación es la presencia de un color rosado a una débil coloración naranja.

Grasas

Las materias de grasas son extraídas por medio de éter de petróleo, mediante la extracción continua en Soxhlet por un tiempo de 12 hora aproximadamente, donde se recupera el solvente del extracto etéreo y a continuación se debe secar la grasa en una estufa con una temperatura de 105° C por dos horas, y posteriormente se seca y se pasa a un desecador para lograr enfriar y poder pesarlo.

Análisis microbiológicos de la materia prima

En este análisis microbiológico de la muestra de la cascarilla de cacao en el cual se realizó un recuento de microorganismo aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras, en el cual este análisis se realizó de manera duplicada. Para realizar este experimento se preparó una solución madre con una concentración 1:10, para ello se pesó 25 gramos de la cascarilla de cacao, luego se añadieron 225 ml de agua peptonada y se homogeniza durante 30 segundo. Posteriormente de la solución madre obtenida se prepara diluciones con una concentración de 10^{-2} , 10^{-3} , y 10^{-4} en agua peptonada.



RESULTADOS

La Tabla 2 presenta el porcentaje de la determinación de los análisis proximales comparados con otros autores. Donde claramente se puede evidenciar que el porcentaje de humedad es de 10,29% el cual es más elevado a los estudios reportados por (Villamizar & López, 2017) que es de 6,7% (Cardona *et al.*, 2002) y con un valor de 6%. La humedad permisible en la harina es de <15%, para evitar procesos de degradación y contaminación por mohos y levaduras según NTE INEN 616, 2015. Por lo tanto, podemos decir que la harina obtenida de la cascarilla de cacao estaría cumpliendo con este parámetro al igual que los valores reportados por los otros autores.

Tabla 2. Datos de los análisis proximales de la cascarilla de cacao comparados con otros autores

Parámetros	(Zambrano & Suárez, 2018)	(Villamizar & López, 2017)	(Soto, 2012)	(Cardona <i>et al.</i> , 2002)
Humedad (%)	10,29	6,7	4,31	6
Cenizas (%)	13,41	11,4	7,81	7,9
Fibra dietética (%)	2,70	56,8	ND	44
Grasas (%)	6,58	0,7	1,23	4,4
Proteínas (%)	24,58	6,3	18,91	15,6

Se observa que el porcentaje de fibra es de 2,7% valor que es mucho menor los valores obtenidos por (Villamizar & López, 2017) y (Cardona *et al.*, 2002) los cuales fueron de 56,8% y 44% respectivamente. Cabe mencionar que el porcentaje registrado en este proyecto es la porción soluble de la fibra al contrario de las demás que es la fibra total. La fibra representa la porción digerible de un determinado producto, mientras mayor sea su concentración en este, menor será su valor alimenticio (Escudero & González, 2006, p 61 - 72), pero será digerido con más facilidad causando así menos problemas en el colon por estreñimiento. Se evidencia que el contenido de grasas es de 6,58%, valor que es mayor a los registrados por (Soto, 2012) 1,23% y (Cardona *et al.*, 2002) 4,4%.

En los análisis de cenizas se tiene un valor de 13,41% que es mayor a lo registrado por (Soto P., 2012) 7,81% y (Villamizar & López, 2017) 11,4%. Según la NTE INEN 616 (2015), las harinas integrales obtenidas de origen vegetal deben ser menores al 2%, razón por la cual no deben ser consumidas de forma directa ya que ninguna de las tres estaría cumpliendo con este parámetro. Las cenizas totales indica el contenido de minerales que contiene el material vegetal y es utilizada como factor de calidad en cuanto a la contaminación o impurezas que se pueden presentar en la materia prima o en el proceso del producto terminado (Soto, 2012).

Las proteínas localizadas obtenidas en esta investigación son de 24,58% valor mayor a lo reportado por (Villamizar & López, 2017) 6,3% y (Cardona *et al.*, 2002) 15,6%. El análisis de proteínas evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra (Medranda & Ponce, 2017).

Tabla 3. Contenido de minerales y su contribución en porcentaje de la ingesta diaria recomendada

Muestra	Contenido de minerales (mg /g de harina)			Porcentaje de contribución de acuerdo al consumo diario (109 g de harina)		
	Mn	K	Zn	Mn	K	Zn
HT	1,06	363	2,60	57%	8,7%	18,5%
HCC	3,57	235	5,94	194%	5,6%	42,2%
25% HCC	1,68	331	3,43	91%	7,9%	24,4%
50% HCC	2,31	300	4,27	125%	7,2%	3,10%
75% HCC	2,94	267	5,10	160%	6,4%	36,2%

En la Tabla 3 se muestra el porcentaje de contribución de los minerales como manganeso, potasio y zinc en base a una ingesta diaria determinada a través del consumo per cápita anual, el cual es de 109g de harina de trigo. La muestra enriquecida con un 25% de harina de cascarilla de cacao presentó contenidos en Mn, inferiores a las demás formulaciones de mezclas, además es la única muestra que no sobrepasa el límite de consumo diario para este mineral la cual según la Organización Mundial de la Salud es de 2mg/día, mientras que las demás estarían excediendo con el límite de consumo diario para este mineral. El mineral de Manganeso es importante para el metabolismo de la salud y formación de la estructura ósea, sin embargo, no se debe exceder el

límite permitido ya que puede inhibir la absorción de otros minerales (Drago *et al.*, 2007, p 41 - 46).

En el caso del potasio y zinc, estos se encontrarían biodisponible en todas las formulaciones de mezcla estudiadas ya que ninguna de estas supera el límite de consumo de estos minerales por día. El Zinc es realmente vital para el cuerpo humano pues ayuda a regular la producción celular en el sistema inmunitario, de igual manera el potasio importante para mantener el crecimiento normal del cuerpo, controlar el equilibrio ácido-base, regular el funcionamiento digestivo, crear músculo, y controlar la actividad eléctrica del corazón (Rosado *et al.*, 1999).

Tabla 4. Resultados de análisis microbiológico de la materia prima y mezclas evaluadas

Parámetro	Unidad	Resultado			
		Cascarilla de cacao	Mezcla 75% H.T. /25% C.C.	Mezcla 50% H.T. /50% C.C.	Mezcla 25% H.T. /75% C.C.
<i>E. Coli</i>	UFC/g	<10	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mohos	UFC/g	<300	<300	<300	<300
Levaduras	UFC/g	<300	<300	<300	<300

En la Tabla 4 observamos los resultados microbiológicos de las muestras evaluadas teniendo como resultado valores adecuados para la harina elaborada en todas las proporciones de mezclas según lo que indica la NTE INEN 616 2015. Al comparar con los valores obtenidos por (Baena & García, 2012) los cuales presentan mayor carga bacteriana, de esto se puede deducir que puede variar de acuerdo con el tratamiento y desinfección que se le dé a la materia prima. Esta diferencia puede ser consecuencia de la calidad de las prácticas agrícolas aplicadas a la semilla de cacao, desde su cosecha, secado, almacenaje y transporte.

Tabla 5. Resultados de la capacidad antioxidante mediante ABTS

Capacidad antioxidante por ABTS de las mezclas			
Muestra	Réplicas	Ecuación de Trolox (media)	Concentración (mg/L)
25% C.C. / 75% H.T.	3	4,9478	46,179
50% C.C. / 50% H.T.	3	4,9805	46,484
75% C.C. / 25% H.T.	3	5,1094	47,687
100% C.C. / 0% H.T.	3	5,4505	50,871

La Tabla 5 visualiza los datos de la capacidad antioxidante de las mezclas evaluadas determinado mediante el método ABTS, donde se observa que los valores obtenidos poseen similitud en todos los porcentajes de mezclas, teniendo valores entre 46,179-50,871 mg/L para las mezclas de 25 y 75% respectivamente. Estudios previos le atribuyen a la cascarilla de cacao una alta capacidad antioxidante, lo que, sumado a su relativo bajo costo, lo hacen un sub-producto con un alto valor agregado, pero antes de promoverlo como tal, se necesita garantizar su calidad (Sangronis *et al.*, 2014). Todo esto en base a la norma que requiere la elaboración de harinas integrales.

Tabla 6. Resultados de la capacidad antioxidante mediante ABTS

Cantidad de polifenoles de las mezclas a 109 gr de consumo diario de harina de trigo			
25% C.C. / 75% H.T.	50% C.C. / 50% H.T.	75% C.C. / 25% H.T.	100% C.C. / 0% H.T.
506,91 mg/g	896,73 mg/g	1177,10 mg/g	1605,34 mg/g



En la Tabla 6 se puede evidenciar el contenido de polifenoles de cada una de las mezclas de acuerdo con el consumo diario de harina de trigo. Los datos relativos a la ingesta diaria de polifenoles son muy variables según el enfoque del estudio, porque hay distintos hábitos y gustos en el consumo de alimentos, lo que puede cambiar dramáticamente el patrón de ingesta, sin embargo, se estima que la ingesta media de polifenoles es de 1500 mg al día, aproximadamente (Navarro *et al.*, 2017). Dado este resultado se puede decir que todas las mezclas evaluadas estarían dentro de este valor para el consumo diario de harina de trigo.

DISCUSIÓN

Es común en la actualidad darse cuenta de que cada vez son más los interesados en realizar estudios sobre la utilidad que se le pueden dar a los residuos, ya sea en el ámbito alimenticio, farmacéutico, cosmetológico entre otros. Por ello se plantea la idea de dar solución a uno los residuos que se generan con mayor volumen en el país con fines alimenticios.

En la presente investigación se realizó un estudio sobre el enriquecimiento de harina de trigo con harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) en proporciones de mezcla adecuadas. La cascarilla de cacao es un residuo que actualmente no está dirigido hacia el consumo de las personas, pero que debido a sus propiedades puede ser muy buena fuente de alimento. Así como menciona Villamizar & López (2017) y Soto (2012) en estudios realizados a la cascarilla de cacao, demostrando que puede ser un buen alimento funcional rico en fibra dietaria.

En los valores obtenidos de los análisis proximales y análisis de minerales de la cascarilla de cacao, donde los resultados de los proximales salieron similares a Sangronis *et al.*(2014), pero diferentes a otras investigaciones como Villamizar & López (2017), Cardona *et al.* (2002), el cual se observan valores superiores a la de ellos como en el caso de las proteínas cenizas y grasas, de esto se puede adjudicar que esas investigaciones fueron realizadas con cascarilla de cacao de otros países, teniendo en cuenta que el cacao de Ecuador y, en especial, el de Manabí tiene propiedades muy diferentes a la de otros países. Mientras que en los análisis de minerales se encontraron resultados de valores muy elevados de manganeso, el cobre y el zinc comparados

con León (2006), Cardona *et al.* (2002), esto se puede atribuir a la alta cantidad de sales en el suelo donde ha sido sembrada la materia prima y el uso de fertilizantes usados sobre estas plantas. Todo en función a la normativa ecuatoriana que requieren especificaciones de calidad de la materia prima, que incluya informe de análisis químico.

CONCLUSIONES

Se concluyó que el porcentaje para enriquecimiento de harina de trigo con harina de cascarilla de cacao que mejor se ajusta a los parámetros de calidad para harinas, es cercano al 25%, sin embargo, no puede ser superior a esto debido a parámetros como el porcentaje de ceniza (2,87%) y grasas (9,15%) que posee la cascarilla de cacao están por encima de lo que indica la NTE INEN 616 (2015). Se apreció la presencia de compuestos específicos en las mezclas como son los compuestos fenólicos, alcaloides, flavonoides y tánicos los cuales son denominados metabolitos secundarios. De acuerdo con los requisitos de control de calidad para harinas se realizaron análisis proximales, análisis de minerales, estabilidad de las mezclas por determinación de pH y Humedad, descripción organoléptica y análisis microbiológico, los cuales fueron resultados positivos según lo establecido por las normas utilizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bacigalupo, A. & Tapia, M. (2000). *Agroindustria de la quinua*. Agroindustria. Disponible en: www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdro m/contenido/libro10/cap05.htm
- Baena, L., & García, N. (2012) *Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de Theobroma cacao L. de una industria chocolatera colombiana*. (tesis de grado). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/3036>



- Cardona, M., Sorza, J.D., Posada, S.L., Carmona, J., Ayala, S.A., & Álvarez, O.L. (2002). Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 240-246. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323805>
- Chin, E., Miller, K.B., Payne, M.J., Hurst, W.F. & Stuart, D. (2013). Comparison of antioxidant activity and flavanol content of cacao beans processed by modern and traditional Mesoamerican methods. *Heritage Science*, 1(9), 1-7. <https://doi.org/10.1186/2050-7445-1-9>
- Drago, S.R., González, R.J, Chel-Guerrero, L. & Valencia, M.E. (2007). Evaluación de la Disponibilidad de Minerales en Harinas de Frijol y en Mezclas de Maíz/Frijol Extrudidas. *Revista Información Tecnológica*, 18(1), 41-46. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642007000100007>
- Escudero Álvarez, E. & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21(2), 61-72. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000500007&lng=es&tlng=es.
- Enríquez, G. (2004). *Cacao orgánico: guía para productores ecuatorianos*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito, Ecuador. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EC2005000005>
- Goyenola, G. (2007). *Guía para la utilización de las Valijas Viajeras – Alcalinidad*. Determinación de la Alcalinidad Total. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. RED MAPSA. Versión 1.0. Disponible en: http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/alcalinidad.pdf



- Rosado, J.L., Camacho-Solís, R., y Bourges, H. (1999). Adición de vitaminas y minerales a harinas de maíz y de trigo en México. *Salud Pública Mex*, 41, 130–137. <https://www.scielosp.org/pdf/spm/1999.v41n2/130-137>.
- Kalvatchev Z., Garzaro D. & Guerra F. (1998). *Theobroma Cacao L.*: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. *Agroalimentaria*, 4 (6), 23-25. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/agroalimentaria/article/view/1209>
- León-Nájera, J.A., Gómez-Álvarez, R., Hernández-Daumás, S., Álvarez-Solis, J.D., & Palma-López, D.J. (2006). Mineralización en suelos con incorporación de residuos orgánicos en los altos de Chiapas, México. *Universidad y Ciencia*, 22(2),163-174. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=154/15422207>
- Medranda, A., & Ponce, H. (2017). *Proceso químico de extracción para principios activos de hojas y corteza de teca (Tectona grandis L.F.) bajo evaluación fitofarmacéutica* (tesis de grado) Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.
- Navarro González, I., Periago, M.J. & García Alonso, F.J. (2017). Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(4), 320-326. <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.21.4.357>
- NTE INEN 616. (2015). Harina de Trigo: Requisitos. *Norma Técnica Ecuatoriana*. Servicio Ecuatoriano de Normalización. Disponible en: <https://docplayer.es/32084179-Nte-inen-616-cuarta-revision.html>
- Quintero, L. & Díaz, K. (2004). El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria*, 10 (18), 47–59. Disponible en: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/agroalimentaria/article/view/1312/1258>
- Sangronis, E., Soto M., Valero, Y. & Buscema, I. (2014). Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 64 (2), 1-7. Disponible en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2014/2/art-7/>



Sciarini, L., Steffolani, M. & León, A. (2016). El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan. *AgriScientia*, 33 (2), 61-74. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v33.n2.17468>

Soto, M.J. (2012). *Desarrollo del Proceso de Producción de cascarilla de semilla de cacao en polvo destinado el consumo humano* (tesis de grado). Universidad Simón Bolívar, Colombia. Disponible en: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/07/000155680.pdf>

Villamizar-Jaimes, A.R. & López-Giraldo, L.J. (2017). Cáscara de cacao fuente de polifenoles y fibra: simulación de una planta piloto para su extracción. *Revista Respuestas*, 22 (1), 75-83. Disponible en: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/821/1677>

3

MOLUSCOS DE LA CUENCA DEL RÍO PUNTA GORDA, CARIBE SUR, NICARAGUA, CENTROAMÉRICA

(Mollusks from the Punta Gorda River basin, South Caribbean,
Nicaragua, Central America)

Gabriel H. Vega R.¹, Adolfo López²,
Janina Urcuyo³, Luis A. Canda⁴

¹ Universidad Centroamericana, Instituto Interdisciplinario de Ciencias Naturales, Estaciones Biológicas, Nicaragua. gabrielv@uca.edu.ni. ORCID: 0000-0001-8955-2482

² Universidad Centroamericana, Instituto Interdisciplinario de Ciencias Naturales, Centro de Malacología, Nicaragua. alosi@uca.edu.ni. ORCID: 0000-0001-5295-4656

³ Universidad Centroamericana, Instituto Interdisciplinario de Ciencias Naturales, Centro de Malacología, Nicaragua. janina@uca.edu.ni. ORCID: 0000-0002-0722-4205

⁴ Universidad Centroamericana, Instituto Interdisciplinario de Ciencias Naturales, Nicaragua. lacand.0372@gmail.com. ORCID: 0000-0002-6674-143X

RESUMEN

El presente estudio muestra la línea base de la biodiversidad de moluscos en la cuenca del Río Punta Gorda, encontrada en dos campañas de muestreo, una en la estación lluviosa del 2013 y la otra en la seca del 2014, en ocho sitios con ecosistemas terrestres, dulceacuícolas y marino/costeros. El resultado fue una lista de 127 especies (62 terrestres, 18 acuícolas y 47 marino/costeras). De las terrestres, se presenta un grupo que parece presentar preferencia por áreas poco intervenidas, la mayor parte endémicas de la región centroamericana. Las dulceacuícolas encontradas en pantanos o áreas temporalmente inundadas están en riesgo debido a los usos actuales en la cuenca. En cuanto a las marino/costeras, se requiere más investigación dado su valor alimenticio ancestral para las comunidades de la etnia Rama, asentadas a lo largo del Caribe Sur.

PALABRA CLAVE

Canal, biodiversidad, moluscos, ecosistemas

ABSTRACT

This study is an initial evaluation of mollusk biodiversity in the Punta Gorda River basin, during both the 2013 rainy season and the 2014 dry season at eight locations of land, fluvial and coastal habitats. A total of 127 species were collected (62 terrestrials, 18 fluvial and 47 coastal). Field specimens in good part, mostly Mesoamerican endemics, show preference for undisturbed areas. Freshwater species located in swamps or temporarily flooded terrain, are in risk of disappearing due to actual land use. More research must be given to coastal mollusks on account of their ancestral alimentary value for the Rama communities established along the South Caribbean shore.

KEYWORD

Canal, biodiversity, mollusks, ecosystems

INTRODUCCIÓN

Las alteraciones generadas por el aprovechamiento humano manifiestas en una superficie terrestre en creciente fraccionamiento (McNeill, 2000; Harvey & Sáenz, 2008; Ranganathan & Daily, 2008; Idiáquez, 2013), hacen necesarias urgentes acciones de conservación de la biodiversidad. Mesoamérica, entre las zonas de mayor biodiversidad mundial, sufre actualmente impactos catastróficos (Crow, 1990; Guillén, 1999; Miller *et al.*, 2001; Harvey & Sáenz, 2008 y Meyer, 2014) que incentivan la extinción de especies de moluscos continentales (Barrientos, 2010), sobre todo aquellas especies nativas presentes en las áreas menos intervenidas. Estos cambios que experimenta la región son perceptibles en el deterioro de los microhábitats (Barrientos, 2010), la alteración de la humedad (Hyman, 1967; South, 1992; Cook, 2001, citados por Barrientos, 2010) y el reemplazo de plantas nativas, factores determinantes para la existencia de la malacofauna continental (Barrientos, 2010); por su baja capacidad de dispersión muestran una gran sensibilidad a la fragmentación de sus hábitat (Secrest, *et al.*, 1996; Pfenninger *et al.*, 2007, citados por Barrientos, 2010). Nicaragua es considerada un punto de encuentro estratégico

de la fauna del norte y sur del continente con gastrópodos como *Labyrinthus otis* (López & Urcuyo, 2009) con rango de extensión desde Brasil. Rangos similares son compartidos por muchos moluscos en estas zonas de conservación reconocidas por la UNESCO (FUNDAR, 2004), presionados por las causas arriba mencionadas, el asentamiento humano y el reciente desarrollo de proyectos socioeconómicos.

Han sido descritas más de 100,000 especies de moluscos continentales y marino-costeros y se conocen otros 35,000 fósiles (Pérez & López, 2002). Según López & Urcuyo (2004, 2008 y 2009), Nicaragua cuenta a la fecha con 206 especies, entre terrestres y dulceacuícolas, y un aproximado de 2,500 marinas. Estos invertebrados tienen importancia en la dieta alimenticia de comunidades locales, pueden ser transmisores de enfermedades, útiles en la elaboración de medicamentos e indicadores del estado del medioambiente. En la región mesoamericana los estudios de moluscos se encuentran a nivel de diversidad (Barrientos, 2010), según González-Valdivia *et al.* (2010) y Pérez *et al.* (2008) sus patrones de distribución y abundancia respecto de las actividades antrópicas y el uso del suelo están aún por estudiarse.

En Nicaragua, el estudio sistemático de la malacofauna ha estado dirigido a la Vertiente del Pacífico, el entorno de los grandes lagos y algunas estaciones del escudo central montañoso, siendo la vertiente del Caribe la menos investigada. El presente estudio se llevó a cabo en la sección caribe del Canal Interoceánico en planes, cuenca del Río Punta Gorda, Región Autónoma del Caribe Sur (RACCS). Éste amplía las investigaciones y coadyuva al conocimiento de otras áreas del Caribe que cuentan con reportes esporádicos, como BOSAWAS y Río San Juan. Se presenta una primera lista de especies y se proveen datos de su ecología y los riesgos actuales.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio es la cuenca del Río Punta Gorda, RAAS. Los muestreos de campo se realizaron en 8 sitios (Tabla 1), con rango altitudinal de 0 msnm en la desembocadura del río a 450 msnm en la Comunidad de La Florida, Nueva Guinea. Su precipitación promedio anual tiene

un gradiente de 2500 - 5000 mm de Oeste a Este hasta el sector costero del Caribe con Bosque de Pluviselva (Holdridge, 1996).

Tabla 1. Nomenclatura de los sitios evaluados, localidad y coordenadas geográficas.

Sitio	Localidad	Coordenadas geográficas
1	La Bocana, Río Punta Gorda (parte baja de la cuenca), Bluefields	N 110 30' 30.1'' O 0830 46' 2.6''
2	El Yolillal, (parte baja de la cuenca), Bluefields	N 110 29' 16.2'' O 0830 50' 3.4''
3	Caño Pejibaye, Punta Gorda (parte baja de la cuenca), Bluefields	N 110 28' 02.2'' O 0830 52' 1.6''
4	Masayón (parte media de la cuenca), Bluefields	N 110 33' 45.2'' O 0830 56' 24.4''
5	El Coco, Polo de Desarrollo, (parte media de la cuenca) Bluefields	N 110 31' 88.5'' O 0840 06' 16.8''
6	Santa Lucía/La Esperancita (parte alta de la cuenca), Nueva Guinea	N 110 30' 39.8'' O 0840 18' 39.2''
7	Puerto Príncipe (parte alta de la cuenca), Nueva Guinea	N 110 38' 45.5'' O 0840 10' 50.2''
8	La Florida (parte alta de la cuenca), Nueva Guinea	N 110 27' 40.8'' O 0840 31' 28.8''

Los sitios 1 y 2 presentan bosques temporalmente inundados, predominando palmeras *Raphia taediger* (Yolillo), *Manicaria saccifera* (Palma real) y *Acoelorrhaphe wrightii* (Palma de llano). Los sitios 3 y 4 son bosques estacionalmente inundados y fragmentos no inundables propios de lomas de baja altura. En los bosques cercanos a la Reserva Indio Maíz se observan cultivos de subsistencia y potreros. En los sitios 5, 6, 7 y 8 predominan usos de suelo para ganadería extensiva sin manejo sostenible, cultivos agrícolas y parches pequeños de bosque en proceso de transformación.



Método

El trabajo de campo se realizó en la estación lluviosa del año 2013 (noviembre-diciembre) y seca del 2014 (abril-mayo) con el fin de evaluar la actividad de los moluscos, pues el comportamiento ecológico de estos animales suele ser diferente entre una y otra estación (Guevara, 2005). Dos investigadores realizaron los muestreos en cada sitio durante un máximo de cinco días, con el apoyo de asistentes locales; se establecieron tres o cuatro puntos de conteo.

Cada punto o requirió entre 2 y 4 horas de muestreo haciéndose revisiones minuciosas en las distintas áreas. Se realizaron visitas diurnas y nocturnas para evaluar el uso de un hábitat o nicho. Se utilizaron unidades de GPS para registrar las coordenadas geográficas y altitud de los puntos evaluados.

Los especímenes fueron fotografiados *in situ* con una cámara CANON EOS 70D usando un objetivo de 18–200 mm (macro 1:4). Los ejemplares vivos se preservaron en Alcohol al 50% y junto con las conchas vacías se depositaron en el Centro de Malacología donde se hizo la determinación de especies con la bibliografía de Abbott (1974), Morris (1973), Burch (1989), Pérez & López (2002), López & Urcuyo (2008 y 2009), y su estado de riesgo con la Lista Roja de especies según la UICN (2014). También se utilizó la Colección de Referencia del Centro de Malacología, Universidad Centroamericana (UCACM) y un estereoscopio (WILD M5A). Los datos de las colectas se encuentran en la base de datos Access: Canal Moluscos-UCA del Centro.

Análisis de similaridad con el índice de Jaccard fueron realizados en el software Biodiversity Pro para obtener la distribución geográfica de los moluscos en la cuenca e inferir con base en los resultados, la inclinación de las comunidades de moluscos presentes a los diversos hábitats ofrecidos en cada sitio.

Se agruparon las especies terrestres según sus preferencias de hábitat de acuerdo con Barrientos (2010); González-Valdivia, *et al.* (2010), Sotelo *et al.* (2015).

RESULTADOS

Se colectó un total de 3404 especímenes de 127 especies de moluscos (Gastropoda, Bivalva, Poliplacofora) agrupadas en 50 familias; de éstas, 62 especies pertenecen a ecosistemas terrestres, 18 son dulceacuícolas y 47 marinas (Figura 1); el número de especies en cada sitio se refleja en la Figura 2. En la revisión de la Lista Roja de UICN (2014), se encontraron dos especies categorizadas como amenazadas por falta de datos (UICN, 2012): *Xenodiscula taintori* (DD) y *Eupera cubensis* (LC) (Figura 3).

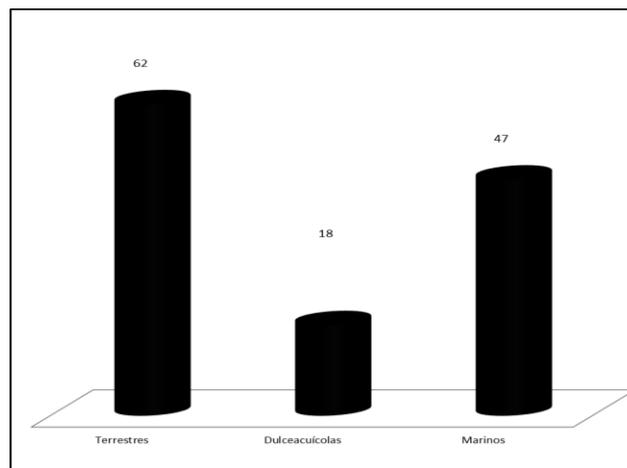


Figura 1. Número de especies por ecosistema

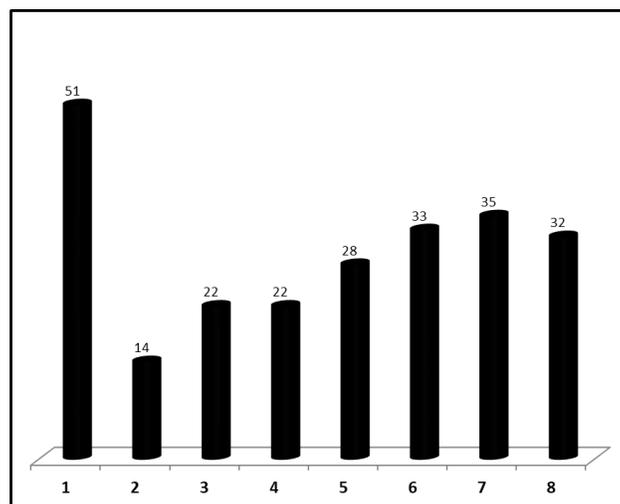


Figura 2. Número de especies por sitio

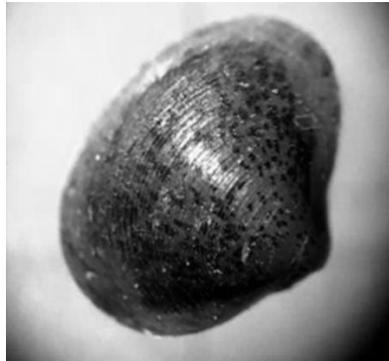


Figura 3. *Eupera cubensis*

Los resultados obtenidos por el uso del índice de Jaccard demuestran que el sitio 1, datos costeros, es disímil del resto de los sitios. Un primer conglomerado conformado por los sitios 2, 3 y 4 (44 y 39.4%) reúne especies con aparente preferencia por áreas poco alteradas, con cierta incidencia de especies de hábitos más cosmopolitas. Un segundo conglomerado conformado por los sitios 5, 6, 7 y 8 (40 y 36.5 %) está compuesto por especies que parecen afines a áreas desde medianamente intervenidas a muy intervenidas (representantes más bien de trópicos seco), con algunas encontradas en remanentes de áreas menos intervenidas. Otra fuente de similitud en el segundo conglomerado es la presencia de moluscos dulceacuícolas (Tabla 2, Figura 4).

Tabla 2. Matriz de similitud

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	*	6.6667	5.7143	2.7778	2.5974	3.6145	3.5714	4.3478
2	*	*	44	28.5714	24.2424	26.3158	19.5122	17.2414
3	*	*	*	39.4	27.5	26.087	25.5319	18.9189
4	*	*	*	*	27.5	26.087	31.1111	15.7895
5	*	*	*	*	*	40	20.7547	19.5122
6	*	*	*	*	*	*	36.55	27.2727
7	*	*	*	*	*	*	*	29.5455
8	*	*	*	*	*	*	*	*

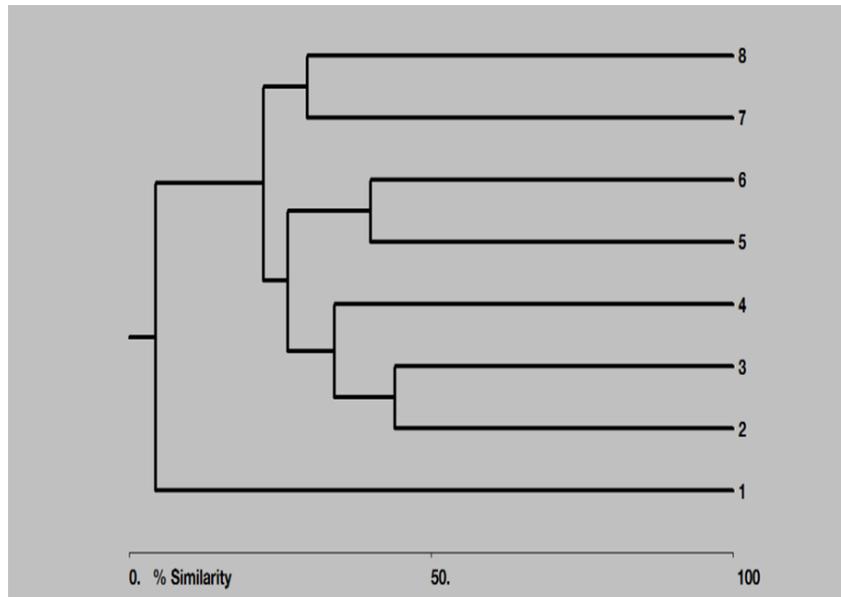


Figura 4. % de similaridad en ordenada X, sitios de estudio: 1-8 ordenada Y

DISCUSIÓN

Los fenómenos de origen antrópico, obligan actualmente a una reestructuración de las comunidades malacológicas continentales de la región, favoreciendo especies de las familias Subulinidae, Succineidae, Zonitidae, y otras del bosque tropical seco y afectando aquellas de bosques bien constituidos (Lundholm, 2006; Clergeau *et al.*, 2006; Shochat *et al.*, 2006, citados por Barrientos, 2010), agrupadas por sus hábitos arbóreos (Rangel & Gamboa, 1998) o por encontrarse en la hojarasca y el humus, según las observaciones de campo pertenecen a las familias Helicinidae, Orthalicidae (género *Drymaeus*), Spiraxidae, Euconulidae, Vitrinidae, entre otras. Esta reestructuración puede seguir el patrón sugerido por González-Valdivia, *et al.* (2010), en que la asociación de especies de gastrópodos terrestres con el grado de alteración antropogénica se categoriza según su preferencia en: Los que habitan áreas conservadas, ligeramente alteradas, moderadamente alteradas, alteradas, y los cosmopolitas, es decir, especies presentes en todas o la mayoría de las áreas

mencionadas. Las especies asociadas a un solo hábitat o unidad de paisaje pueden ser consideradas indicadoras de calidad de sus hábitats. En Nicaragua, una primera lista de especies asociadas preferentemente al bosque (Sotelo *et al.*, 2015), es similar a los hallazgos en Punta Gorda.

Sobre esta base, se observan tres grupos en el área de estudio: Los que muestran preferencia por a) áreas antropizadas: *Lamellaxis micra*, *Lamellaxis gracilis*, *Succinea recisa*, entre otros (Cuadro 3-1); b) los que prefieren áreas boscosas (especies vistosas y de gran tamaño): *Orthalicus princeps* (Figura 5), *O. ferussaci*, *Euglandina jacksoni*, *E. cumingi*, *Pittieria underwoodi* (Figura 6), *Drymaeus inusitatus* y *D. sulphureus* (Figura 7), *Helicina deppeana*, *H. orbiculata*, *H. flavida* (Figura 8) y *Neocyclotus dysoni* (*nicaragüense*), más un grupo de especies de micromoluscos habitantes de la hojarasca y el humus (Cuadro 3-1); c) Grupo de especies cosmopolitas representado por *Subulina octona*, *Bulimulus corneus* (Figura 9), *Salasiella modesta* (Figura 10), son de hábitos generalistas (Tabla 3:1).



Figura 5. *Orthalicus princeps*

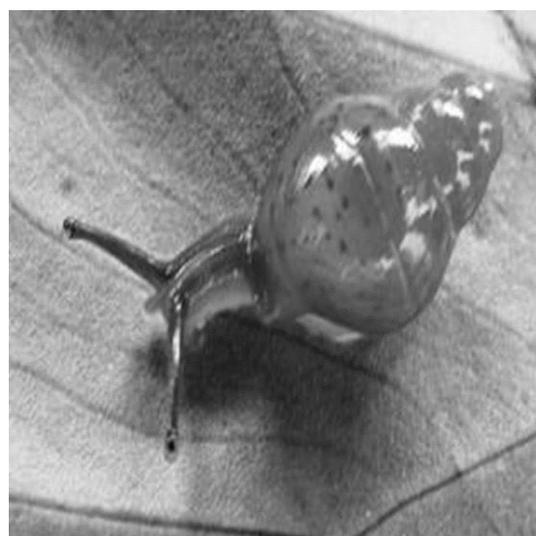


Figura 6. *Pittieria underwoodi*

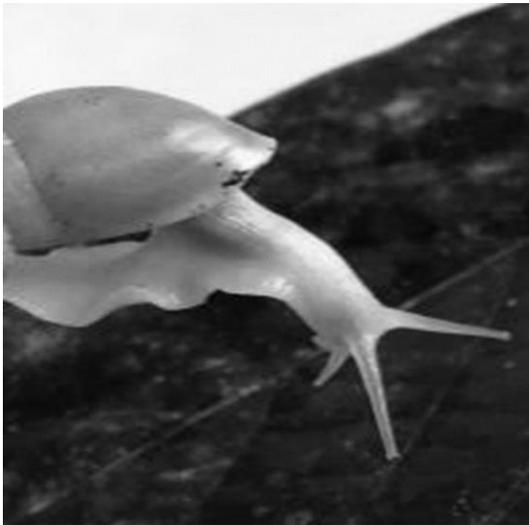


Figura 7. *Drymaeus sulphureus*

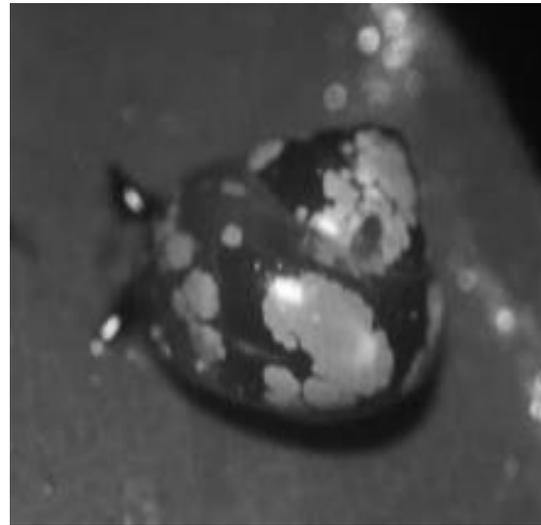


Figura 8. *Helicina flavida*



Figura 9. *Bulimulus corneus*



Figura 10. *Salasiella modesta*

Especies de las familias Helicinidae como *Helicina flavida*, *H. deppeana* y *H. orbiculata*, y Orthalicidae como *D. inusitatus*, *D. sulphureus* y *D. sp.* (Figura 11), son importantes de mencionar para el área de estudio por ser indicadoras de buena calidad de sus hábitats. Las helicinas, presentes generalmente en bosques bien constituidos, hábitats húmedos con

plantas de las familias *Arecaceae* y *Araceae*; los *Drymaeus*, sobre todo en bosques de galería bien constituidos o remanentes con lianas muy densas y en reductos de bosques bajo presión. *H. flavida* muy abundante, pero solo en un punto de conteo del sitio 7, en un pequeño reducto de bosque; fue reportada (un solo ejemplar) por primera vez en Matiguás, al norte-centro del país, en la cuenca del Río Grande de Matagalpa (base de datos Centro de Malacología-UCA); *H. deppeana*, en similar situación, presente en áreas cercanas a la Reserva Indio – Maíz.

El género *Drymaeus*, constituye el grupo más numeroso de la familia Orthalicidae en Centroamérica, con aproximadamente 120 especies, entre ellas tres de arrollamiento sinistral: *D. tropicalis* del Petén, Morelet (1849), *D. inusitatus* de Costa Rica y Nicaragua, Fulton (1900) y *Drymaeus sp.* en proceso de descripción por UCACM. En Nicaragua la población de *D. inusitatus* está limitada a la vertiente del Caribe, según la base de datos del UCACM, teniéndose reportes de escasos especímenes en otras 2 cuencas cercanas a Punta Gorda, lo que sugiere la realización de más estudios de la biogeografía y comportamiento ecológico de éstas.

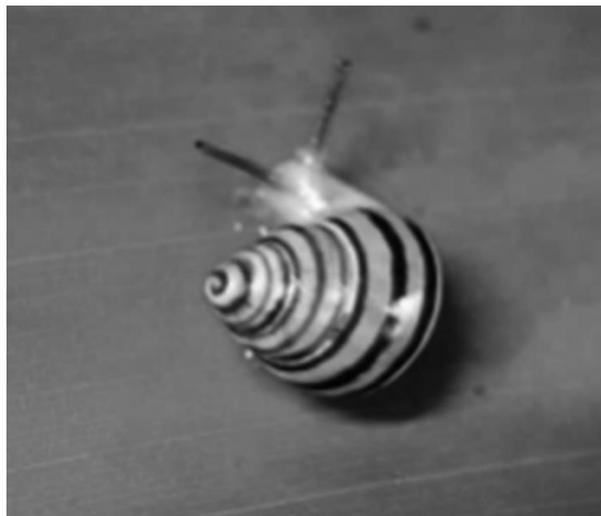


Figura 11. *Drymaeus sp.*

Tabla 3:1. Presencia/ausencia en hábitats terrestres evaluados, según su nivel de intervención; 3:2. Moluscos dulceacuícolas por hábitats en los sitios 4, 5, 6, 7, 8; 3:3. Moluscos marinos por hábitats en los sitios 1, 2 y 3.

1			2					3			
Nombre científico	A	B	Nombre científico	A	B	C	D	Nombre científico	A	B	C
Lamellaxis micra	x		Melanoides tuberculata	x	x			Brachidontes exustus	x	x	
Lamellaxis gracilis	x		Pachychilus turatti		x			Littorina lineolata	x	x	
Subulina octona	x	x	Pachychilus largillierti		x			Littorina nebulosa	x	x	
Succinea recisa	x	x	Aplexa nicaraguana	x	x	x	x	Littorina zic zac	x	x	
Succinea guatemalensis	x		Physa cf. Cubensis	x	x	x	x	Neritina fulgurans		x	x
Bulimulus corneus	x	x	Physa impluviata	x	x	x	x	Neritina lineolata			x
Belocaulus angustipes		x	Aphaostracon cf. xynoelictus	x	x			Thais haematostoma floridana		x	
Pallifera cf. costaricensis	x		Planorbula armígera			x	x	Thais rustica		x	
Helicina deppeana		x	Planorbella cf. trivolvis			x		Sanguinolaria cruenta	x		
H. cf. flavida		x	Helisoma nicaraguanus			x		Anadara brasiliana	x		
H. lirata		x	Drepanotrema cimex			x		Anadara chemnitzii	x		
H. oweniana		x	Drepanotrema cf. cimex				x	Donax variabilis	x		
Drymaeus inusitatus		x	Pisidium abditum			x		Donax striatus	x		
D. sulphureus		x	Eupera cubensis			x	x	Tivela mactroides	x		
Orthalicus princeps		x	Eupera cf. cubensis				x	Tivela cf. abaconensis	x		
Euglandina jacksoni		x	Hebetancylus excentricus				x	Crassostrea virginica		x	

Salasiella modesta	x	x	Unio yzabalensis	x			Ostrea cf. equestris		x	
Salasiella guatemalensis	x	x	Donde A es río, B caño, C laguna y D pantano				Lyropecten antillarum	x		
Neocyclotus dysoni		x					Pisania tinctoria	x		
*Spiraxis funibus		x					Fissurella rosea	x		
*Spiraxis scalella		x					Planaxis sp.	x		
*Spiraxis alvaradoi		x					Terebra cinerea	x		
*Punctum randolphi		x					Donde A es playa/arena, B roca y C estuario			
*Pupisoma cf. minus		x								
*Hawaiiia minúscula		x								
*Guppya gundlachi		x								
*Habroconus selenkai		x								
*Drepanostomella cf. Stoli		x								
Ovachlamys fulgens		x								
*Cecilioides consobrinus		x								
Donde A es agropecuario y B. bosque				Donde A es río, B caño, C laguna y D pantano				Donde A es playa/arena, B roca y C estuario		

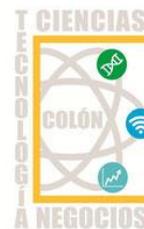
(*) Especies de micromoluscos, también evaluados en el proyecto.

Los moluscos dulceacuícolas propios de la parte alta-media de la cuenca (sitios 5, 6, 7, 8), *Pachychilus largillierti* y *P. turatti* fueron colectados entre las rocas sueltas de los pequeños rápidos en la cabecera de los caños ubicados en el sitio 8 (límite superior de la cuenca) y siempre en aguas claras y oxigenadas. Por el contrario, *Melanoides tuberculata* y *Aphaostracon cf. xynoelictus* se localizaron indistintamente en el río principal y caños afluentes, en los sitios 5, 6, y 7 (un poco más abajo en la cuenca), pero en aguas turbias y sobre todo estancadas, al igual que *Physella cf. cubensis*, *Physella sp.* y *Aplexa nicaraguana*, estas últimas con hábitos más generalistas; pueden considerarse indicadoras de aguas con gran concentración de materia

orgánica en descomposición. *Planorbula armigera*, *Planorbella trivolvis*, *Helisoma nicaraguanus*, las diminutas bivalvas *Eupera cubensis* y *E. sp.*, así como *Unio yzabalensis* (la bivalva de mayor tamaño colectada) y *Hebetancylus excentricus* son especies representativas de aguas con alta cantidad de material orgánico en descomposición (en ríos, caños, y más pútridas en pantanos y lagunetas); todas ellas fueron encontradas en los sitios 4, 6, 7 y 8 (Tabla 3:2).

En el ecosistema marino-costero se registró una alta diversidad de bivalvas de las familias Mytilidae, Arcidae, Donacidae y Ostreidae sobre la playa arenosa. En los salientes rocosos, plantas junto a la costa y trozos de madera predominaron caracoles de las familias Litorinidae, Thaididae, Neritidae y Muricidae; en la vegetación a orillas de estuarios solo se encontró *Neritina lineolata*. En su mayoría son utilizadas como alimento por las comunidades costeñas, que las denominan Aagí, y los pobladores aseguran que han disminuido drásticamente, lo cual es materia de más estudio. Por otro lado, el único gastrópodo vivo en la playa fue *Terebra cinerea*, en poblaciones reducidas (Tabla 3:3).

En general, Barrientos (2003) afirma que el 42% de las extinciones de animales registradas pertenece a moluscos, de ese porcentaje el 99% eran especies continentales (dulceacuícolas y terrestres). De Costa Rica se ha reportado la extinción de al menos 12 especies descritas y dos especies no descritas, lo que equivale al 7% de las especies reportadas del país; sin embargo, estudios más detallados podrían revelar que la cifra es mayor. En nuestro caso, según la base de datos UCACM, no existe necesidad de considerar en peligro a especies de Nicaragua presentadas en la lista roja, ya que, *Xenodiscula taintori*, con registros insuficientes, ha sido reportada para muchos sitios en el país, sin embargo *Eupera cubensis* se reporta hasta ahora para el Punta Gorda y antes para la cuenca del Río Grande de Matagalpa, Nicaragua, lo que sigue indicando la necesidad de más estudios de la malacofauna en general. Según Miller *et al.* (2001), la reducción de las áreas boscosas afecta negativamente las poblaciones que habitan estos reductos. Es el caso concretamente de *Helicina flavida* y *H. deppeana* que se encuentran distribuidas parcialmente en las áreas naturales de Mesoamérica, en hábitats con atributos nativos aún prevalentes (vegetación, humus y hojarasca abundante y penumbra y umbras bien definidas), por lo cual se deben



considerar como vulnerables a cambios de uso de suelo, deforestación, turismo no controlado y la posible construcción del Canal Interoceánico.

AGRADECIMIENTOS

WCS Fabricio Santos, Revisiones oportunas y apoyo logístico en visita al sitio y a Arnulfo Medina Fitoria por su apoyo en el procesamiento estadístico de los datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, R. T. (1974). *American Seashells* (2nd. ed.). New York.

Barrientos, Z. (2003). Lista de especies de moluscos terrestres (Archaeogastropoda, Mosogastropoda, Archaeopulmonata, Stylommatophora, Soleolifera) informadas para Costa Rica. *Biología Tropical*, 51(3), 293-304. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/26388>

Barrientos, Z. (2010). Los moluscos terrestres (Mollusca: Gastropoda) de Costa Rica: clasificación, distribución y conservación. *Biología Tropical*, 58 (4), 1165-1175. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/5402/5148>

Burch, J.B. (1989). *North American Freshwater Snails*. Malacological Publications. Michigan.

Crow, T.R. (1990). Old growth forest and biological diversity: a basis for sustainable forestry. En: *Old Growth Forestry. What are they? How do they work?* T.R. Crow, (Ed). Ottawa, Canada.

Fulton. (1900). *Bulimulus (Drymaeus) inusitatus*. *The Nautilus*, 16:87.



- Fundar. (2004). *Plan de manejo de la Reserva Biológica Indio Maíz*. Período 2005-2010. Nicaragua.
- Guevara, S. (2005). *Estudio taxonómico y sistemático de las familias Helicinidae y Ceresidae (Mollusca: Gastropoda: Neritopsina) y el género Drymaeus (Gastropoda: Pulmonata: Bulimulidae), en tres zonas de la reserva amazónica de Perú*. HamburgBerlin, Univ.: dissertation.der – Verlag im Internet GmbH.
- González-Valdivia, N., Ochoa-Gaona S., Cambranis, E., Lara, O., Pérez-Hernández, I. & Ponce-Mendoza, A. (2010). Gasterópodos terrestres asociados a un paisaje agropecuario y a un referente ecológico en el sureste de México, 90-122. En: L.J. Rangel Ruíz, J. Gamboa-Aguilar, S.L. Arriaga-Weiss & W.M. Contreras-Sánchez (eds.). *Perspectivas en Malacología Mexicana*. Colección José N. Rovirosa. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.
- Guillén, J. (1999). *Diagnóstico de la Caoba (Swietenia macrophylla King) en Mesoamérica, Nicaragua*. Centro Científico Tropical (CCT). Managua, Nicaragua
- Harvey C. A. & Sáenz, J. (2008). Prefacio. En: *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*, 9-12. Instituto Nacional de Biodiversidad. Harvey C. A. y J. Sáenz (Eds). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Holdridge, L. R. (1996). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- Idiáquez J. (2013). Repensando el significado y desafíos de la investigación en la sociedad de la información: una experiencia personal. *Encuentro*, (95), 80-93. <https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i95.1226>



- López, A. & Urcuyo, J. (2004). *Nicaraguan Pacific Mollusca*. Facultad de Ciencia, Tecnología y Medioambiente, UCA. Managua, Nicaragua.
- López, A. & Urcuyo, J. (2008). *Moluscos de Nicaragua I: Bivalvos*. MARENA. Managua, Nicaragua.
- López, A. & Urcuyo, J. (2009). *Moluscos de Nicaragua II: Gastrópodos*. MARENA. Managua, Nicaragua.
- McNeill, J.R. (2000). *Something new under the sun: an environmental history of the twentieth-century world*. W.W. Norton y Co. New York.
- Meyer, A. (2014). Importancia de los ecosistemas acuáticos y la potencial amenaza del Canal Interoceánico. En: *El Canal Interoceánico por Nicaragua*. Academia de Ciencias de Nicaragua (ACN). Managua, Nicaragua.
- Miller, K., Chang, E. & Johnson, N. (2001). *Defining the common ground for the Mesoamerican Biological Corridor*. World Resources Institute. Washington, D.C.
- Morelet. (1849). *Drymaeus tropicalis*. *Test. Noviss*, I:9.
- Morris, P. A. (1973). *A Field Guide to Shells of the Atlantic and Gulf Coasts and the West Indies*. Boston.
- Pérez, M. & López, A. (2002). *Atlas de los Moluscos Gasterópodos Continentales del Pacífico de Nicaragua*. Managua, Nicaragua.
- Pérez, A. M., Sotelo, M., Arana, I. & López, A., (2008). Diversidad de moluscos gasterópodos terrestres en la región del pacífico de Nicaragua y sus preferencias de hábitat. *Biología*

Tropical, 56 (1), 317–332. Disponible en:
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v56n1/art23v56n1.pdf>

Ranganathan J. & Daily, G. C. (2008). La Biogeografía del paisaje rural: Oportunidades de conservación para paisajes de Mesoamérica manejados por humanos. En: *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, 1, 15-30.

Rangel Ruíz, L. J. & Gamboa Aguilar, J. (1998). *Estudio taxonómico de moluscos terrestres y dulceacuícolas de la región maya de México I. Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Informe final SNIB-CONABIO proyecto. No. G034. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Secret M.F., Willig, M.R., Peppers, L.L. (1996). The legacy of disturbance on habitat associations of terrestrial snails in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Biotropica* 28(4), 502-514. DOI:10.2307/2389092

Sotelo, M., Tórrez, M. A., López, A., Arendt, W. J. (2015). Moluscos gasterópodos terrestres como indicadores de recuperación de bosque en los paisajes del Sur y Norcentro de Nicaragua. *Encuentro*, (102), 19-29. <https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i102.2362>

UICN (2012). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN*: (2da. ed., Versión 3.1.). Cambridge, Reino Unido.

UICN (2014). *Lista Roja para las especies de moluscos de Nicaragua*. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/documents/redlist>.

4

APLICACIONES DE SALES INORGÁNICAS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PROCEDENTE DE LA REFINACIÓN DE ACEITES Y GRASAS

(Application of inorganic salts in the treatment of industrial wastewater from the refining of oils and fats)

Gema Eliana Briones Ponce¹, Gabriel Alfonso Burgos Briones², Ernesto Alonso Rosero Delgado³, Carlos Antonio Moreira Mendoza⁴

¹ Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Postgrado, Maestría de Ingeniería Química, Portoviejo, Ecuador. gbrionesponce@gmail.com ORCID: 0000-0001-7314-1400

² Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Dept. de Procesos Químicos, Ecuador. gburgos@utm.edu.ec ORCID: 0000-0002-1291-4083

³ Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Dept. de Procesos Químicos, Ecuador. erosero@utm.edu.ec ORCID: 000-0001-8878-8522

⁴ Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Dept. de Procesos Químicos, Ecuador. camoreiram@utm.edu.ec ORCID: 0000-0001-5980-0713

RESUMEN

Existen numerosos tipos de aguas y aguas residuales (las aguas de abastecimiento, efluentes industriales consistentes en suspensiones coloidales, aguas residuales contaminadas con macromoléculas orgánicas disueltas o las emulsiones de aceite en agua (O/W)) susceptibles de ser tratadas mediante coagulación, una operación dirigida a la consecución de la desestabilización de los contaminantes mediante su interacción con un reactivo (generalmente, sales de Al (III)). A fin de evaluar la remoción de materia orgánica en la fase de pretratamiento de dichas aguas residuales, se realizaron pruebas de coagulación, floculación y sedimentación usando sales inorgánicas como el Sulfato de Aluminio y Policloruro de Aluminio utilizando diferentes dosis de cada coagulante, y variando el pH de 5 a 9, se prepararon disoluciones con las sales de aluminio en concentración del 30% p/v. Con la adición de 25 ml de Sulfato de Aluminio por cada 500 ml de aguas residuales y ajustando a pH 7, se logró remover un 96.40 % turbidez en al agua

residual, obteniendo una disminución del 92.72 % de aceites y grasas presentes en el agua residual.

PALABRA CLAVE

Turbidez, coagulante, floculante, residuos industriales

ABSTRACT

There are numerous types of water and wastewater (supply water, industrial effluents consisting of colloidal suspensions, wastewater contaminated with dissolved organic macromolecules, or oil-in-water (O / W) emulsions) capable of being treated by coagulation, an operation aimed at achieving the destabilization of pollutants through their interaction with a reagent (generally, Al (III) salts). In order to evaluate the removal of organic matter in the pretreatment phase of said wastewater, coagulation, flocculation and sedimentation tests were carried out using inorganic salts such as Aluminum Sulfate and Aluminum Polychloride using different doses of each coagulant, and varying the pH 5 to 9, solutions were prepared with the aluminum salts in a concentration of 30% w / v. With the addition of 25 ml of Aluminum Sulfate for every 500 ml of wastewater and adjusting to pH 7, it was possible to remove 96.40% turbidity in the wastewater, obtaining a 92.72% decrease in the oils and fats present in the wastewater.

KEYWORD

Turbidity, coagulant, flocculant, industrial waste

INTRODUCCIÓN

Las actividades productivas requieren de una gran cantidad de agua en sus procesos productivos para la elaboración de sus productos, y es imprescindible ya que debe cumplir con ciertos



parámetros de calidad. Después de que el agua es usada en un proceso industrial, esta queda con una elevada carga contaminante. Por ello se ha exigido que las industrias que cuenten con plantas de tratamiento de aguas para disminuir la carga orgánica antes de ser vertidas. Las características de las aguas residuales, conocidas también como efluentes industriales, pueden diferir tanto en sus parámetros, así como en sus concentraciones, dependiendo del enfoque o visión de la industria. El impacto de los vertidos industriales depende no sólo de sus características comunes, sino que además pueden ser evaluados por parámetros de medición tales como demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y la demanda química de oxígeno (DQO), mismos que evalúan contenidos de sustancias orgánicas e inorgánicas (Vidales Olivo, Leos Magallanes & Campos Sandoval, 2010).

Algunos de los contaminantes que más problemas causan en el tratamiento de aguas residuales, son las grasas y aceites, la presencia de grasas y aceites en los efluentes industriales no sólo provocan problemas en el tratamiento de éstas, sino que también dan lugar a la contaminación del suelo y los cuerpos de agua donde éstas son descargadas (Vidales Olivo, Leos Magallanes & Campos Sandoval, 2010).

Estas aguas residuales, antes de su tratamiento, se caracterizan por su intenso color entre marrón y violeta oscuro hasta negro, y su intenso olor. Posee un alto grado de contaminación orgánica con una relación de DQO/DBO₅ entre 2,5 y 5 (difícilmente degradables), así como un alto contenido en polifenoles y materia sólida. Su pH es ligeramente ácido, son de fácil fermentación y elevada turbidez, con una alta conductividad eléctrica, y contienen grasas emulsionantes (Osorio Robles, Toros Rojo & Sánchez Bas, 2010).

Las grasas y aceites que son altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades. Al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas entorpecen cualquier tipo de tratamiento, biológico o físico-químico, por lo que es recomendable que las grasas y aceites sean eliminados en los

primeros pasos del tratamiento de las aguas residuales (Vidales Olivo, Leos Magallanes & Campos Sandoval, 2010).

Una de sus principales características, es que las grasas son el componente de las aguas residuales que tiene una mayor tendencia a oxidarse. Esto provoca que, al llegar a los reactores biológicos, fijen rápidamente el oxígeno disuelto disponible, pudiendo ocasionar situaciones de anoxia puntuales que podrían propiciar la proliferación de microorganismos filamentosos. Además, las grasas y aceites tienen tendencia a flotar, debido a que su densidad es inferior a la del agua, lo que genera capas en la superficie de los reactores biológicos, dificultando la transferencia de oxígeno.

El tratamiento de las aguas residuales, incluyendo las producidas por la industria procedentes de la refinación de aceites y grasas sigue una serie de procesos físicos, químicos (pretratamiento primario) y que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua.

Se entiende como pretratamiento primario a la etapa en la cual se remueven los sólidos sedimentables y suspendidos mediante el empleo de cribas, desarenadores, sedimentadores, trampas de grasas y aceites, flotación y, algunas veces, sedimentación auxiliada con coagulación-floculación. Este último proceso es comúnmente utilizado para aumentar la sedimentación de partículas suspendidas (Arias-Lizárraga & Méndez-Gómez, 2014).

El proceso de coagulación y floculación aplicado de forma usual en el pretratamiento consiste en la desestabilización de las partículas suspendidas, provocando colisión entre ellas, adhesión, incremento de tamaño, aglutinación, aumento de densidad y, como consecuencia, sedimentación. Una vez sedimentadas las partículas, pueden ser removidas con facilidad.

Existe una amplia variedad de sustancias orgánicas e inorgánicas que pueden usarse como coagulantes y floculantes en el pretratamiento de las aguas residuales, siendo el alumbre (sulfato de aluminio) y las sales de hierro (cloruro férrico) las más utilizados. En el caso de las sustancias inorgánicas, los polímeros sintéticos (usualmente poliacrilamidas) son los más empleados, debido a su fácil obtención en el mercado y bajo costo.

De acuerdo con la teoría de la doble capa eléctrica y la regla de Schultze-Hardy se plantea que los agentes coagulantes deben tener cargas positivas contrarias al ion determinante del potencial en la partícula en las aguas residuales (generalmente negativas) y por supuesto a mayor carga tendrá mejores características coagulantes.

Entre las variables fundamentales que afectan el proceso se encuentran el tipo de coagulante, la dosis en que se emplea, pH del medio y el tiempo de la agitación que se emplea en la mezcla del coagulante y el agua residual (Gutiérrez, Caldera, Oñate & Rodríguez, 2011).

Entre los agentes coagulantes más utilizados por sus características físico químicas, se encuentran la alúmina ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$), y el policloruro de aluminio. La primera es muy usada pues presenta algunas ventajas en cuanto a costo y disponibilidad, además de que se obtienen buenos resultados frente a aguas residuales de procesos similares a los valorados en el presente trabajo en los rangos de pH que recomienda la literatura entre 4,5-8, pero la literatura recomienda que las dosis requeridas del agente coagulante deben obtenerse por experiencias de ensayos de laboratorio en las pruebas de jarra (Vaillancourt *et al.*, 2008).

Se plantea que para romper la estabilidad de las partículas coloidales y poderlas separar, es necesario realizar tres operaciones (Arias-Lizárraga & Méndez-Gómez, 2014). Estas son la coagulación, la floculación y la decantación o flotación posterior.

La floculación trata la unión entre los flóculos ya formados con el fin de aumentar su volumen y peso de forma que pueden decantar. Consiste en la captación mecánica de las partículas neutralizadas dando lugar a un entramado de sólidos de mayor volumen. De esta forma, se consigue un aumento considerable del tamaño y la densidad de las partículas coaguladas, aumentando por tanto la velocidad de sedimentación de los flóculos (Lorenzo-Acosta, 2006).

El proceso de coagulación floculación se estudiado a nivel de laboratorio, realizando las pruebas de jarra al agua residual. En este estudio se emplean dos coagulantes, el sulfato de alúmina y el Poli cloruro de aluminio, por lo que se estudió la influencia del pH, tipo de coagulante y dosis de coagulante en la eficiencia del proceso de tratamiento físico químico realizado.

Se evaluó la turbidez como parámetro de respuesta en cada caso, pudiendo evaluarse la eficacia del proceso determinando el porcentaje de remoción, usando la ecuación que se expresa a continuación:

$$\% \text{ de Remoción} = \frac{Turb\ I - Turb.\ F}{Turb\ I} * 100 \quad (I)$$

La turbidez es la expresión de la propiedad óptica de la muestra que causa que los rayos de luz sean dispersados y absorbidos en lugar de ser transmitidos en línea recta a través de la muestra. La turbiedad mide el nivel de transmisión de luz en el agua, y sirve como una medida de la calidad del agua con relación a materia suspendida coloidal residual (Trujillo *et al.*, 2014). La turbiedad en el agua puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde el coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia. Puede ser medida con un turbidímetro del tipo nefelométrico que se basa en el efecto de Tyndall.

La unidad de turbiedad es definida "como la obstrucción óptica de la luz, causada por una parte por millón de sílice en agua destilada", la unidad nefelométrica de turbidez (NTU) equivale a 7,5 ppm de SiO₂.

El objetivo del trabajo consistió en evaluar el proceso de coagulación-floculación a nivel de laboratorio para las aguas residuales de una industria local procesadora de aceites y grasas, por medio de la prueba de jarras, se evaluaron las condiciones de pH, concentraciones adecuadas y tiempo de sedimentación; para un óptimo proceso de coagulación y floculación. Igualmente, se caracterizó la materia prima y la concentración final de grasas y aceites al mejor tratamiento realizado, en orden de discernir la posibilidad de reutilizar el agua residual.

METODOLOGÍA

Materiales y Método

La investigación se realiza en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Química de la Universidad Técnica de Manabí donde se realizaron las pruebas de coagulación floculación del agua residual que ingresa a la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) de la empresa La Fabril, S.A. ubicada en Montecristi, Manabí, Ecuador.

Caracterización fisicoquímica del agua residual

Para conocer la composición inicial del agua residual, se realizó la caracterización general de la misma. Los procedimientos analíticos y fundamentos de los métodos utilizados son reportados en la Tabla 1.

Tabla 1
Caracterización fisicoquímica del agua residual

Ensayo Realizado	Métodos Utilizados	Resultados
DQO mg/l	Espectrofotometría	5630
DBO ₅ (mg de O ₂ /l)	Respirométrico	3120
Solidos Totales mg/l	Gravimétrica a 103-105 °C	2850
Solidos Disueltos mg/l	Electrométrico	1232
Solidos Suspendidos mg/l	Por diferencia	1618
Turbidez NTU	Método del Turbidímetro	1707
pH (unidades)	Electrométrico	6.14
Grasas mg/l	Extracción por	1650

Todos los análisis efectuados se realizaron en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Química de la UTM (Universidad Técnica de Manabí), empleando los métodos standard de análisis de guas y aguas residuales.

Evaluación del proceso de coagulación y floculación.

El ensayo consistió en la adición de dosis crecientes de los coagulantes en las muestras de agua cruda, para su posterior determinación la turbidez cuyo resultado nos permitirán seleccionar el rango de efectividad de los mismos, se debe tomar en cuenta también las condiciones de pH (Llano, Cardona, Ocampo & Ríos, 2014) con el mejor comportamiento observado en conjunto con las disoluciones, para esto se empleó los equipos de test de jarra utilizados comúnmente en los tratamientos de aguas residuales donde se efectúan los procesos de coagulación y floculación con una agitación rápida (Arias Hoyos *et al.*, 2017), de 200 rpm por 2 minutos y una agitación lenta de 60 rpm por 15 minutos, para el proceso se ocupó un test de Jarra cuatro vasos de precipitación de 1000 ml.

Una vez que se desestabilizaron las partículas estas son decantadas y se toma el sobrenadante de la muestra para realizar los análisis de Sólidos en Suspensión, DBO5, turbidez, etcétera, que en este caso se evaluó la turbidez, la conductividad y el pH final de la disolución.

Los coagulantes utilizados son el Sulfato de Aluminio también conocido como sulfato de alúmina $Al_2(SO_4)_3$, y el Policloruro de Aluminio (Vargas-Camareno & Romero-Esquivel, 2006), se experimentó por separado con los coagulantes de interés en muestras donde inicialmente se reguló el pH, con hidróxido de sodio al 0.1 molar y ácido sulfúrico 0.1 molar para ajustarlo en el rango de 5-9 (Reina Travez, 2015), dicho proceso nos proporciona resultados sobre el comportamiento de los coagulantes en función a la concentración de los mismos y la influencia de las condiciones del pH.

El trabajo consistió en realizar el proceso de coagulación–floculación a escala de laboratorio utilizando diferentes dosis de cada coagulante además de variar el pH de 5 a 9 unidades (tabla 2). Se prepararon disoluciones en concentraciones óptimas obtenidos bibliográficamente, se trabajó con sulfato de aluminio en solución del 30% p/v, y policloruro de aluminio en solución del 30% p/v (Gutiérrez, Caldera, Oñate & Rodríguez, 2011).

Análisis Estadístico.

Se planificó un diseño factorial multinivel que consiste en 75 corridas para cada coagulante en 5 niveles, equivalentes a 25 corridas experimentales con tres réplicas en cada caso, los tratamientos realizados se detallan en la Tabla 2.

Las variables de respuesta es la turbidez (NTU), los datos (pH y turbidez) fueron obtenidos mediante el empleo del equipo pH metro modelo Hach y un turbidímetro modelo Hach 21000A este permite realizar medidas de turbidez de forma rápida y confiable

Los datos experimentales obtenidos después de realizar las pruebas fueron procesados mediante el software Statgraphic Centurión XVI.I. los cuales nos permitieron determinar las dosis optimas de coagulante y pH del proceso.

Tabla 2
Condiciones experimentales de los tratamientos realizados

Variable dependiente	Niveles				
pH Inicial	Dosis de coagulante mL/0.5 L AR				
5	20	25	30	35	40
6	20	25	30	35	40
7	20	25	30	35	40
8	20	25	30	35	40
9	20	25	30	35	40

RESULTADOS

Experimento 1: Usando Sulfato de Aluminio.

Se define que la dosis ideal del coagulante Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$ experimentalmente es de 25 ml cuando se trabaja con un pH = 7, esto se puede observar en la Tabla 3 en la cual se

expresan los datos en porcentaje de remoción, equivalente a la eficacia en el proceso de coagulación, y en las Figuras 1 y 2 se pueden visualizar estos resultados.

Se observa que el comportamiento de la curva es descendente, al utilizar una dosis alta de coagulante con relación a la cantidad de agua, se producirá una ruptura del floculó, ocasionando un aumento de la turbidez.

Dentro del porcentaje de eficiencia se logró determinar que se obtiene un valor de eficiencia mucho mayor a valores de dosificación a los 25 ml de $Al_2(SO_4)_3$.

Tabla 3
Resultados promedios del porcentaje de remoción Usando Sulfato de Aluminio

Dosis Sulfato de Aluminio (mL/0.5 L)	20	25	30	35	40
pH Inicial	% Remoción Promedio				
5	94.97	95.99	95.88	95.07	95.01
6	95.17.	95.98	96.03	95.58	95.25
7	94.81	96.40	96.27	95.71	95.05
8	95.27	96.05	96.09	95.75	95.69
9	94.84	95.99	95.90	95.68	94.93

De los resultados obtenidos (Tabla 3) podemos deducir que:

- El proceso de coagulación–floculación con Sulfato de Aluminio se debe realizar a pH cercanos a la neutralidad.
- Este proceso es afectado con el aumento de la dosis de coagulante, aumentando la turbidez con la correspondiente disminución del % de remoción.
- El pH final disminuye ligeramente cuando se incrementa la dosis de coagulante respecto a cada valor de pH inicial.
- Los mejores resultados se obtienen a pH 7 y dosis de 25 mg/L

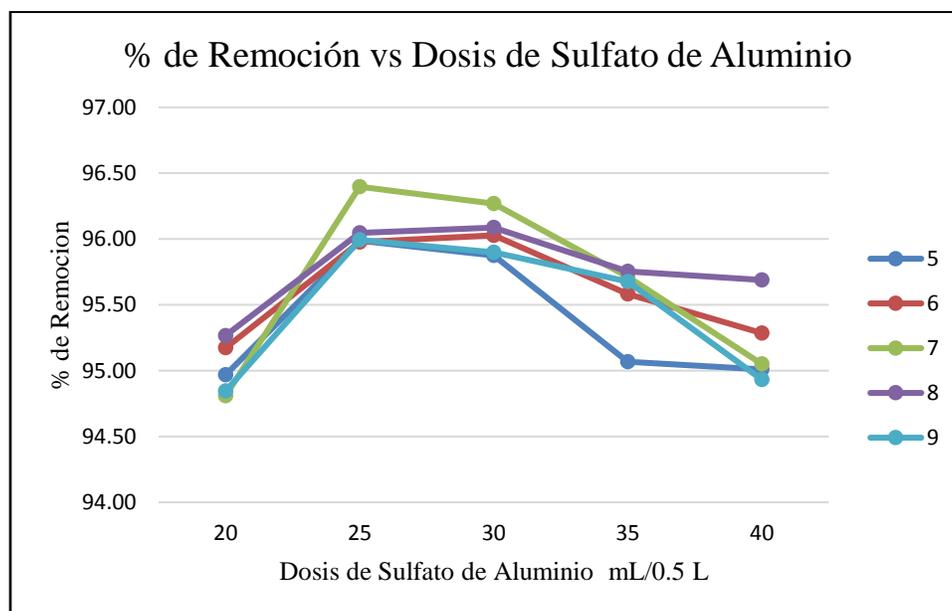


Figura 1. Porcentaje de Remoción vs Dosis de Sulfato de Aluminio

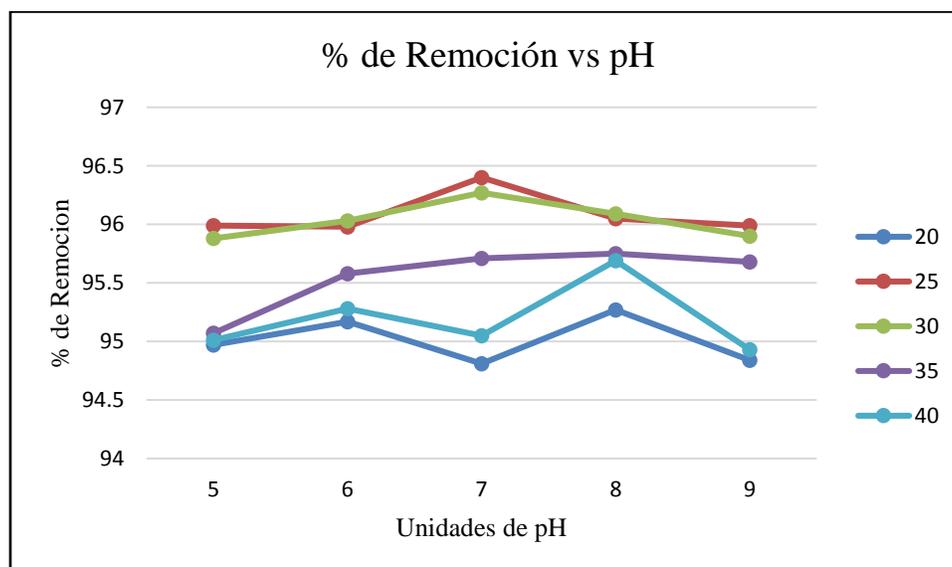


Figura 2. Porcentaje de Remoción vs pH

Los resultados experimentales al ser procesados por el Statgraphic versión 4.1 se encontró el modelo matemático que se ajustaba al modelo de regresión no lineal donde son significativas las dos variables independientes (dosis y pH inicial), los modelos representan el análisis experimental de la turbidez y el porcentaje de remoción.

$$\text{Turbidez} = 64,9762 + 1,21333 * \text{pH} - 0,478667 * \text{Dosis} + 4,83048 * \text{pH}^2 - 1,51333 * \text{pH} * \text{Dosis} + 16,1505 * \text{Dosis}^2 \text{ (II)}$$

$$\text{Remoción} = 96,1787 - 0,0666667 * \text{pH} + 0,0322667 * \text{Dosis} - 0,277714 * \text{pH}^2 + 0,0846667 * \text{pH} * \text{Dosis} - 0,94019 * \text{Dosis}^2 \text{ (III)}$$

Con un coeficiente de regresión R de 0,7531 y del 95 % de confiabilidad para el valor óptimo de pH, y un coeficiente de regresión R de 0,70283 y del 95 % de confiabilidad para el valor óptimo de dosis del sulfato de aluminio, la superficie respuesta para el pH y el porcentaje de remoción se aprecian en las Figuras 3 y 4, respectivamente.

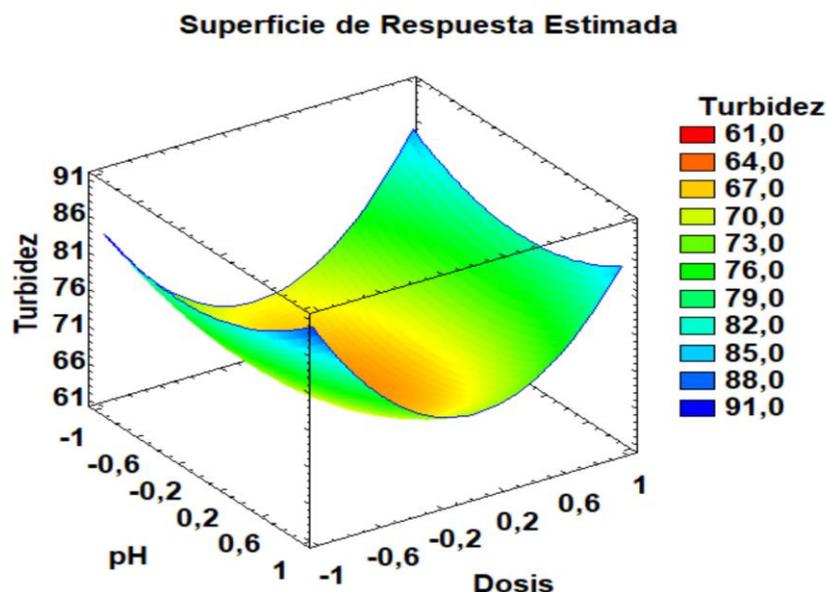


Figura 3. Superficie de Respuesta de la Turbidez

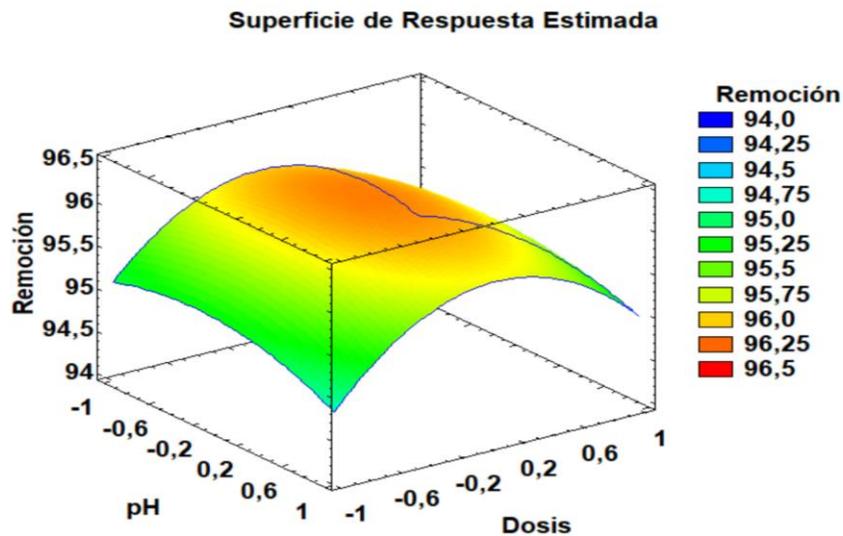


Figura 4. Superficie de Respuesta de la Remoción

Las dosis optimadas definidas por la superficie de respuestas para cada variable analizada utilizando Sulfato de Aluminio la podemos evidenciar en la Tabla 4.

Tabla 4
Resultados de Dosis Óptimas

Factor	Bajo	Alto	Óptimos Turbidez	Optimo Remoción
pH	-1	1	-0.12442	7.25
Dosis	-1	1	0.00904	29.9

Experimento 2: Usando Policloruro de aluminio.

Los resultados expresados en porcentajes de remoción son muy favorables con el Policloruro de Aluminio, siendo 25 ml la dosis que mayor índice de remoción se obtuvo, sin embargo, se considera que existe una diferencia de valores en las condiciones con el Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$,

Para este caso el comportamiento de la curva es descendente, tales valores resultan ser adecuados en cuanto a la reducción de la turbidez, sin embargo, en comparación con el Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$ se tienen valores inferiores en las condiciones establecidas

Tabla 5
Resultados promedios del porcentaje de remoción Usando Policloruro de Aluminio

Dosis Policloruro de Aluminio (mL/0.5 L)	20	25	30	35	40
pH Inicial	% Remoción Promedio				
5	95.04	95.04	95.01	94.87	94.80
6	94.94	94.88	95.00	95.00	94.90
7	95.06	95.31	94.96	94.82	94.58
8	94.90	95.06	94.77	94.71	94.61
9	94.84	94.71	94.58	94.50	94.35

De los resultados obtenidos (Tabla 5) podemos deducir que:

- El proceso de coagulación–floculación con Poli cloruro de aluminio se debe realizar a pH cercanos a la neutralidad.
- Este proceso es afectado con el aumento de la dosis de coagulante, aumentando la turbidez con la correspondiente disminución del % de remoción.
- El pH final disminuye ligeramente cuando se incrementa la dosis de coagulante respecto a cada valor de pH inicial.
- Los mejores resultados se obtienen a pH 7 y dosis de 25 mg/L

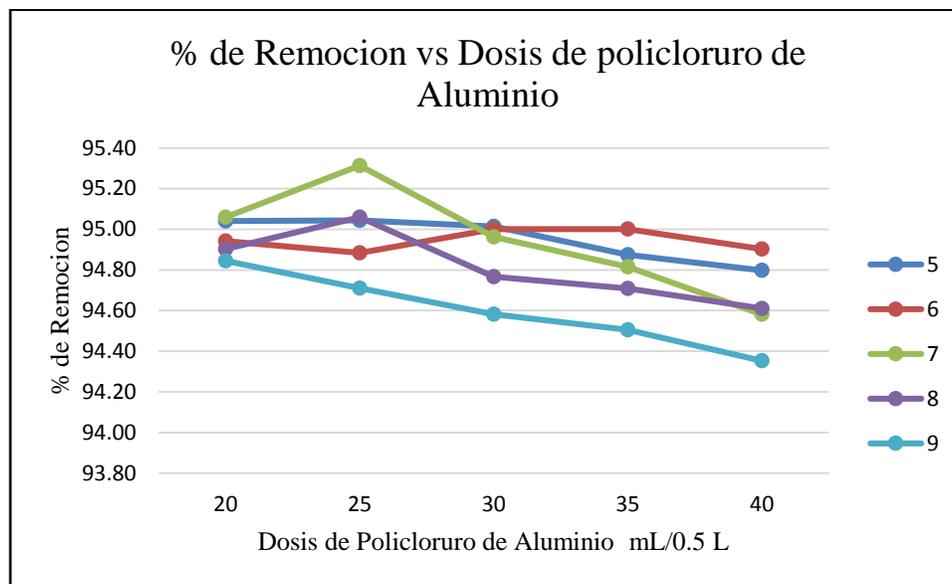


Figura 5. Porcentaje de Remoción vs Dosis de Policloruro de Aluminio

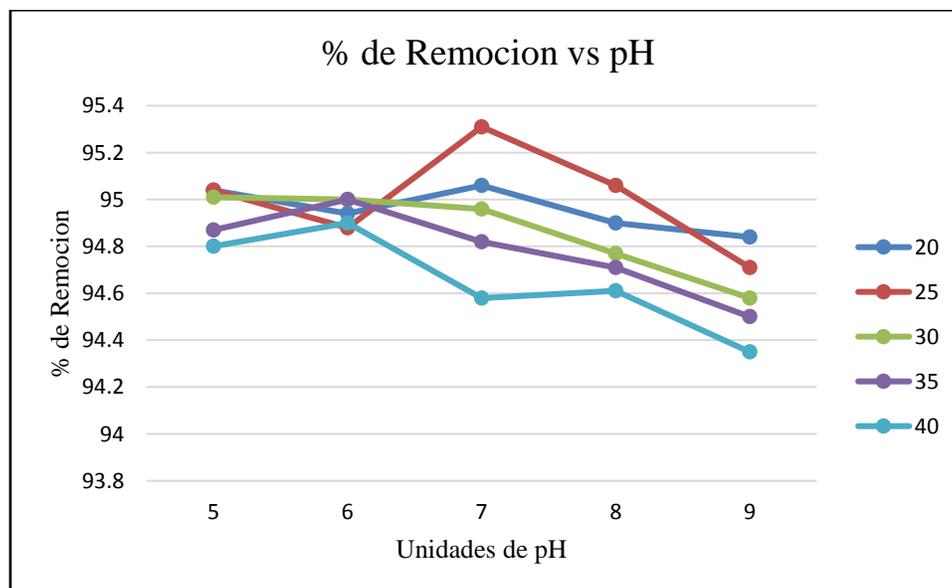


Figura 6. Porcentaje de Remoción vs pH

Los resultados experimentales para el Policloruro de Aluminio al ser procesados se estableció el modelo matemático que se ajustaba al modelo de regresión no lineal donde son significativas las

dos variables independientes (dosis y pH inicial), los modelos representan el análisis experimental de la turbidez y el porcentaje de remoción.

$$\text{Turbidez} = 85,841 - 2,89333 * \text{pH} - 2,86533 * \text{Dosis} + 2,64762 * \text{pH}^2 + 1,39733 * \text{pH} * \text{Dosis} + 1,45714 * \text{Dosis}^2 \text{ (IV)}$$

$$\text{Remoción} = 94,967 + 0,169467 * \text{pH} + 0,168133 * \text{Dosis} - 0,154095 * \text{pH}^2 - 0,0814667 * \text{pH} * \text{Dosis} - 0,0862857 * \text{Dosis}^2 \text{ (V)}$$

Con un coeficiente de regresión R de 0,7589 y del 95% de confiabilidad para el valor óptimo de pH, y un coeficiente de regresión R de 0,7595 y del 95% de confiabilidad para el valor óptimo de dosis del policloruro de aluminio, la superficie respuesta para el pH y el porcentaje de remoción se aprecian en el gráfico 5 y 6 respectivamente.

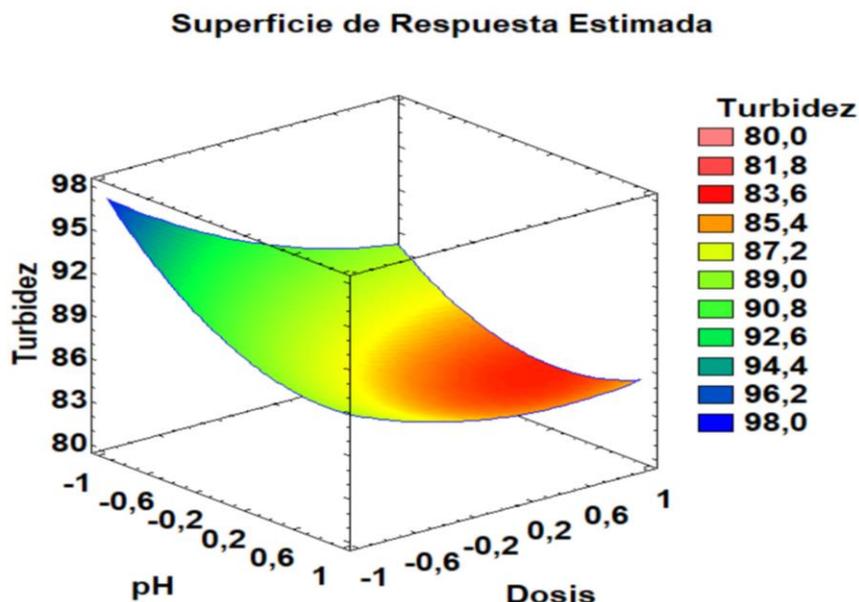


Figura 7. Superficie de Respuesta de la Turbidez

Una vez analizados los gráficos de la superficie de respuesta se determinó que para las condiciones óptimas de la turbidez de 64,89 NTU y un óptimo de 96,18 % de remoción, se pueden conseguir trabajando con un pH de 7.25 y la dosis de 29.9 mL/0.5 L de residual, mientras que para el sulfato de aluminio el óptimo de 84.18 NTU de turbidez y el 95.06 % de remoción se obtienen trabajando con un pH de 6.33 y 21.74 mL/0.5 L de residual.

Considerando las corridas que se hicieron por triplicado, se obtienen valores significativamente iguales y que la mejor eficiencia se dio al trabajar con sulfato de aluminio, llegando a un porcentaje de remoción de 96.40 %, obteniendo una disminución del 92.72 % de aceites y grasas presentes en el agua residual.

Con esto tenemos un porcentaje elevado de remoción de Turbidez y más eficiente que al producido en el trabajo de (Córdova Merino, 2019) en donde utilizaron sulfato de aluminio y tuna, alcanzaron un porcentaje de 88,76% con un pH de 7,25; esto indica que el pH influye en todo el proceso de floculación y coagulación.

De la misma manera tenemos un porcentaje de remoción igual al de (Gutierrez *et al.*, 2011) con un 96 % de remoción de turbiedad; obteniendo en el trabajo buenos resultados y una mayor eficiencia con respecto a la turbiedad y por ende la disminución de la carga orgánica contaminante del agua.

CONCLUSIONES

La experimentación realizada al proceso de coagulación y floculación a escala de laboratorio permitió determinar el tipo de coagulante, el pH y la dosis óptima a emplearse en el agua residual para obtener un óptimo de rendimiento con los coagulantes utilizados en la realización de la práctica de laboratorio.

No existen diferencias significativas desde el punto de vista estadístico entre los porcentajes de remoción de los dos coagulantes empleados, sin embargo, se pudo obtener una mayor remoción utilizando la alúmina que con el poli cloruro de aluminio a todos los valores de pH evaluados.

Los análisis realizados para cada coagulante utilizado en el estudio del proceso de coagulación–floculación permiten concluir que con el sulfato de alúmina a pH cercano a la neutralidad y dosis 25 mg/0.5 L, se obtienen los mejores resultados.

La prueba de jarras es una etapa importante en el proceso de tratamiento de aguas residuales, y requiere de especial seguimiento, ya que es una prueba de corta duración (45min) y permite mediante observación identificar el comportamiento de los coagulantes empleados, o que complementa los resultados de medición de parámetros en cada jarra. El correcto desarrollo y cálculo de parámetros en esta prueba permite establecer la dosis óptima a usar a nivel piloto o escala real en una PTAR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Hoyos, A., Hernández Medina, J. L., Valencia, C., Fernando, A., Sánchez, P., & Nazly Efridis. (2017). Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la m. oleífera como coagulante natural. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 29-39. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)29-39](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)29-39)
- Gutiérrez, E., Caldera, Y., Oñate, H., & Rodríguez, Y. (2011). Eficiencia del sulfato de aluminio durante el tratamiento de aguas residuales de una industria avícola. *Impacto Científico*, 6(2), 244–256. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/es/revista/impacto-cientifico/articulo/eficiencia-del-sulfato-de-aluminio-durante-el-tratamiento-de-aguas-residuales-de-una-industria-avicola>
- Llano, B. A., Cardona, J. F., Ocampo, D., & Ríos, L. A. (2014). Tratamiento fisicoquímico de las aguas residuales generadas en el proceso de beneficio de arcillas y alternativas de uso de

los lodos generados en el proceso. *Información Tecnológica*, 25(3), 73–82.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000300010>

Lorenzo-Acosta, Y. (2006). Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación.

ICIDCA: Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar, 15(2), 10–17. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2231/223120664002>

Arias-Lizárraga, E. & Méndez-Gómez, D.M. (2014). Remoción de sólidos en aguas residuales de la industria harinera de pescado empleando biopolímeros. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 5(3), 115–124. Disponible en:

<http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/431>

Reina Travez, J. (2015). *Evaluación de la eficiencia y cinética de remoción de materia orgánica en un reactor biológico aerobio horizontal con medio de soporte PET (politereftalato de etileno)* (tesis de grado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Disponible en:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10550/1/CD-6244.pdf>

Osorio Robles, F., Torres Rojo, J.C. & Sánchez Bas, M. (2010). *Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes: Aplicación de procesos industriales a la reutilización de aguas residuales*. Editorial Díaz de Santos. España.

Trujillo, D., Duque, L.F., Arcila, J.S., Rincón, A., Pacheco, S., & Herrera, O.F. (2014). Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación / floculación usando almidón de plátano. *Revista ION*, 27(1), 17–34. Disponible en:

<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaion/article/view/4140>

Vaillancourt, R., Dubé, P., Ceaulieu, C. & Tamigneaux, E. (2008). *Évaluation d'un procédé de coagulation-floculation au chitosane pour l'enlèvement du phosphore dans les effluents piscicoles*. Rapport final. SODIM. École de Technologie Supérieure, Montréal, Quebec, Canada. Disponible en:

https://sodim.org/images/stories/ancien_site/pdf/AutresEspecies/710,149_Chitosane_2.pdf

Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

ISSN: 2313-7819

revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn



Vargas-Camareno, M., & Romero-Esquivel, L. (2006). Aprovechamiento de algunos materiales en el desarrollo de coagulantes y floculantes para el tratamiento de aguas en Costa Rica. *Tecnología En Marcha*, 19(4), 37–41. Disponible en: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/37

Vidales Olivo, A., Leos Magallanes, M.Y., & Campos Sandoval, M.G. (2010). Extracción de Grasas y Aceites en los Efluentes de una Industria Automotriz. *Conciencia Tecnológica*, (40), 29–34. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94415759007>

5

OPINIÓN

SIMPLEMENTE, VOLVER A LO BÁSICO

(Simply, go back to basics)

Yara Fiengo¹

¹ Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Facultad de Administración de Empresas y Contabilidad, Departamento de Mercadotecnia. Panamá. yara.fiengo@up.ac.pa ORCID: 0000-0002-6941-6069

RESUMEN

El COVID-19 es la enfermedad infecciosa causada por un coronavirus que se ha descubierto más recientemente. Actualmente, el COVID 19 se ha convertido en una pandemia que afecta a muchos países de todo el mundo. Desde diciembre del 2019, el mundo atraviesa una pandemia que no sólo ha cobrado innumerables vidas, sino también ha llevado a muchos países a enfrentar una situación crítica en salud, economía, educación, negocios, inclusive alimentación. Se ha tenido que adoptar medidas restrictivas para evitar los contagios y, hasta el momento, sólo quedarse en casa, lavarse las manos y cubrirse la cara es la única barrera de protección y esperanza de no contagiarse de un virus que no distingue raza, sexo, estatus social o liderazgo. Aunque los síntomas pueden compararse con un resfriado, y sólo 1 de cada 5 personas contagiadas requiere hospitalización, el COVID-19 ha detenido al mundo y las economías, ¿podrá influir en el estilo de vida de los ciudadanos del mundo? ¿logrará corregir los errores que nos llevaron hasta aquí?

PALABRA CLAVE

COVID-19, higiene, distanciamiento social, salud, economía

ABSTRACT

COVID-19 is the most recently discovered infectious disease caused by a coronavirus. Currently, it is a pandemic that affects many countries around the world. Since December 2019, the world is going through a pandemic that has not only claimed countless lives but has also led many countries to face a critical situation in health, economy, education, business, including food. Restrictive measures have had to be adopted to prevent infections and, until now, just staying at home, washing hands and covering the face is the only barrier of protection and hope of not catching a virus that does not distinguish race, sex, social status or leadership. Although symptoms can be compared to those of a cold, and only 1 in 5 infected people require hospitalization, COVID-19 has stopped the world and the economies, can it influence the lifestyle of the world's citizens? Will it be able to correct the mistakes that led us here?

KEYWORD

COVID-19, hygiene, social distance, health, economy

SIMPLEMENTE, VOLVER A LO BÁSICO

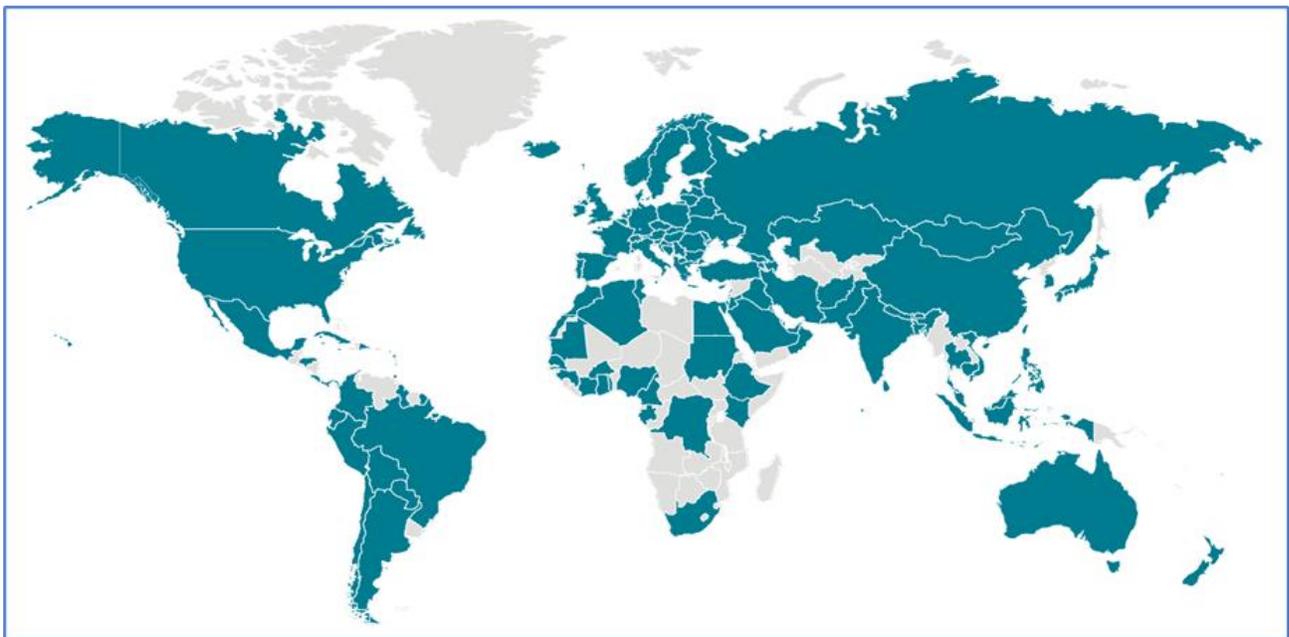
Nunca me han gustado los años bisiestos, pero creo que el 2020 será difícil de olvidar para todos, ya que el mundo ha sido invadido por la incertidumbre de un enemigo invisible viral llamado COVID-19 (Corona virus).

Viendo un mapa global de todos los países que sufren el contagio (Figura 1), veo un mundo tan inmenso dividido política e ideológicamente, pero cubierto por una misma enfermedad que al momento reporta más de 142 mil casos y 5,393 muertes, según la Organización Mundial de la Salud. (OMS,2020).

Paradójicamente, a pesar de las diferencias, nada nos separa en este momento, ya que, aunque algunos países no han sido afectados, están en la misma situación que los afectados, con altos

niveles de estrés y un esfuerzo de trabajo preventivo y que al final dejará no sólo las pérdidas físicas, sino también un desajuste a la economía mundial.

Varias preguntas dan vueltas en mi cabeza, ¿en qué momento dejamos de enseñar y mantener la higiene? Es curioso que la única forma para controlar el contagio es lavarse bien las manos y taparse la boca al toser y estornudar. Parece que el virus nos vino a recordar a los mayores, que no somos inmunes al crecer, que todos los títulos, puestos, logros, dinero, no deben separarnos de mantener normas básicas de higiene en comunidad.



Fuente: CDC (2020). <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/cases-updates/world-map.html>

Figura 1. Países reportados con COVID-19 al 14 marzo de 2020.

Muchos consideran que el número de muertes no es significativo para que estemos en la situación actual, aislados, con operaciones detenidas, actividades suspendidas, desacelerados, pero ¿cómo detener una enfermedad contagiosa, cuando todos somos focos de transmisión?

Esta situación que nos cubre a todos, sin distinción, ha dejado ver la arrogancia de muchos países al mostrarse indiferentes a las advertencias, la incapacidad de otros gobiernos que se llamaban

capaces y la fuerzas de otros considerados pequeños, pero que, aunque efectivos en contener el virus, no dejarán de sufrir la crisis económica mundial que le sigue.

Esta situación nos da una gran lección de humildad a todos los mayores de 30, quienes somos el grupo principal de afectados, ¿qué tan alto creemos estar, para ser tan poco considerados con nuestros semejantes y descuidar tanto las normas básicas de higiene? A los adolescentes, ¿qué poca dirección y orientación tienen de nuestra parte, para creerse inmunes y propagar la enfermedad, a costa de la vida de sus familiares mayores? A nuestros niños los educamos en lo básico, pero ¿somos capaces de replicar con el ejemplo? No es de extrañarnos que, por la falta de coherencia, al crecer esos niños no nos respetan y decidan no hacernos caso.

En 1999, escuché a Miguel Ángel Cornejo decir que los “Líderes del Tercer Milenio debían volver a lo básico”. Estaba totalmente en lo correcto. Las tres primeras necesidades de la pirámide de Maslow son básicas: fisiológicas, seguridad y estima. El COVID-19 nos demostró que nos enfocamos tanto en llegar a lo alto de la pirámide, que estamos dispuestos a sacrificar las tres primeras.

Todos respiramos, tosemos y estornudamos, son reacciones fisiológicas de nuestro cuerpo, incontrolables. Todos deberíamos mantener la higiene, así como vestir y procurar un techo, ¿de qué nos sirve la mejor ropa, si somos un foco de gérmenes? Todos deberíamos considerar a nuestro prójimo, el amor no solo se debe sentir, se comparte. Querer para los otros, lo mismo que para uno mismo.

El COVID-19 nos vino a dar una simple lección de humildad, un recordatorio a volver a lo básico, una valoración por lo que realmente nos hace humanos y similares. No importan las diferencias que individual o colectivamente podamos tener entre otros, como profesionales, como país, como regiones. Un simple virus, invisible nos ha atacado a todos por igual, sin diferencia. Será que, al pasar la crisis, ¿olvidaremos lo básico?

El virus también trajo la distancia social o *social distance* (según su traducción en inglés), pero tan atinadamente en tiempos donde todos nos comunicamos por redes sociales, convirtiendo al COVID-19 en un virus del tercer milenio.

Curiosamente estamos en un año 0, 2020 bisiesto, creo que es tiempo de que, como seres humanos, como países, como regiones, nos enfoquemos en las bases: la salud, la seguridad educativa y alimentaria y en el aprecio a nuestros semejantes. Como bien lo explicó Coelho en uno de sus libros: “El vencedor está solo”. ¿De qué nos vale llegar tan alto, si al regresar la mirada no podemos compartirlo con nadie? ¿De qué nos vale tanto poder, si somos humanos indiferentes a las necesidades básicas de nuestros semejantes y de nosotros mismos?

Me quedo con la lección sencilla del virus con forma de corona que, siendo invisible, dominó el mundo entero y sacude los intereses económicos de todos. Me quedo con la decisión de enfocarme en lo básico de mi ser y procurar lo mismo para mi prójimo, siempre actualizada y conectada con las nuevas tecnologías. Nunca me han gustado los años bisiestos, pero este año 2020, me devolvió el cronómetro a cero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Centers for Disease Control and Prevention - CDC. (2020). Locations with confirmed COVID-19 cases, by WHO region. World Map. Datos al 14 de marzo de 2020. Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/cases-updates/world-map.html>

Organización Mundial de la Salud – OMS. (2020). Pandemia de la enfermedad coronavirus (COVID-19). Reporte de Situación. Datos al 14 de marzo de 2020. Disponible en: https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=CjwKCAjw0_T4BRBIEiwAwoEiAadzKp4Sm-beCXKN7M0fcN5CmaUcyMFThimLrpfbajkKgJ_x4oHICR_oCsh0QA_vD_BwE