



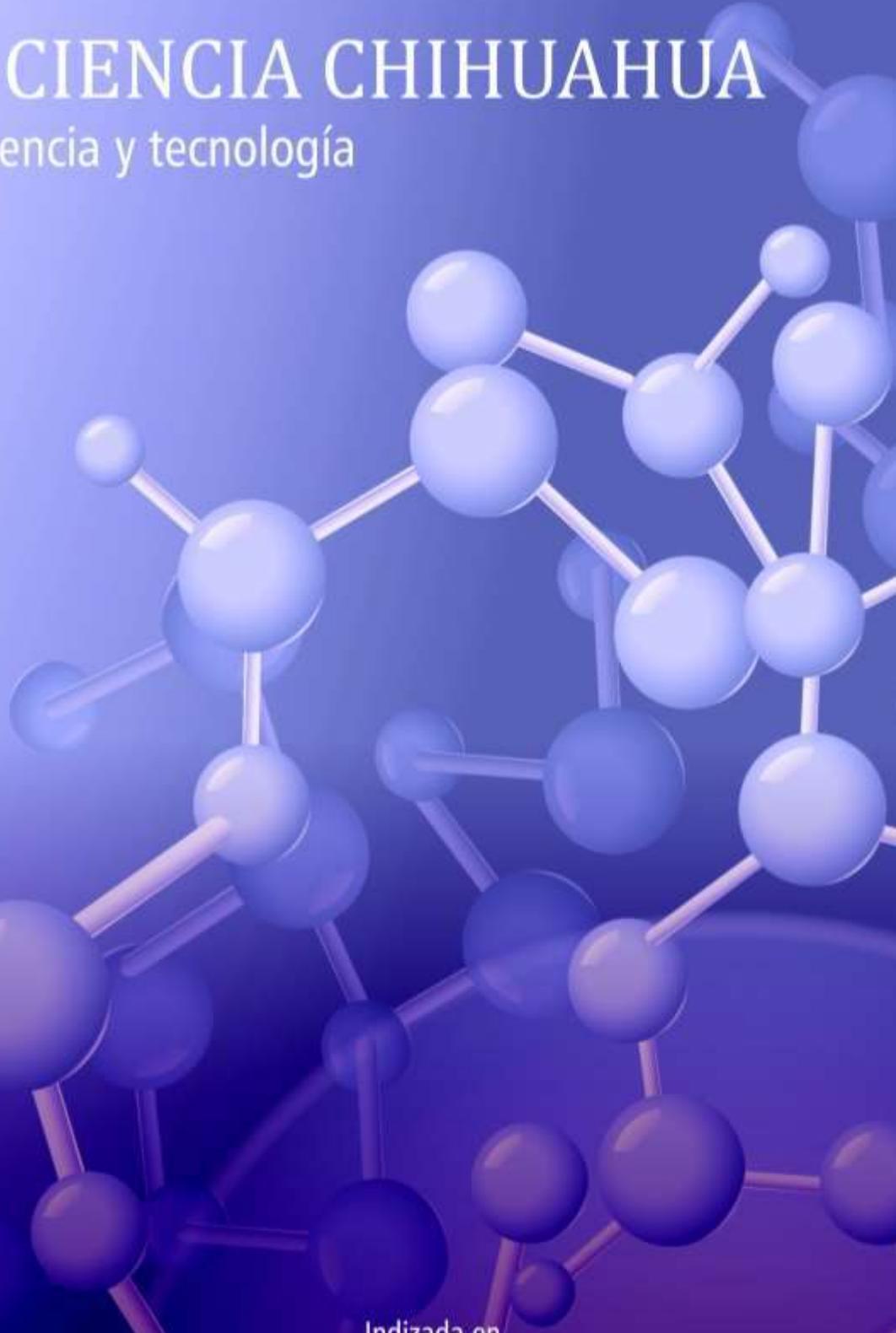
UACH
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

Dirección de
Investigación y Posgrado

VOLUMEN XIV | NÚMERO 1 | PUBLICACIÓN CONTINUA 2020

TECNOCIENCIA CHIHUAHUA

Revista de ciencia y tecnología



Indizada en





Directorio Institucional

M.E. Luis Alberto Fierro Ramírez

Rector

M.A.V. Raúl Sánchez Trillo

Secretario General

M.E.A. Alfredo Ramón Urbina Valenzuela

Director de Investigación y Posgrado

M.A. Herik Germán Valles Baca

Director Académico

M.L. Ramón Gerónimo Olvera Néder

Director de Extensión y Difusión Cultural

M.C. Francisco Márquez Salcido

Director Administrativo

M.I. Ricardo Ramón Torres Knight

Director de Planeación y Desarrollo Institucional



TECNOCIENCIA CHIHUAHUA

Revista de ciencia y tecnología

Equipo Editorial

Editor responsable

Dr. Armando Quintero Ramos, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. (SNI III)

Asistente editorial

M.E.S. Nancy Karina Venegas Hernández, Universidad Autónoma de Chihuahua, México.

Co-editores

Dra. Carmen O. Meléndez Pizarro, Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

Dr. Héctor Osbaldo Rubio Arias, Universidad Autónoma de Chihuahua, México.

Secretaria del Comité Editorial

Dra. Martha Graciela Ruiz Gutiérrez, Universidad Autónoma de Chihuahua, México.

EDITORES ASOCIADOS UACH

Dr. Alejandro Camacho Dávila, Universidad Autónoma de Chihuahua, México (Química).

Dr. Néstor Gutiérrez Méndez, Universidad Autónoma de Chihuahua, México (Ciencia y Tecnología de Alimentos).

Dr. Felipe Alonso Rodríguez Almeida, Universidad Autónoma de Chihuahua, México (Reproducción y Mejoramiento Animal).

Dra. Ramona Pérez Leal, Universidad Autónoma de Chihuahua, México (Agropecuarias).

Dr. Gerardo Pavel Espino Solís, Universidad Autónoma de Chihuahua, México (Medicina y Ciencias de la Salud).

Dra. Margarita Levario Carrillo, Universidad Autónoma de Chihuahua, México (Medicina y Ciencias de la Salud).

Dr. Luis Carlos González Gurrola, Universidad Autónoma de Chihuahua, México (Ingeniería).

Dr. Roberto Narro García, Universidad Autónoma de Chihuahua, México (Ingeniería, Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra).

EDITORES ASOCIADOS NACIONALES

Dra. Elizabeth Carvajal Millán, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Hermosillo, Sonora, México (Ciencia y Tecnología de Alimentos).

Dr. Benjamín Ramírez Wong, Departamento de Investigación y Posgrado, Universidad de Sonora. Hermosillo, México. (Ciencia y Tecnología de Alimentos).

Dr. Ricardo Vázquez Juárez, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Baja California Sur, México. (Biología).

Dr. Rubén Francisco González Laredo, Instituto Tecnológico de Durango., Durango, Durango, México (Procesos Químicos y Fitoquímicos).

Dr. Fernando Martínez Bustos, Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, Querétaro, México. (Procesamiento de Alimentos).

Dr. Gerardo Méndez Zamora, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Escobedo, Nuevo León, México. (Producción Animal y Procesamiento).

Dr. José de Jesús Zazueta Morales, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.

Dr. José Rafael Minjares Fuentes, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango, México (Alimentos).

Dr. Víctor Arturo González Hernández, Colegio de Postgraduados (Agronomía/Fisiología de Cultivos/Genética)

Dr. Humberto González Rodríguez, Director de la Facultad de Ciencias Forestales UANL

Dr. Guillermo Fuentes Dávila, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Dr. Luis Raúl Tovar Gálvez, Instituto Politécnico Nacional, Doctorado en Nutrición

Dr. Luis Fernando Plenge Tellechea, Departamento de Ciencias Químico-Biológicas, UACJ

EDITORES ASOCIADOS INTERNACIONALES

Dra. Marcela Rodríguez, Universidad Nacional del Centro. Olavarría, Argentina.

Dra. Valeria Soledad Eim Iznardo, Universidad de las Islas Baleares, Islas Baleares, España.

Dr. Efrén Delgado, New Mexico State University, Las Cruces, NM, USA.

PhD. Nadezhda Traycheva Petkova, University of Food Technologies, Bulgaria · Plovdiv.

PhD Mérida Gutiérrez, Missouri State University, Department of Geography, Geology and Planning

CONTENIDO

Definición de la revista 5

Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable

Contribución al conocimiento de *Nymphaea gracilis* Zucc. en Aguascalientes, México e 561

Contribution to the knowledge of *Nymphaea gracilis* Zucc. in Aguascalientes, Mexico

Manuel Higinio Sandoval-Ortega

El efecto del pastoreo mixto y de mono-especie en dos tipos de pradera sobre la calidad, desarrollo y rendimiento de forraje e 623

The effect of mixed and mono-species grazing on two types of grassland on forage quality, development and yield

Canuto Muñoz-García, Enrique Cortes-Díaz, Rosendo Cuicas-Huerta, Humberto Vaquera-Huerta, Joel Ventura-Ríos, Edgar Hernández-Flores, Pedro Arturo Hernández-Martínez

Educación y Humanidades

La Geolocalización y el Reconocimiento Facial como apoyo en la Educación a Distancia de la Universidad Autónoma de Chihuahua e 622

Geolocation and Facial Recognition as support in Distance Education of the Autonomous University of Chihuahua

Víctor Alonso Domínguez-Ríos, Miguel Ángel López-Santillán

Economía y Administración

Análisis de la gestión del conocimiento de los procesos productivos en una empresa restaurantera en Mérida, Yucatán e 562

Analysis of knowledge management of production processes in a restaurant company in Merida, Yucatan

Karla Gabriela Canul-Ortiz, Olivia Jiménez-Diez

Ingeniería y Tecnología

e 451

Propuesta general de alternativas de manejo para los productos químicos en desuso y caducados

General proposal of management alternatives for disused and expired chemicals

Yamila Navarro-Sosa, Lester Rivas-Trasancos, Carlos César Cañete-Pérez, Roberto Romero-Silva, María Regia Soroa-Bell

DEFINICIÓN DE LA REVISTA

TECNOCIENCIA CHIHUAHUA, es una revista multidisciplinaria, de publicación continua, que publica artículos y notas científicas, así como artículos de revisión *por invitación* originales e inéditos, en español e inglés, en formato electrónico de acceso abierto.

El objetivo de TECNOCIENCIA CHIHUAHUA es divulgar los resultados y avances de investigación originales e inéditas en las áreas temáticas de Alimentos, Biológica, Salud, Agropecuaria, Cultura Física, Ingeniería y Tecnología, Química y Recursos Naturales, dirigidos a investigadores, académicos, estudiantes y público con interés científico.

El contenido científico y calidad de los artículos son evaluados a través de un proceso de arbitraje de forma anónima en la modalidad de doble ciego por al menos dos árbitros especializados en la materia.

La revista TECNOCIENCIA CHIHUAHUA es editada y financiada por la Dirección de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. La revista está adherida a la Declaración de San Francisco a través de DORA (Declaration on Research Assessment) se encuentra indexada en índices y portales especializados como Latindex, Periódica. La revista cuenta con el DOI (Digital Object Identifier) a través de la organización internacional Crossref.

Contribución al conocimiento de *Nymphaea gracilis* Zucc. en Aguascalientes, México.

Contribution to the knowledge of Nymphaea gracilis Zucc. in Aguascalientes, Mexico.

Manuel Higinio Sandoval-Ortega

Herbario HUAA, Departamento de Biología, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Avenida Universidad 940, Ciudad Universitaria, Código Postal 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, México.

RESUMEN

La familia Nymphaeaceae está constituida por alrededor de tres a seis géneros y 58 a 70 especies dulceacuícolas, en México se distribuyen dos géneros con un total de 13 especies entre las que se encuentra *Nymphaea gracilis*, que es endémica del país. En Aguascalientes es una especie poco frecuente reportada para los municipios de Aguascalientes, Jesús María y San José de Gracia. El objetivo de este estudio es contribuir al conocimiento de *N. gracilis* en Aguascalientes, proporcionando una descripción morfológica acompañada de fotografías de estructuras importantes para su identificación, un mapa de distribución y datos históricos. Por medio de bibliografía y ejemplares de herbario se obtuvieron localidades en las que *N. gracilis* se distribuye dentro del estado, dichas localidades fueron visitadas para tomar fotos de individuos vivos y coleccionar ejemplares. Con base a la información obtenida de material de herbario y las colectas realizadas se elaboró un mapa de distribución. Un ejemplar de esta especie es una de las primeras colectas botánicas realizadas en el estado.

Palabras clave: atzatzamolli, flora acuática, ninfa

ABSTRACT

The Nymphaeaceae family consists of about three to six genera and 58 to 70 freshwater species, in Mexico two genera are distributed with a total of 13 species among which is *Nymphaea gracilis*, which is endemic to the country. In Aguascalientes it is a rare species reported for the municipalities of Aguascalientes, Jesús María and San José de Gracia. The objective of this study is to contribute to the knowledge of *N. gracilis* in Aguascalientes, providing a morphological description accompanied by photographs of important structures for identification, a distribution map and historical data. By means of bibliography and herbarium specimens, localities were obtained in which *N. gracilis* is distributed within the state; these localities were visited to take pictures of living individuals and collect specimens. Based on the information obtained from herbarium material and the collections made, a distribution map was prepared. A specimen of this species is one of the first botanical collections made in the state.

Keywords: aquatic flora, atzatzamolli, nymph

*Autor para correspondencia

Correo electrónico: m.higinio.s@hotmail.com (M.H.Sandoval-Ortega)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v14i1.561>

Recibido: 12 de octubre de 2019; Aceptado: 8 de marzo de 2020

Publicado por la Dirección de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Chihuahua.

2020 TECNOCENCIA CHIHUAHUA. Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No

Comercial 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la familia Nymphaeaceae Salisb. está constituida por alrededor de tres a seis géneros y 58 a 70 especies dulceacuícolas distribuidas en regiones templadas y tropicales (Judd *et al.* 2016; Stevens, 2001; Zepeda-Gómez, 2017). En México está representada por los géneros *Nuphar Smith*, con una sola especie (*Nuphar advena* (Aiton) W.T. Aiton) y *Nymphaea* L., con 12 especies (Zepeda-Gómez, 2017; Mora-Olivo *et al.* 2013).

Nymphaea es el género más grande y de distribución más amplia en el orden Nymphaeales (Wiersema, 1988) incluye entre 40 a 50 especies (Judd *et al.*, 2016; Stevens, 2001; Zepeda-Gómez, 2017) ampliamente distribuidas en regiones tropicales y templadas de ambos hemisferios excepto en Nueva Zelanda y el Pacífico norteamericano (Zepeda-Gómez, 2017).

Entre las especies de este género presentes en México destaca *Nymphaea gracilis* Zucc., ya que es la única endémica del país (Novelo y Lot, 1983; Villaseñor, 2016; Zepeda-Gómez, 2017), encontrándose en Aguascalientes, Ciudad de México, Durango, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Oaxaca (Novelo y Lot, 1983; Villaseñor, 2016).

Nymphaea gracilis, es conocida como atzatzamolli, apapatla, cabeza de negro, ninfa o chachamole (Lot y Novelo, 2004; Zepeda-Gómez, 2017) y se trata de una especie emblemática de México por su valor cultural referido en documentos históricos registrados sobre el uso que tenía entre los antiguos mexicanos (Lot, 2016), ya que en tiempos prehispánicos era apreciada por la belleza de sus flores y sus tubérculos comestibles (Zepeda-Gómez, 2017).

Acerca de esto en el código florentino se menciona: "Hay otras raíces que llaman atzatzamolli que también las comen, se hacen en el agua dulce, y son como fruto de unas hierbas que se crían en el agua que se llaman atlacueçona, tienen las hojas anchas como platos que hacen unas rosas blancas..... La raíz de la hierba que nace en el agua que tiene las hojas tan anchas como platos que se llama atlacueçona tiene una raíz negra, espesa, que se llama atzatzamolli (Fig. 1), lo interior de esta raíz es comestible cocida" (Sahagún, 1577).

Actualmente en algunas localidades de Jalisco, Estado de México y Guanajuato sus tubérculos aún son consumidos por el hombre o por el ganado, particularmente en Guanajuato se usan

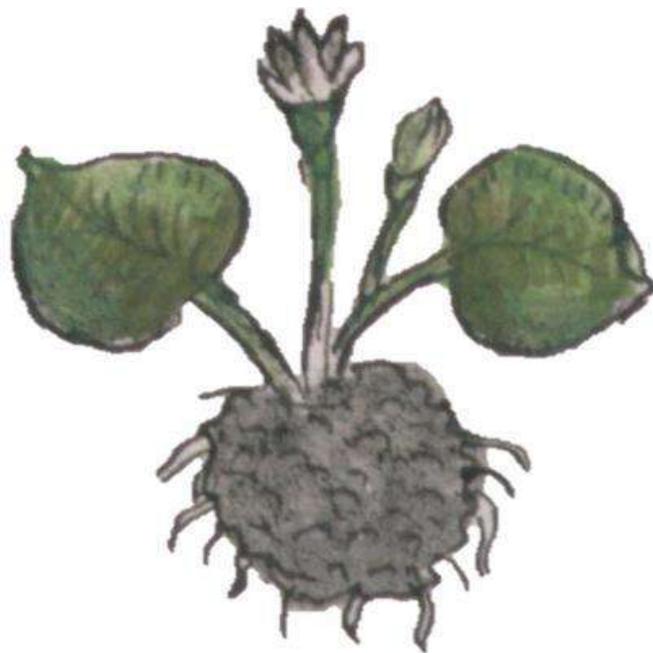


Figura 1. Atzatzamolli. Ilustración de Historia general de las cosas de Nueva España (Sahagún, 1577).

Figure 1. Atzatzamolli. Illustration from General History of Things of New Spain (Sahagún, 1577)

para producir artesanías, y como otras especies del género sus flores son ornamentales (Zepeda-Gómez, 2017) ya que son vistosas, de gran belleza y despiden un aroma agradable que atrae diversos insectos y abejas que funcionan como polinizadores.

En el estado de Aguascalientes la familia Nymphaeaceae está representada únicamente por *Nymphaea gracilis* (García-Regalado *et al.*, 1999; Siqueiros-Delgado, 1989; Villaseñor, 2016).

El objetivo del presente trabajo fue contribuir al conocimiento de *N. gracilis* en Aguascalientes, proporcionando una descripción morfológica acompañada de fotografías de estructuras importantes para su identificación, así como un mapa de distribución de esta especie dentro del estado y datos históricos.

DESARROLLO

Se inició obteniendo localidades en las que se ha reportado la presencia de *N. gracilis* en el estado mediante la consulta de bibliografía especializada (Conard, 1905; Novelo y Lot, 1983; Siqueiros-Delgado, 1989; Zepeda-Gómez, 2017) y la revisión de ejemplares depositados en el herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA).

Dichas localidades fueron visitadas en busca de individuos vivos para tomar fotografías y coleccionar ejemplares nuevos mediante la metodología propuesta por Engelmann (1986), los cuales fueron depositados en el herbario HUAA. En cada sitio de colecta se recuperó la altura y las coordenadas geográficas con base en DATUM WGS84.

Utilizando la información obtenida de los ejemplares de herbario y las colectas realizadas, se elaboró un mapa de distribución por medio del programa QGIS.

Características morfológicas.

Nymphaea gracilis es una hidrófita enraizada de hojas flotantes, verdes y lustrosas, cuyas flores sobresalen 20 a 40 cm por encima del espejo de agua. El rizoma es robusto y ovoide, con numerosas raíces adventicias blancas (Fig. 2A). Los peciolo y pedicelos poseen canales de aire concéntricos en su interior (Fig. 2B). Las flores miden entre 10 a 15 cm de diámetro, poseen cuatro sépalos verdosos lanceolados, 18 a 20 pétalos blancos, alrededor de 60 estambres amarillos y un ovario sincárpico coronado por un disco estigmático persistente en fruto (Fig. 2C). El fruto es globoso de 2 a 3.5 cm de diámetro y 14 a 17 lóculos que contienen numerosas semillas (Fig. 2D). Las semillas están recubiertas por un arilo blanquecino o amarillento (Fig. 2E) y poseen testa oscura diminutamente reticulada (Fig. 2F).

En Aguascalientes florece de agosto a noviembre y se le puede encontrar con fruto principalmente a partir de septiembre.

Cabe mencionar que dentro del género *Nymphaea*, existen especies morfológicamente parecidas que en ocasiones pueden confundirse. Si se parte de ejemplares herborizados, resulta difícil distinguir claramente *Nymphaea ampla* de *N. gracilis* (Novelo y Lot, 1983), ambas especies cercanamente relacionadas y pertenecientes al subgénero *Brachyceras* (Borsch et al., 2007).

Una de las características útiles para diferenciar estas dos especies es la forma del rizoma, mientras que *N. ampla* presenta un rizoma oblongo (Novelo y Lot, 1983) en *N. gracilis* es ovoide.

Otra diferencia importante es la pubescencia de la semilla, en *N. ampla* la semilla presenta hileras longitudinales de tricomas, mientras que en *N. gracilis* los tricomas se distribuyen de manera irregular (Bonilla-Barbosa et al., 2000). Esto ocurre también con *N. pulchella* DC., otra especie que al igual que *N. gracilis* presenta flores blancas y rizoma ovoide, pero

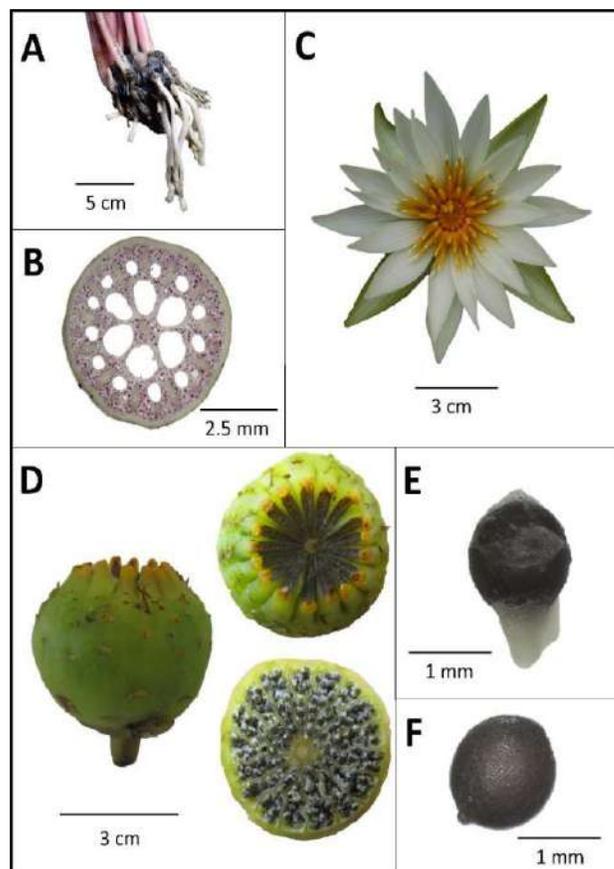


Figura 2. A) Detalle de rizoma. B) Corte transversal de pedicelo. C) Detalle de flor. D) Fruto. E) Semilla cubierta por arilo. F) Semilla desnuda.

Figure 2. A) Detail of rhizome. B) Pedicel cross section. C) Flower detail. D) Fruit. E) Seed covered by aril. F) Bare seed

como ocurre con *N. ampla*, las semillas de *N. pulchella* poseen hileras longitudinales de tricomas (Bonilla-Barbosa et al., 2000).

Cabe mencionar que en México *N. pulchella* se distribuye en los estados de Campeche, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Yucatán, en altitudes de 5 a 1160 m.s.n.m., mientras que *N. gracilis* se distribuye en Aguascalientes, Ciudad de México, Durango, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Oaxaca desde los 1350 hasta los 2600 metros sobre el nivel del mar (Zepeda-Gómez, 2017).

Distribución

En Aguascalientes *Nymphaea gracilis* es una especie poco frecuente, que ha sido colectada en pocas ocasiones (Tabla 1) en los municipios Aguascalientes, Jesús María y San José de Gracia (Fig. 3) por arriba de los 1800 m.s.n.m.

Tabla 1. Colectas de *Nymphaea gracilis* Zucc. realizadas en Aguascalientes.

Table 1. Collects of *Nymphaea gracilis* Zucc. made in Aguascalientes.

Colector y número (Herbario)	Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	Mpio	Fecha (dd/mm/aaaa)
Hartweg C. T. 1592 (K)	Aguascalientes	-	-	1837
Mendoza-López 801 (HUAA)	4.8 km al NE del Instituto Tecnológico de El Llano, 21°47'34.6"N, 102°08'22.4"W	2004	Ags.	28/08/2013
Mendoza-López 807 (HUAA)	7.2 km al NE del Instituto Tecnológico de El Llano, 21°47'02.1"N, 102°04'38.2"W	1983	Ags.	28/08/2013
Siqueiros-Delgado 3076 (HUAA)	Charco temporal entronque Valladolid sobre carretera Panamericana	1800	Jesús María	23/09/1985
Siqueiros-Delgado 3397 (HUAA)	Entronque a Valladolid	1890	Jesús María	01/09/1986
Mendoza-López 193 (HUAA)	Arroyo entrada a El Toril, carretera San José de Gracia-Tortugas, 22°11'26.1"N, 102°25'42.7"W	2039	San José de Gracia	27/09/2012
Sandoval-Ortega 1039 (HUAA)	Cuerpo de agua temporal 1 km al W de El Toril, 22°11'14.7"N 102°25'34.7"W	2041	San José de Gracia	03/11/2018

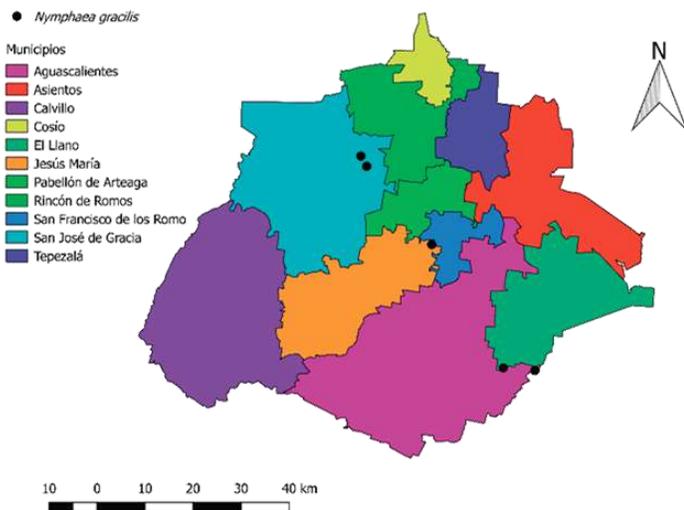


Figura 3. Distribución de *Nymphaea gracilis* Zucc. en Aguascalientes.

Figure 3. Distribution of *Nymphaea gracilis* Zucc. in Aguascalientes.

Se le ha encontrado en cuerpos de agua temporales, poco profundos, tanto naturales como artificiales (Fig. 4).



Figura 4. *Nymphaea gracilis* en un cuerpo de agua temporal en el municipio San José de Gracia, Aguascalientes.

Figure 4. *Nymphaea gracilis* in a temporary body of water at San José de Gracia municipality, Aguascalientes.

Datos históricos.

Entre las pocas colectas registradas de esta especie dentro del estado, destaca la realizada por Carl Theodor Hartweg, un botánico de origen alemán quien fue contratado como colector por la Horticultural Society of London y quien visitó América en dos periodos distintos: de 1836 a 1843 y de 1845 a 1848 (Bentham, 1839; Sterling *et al.*, 1997), siendo durante su primer viaje de colecta que visitó Aguascalientes. Se ha mencionado que dicha colecta fue realizada en el año de 1936 (Lot y Novelo, 1983). No obstante, Hartweg no pudo haber realizado colectas en Aguascalientes en 1936, ya que fue en diciembre de ese año que llegó a Veracruz y fue hasta el 13 de julio del siguiente año que se dirigió a Aguascalientes, donde permaneció hasta el 22 de septiembre (Hartweg, 1948), entonces dicho ejemplar debió ser colectado en 1837 y no en 1836.

Años después, Pringle (1890) vuelve a hacer referencia de *N. gracilis* en el estado: "sólo sé de *N. gracilis* en la región irrigada por el Lerma, aunque es una región amplia que se extiende de Aguascalientes y San Luis Potosí en el norte, hasta cerca de la ciudad de México en el este y más allá de Guadalajara en el oeste".

Actualmente esta especie se registra para Aguascalientes, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Oaxaca (Novelo y Lot, 1983; Zepeda-Gómez, 2017).

El ejemplar colectado a mediados del siglo XIX por Hartweg con el número 1592 (Fig. 5), se encuentra

depositado en el herbario Kew (K) en Inglaterra y es de importancia histórica para Aguascalientes ya que es una de las primeras colectas botánicas realizadas en el estado de las que se tiene registro.



Figura 5. Ejemplar de *Nymphaea gracilis* colectado por Hartweg en Aguascalientes, (K: K000370431). © El Consejo de Administración de los Reales Jardines Botánicos, Kew. Reproducido con el consentimiento de los Reales Jardines Botánicos, Kew.

Figure 5. *Nymphaea gracilis* specimen collected by Hartweg in Aguascalientes, (K: K000370431). © The Board of Directors of the Royal Botanic Gardens, Kew. Reproduced with the consent of the Royal Botanic Gardens, Kew.

CONCLUSIONES

En el estado de Aguascalientes *Nymphaea gracilis* se distribuye en los municipios Aguascalientes, Jesús María y San José de Gracia.

Se trata de una planta acuática de importancia no solo ecológica y estética, sino también histórica ya que un ejemplar de esta especie es una de las primeras colectas botánicas realizadas en esta entidad federativa.

Debido a que es nativa de México, de distribución restringida, considerada amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, que además es poco frecuente en Aguascalientes y uno de los pocos elementos que conforman la flora acuática del estado, *Nymphaea gracilis* debe ser considerada como una especie prioritaria para su conservación y propagación dentro del estado.

AGRADECIMIENTOS

Al herbario Kew, Royal Botanic Gardens, en especial a Sue Zmarzty, por la información y fotografías del ejemplar depositado en dicha colección. A Scarlett Y. y Fausto G. Sandoval García, por su compañía, ayuda y entusiasmo durante las colectas, así como los ánimos brindados para la elaboración del presente trabajo.

REFERENCIAS

- Bentham, G. 1839. Plantas Hartwegianas Imprimis Mexicanas Enumerat Novasque Describit. Societate Lineana Londinensi. 393 p. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.437>
- Bonilla-Barbosa, J. R., A. R. Novelo, Y. Hornelas-Orozco y J. Márquez-Guzmán. 2000. Comparative seed morphology of Mexican *Nymphaea* species. *Acuatic Botany* 68: 189-204. <https://bit.ly/3Nz1kXh>
- Borsch, T., K. W. Hilu, J. H. Wiersema, C. Löhne, W. Barthlott y V. Wilde. 2007. Phylogeny of *Nymphaea* (Nymphaeaceae): Evidence from Substitutions and Microstructural Changes in the Chloroplast trnT - trnF Region. *International Journal of Plant Sciences* 168(5): 639-671. <https://doi.org/10.1086/513476>
- Conard, H. S. 1905. The Waterlilies: A Monograph of the Genus *Nymphaea*. *Carnegie Institution of Washington* 4: 1-279.
- Engelmann, G. 1886. Instructions for the collection and preservation of botanical specimens. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 73: 504-507. <https://doi.org/10.2307/2399189>
- García-Regalado, G., O. Rosales-Carrillo, M. De la Cerda-Lemus y M. E. Siqueiros-Delgado. 1999. Listado Florístico del Estado de Aguascalientes. *Scientiae Naturae* 1(2): 5-51. <https://bit.ly/3MyBiSG>
- Hartweg, C. T. 1948. Notes of a visit to Mexico, Guatemala and ecuatorial America, during the years 1836 to 1843 on search of plants and seeds for the Horticultural Society of London. *Transactions of the Horticultural Society of London* 3(2): 115-162.
- Judd, W. S., C. S. Campell, E. A. Kellogg, P. F. Stevens y M. J. Donoghue. 2016. Plant Systematics: A Phylogenetic Approach. 4 ed. Sinauer Associates. 677 p.
- Lot, A. H. 2016. Flora Acuática. In: *La biodiversidad en*

- la Ciudad de México. Estudio de Estado. Vol. 2.* CONABIO/SEDEMA. p. 179-90.
- Lot, A. H. y A. R. Novelo. 2004. Iconografía y estudio de plantas acuáticas de la ciudad de México y sus alrededores. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 206 p.
<https://www.dgdc.unam.mx/libros/libros/libro/9703221319>
- Mora-Olivo, A., J.L. Villaseñor y M. Martínez. 2013. Las plantas vasculares acuáticas estrictas y su conservación en México. *Acta Botánica Mexicana* 103: 27-63. <http://dx.doi.org/10.21829/abm103.2013.50>
- Novelo, A. R. y A. H. Lot. 1983. Esclarecimiento taxonómico de *Nymphaea gracilis* Zucc., planta acuática endémica de México. *Acta Botánica Mexicana* 45: 85-95.
<http://dx.doi.org/10.17129/botsci.1301>
- Pringle, C. G. 1890. Notes on the mexican water lilies. *Garden and Forest* 3: 415.
- Sahagún, B. 1577. Historia general de las cosas de Nueva España. Libro XI: de las cosas naturales.
<https://www.wdl.org/es/item/10622/view/1/1/>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación.
<https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
- Siqueiros-Delgado, M. E. 1989. Contribución a la Flora Acuática y Subacuática de Aguascalientes. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. 75 p.
- Sterling, K. B., R. P. Harmond, G. A. Cevasco y L. F. Hammond. 1997. Biographical dictionary of American and Canadian naturalists and environmentalists. Greenwood Press. 937 p.
- Stevens, P. C. 2001. Angiosperm Phylogeny Website.
<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
(consultado 14 de julio de 2018).
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 559-902.
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Wiersema, J. H. 1988. Reproductive Biology of *Nymphaea* (Nymphaeaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 795-804.
<https://doi.org/10.2307/2399367>
- Zepeda-Gómez, C. 2017. Nymphaeaceae. In: A. Lot (Ed.). *Plantas acuáticas mexicanas, una contribución a la Flora de México. Vol. 2.* Universidad Nacional Autónoma de México. p. 139-153.

El efecto del pastoreo mixto y de mono-especie en dos tipos de pradera sobre la calidad, desarrollo y rendimiento de forraje.

The effect of mixed and mono-species grazing on two types of grassland on forage quality, development and yield.

Canuto Muñoz García¹, Enrique Cortes Díaz², Rosendo Cuicas Huerta³, Humberto Vaquera Huerta¹, Joel Ventura Ríos¹, Edgar Hernández Flores¹ y Pedro Arturo Hernández Martínez^{2*}.

¹Colegio de Postgraduados campus Montecillo, carretera México-Texcoco km 36.5, código postal 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

²Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 carretera México-Texcoco, código postal 56230. Chapingo, Estado de México, México.

³Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia No.1, Universidad Autónoma de Guerrero, carretera Altamirano-Iguala km 1, código postal 40610. Cd. Altamirano, Guerrero, México

RESUMEN

Se evaluó el impacto del pastoreo mixto vaca-oveja y de mono-especie (vaca) en dos tipos de pradera; alfalfa-ovillo (*Medicago sativa-Dactylis glomerata*) y otro con avena-ballico anual (*Avena sativa-Lolium multiflorum*), usando vacas Holstein y ovejas Criollas, sobre la calidad, desarrollo y rendimiento de forraje. El estudio, fue desarrollado bajo un diseño completamente al azar con dos repeticiones. El tipo de pastoreo no influyó ($p > 0.05$) en cantidad, composición botánica y altura del forraje ofrecido. La dieta de vacas en pastoreo mixto sobre alfalfa-ovillo mostró cuatro veces más ($p < 0.05$) material muerto que la de mono-especie. Las ovejas consumieron más ($p < 0.05$) hojas de alfalfa y ballico anual que las vacas acompañantes. Solamente en alfalfa-ovillo las vacas en pastoreo mono-especie pastorearon 55% más tiempo ($p < 0.05$) que las del mixto. El pastoreo mixto vacas-ovejas en praderas de dos especies de forrajes, permite mayor carga animal, sin dañar el rebrote y mayor eficiencia de cosecha forraje que el mono-especie.

Palabras clave: alfalfa-ovillo, avena-ballico, forraje ofrecido, tiempo de pastoreo, pastoreo mixto.

ABSTRACT

*The impact of mixed cow-sheep and mono-species (cow) grazing on two types of pasture was evaluated; Alfalfa-orchardgrass (*Medicago sativa-Dactylis glomerata*) and another with oats-annual ryegrass (*Avena sativa-Lolium multiflorum*), using Holstein cows and Creole ewes, on the quality, development and yield of forage. The study was developed under a completely randomized design with two replications. The type of grazing did not influence ($p > 0.05$) in quantity, botanical composition and height of the forage offered. The diet of mixed grazing cows on alfalfa-orchardgrass showed four times more ($p < 0.05$) dead material than that of the mono-species. Ewes consumed more ($p < 0.05$) alfalfa and annual ryegrass leaves than the accompanying cows. Only in alfalfa-orchardgrass the cows in grazing monospecies grazed 55% more time ($p < 0.05$) than those of the mixed one. The mixed grazing cow-ewe in pastures of two forage species, allows greater stocking rate, without damaging the regrowth and greater efficiency of forage harvest than the mono-species.*

Keywords: alfalfa-orchardgrass, oats-annual ryegrass, forage on-offer, grazing time, mixed grazing.

*Autor para correspondencia

Correo electrónico: pedroarturo@correo.chapingo.mx (P.A. Martínez-Hernández)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v14i1.623>

Recibido: 17 de octubre de 2019; Aceptado: 24 de enero de 2020

Publicado por la Dirección de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Chihuahua. 2020

TECNOCENCIA CHIHUAHUA. Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial

4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

Las praderas templadas irrigadas, aprovechadas por pastoreo, han mostrado ser una opción rentable (Améndola, 2002); sin embargo, la investigación debe desarrollar y validar prácticas de aprovechamiento de las praderas que aseguren incrementar la productividad de las mismas para alcanzar ingresos adecuados a las familias rurales (Kemp, et al., 2015). El pastoreo mixto definido como la exposición simultánea o secuenciada de distintas especies animales a una misma pradera, con el propósito de mejorar la eficiencia de cosecha del forraje y con ello aumentar la productividad de la misma. La mejoría en la eficiencia de cosecha se logra si las especies animales involucradas complementan sus hábitos y conductas de pastoreo, tal que consumen forrajes o parte de estas, que la otra especie rechaza (Nolan et al., 1995; Galli et al., 1996; Rutter, 2006). Volesky et al. (2001) y D'Alexis et al. (2013) señalan que con el pastoreo mixto puede reducirse la carga parasitaria de al menos una de las especies animales involucradas, y con ello reducir el uso de antihelmínticos.

Tablada et al. (2003) encontraron que el pastoreo mixto vacas-ovejas sobre una pradera alfalfa-ovillo (*Medicago sativa-Dactylis glomerata*) aumentó la eficiencia de cosecha y la carga animal sin afectar el comportamiento de la pradera, en comparación con el pastoreo con vacas exclusivamente. Mendiola et al. (2007) concluyeron que la mayor eficiencia de cosecha del pastoreo mixto vacas-ovejas, en comparación con el pastoreo solo con vacas se explicaba en parte porque las ovejas consumieron forraje cercano a las heces que las vacas rechazaban. Para comprender la mejoría en el aprovechamiento de una pradera con el pastoreo mixto en comparación con el pastoreo con una sola especie animal, debe determinarse la composición botánica de la dieta consumida por cada una de las especies animales, así como la conducta de pastoreo que cada especie desarrolla (Wright et al., 2006). De forma más reciente Sollenberger et al (2012) enfatizan que el pastoreo mixto puede ser una herramienta de aprovechamiento de praderas pero que sus efectos benéficos deben ser determinados para los diferentes tipos de praderas y regiones geográficas.

Rojas et al. (2019) señalan que alfalfa es cultivada ampliamente en la zona templada de México, mientras que avena es considerada una forrajera anual de amplio uso a nivel mundial (Suttie y Reynolds, 2004) coincidiendo para ambas especies

que deben investigarse y validarse prácticas agronómicas de producción y aprovechamiento que procuren mayores rendimientos de forraje de mayor calidad.

Ante la demanda de generar información sobre estrategias que mejoren la productividad de una pradera es que se hizo la investigación presente con el objetivo de determinar cantidad y composición botánica del forraje ofrecido, conformación de la dieta seleccionada y tiempo dedicado al pastoreo, al aplicar pastoreo mixto vacas-ovejas sobre praderas de alfalfa-ovillo (*Medicago sativa-Dactylis glomerata*) y avena-ballico anual (*Avena sativa-Lolium multiflorum*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

El estudio se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México (19° 53' N; 98° 53' O; 2240 msnm). El clima, según García (1988), es templado, el más seco de los subhúmedos con lluvia en verano, época seca en invierno, poca oscilación térmica con temperatura media anual de 15 °C; mayo es el mes más cálido y enero el más frío.

Métodos

Los tratamientos evaluados fueron dos: pastoreo mixto vacas-ovejas y el mono-especie solamente con vacas. Estos dos tratamientos se evaluaron en dos experimentos independientes, uno usando una pradera alfalfa-ovillo (*Medicago sativa-Dactylis glomerata*) y el otro con avena-ballico anual (*Avena sativa-Lolium multiflorum*). Las variedades usadas fueron Valenciana, Potomac, Walter y Abundant, para alfalfa, ovinillo, avena y ballico anual, respectivamente. Al iniciar el experimento la pradera alfalfa-ovillo tenía más de un año de establecida y la de avena-ballico anual superaba los 70 días después de la siembra. La fase de campo de ambos experimentos duró 105 días (del 20 de enero al 5 de mayo de 2002).

En cada experimento se usaron 10 vacas Holstein, y 24 y 22 ovejas adultas para el experimento con la pradera alfalfa-ovillo y avena-ballico anual, respectivamente. En las vacas, el peso promedio y días en leche fueron 575.8 kg y 73, y 569.8 kg y 190; en las ovejas, los pesos promedios fueron 24.0 y 25.7 kg en los experimentos con alfalfa-ovillo y avena-ballico anual, respectivamente.

En ambos experimentos se formaron dos grupos de tres vacas y dos de dos vacas, procurando que la sumatoria de los pesos de grupos con el mismo número de vacas fuera lo más similar posible. Al azar, dentro de cada experimento, se le asignó el tratamiento para un grupo de tres vacas y uno de dos vacas. En el experimento con alfalfa-ovillo, para el pastoreo mixto se incorporaron 6 y 17 ovejas para los grupos con dos y tres vacas, respectivamente; en el de avena-ballico, para el pastoreo mixto se incorporaron 7 y 15 ovejas a los grupos de dos y tres vacas, respectivamente.

En el experimento en alfalfa-ovillo, para cada uno de los dos grupos con tres vacas se les asignó un potrero de 6768.8 y de 4512.8 m² para cada uno de los dos grupos de dos vacas. En el experimento de avena-ballico anual, las superficies respectivas fueron de 5385 y 3590 m². Considerando los pesos de las vacas en cada grupo y la variación en la superficie de los potreros, se logró que para los dos tratamientos en evaluación y en ambos experimentos, la carga animal fuera de 3164 kg de vaca/ha/105 días. En el pastoreo mixto, a partir de la experiencia de Tablada et al. (2003), se sumó 20% más en peso de oveja, para dar una carga total de 3796 kg de peso vaca/ha/105 días (3164 kg de vaca y 632 kg de oveja).

El pastoreo se realizó en franjas, asignando una franja nueva cada vez que el forraje residual era de 7 cm, esto implicó asignar tres franjas por día, dos entre las ordeñas matutina y vespertina, y la tercera, de la ordeña vespertina a la matutina del día siguiente. El periodo de descanso fue de 30 a 32 días en alfalfa-ovillo y de 35 a 37 en avena-ballico. Las vacas permanecieron todo el tiempo en la franja en pastoreo, excepto por el tiempo de ordeña (dos por día), ofrecimiento de alimento concentrado y maíz ensilado después de cada ordeña. Las ovejas permanecieron en la franja en pastoreo de las 7:00 a las 15:00 horas y luego se encerraron con acceso únicamente a agua.

En las praderas de alfalfa-ovillo y avena-ballico anual se midió altura de follaje, cantidad total y por componente del forraje ofrecido; en vacas y ovejas, composición de la dieta seleccionada, en vacas, solamente el tiempo dedicado al pastoreo. Las variables de las praderas se determinaron en dos franjas asignadas entre las ordeñas matutina y vespertina que quedarán hacia el centro de cada potrero y a partir de aplicar el segundo pastoreo. Antes de la entrada de los animales a las franjas se colocó en dos ubicaciones un cuadro de 0.25 m por lado, procurando sitios representativos de la franja

con base en la apreciación visual de la altura y densidad de forraje. Al forraje ubicado dentro de cada cuadro se le registró la altura máxima alcanzada y se cortó a ras del suelo; en gabinete, se formó una sola muestra del forraje proveniente de una misma franja y fue separada en hoja, tallo y material muerto de cada especie forrajera; se secaron en estufa de aire forzado a 55 °C, por 72 h y se pesaron. Con los pesos en base seca se calculó la cantidad total de forraje ofrecido y los aportes de cada uno de los componentes. Una vez cosechadas las muestras, los animales entraron a la franja respectiva y se aplicó el protocolo de muestreo manual, descrito por Penning (2004) para colectar lo que vacas y ovejas estuvieran seleccionando para su consumo, el material colectado fue puesto en bolsas de papel. El material fue procesado en gabinete igual que las muestras del forraje ofrecido, para determinar el aporte a la dieta seleccionada, de cada uno de los componentes identificados.

El tiempo dedicado al pastoreo se registró durante cuatro días seguidos en el tercer ciclo de pastoreo; la medición fue en dos intervalos, uno de las 7 a las 15 horas, el otro de las 17 a las 22 horas. A tres vacas por tratamiento se les dio el seguimiento en la franja en pastoreo, cada 10 minutos se registraba la actividad de la vaca, si se encontraba pastoreando, se consideró que los 10 minutos previos al registro dicha vaca realizó esa actividad (Jamieson y Hodgson, 1979). Había un observador por cada vaca y este era relevado cada cuatro horas.

Análisis de datos

El diseño experimental en los dos experimentos fue completamente al azar con dos repeticiones. La unidad experimental fue un potrero con sus respectivos animales (vacas y vacas + ovejas). El análisis estadístico fue por prueba de "t de Student" (Montgomery, 2004). Para el análisis se usaron los promedios de las determinaciones realizadas sobre las praderas y los animales; la composición de la dieta se comparó entre vacas en pastoreo mixto y mono-especie, y también entre vacas y ovejas, ambas en el pastoreo mixto, para tiempo dedicado por las vacas al pastoreo. Se realizaron análisis independientes para cada uno de los intervalos de tiempo (7 a 15 horas y 17 a 22 horas) y el total (7 a 22 horas).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Las características del forraje ofrecido y de la composición de la dieta seleccionada por vacas y

ovejas, pastoreando alfalfa-ovillo se muestran en la Cuadro 1.

Cuadro 1. Cantidad, composición botánica y altura del forraje ofrecido, y composición de la dieta seleccionada en pastoreo mixto (vacas-ovejas) y mono-especie (vacas) de una pradera de alfalfa-ovillo (*Medicago sativa-Dactylis glomerata*). Media ± desviación estándar.

Table 1. Quantity, botanical composition and height of the forage offered, and composition of the selected diet in mixed grazing (cows-ewes) and mono-species (cows) of an alfalfa-orchardgrass pasture (*Medicago sativa-Dactylis glomerata*).

Características	Tipo de pastoreo	
	Mixto	Mono-especie
Cantidad (kg/ha)	6958 ± 785 [†]	7051 ± 813
Composición (%)		
Hoja de alfalfa	31.8 ± 0.6	32.1 ± 2.0
Tallo de alfalfa	33.8 ± 1.3	37.9 ± 1.3
Hoja de ovillo	14.6 ± 1.5	10.7 ± 0.5
Material muerto	19.6 ± 0.4	19.1 ± 0.1
Altura (cm)	41.4 ± 2.9	50.6 ± 1.4
Dieta (%)		
	<u>Ovejas</u>	<u>Vacas</u>
Hoja de alfalfa	38.1 ± 1.7 a	19.9 ± 15.4 b
Tallo de alfalfa	40.5 ± 2.0	46.7 ± 10.7
Hoja de ovillo	14.6 ± 2.0	20.8 ± 5.6
Material muerto	6.8 ± 2.1	12.6 ± 0.8 a
		3.5 ± 1.7b

[†] Medias en hilera sin literales o seguidas con al menos una misma literal, no son diferentes entre sí (α=0.05; "t de Student").

La cantidad, composición botánica y altura del forraje ofrecido se mantuvieron constantes (p>0.05) a través de los dos tipos de pastoreo. El material muerto en la dieta de las vacas en pastoreo mixto fue superior (p<0.05) en más de nueve unidades porcentuales, al de las vacas en pastoreo mono-especie.

En hoja de alfalfa no se registró diferencia (p>0.05) entre tipos de pastoreo, sin embargo, la variabilidad (desviación estándar) en el aporte de este componente fue casi cinco veces mayor entre las vacas en pastoreo mixto, en comparación con las del pastoreo mono-especie. En el pastoreo mixto, la dieta de las ovejas mostró una proporción de hoja de alfalfa casi dos veces mayor (p<0.05) a la registrada en la dieta de las vacas acompañantes, sin diferencia (p>0.05) en las proporciones de los otros componentes.

En el experimento con avena-ballico anual se encontró que los atributos medidos en el forraje ofrecido (cantidad, composición botánica y altura), fueron similares (p>0.05) en ambos tipos de pastoreo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cantidad, composición botánica y altura del forraje ofrecido, y composición de la dieta seleccionada en pastoreo mixto (vacas-ovejas) y mono-especie (vacas) de una pradera de avena-ballico anual (*Avena sativa-Lolium multiflorum*). Media ± desviación estándar.

Table 2. Quantity, botanical composition and height of the forage offered, and composition of the selected diet in mixed grazing (cows- ewes) and mono-species (cows) of an oats-annual ryegrass pasture (*Avena sativa-Lolium multiflorum*). Mean ± standard deviation

Características	Tipo de pastoreo	
	Mixto	Mono-especie
Cantidad (kg/ha)	4411 ± 978	5399 ± 1023
Composición (%)		
Hoja de avena	17.8 ± 1.9	16.6 ± 2.2
Tallo de avena	17.7 ± 4.2	16.2 ± 2.3
Hoja de ballico anual	17.3 ± 1.1	23.5 ± 0.5
Tallo de ballico anual	23.8 ± 8.7	21.4 ± 2.2
Material muerto	23.4 ± 1.4	22.3 ± 1.7
Altura (cm)	31.5 ± 3.1	31.4 ± 3.0
Dieta (%)		
	<u>Ovejas</u>	<u>Vacas</u>
Hoja de avena	23.9 ± 1.1	24.6 ± 2.3
Tallo de avena	10.3 ± 1.7	12.2 ± 0.3
Hoja de ballico anual	30.7 ± 0.8 a [†]	24.7 ± 2.4 b
Tallo de ballico anual	16.5 ± 1.7	18.4 ± 1.4
Material muerto	18.6 ± 1.8	20.1 ± 3.0
		16.7 ± 1.0

[†] Medias en igual hilera con diferente literal son diferentes entre sí (α=0.05; "t de Student")

El tipo de pastoreo no influyó (p>0.05) sobre la composición botánica de las dietas seleccionadas por las vacas. En ambos tipos de pastoreo las vacas procuraron conformar una dieta con las mayores proporciones de hojas de avena y ballico anual.

La dieta seleccionada por las ovejas mostró una proporción de hoja de ballico anual de seis unidades porcentuales por arriba (p<0.05) de lo registrado en la dieta de las vacas acompañantes, sin efecto (p<0.05) en la proporción de los otros componentes (Cuadro 2).

Solamente en el experimento con la pradera alfalfa-ovillo se registró variación (p<0.05) entre los tipos de pastoreo en el tiempo dedicado por las vacas al pastoreo, en los dos intervalos de tiempo y en el total.

Las vacas en pastoreo mono-especie dedicaron 50, 65 y 55% más tiempo al pastoreo que las vacas en pastoreo mixto, para los intervalos de 7 a 15, 17 a 22 y de 7 a 22 h, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tiempo (minutos) dedicado al pastoreo por vacas en pastoreo mixto y mono-especie (solo vacas) en praderas de alfalfa-ovillo (*Medicago sativa-Dactylis glomerata*) y avena-ballico anual (*Avena sativa-Lolium multiflorum*).

Table 3. Time (minutes) dedicated to grazing by cows in mixed and mono-species grazing (cows only) in grasslands of alfalfa--orchardgrass (*Medicago sativa-Dactylis glomerata*) and oats-annual ryegrass (*Avena sativa-Lolium multiflorum*).

Intervalo de tiempo (horas)	Tipo de pastoreo	
	Mixto	Mono-especie
a) Pradera alfalfa-ovillo		
07:00 a 15:00	197 ± 24 b [†]	296 ± 21 a
17:00 a 22:00*	101 ± 15 b	167 ± 14 a
07:00 a 22:00	299 ± 39 b	464 ± 30 a
b) Pradera avena-ballico anual		
07:00 a 15:00	228 ± 14	205 ± 28
17:00 a 22:00*	139 ± 12	108 ± 14
07:00 a 22:00	314 ± 42	367 ± 26

[†] Medias dentro de cada pradera, en igual hilera sin literales o seguidas con al menos una misma literal, no son diferentes entre sí ($\alpha=0.05$; "t de Student").

Discusión

En ninguna de las dos praderas, alfalfa-ovillo y avena-ryegrass anual, el pastoreo mixto vacas-ovejas, aún con una carga animal 20% mayor al pastoreo mono-especie, ocasionó ningún deterioro al potencial de rebrote, esto se reflejó en que la cantidad y composición del forraje presente al inicio de un nuevo pastoreo fueran similares.

Las vacas en pastoreo mixto y mono-especie fueron expuestas siempre a praderas con la misma oferta de forraje en cantidad y composición por unidad de superficie. Wright *et al.* (2001) coinciden en que el pastoreo mixto no afecta negativamente el rebrote de la pradera en comparación con el pastoreo con una sola especie, por lo que la cantidad y composición botánica del forraje ofrecido se mantienen constantes en ambos tipos de pastoreo. De esta manera, se puede afirmar que el pastoreo mixto vacas-ovejas es una opción de aprovechamiento de praderas de clima templado, que permite alimentar un número mayor de animales por unidad de superficie, sin que esto ocasione una cosecha de forraje que afecte negativamente factores que determinan el rebrote de una pradera, como son las sustancias de reserva y los puntos de

crecimiento de donde se originará el nuevo tejido vegetal (Adami, *et al.*, 2014).

Hernández Garay *et al.* (2004) señalaron que aumentar la carga animal de una pradera es benéfico si la productividad de la misma no se deteriora por el incremento en la intensidad de cosecha, en este estudio se incrementó la carga animal, al usar el pastoreo mixto, pero sin efecto negativo sobre la productividad de las praderas reflejado en que la cantidad y composición del forraje al inicio de cada pastoreo se mantuvo igual que en el pastoreo mono-especie que ocurrió a una menor carga animal. Stewart y Pullin (2008) añaden que al comparar pastoreo mono-especie contra mixto se deben evaluar los escenarios al cambiar la intensidad de cosecha y carga animal.

En el pastoreo mixto, las vacas y ovejas establecieron una relación de competencia por el consumo de ciertas partes de las especies vegetales presentes. Esta competencia se reflejó en que las ovejas conformaron una dieta con mayor proporción de hojas de alfalfa y ballico anual que la dieta de las vacas acompañantes. Además, la mayor proporción de material muerto en la dieta de las vacas en pastoreo mixto de alfalfa-ovillo en comparación con la dieta de las vacas en pastoreo mono-especie, es otro indicio de que en el pastoreo mixto existió una competencia entre ovejas y vacas por ciertas partes de las especies presentes en la pradera, en este caso, las ovejas obligaron a las vacas acompañantes a consumir mayor cantidad de material muerto que las vacas en pastoreo mono-especie.

En la pradera avena-ballico anual posiblemente la competencia de las ovejas sobre las vacas acompañantes no fue tan fuerte como en el caso de la pradera alfalfa-ovillo, para forzar a que las vacas consumieran una dieta con mayor proporción de material muerto. La gran variabilidad en el aporte de la hoja de alfalfa a la dieta de las vacas en pastoreo mixto también podría considerarse como otro indicio de esta competencia entre ovejas y vacas por ciertos componentes de la pradera.

Kinyua y Njoka (2001), consideran que la relación de competencia puede ser positiva si ocasiona una cosecha eficiente y homogénea de la biomasa presente en un área de forrajeo, sin afectar la supervivencia y nivel de producción de las especies en competencia.

El mayor aporte de material muerto en la dieta de las vacas en pastoreo mixto a la vez que indica una cosecha más eficiente, al forzar el consumo de

material rechazado por las vacas en pastoreo mono-especie, también permite suponer que se tiene mayor riesgo a que la dieta consumida sea de menor calidad y esto a su vez, impacte negativamente en el nivel de producción de leche. Las ovejas, al contrario, al conformar una dieta con mayores aportes de hojas de alfalfa y ballico anual se podría suponer que lograron una dieta de mayor calidad, ya que las hojas son el componente botánico que ofrece la mayor concentración de proteína cruda y digestibilidad (García *et al.*, 2015). Mendiola *et al.* (2007) encontraron que la dieta de las ovejas en pastoreo mixto mostró tener mayor concentración de materia seca digestible, proteína cruda y menor de fibra que la dieta seleccionada por las vaquillas acompañantes.

La habilidad de las ovejas para alcanzar una dieta con mayor proporción de hoja a partir de praderas de porte relativamente alto (40 a 50 cm), se ha explicado por la capacidad anatómica de las ovejas de aprehender con mayor facilidad las hojas (Hodgson, 1990), y por qué las vacas abren el dosel vegetal al consumir las partes más altas de los tallos, dejando a las ovejas una mayor accesibilidad de las hojas dentro del dosel (Tainton, 1984). Fraser *et al.* (2007) señalan que el pastoreo mixto bovinos-corderos mejoró la ganancia diaria de peso de los corderos al abrir el dosel vegetal y permitirles seleccionar una dieta de mayor calidad, en comparación con el al pastoreo únicamente con corderos.

Las diferencias en la composición de las dietas seleccionadas por vacas y ovejas encontradas en este estudio, permite señalar que se logró, aunque sea parcialmente la ventaja que indica Rutter (2006) acerca del pastoreo mixto, que es el que una especie de las especies de animales involucradas consuma especies vegetales o parte de ellas que la otra especie animal rechaza, en este estudio fue el mayor consumo de material muerto por parte de las vacas en la pradera alfalfa-ovillo.

El mayor tiempo dedicado al pastoreo en la pradera de alfalfa-ovillo por parte de las vacas en pastoreo mono-especie es difícil de explicar, particularmente porque esta tendencia se mantiene aun dentro del intervalo de 17 a 22 h, intervalo en que las ovejas no estaban presentes en la franja en pastoreo. Además, en la pradera de avena-ballico anual no se registró diferencia en el tiempo de pastoreo de las vacas en uno y otro tipo de pastoreo, comportamiento que coincide con Mendiola *et al.* (2007) quienes registraron que las vaquillas dedicaron

el mismo tiempo de pastoreo con y sin el acompañamiento de ovejas.

El comportamiento dispar del tiempo dedicado al pastoreo por las vacas en pastoreo mixto en uno y otro experimento (alfalfa-ovillo y avena-ballico anual), en comparación con el pastoreo mono-especie, previene el poder adelantar alguna conclusión general. Sin embargo, deja la posibilidad de un efecto de las especies vegetales que componen la pradera en pastoreo.

CONCLUSIONES

El pastoreo mixto vacas-ovejas es una oportunidad de aprovechamiento de praderas templadas de al menos dos especies vegetales por permitir un aumento en la carga animal, sin afectar negativamente el rebrote de las praderas en términos de cantidad, composición botánica y altura, al mismo tiempo que promueve una mayor eficiencia de cosecha del forraje, al forzar el consumo de partes del forraje ofrecido que es rechazado en el pastoreo solamente con vacas.

REFERENCIAS

- Adami, P.F., A. Pelissari, A.J. Modolo, M.F. Franchin, C.S.R. Pitta, A.B. Soares. 2014. Black Oat+Annual Ryegrass Biomass Production and Decomposition Managed at Different Sward Heights on Rotational Grazing. *Journal of Agronomy*, 13: 40-48. <http://dx.doi.org/10.3923/ja.2014.40.48>
- Améndola, M.R.D. 2002. A dairy system based on forages and grazing in temperate Mexico. Tesis doctoral. Universidad de Wageningen, Países Bajos. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/122546>
- D'Alexis S., D. Sauvant, M. Boval. 2013. Mixed grazing systems of sheep and cattle to improve liveweight gain: a quantitative review. *The Journal of Agricultural Science*, 1: 1-12. <https://doi.org/10.1017/S0021859613000622>
- Fraser D.M., D.A. Davies, J.E. Vale, W. M. Hirst, A.I. Wright. 2007. Effects on animal performance and sward composition of mixed and sequential grazing of permanent pasture by cattle and sheep. *Livestock Science*, 110: 251-266. <https://doi.org/doi:10.1016/j.livsci.2006.11.006>
- Galli J.R., C.A. Cangiano, H.H. Fernández. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina en Producción Animal*, 15: 119-142. <https://bit.ly/3tszqN8>
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. D.F. México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

- García Ferrera L., E.D. Bolaños Aguilar, J. Ramos Juárez, M. Osorio Arce, L.C. Lagunes Espinoza. 2015. Rendimiento y valor nutritivo de leguminosas forrajeras en dos épocas del año y cuatro edades de rebrotes. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6: 453-468. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v6i4.4105>
- Hernández Garay, A., L.E. Sollenberger, D.C. McDonald, G.J. Rueggsegger, R. S. Kalmbacher, P. Mislevy. 2004. Nitrogen fertilization and stocking rate affect stargrass pasture and cattle performance. *Crop Sci.* 44:1348–1354. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1348>
- Hodgson, J. 1990. *Grazing management. Science into Practice.* Oxford, R.U.: Blackwell Science Ltd.
- Jamieson W.S., J. Hodgson. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*, 34: 261-279. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1979.tb01478.x>
- Kemp D.R., W. B. Badgery, D.L. Michalk. 2015. Principles for grassland system research for livelihood and environmental benefits. In Ghosh, P.K., S.K. Mahanta, J.B. Singh, P.S. Pathak (Eds). *Grassland: A global resource perspective.* Range Management Society of India: Jhansi, India. 283-310. <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1036&context=igc>
- Kinyua, P.I.D., J.T. Njoka. 2001. Animal exchange ratios: An alternative point of view. *Afr. J. Ecol.* 39:59–64. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2001.00272.x>
- Mendiola González, A., P.A. Martínez Hernández, E. Cortés Díaz, C. Sánchez del Real. 2007. Efecto del pastoreo mixto y mono-específico en una pradera de alfalfa-ovillo. *Agrociencia*, 41: 395-403. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30241403>
- Montgomery, C.D. 2004. *Diseño y análisis de experimentos.* Segunda edición. D.F. México: Editorial Limusa Wiley. <https://bit.ly/3tsXffo>
- Nolan T., J. Connolly, C. Sall. 1995. Dietary agreement between cattle, sheep and goats on semi-arid range under mixed grazing. *Fifth International Rangeland Congress Proceedings (397-398).* Salt Lake City, Utah.
- Penning, P.D. 2004. Animal-based techniques for estimating herbage intake. En P.D. Penning (Ed). *Herbage intake handbook (pp 53-93).* 2nd edition. Reading, R.U.: British Grassland Society.
- Rojas, A.R.G., N. Torres S., M. Á. Maldonado P., J. Herrera P., P. Sánchez S., A. Cruz H., F.J. Mayren M., A. Hernández G. 2019. Rendimiento de forraje y sus componentes en variedades de alfalfa en el altiplano de México. *Rev Mex Cienc Pecu* 10(1): 239-253. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4631>
- Rutter, S.M. 2006. Diet preference for grass and legumes in free-ranging domestic sheep and cattle: current theory and future application. *Applied Animal Behaviour Science*, 97, 17-35. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.11.016>
- Sollenberger L.E., C.T. Agouridis, E.S. Vanzant, A.J. Franzluebbers, L. B. Owens. Prescribed Grazing on Pasturelands. In Nelson, C.J. (ed.). *Conservation Outcomes from Pastureland and Hayland Practices: Assessment, Recommendations, and Knowledge Gaps.* Allen Press, Lawrence, Kansas. 111-204. <https://bit.ly/3xCUWJ2>
- Suttie, J.M., S.G. Reynolds. 2004. Fodder Oats: a world overview. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Recuperado de <http://www.fao.org/3/y5765e/y5765e01.htm#TopOfPage>
- Stewart, G.B., A.S. Pullin. 2008. The relative importance of grazing stock type and grazing intensity for conservation of mesotrophic 'old meadow' pasture. *J. Nature Conserv.* 16:175–185.
- Tablada A. R. S., P.A. Martínez H., C. Sánchez Del Real, E. Cortés D. 2003. Rebrote en alfalfa-ovillo bajo pastoreo mixto durante el invierno. *Revista Científica FCV-LUZ*, 13, 312-318. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/27961>
- Tainton N.M. 1984. *Veld and pasture management in South Africa.* Pietermaritzburg, S.A.: Shuter and Shooter, University of Natal Press.
- Volesky J.D., K. L. James, C.H. Butterfield. 2001. High-performance short-duration and repeated-seasonal grazing systems: effect on diets and performance calves and lambs. *Journal of Range Management*, 43: 310-315. <http://dx.doi.org/10.2307/3898923>
- Wright, A.I., J.R. Jones, A. J. Parsons. 2001. Effects of grazing by sheep or cattle on sward structure and subsequent performance of weaned lambs. *Grass and Forage Science*, 56: 138-150. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.2001.00260.x>
- Wright, A.I., J.R. Jones, D. A. Davies, G.R. Davidson, J.E. Vale. 2006. The effect of sward surface height on the response to mixed grazing by cattle and sheep. *Animal Science*, 82: 271-276. <https://doi.org/10.1079/ASC200>

La Geolocalización y el Reconocimiento Facial como apoyo en la Educación a Distancia de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Geolocation and Facial Recognition as support in Distance Education of the Autonomous University of Chihuahua.

Víctor Alonso Domínguez-Ríos^{1*}, Miguel Ángel López-Santillán¹

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario Campus II, C.P. 31110, Chihuahua, Chihuahua, México.

RESUMEN

La calidad en la educación virtual o a distancia (modalidades no convencionales) de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) requiere de la utilización de recursos tecnológicos para ser incrementada; el presente documento estudia las características, ventajas y desventajas de esta modalidad de estudios, haciendo un énfasis en la utilización de las tecnologías de la información para el desarrollo de ésta. Se realiza un análisis de dos Plataformas de Administración de Aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés) para la gestión de cursos en línea: Blackboard y Moodle, destacando sus principales rasgos técnicos; para, a partir de ahí, hacer un estudio de la situación de la educación a distancia de la propia UACH, presentando datos estadísticos del comportamiento de la matrícula en los últimos años y concluir con la presentación de las características y modo de operar de la aplicación móvil desarrollada para implementar una validación por medio de geolocalización y de reconocimiento facial a la hora de realizar ciertas actividades en la plataforma Moodle, así como del tablero incorporado a la propia plataforma para apoyar la labor del docente y que éste conozca los resultados de las respectivas validaciones.

Palabras clave: educación a distancia, educación virtual, geolocalización, reconocimiento facial, Universidad Autónoma de Chihuahua.

ABSTRACT

The quality of virtual or distance education (unconventional modalities) of the Autonomous University of Chihuahua (UACH) requires the use of technological resources to be increased; This document studies the characteristics, advantages and disadvantages of this type of study, emphasizing the use of information technology for its development. An analysis is made of two Learning Management Platforms (LMS) for the management of online courses: Blackboard and Moodle, highlighting their main technical features; from there, make a study of the situation of distance education at UACH, presenting statistical data on the behavior of enrollment in recent years, so, conclude with the presentation of the characteristics and mode of operation of the application mobile developed to implement a validation through geolocation and facial recognition when carrying out certain activities on the Moodle platform, as well as the dashboard incorporated into the platform itself to support the work of the teacher and that he knows the results of the respective validations.

Keywords: distance education, virtual education, geolocation, facial recognition, Autonomous University of Chihuahua.

*Autor para correspondencia

Correo electrónico: vdomingu@uach.mx (V.A. Domínguez-Ríos)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v14i1.622>

Recibido: 17 de diciembre de 2019; Aceptado: 2 de marzo de 2020

Publicado por la Dirección de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Chihuahua.

TECNOCENCIA CHIHUAHUA. Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial

4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

El ritmo de vida en la actualidad, así como la ubicación física de universidades e instituciones de educación superior, han ocasionado que parte de la población no tenga acceso a realizar estudios profesionales. La educación a distancia ha venido a apoyar esta situación.

En México, los jóvenes que provienen de grupos en situación de marginación se enfrentan a serios obstáculos para tener acceso a la educación superior, permanecer en ella y graduarse oportunamente. Mientras que el 45% del grupo de edad entre 19 y 23 años, que vive en zonas urbanas y pertenece a familias con ingresos medios o altos recibe educación superior, únicamente el 11% de quienes habitan en sectores urbanos pobres y el 3% de los que viven en sectores rurales pobres cursan este tipo de estudios. Por su parte, la participación de los estudiantes indígenas es mínima (Vega García, 2005).

En México la educación a distancia se formaliza en 1997 cuando la Universidad Nacional Autónoma de México crea la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia (Galindo Pimentel, 2018).

Por su parte, la Universidad Autónoma de Chihuahua, ha operado a través de la Coordinación de Educación Continua, Abierta y a Distancia, diversos programas educativos en modalidades no convencionales. En el año 2003, pone en marcha los Centros Regionales de Educación Superior (CRES) en las cabeceras municipales de Madera, Ojinaga y Guachochi, así como en el 2007 los Centros Universitarios de Autoaprendizaje (CUA) en Guerreroy Guadalupe y Calvo, con la intención de hacer llegar la educación superior, a través de modalidades no convencionales, a lugares, que por su capacidad de infraestructura, recursos humanos y cantidad de estudiantes resulta poco conveniente la apertura de programas presenciales.

La principal función de estos Centros, es la de proveer un espacio con la infraestructura física y tecnológica necesaria para que los estudiantes de modalidad a distancia (principalmente) acudieran a realizar sus estudios profesionales, ya que, esta modalidad de estudios opera básicamente a través de Internet utilizando la plataforma Moodle para tal efecto. No obstante, un gran número de estudiantes realizan sus actividades académicas en su hogar o en otro tipo de espacios que cuenten con internet como bibliotecas o de esparcimiento con acceso a la red.

La Educación a Distancia ha avanzado a pasos agigantados, implementando gracias a la tecnología, una gran cantidad de recursos que han permitido mejorar la calidad educativa a través del correcto desarrollo de competencias, sin embargo, sigue siendo un tema crucial la seguridad educativa en torno a la validación de que quien se encuentra del otro lado de un equipo de cómputo sea quien dice ser. Las tecnologías actuales, permiten implementar mecanismos que apoyen con esta tarea, existen técnicas de inteligencia artificial que pueden ser aplicadas en beneficio de la educación.

LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Según Moreno Almazán y Cárdenas López (2012) sectores de la población, debido a su situación tanto socioeconómicas como académicas y laborales, tienden a convertirse en aspirantes a la educación a distancia, sin embargo, esto se complica debido la dificultad para adaptarse a esta modalidad de estudios; por un lado, ocasionada por que en muchos de los casos se carece habilidades para la utilización de recursos tecnológicos y en otros por cuestiones sociales.

Para que la educación a distancia sea una realidad, actualmente las instituciones de educación, han hecho uso del desarrollo de las tecnologías de la información y particularmente del internet; medio de comunicación que es utilizado como principal vehículo del proceso de enseñanza-aprendizaje en modalidades no convencionales. Es a través del internet, que la educación ha podido incrementar su cobertura, llegando a lugares a los cuales anteriormente era prácticamente imposible hacerlo.

En la Figura 1, se puede observar que la cantidad de hogares que actualmente tienen conectividad a internet ha crecido de manera muy acelerada, lo cual trae consigo la facilidad de llevar educación a esos hogares.

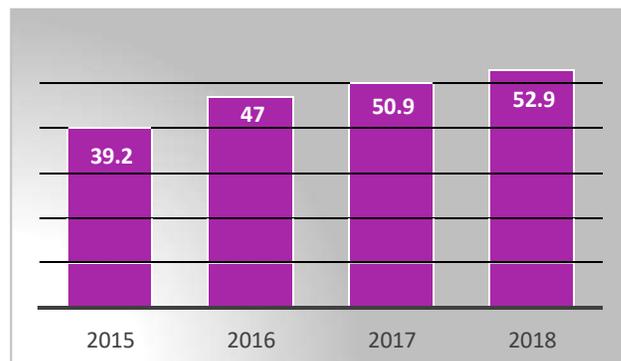


Figura 1. Porcentaje de hogares con conexión a internet por año. **Fuente:** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2018

Figure 1. Percentage of households with internet connection per year. **Source:** National Institute of Statistics, Geography and Informatics (INEGI for its acronym in Spanish), 2018

Vega García (2005), destaca una serie de retos que la educación a distancia trae consigo, en los cuales, las instituciones que optan por incorporar esta modalidad de estudios en sus planes y programas, deben prestar atención:

- El uso de las tecnologías de información debe estar normado por una serie de estándares, desarrollando e implementando estrategias que involucren a los instructores.
- Es necesario contar con un plan de formación de instructores que contemple tanto la parte pedagógica del modelo como la parte tecnológica, esto debido a la que tecnologías de la información día a día incorporan nuevas características, lo que hace ineludible generar una cultura de capacitación entorno a ellas.
- Vincular las líneas de investigación sobre educación a distancia, así como propiciar la edición de publicaciones, difundir experiencias y productos sobre este tema.

Por otro lado, para que la educación a distancia tenga los mismos o mejores resultados que la educación presencial, es pertinente que las instituciones, realicen las adecuaciones necesarias en sus planes y programas de estudios, de manera que estos se encuentren desarrollados de forma congruente con el esquema de enseñanza-aprendizaje para modalidades no convencionales y no sean solo una conversión de lo presencial a lo virtual, ya que estas dos últimas pedagógicamente requieren recursos distintos los cuales deben estar en armonía con los contenidos, estructuras y métodos de estudio.

Las tecnologías de la información y comunicaciones han, como se ha indicado anteriormente, contribuido en gran medida para que la educación a distancia pueda cumplir su cometido. Boneu (2007) señala que un sistema de este tipo está compuesto por los siguientes elementos:

- Sistema de comunicaciones: que permite transportar la información de un lugar a otro y el cual puede ser síncrono o asíncrono.
- Plataforma de e-learning: es el software que se emplea para la gestión de los cursos, usuarios y servicios de comunicación
- Contenidos: es el material que se pone a disposición del estudiante para que se lleve a cabo el aprendizaje.

Robles Peñaloza (2004) señala que una plataforma e-learning es un software web que permite administrar, gestionar e impartir cursos en

línea, son sistemas de apoyo al aprendizaje centrados en el alumno que integran diferentes tecnologías para permitir oportunidades de actividades e interacción de manera asíncrona y en tiempo real.

Una plataforma de educación en línea debe de tener las siguientes características:

- Usabilidad: la plataforma debe de ser sencilla de usar, esto es, debe ser una interfaz intuitiva, de forma que el usuario no requiera conocimiento técnico para hacerlo.
- Control de acceso: debe de tener la capacidad de administrar distintos roles en la herramienta: docente, estudiante y administrador.
- Herramientas de comunicación: debe integrar mecanismos que faciliten la comunicación docente – estudiantes y estudiantes – estudiantes.
- Interactiva: para que una plataforma de educación virtual logre su finalidad, debe incluir herramientas atractivas y novedosas que permitan adquirir conocimientos y desarrollar competencias de una manera sencilla y natural, por ejemplo: recursos multimedia de audio y video, etc.
- Seguimiento: es imprescindible que la plataforma cuente con mecanismos para el seguimiento de los estudiantes, de forma que el docente pueda determinar el nivel de avance y desarrollo de estos. También es de crucial importancia que permita que el administrador pueda realizar seguimiento de los docentes.

De acuerdo con Gómez (2018) los LMS pueden clasificarse en tres tipos según su precio:

- Comercial: son aquellas plataformas en las que es necesario pagar una licencia para poder ser implementadas. Generalmente se paga tanto por las características que se desean aprovechar como por el tiempo que estará en operación.
- Software libre: estas aplicaciones han sido diseñadas para ser distribuidas y usadas libremente y sin costo.
- De pago por uso en la nube: el usuario realiza un pago por la plataforma que se encuentra en la nube.

Actualmente existen una gran variedad de plataformas para la educación a distancia, sin

embargo, debido a sus características se pueden destacar las dos siguientes:

Blackboard

Como empresa, fue fundada por algunas personas que imaginaron el futuro del aprendizaje. Michael Chasen y Matthew Pittinsky concretaron una visión en la cual describían el potencial de las nuevas tecnologías para apoyar la enseñanza y el aprendizaje dentro de la educación superior. Después de fundar Blackboard LLC en 1997 con pequeños avances, Chase y Pittinsky unieron fuerzas con Daniel Cane y Stephen Gilfus, quienes compartieron su visión para el futuro del aprendizaje digital, crearon un sistema de gestión de cursos mientras eran estudiantes universitarios en la Universidad de Cornell, fusionándose con CourseInfo LLC para formar, en 2004, Blackboard Inc. (Blackboard Inc., 2019).

Vidal Puga (2004) señala que Blackboard, un software comercial para la gestión de cursos en línea, cumple con una serie de requisitos tanto técnicos como pedagógicos que ofrece beneficios académicos tanto para los profesores como para los estudiantes, entre las cuales destacan:

- Compatibilidad con diversos navegadores.
- Permite la inclusión de material en diversos formatos.
- Seguridad de acceso.
- Interfaz gráfica amigable.
- Favorece la planificación de la enseñanza y el desarrollo de competencias.
- Seguimiento del progreso del estudiante.
- Facilita la evaluación continua tanto de profesores como de estudiantes.

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment)

Esta plataforma es de software libre para la gestión de la educación en línea. La primera versión (Moodle 1.0) fue liberado en agosto de 2002. Su diseño y desarrollo se basan en una determinada filosofía del aprendizaje, una forma de pensar que a menudo se denomina "pedagogía constructorista social"; es una plataforma de gestión del aprendizaje global que soporta estándares abiertos, y es interoperable por diseño, para permitir la integración de aplicaciones externas e información dentro de una plataforma Moodle única (Moodle TM, 2019).

Moodle cuenta con un moderno y potente entorno virtual de aprendizaje, el cual pretende que el proceso de aprendizaje del estudiante atraviese

por una serie de etapas; por lo tanto, el desarrollo de los cursos debe de estar en función de este proceso.

Algunas de las ventajas de Moodle son:

- Es un software libre, con lo que es posible descargarlo y hacer modificaciones a su código para que éste se adapte a alguna funcionalidad concreta no contemplada.
- Facilita la interacción entre el estudiante y el profesor.
- Potencia el trabajo independiente a través de la virtualidad, pero al mismo tiempo permite la gestión del trabajo en equipo.

Sin embargo, una de las características más interesantes es que permite evaluar el nivel de aprendizaje, asimilación de contenidos y desarrollo de competencias del estudiante (Pérez Casales, Rojas Castro, & Paulí Hecheverría, 2008).

La UACH, implementa a partir de 2003 como plataforma para la educación a distancia Moodle, año en el que surgen los Centros Regionales de Educación Superior. Posteriormente, en el año 2007, con el surgimiento de los Centros Universitarios de Autoaprendizaje, la educación en línea incrementa la cantidad de alumnos aceptados tal como lo muestra la Figura 2.



Figura 2. Alumnos aceptados en modalidad virtual o a distancia por año. **Fuente:** Universidad Autónoma de Chihuahua, 2019.

Figure 2. Students accepted on virtual or at a distance modality per year. Source: Universidad Autónoma de Chihuahua, 2019.

Debido a las nuevas políticas públicas de aplicación de cobertura para estudios profesionales, se optó por implementar Moodle como apoyo a las clases presenciales y no limitar su uso a los programas educativos en línea; logrando virtualizar grupos de los alumnos de modalidad presencial consiguiendo con ello la liberación de espacios físicos para atacar la necesidad de aumentar los indicadores de

aceptación de aspirantes. La Figura 3 nos muestra la cantidad de alumnos-curso de modalidad presencial que han llevado clases en grupos virtuales.

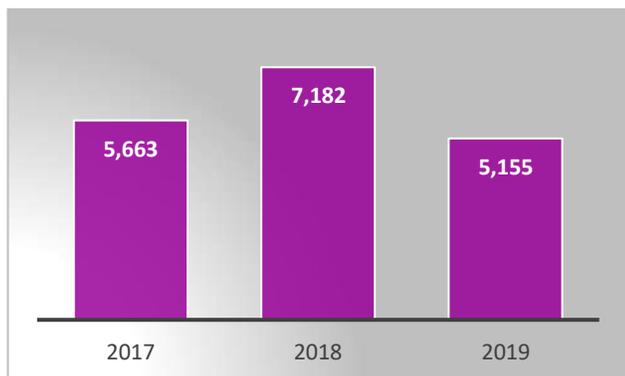


Figura 3. Alumnos-curso tomados en grupos virtuales para alumnos presenciales. **Fuente:** Universidad Autónoma de Chihuahua, 2019.

Figure 3. Students-course taken in virtual groups for face-to-face students. **Source:** Universidad Autónoma de Chihuahua, 2019.

Si estos números son acumulados con la cantidad de alumnos-curso de modalidad virtual o a distancia, tenemos como resultado que la cantidad de atención a estudiantes en cursos en línea es muy amplia, como se muestra en la Figura 4. Lo cual conlleva varios aspectos a los cuales se ha tenido que hacer frente para asegurar la calidad de la educación:

- Robustecimiento de la infraestructura tecnológica.
- Capacitación e incorporación de nuevos docentes a esta modalidad de estudios.
- Fortalecimiento del área encargada de la gestión de la educación a distancia.
- Diseño de programas y cursos para la virtualización de materias de modalidad presencial.

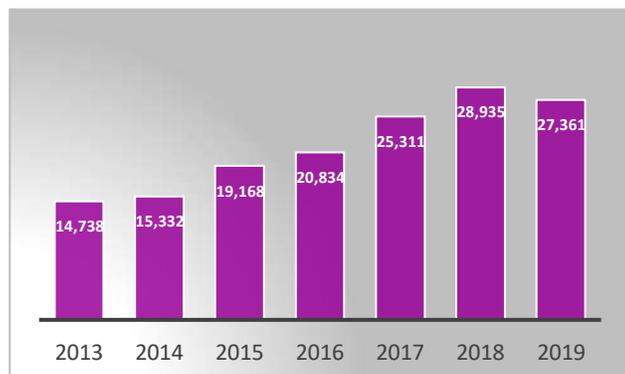


Figura 4. Alumnos-curso tomados en y/o grupos virtuales o a distancia. **Fuente:** Universidad Autónoma de Chihuahua, 2019.

Figure 4: Students-course taken in and / or virtual or remote groups. **Source:** Universidad Autónoma de Chihuahua, 2019.

De lo anterior se puede observar el gran avance que ha tenido la Universidad en la implementación de la educación a distancia y de cómo el Moodle ha dado respuesta a la mayoría de las necesidades técnicas y pedagógicas de esta modalidad de estudios. Sin embargo, persiste la siguiente problemática:

¿Cómo asegurar que quien se encuentra del otro lado de la computadora es quién dice ser?

Partiendo de la necesidad de superación de los estudiantes, se podría pensar que evidentemente será el propio estudiante quien realice las tareas, exámenes, participaciones en foros, lecturas y todas las actividades de un curso, desafortunadamente es tarea de la administración educativa asegurar que esta situación se cumpla.

Tecnológicamente hablando, es prácticamente imposible asegurar una solución a la problemática en planteada, sin embargo, es posible hacer uso de la tecnología para desarrollar e implementar algunas herramientas que apoyen esta actividad.

Al ser Moodle un software libre, posibilita la modificación del código fuente e incorporar nuevas funcionalidades. Aprovechando estas características, la UACH en conjunto con Nuba Solutions, ha desarrollado, por un lado una aplicación para dispositivos móviles llamada AIIA, que aporte validaciones a través de la geolocalización y el reconocimiento facial que colaboren para incrementar el aseguramiento de la calidad de la educación a distancia y por otro, se incorporan a Moodle algunas funcionalidades de forma que el docente y el administrador pueda ver dentro de la plataforma el resultado de las validaciones realizadas a través de la aplicación.

Para poder utilizar AIIA, es necesario que los estudiantes cuenten con una cuenta institucional contenida en un Protocolo Ligero de Acceso a Directorios (LDAP por sus siglas en inglés), el cual es utilizado para acceder a todos los servicios universitarios, incluido el Moodle, de tal suerte que la validación de acceso se realiza a través del mismo servicio utilizado para el resto de las aplicaciones. Dentro de Moodle, las actividades son configuradas para indicarles si requieren la validación de geolocalización y reconocimiento facial realizada por AIIA, en caso de que así sea, al intentar acceder a la actividad se le indica al estudiante que ésta requiere acceso con AIIA como se muestra en la Figura 5, mostrando un código de acceso rápido (QR

por sus siglas en inglés) que deberá ser escaneado por el dispositivo móvil y el cual contiene la geolocalización del estudiante.



Figura 5. Indicación de Moodle para validar con AIIA el acceso a una actividad. **Fuente:** Propia del autor.
Figure 5. Indication of Moodle to validate with AIIA the access to an activity. **Source:** Author's own elaboration.

Acto seguido el estudiante abre la aplicación AIIA en su dispositivo y se le muestra la pantalla de acceso de la Figura 6 con la finalidad de que utilice sus credenciales LDAP para iniciar sesión.

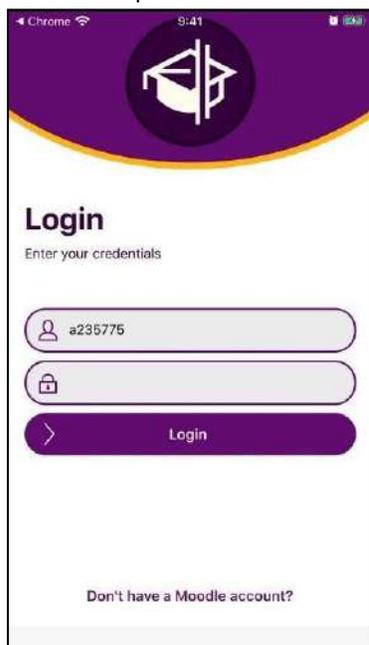


Figura 6. Pantalla de acceso de AIIA. **Fuente:** Propia del autor.
Figure 6. AIIA login screen. **Source:** Author's own elaboration.

Una vez que el estudiante ha introducido su usuario y contraseña correctos, el siguiente paso es la validación de la geolocalización del mismo, para ello el estudiante tendrá que escanear el código QR mostrado por Moodle en la Figura 5 a través de la secuencia de pasos señalados en la Figura 7.

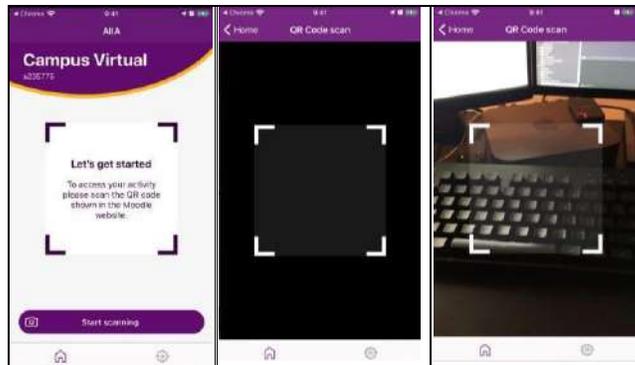


Figura 7. Secuencia de pasos de AIIA para la validación de la geolocalización. **Fuente:** Propia del autor.
Figure 7. AIIA sequence of steps for geolocation validation. **Source:** Author's own elaboration.

De esta forma es posible determinar si la localización del equipo que muestra el código QR, que generalmente será la computadora del estudiante, es la misma que la del dispositivo móvil con la que se escanea dicho código.

Es importante señalar que independientemente de que la validación sea exitosa o no, el estudiante pasará a la siguiente fase; le corresponde al docente revisar el estatus de las validaciones realizadas para determinar si estas estuvieron dentro de los rangos permitidos con ayuda de unos parámetros previamente definidos.

El siguiente y último paso de revisión es el reconocimiento facial, para ello es necesario que el estudiante se tome una fotografía con AIIA mediante la secuencia de pasos mostrados en la Figura 8, para que esta más tarde, en el tablero del docente, sea comparada con la fotografía que existe en la base de datos de la Universidad y mediante un algoritmo de inteligencia artificial de reconocimiento de patrones se determine el porcentaje de similitud entre ambas imágenes.

Una vez llevados a cabo estos pasos, el estudiante puede realizar la actividad sin ningún problema, independientemente del resultado de las validaciones; lo que significa que la actividad no se encontrará bloqueada si no corresponden tanto la validación de geolocalización como la de reconocimiento facial.



Figura 8. Secuencia de pasos de AIIA para la validación de reconocimiento facial. **Fuente:** Propia del autor.

Figure 8. AIIA step sequence for facial recognition validation. **Source:** Author's own elaboration.

El impacto de estas validaciones se ve reflejado en el perfil del docente en Moodle, en el que se ha agregado un tablero tal como se muestra en la Figura 9, en donde se puede apreciar a manera de semáforo, el grado de éxito de la revisión de los parámetros previamente indicados, la intención de esto es que a partir de una revisión el docente tome las medidas pertinentes a la hora de detectar alguna anomalía.

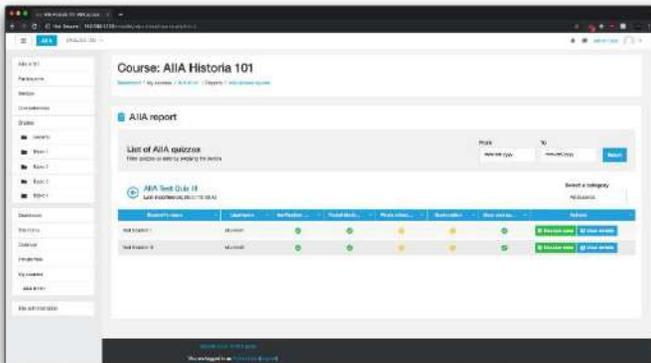


Figura 9. Tablero en Moodle para la revisión de validaciones por el docente. **Fuente:** Propia del autor.

Figure 9. Dashboard in Moodle for the review of validations by the teacher. **Source:** Author's own elaboration.

Los beneficios que ofrece la solución AIIA como complemento de seguridad para la autenticación de los estudiantes en entornos virtuales de enseñanza - aprendizaje, otorgan beneficios que apoyan y habilitan a la UACH para legitimar e innovar los procesos inherentes a las modalidades no convencionales de educación superior.

CONCLUSIONES

La educación a distancia se ha convertido en una alternativa bastante atractiva para que las instituciones de educación superior incrementen su cobertura. Por un lado, da respuesta a la problemática de los espacios físicos necesarios para

la educación presencial y por otro, permite que la educación se expanda a lugares poco accesibles.

Las tecnologías de la información y comunicación, se han convertido en el aliado más importante para la educación en esta modalidad, llegando a ser un componente crucial para que esta pueda llevarse a cabo. Sin lugar a dudas, la inversión tecnológica requerida es muy poca si se compara los recursos necesarios para cubrir la misma población en educación presencial.

Evidentemente no todo es positivo, para que un programa educativo pueda ser llevado a la práctica en modalidad no convencional, es necesario que se hagan adecuaciones pedagógicas importantes en la manera de convertir el contenido de cada unidad de aprendizaje de un esquema tradicional a virtual. Al mismo tiempo requiere una capacitación especial de los docentes para que cuenten con las herramientas y habilidades necesarias para desarrollarse en este nuevo mundo educativo.

Sin embargo, al no contar físicamente con los estudiantes, es posible manipular de forma excesiva el cumplimiento de las actividades de un curso virtual; por lo que el mecanismo implementando por la UACH para la validación, por un lado de la geolocalización mediante la cual se asegura que la persona se encuentra en el lugar físico en el que se realiza una actividad y por otro, de reconocimiento facial que permite testificar que la persona que se encuentra en esa ubicación es la que se encuentra inscrita en el curso, viene a dar un gran paso en el aseguramiento de la calidad educativa a distancia.

Gracias a este software, la UACH puede garantizar (incluso con un porcentaje de certidumbre mayor al que los instructores en las modalidades presenciales logran con los mecanismos convencionales de autenticación de alumnos a su alcance) el proceso de autenticación de los alumnos para todas sus actividades en entornos virtuales de aprendizaje.

Dentro de los nuevos esquemas de colaboración, y estrategias institucionales para la auto sustentabilidad encontramos:

- Proveeduría de servicios a instituciones de los tres órdenes de gobierno, ciudadanas o particulares, donde se otorguen garantías de seguridad y veracidad en la información que se genera.

- Revestimiento de calidad e innovación educativa para los procesos de enseñanza-aprendizaje, que habilitan a la Universidad Autónoma de Chihuahua como sujeto de colaboración con otras instituciones de gran prestigio en el ámbito internacional.
- Incremento y diversificación de la cartera de productos en materia de la educación continua que la Universidad Autónoma de Chihuahua puede ofrecer a sectores gubernamentales, privados y comerciales.
- Ofrecimiento de nuevos esquemas de operación, para instituciones que, por motivos de seguridad, no han migrado sus actividades de capacitación y evaluación a entornos virtuales, como pueden ser la aplicación de los exámenes de CENEVAL y TOEFL.

REFERENCIAS

- Blackboard Inc. (2019). Blackboard. <https://www.blackboard.com/>
- Boneu, J. (2007). Plataformas abiertas de e-learning para soporte de contenidos educativos abiertos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, Vol. 4 (1), 36-47. <https://www.redalyc.org/pdf/780/78040109.pdf>
- Galindo Pimentel, E. (2018). Educación a Distancia. Xalapa, Ver: Escuela Libre de Ciencias Políticas y Administración Pública de Oriente. <http://www.invedem.gob.mx/wp-content/uploads/sites/26/2018/03/Educaci%C3%B3n-a-Distancia.pdf>
- Gómez, M. (2018). 10 plataformas educativas donde podrás crear cursos virtuales. *e-Learning Masters*. <http://elearningmasters.galileo.edu/2018/03/15/10-plataformas-educativas-donde-podras-crear-cursos-virtuales/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2018) Tecnologías de la información y comunicaciones. Ciudad de México. <https://www.inegi.org.mx/temas/ticshogares/>
- Moodle TM (2019). <https://moodle.org/>
- Moreno Almazán, O., & Cárdenas López, M. (2012). Educación a distancia: nueva modalidad, nuevos alumnos. *Perfiles de alumnos de Psicología en México. Perfiles Educativos*, XXXIV, 118-136. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13223068008>
- Pérez Casales, R., Rojas Castro, J., & Paulí Hecheverría, G. (2008). Algunas experiencias didácticas en el entorno de la plataforma Moodle. *Revista de información educativa y medios audiovisuales*, 5(10), 1-10. <http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/050510/A1mar2008.pdf>
- Robles Peñaloza, A. D. (2004). Las plataformas en la educación en línea. *e-Formadores*. http://red.ilce.edu.mx/sitios/revista/rev_no4.htm
- Universidad Autónoma de Chihuahua. (2019). *Estadística Básica Universitaria*. Chihuahua, Chih.
- Vega García, R. (2005). La Educación Continua a Distancia en México: transformaciones y retos. *Revista de la Educación Superior*, 79-86. http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista133_S5A1ES.pdf
- Vidal Puga, M. (2004). Uso y evaluación de la plataforma de enseñanza-aprendizaje virtual Blackboard. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación* (24), 89-100. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36802407>

Análisis de la gestión del conocimiento de los procesos productivos en una empresa restaurantera en Mérida, Yucatán.

Analysis of knowledge management of production processes in a restaurant company in Merida, Yucatan.

Karla Gabriela Canul-Ortiz^{1*}, Olivia Jiménez-Díez¹

¹ Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Yucatán. Calle 20 No. 35, Pedregales de Tanlum, Mérida, Yucatán, México. C.P. 97205.

RESUMEN

En la actualidad la gestión organizacional está sufriendo cambios, ya que no basta con tener información, sino que es necesario saber utilizarla. La globalización, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la centralización en el conocimiento, han facilitado la operación de las empresas, pero también ha incrementado la competencia. La gestión del conocimiento ha surgido como una herramienta de creación de valor, capaz de dar a las empresas la capacidad de colocarse en una situación de ventaja en el mercado que compiten. La presente investigación, llevada a cabo en el año 2019, a través de un caso de estudio cualitativo, no experimental y transversal, tuvo como objetivo analizar la situación actual de los componentes que forman parte de los procesos de gestión del conocimiento en el área de procesos productivos en la empresa para presentar propuestas de mejora en una empresa restaurantera de Mérida, Yucatán, México. Lo anterior debido a que la empresa previamente mencionada plantea su incapacidad de emplear el conocimiento operativo en sus procesos productivos. Dicho diagnóstico se realizó a través de herramientas elaboradas a partir de modelos propuestos por autores reconocidos en materia organizacional, tales como las matrices de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) y de priorización, una entrevista semiestructurada y un cuestionario. Todo lo anterior se aplicó ya que se cree que cumplir dicho objetivo apoyaría a comprender cómo lograr la estandarización, la cual se ve como parte de su proceso de creación de valor y, por lo tanto, de la mejora de su posicionamiento en el mercado como es propuesto en la visión de la empresa.

Palabras clave: competitividad, gestión del conocimiento, procesos productivos, PyME.

ABSTRACT

At present the organizational management is undergoing changes, since it is not enough to have information but it is necessary to know how to use it. Globalization, Information and communications (ICT) and knowledge centralization have facilitated the operation of companies, but it has also increased competition. Knowledge management has emerged as a value creation tool, capable of giving companies the ability to place themselves in a situation of advantage in the competing market. The present investigation, carried out in the year 2019, through a qualitative, non-experimental and transversal study case, aimed to analyze the current situation of the components that are part of the knowledge management processes in the area of production processes in the company to present proposals for improvement in a restaurant company in Mérida, Yucatán, Mexico. This is due to the fact that the aforementioned company raises its inability to use operational knowledge in its production processes. This diagnosis was made through tools developed from models proposed by recognized authors in organizational matters, such as strength, weakness, opportunity and threat (SWOT) and prioritization matrices, a semi-structured interview and a questionnaire. All of the above was applied since it is believed that fulfilling this objective would help to understand how to achieve standardization, which is seen as part of its process of value creation and therefore, of the improvement of its market positioning as it is proposed in the company's vision.

Keywords: competitiveness, knowledge management, productive processes, SME.

*Autor para correspondencia

Correo electrónico: karla.co24@gmail.com (K.G. Canul-Ortiz)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v14i1.562>

Recibido: 15 de noviembre de 2019; Aceptado: 7 de junio de 2020

Publicado por la Dirección de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Chihuahua.

TECNOCENCIA CHIHUAHUA. Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial

4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

INTRODUCCIÓN

Las exigencias hacia las empresas se han incrementado exponencialmente debido a que los clientes consumidores no se conforman con una oferta de productos y servicios similares. Es por ello, que la empresa ha cambiado su perspectiva con respecto a la gestión del conocimiento, ya que se encuentra en una búsqueda constante de elementos que la apoyen en la creación de un valor agregado que le permita diferenciarse y permitir su sobrevivencia como empresa (Ferré, 2003, Soto y Sauquet, 2006). Los estudios en México con respecto a la gestión del conocimiento aún no dominan en número, pero el interés por la disciplina ha hecho notar la incertidumbre existente en el tema, ya que se han documentado en nuestro contexto investigaciones previas (Pérez-Soltero, Leal, Barceló y León, 2013).

La presente investigación se realizó en una empresa restaurantera en la ciudad de Mérida, Yucatán en el año 2019. Utilizó como método el estudio de caso bajo un enfoque cualitativo y también se clasifica como una investigación no experimental y transversal. La investigación que se llevó a cabo en dicha empresa, se centra en la búsqueda del correcto uso del conocimiento necesario para la ejecución de sus procesos productivos, ya que se han planteado de manera formal los lineamientos para la creación de productos estandarizados, a través de los recetarios y diagramas e instructivos que explican los procesos de barra y cocina, no obstante, no se ha tenido éxito en la práctica. Se espera, que con la correcta implementación de un proyecto de gestión del conocimiento, se logre la inclusión de la estandarización en la empresa, apoyando a la misma en la creación de una ventaja competitiva. Para ello, el objetivo de la presente investigación, es analizar la situación actual de los componentes que forman parte de los procesos de la gestión del conocimiento en el área de procesos productivos en la empresa para presentar propuestas de mejoras a la misma.

En la primera parte de este documento, se hace una breve reseña acerca de la gestión del conocimiento, seguida de un acercamiento a la empresa con un caso de estudio. En la sección de metodología, se explica el uso de la entrevista, el cuestionario y las listas de verificación, para el diagnóstico de la situación actual de los componentes que conforman la gestión del conocimiento y se verifica la pertinencia de dicho diagnóstico a través del empleo de la matriz

debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades y la matriz de priorización. La discusión de resultados incluye la recopilación de información obtenida a través de las herramientas ya mencionadas y su interpretación. Finalmente, en las conclusiones se discute la pertinencia de la implementación de un programa de gestión del conocimiento en las empresas, el impacto esperado en la empresa caso de estudio y se presentan propuestas de mejora.

Gestión del conocimiento

La gestión del conocimiento posee una historia muy corta debido a que se ha desarrollado de manera muy reciente. Aunque sus orígenes se remontan a la Segunda Guerra Mundial con la búsqueda constante de la mejora en la producción, la gestión del conocimiento se popularizó en la década de los 90 como consecuencia de las publicaciones de los coautores Nonaka y Takeuchi en 1995 y Davenport y Prusak en 1998, quienes realizaron su conceptualización y posterior desarrollo en los años venideros (Pérez-Montoro, 2016).

Prusak, mencionado por Canals (2000) coincide con la información anterior identificando por su parte tres catalizadores para la aparición de la gestión del conocimiento:

- La globalización: Crea la necesidad de competir en un mercado mucho más grande, demandando velocidad y creatividad. Por ello, el conocer lo que se sabe y lo que no, resulta de gran importancia.
- La generalización de las TIC: Identificada como una herramienta que ayuda a una mejor toma de decisiones.
- La visión de la organización centrada en el conocimiento: Principalmente impulsada por la administración estratégica como tendencia, ya que este elemento proporciona seguridad en el cómo llevar a cabo los procesos.

Para efectos de este proyecto la definición de gestión del conocimiento que se toma en cuenta es la de Pérez-Montoro (2008, p. 63) citada a continuación:

“La gestión del conocimiento en una organización se entiende como la disciplina que se encarga de estudiar el diseño y la implementación de sistemas cuyo principal objetivo es que todo el conocimiento tácito, explícito, individual, interno y externo involucrado en la organización pueda transformarse y convertirse, sistemáticamente, en conocimiento organizacional o corporativo, de

manera que ese conocimiento corporativo, al ser accesible y poder ser compartido, permita que aumente el conocimiento individual de todos sus miembros y que esto redunde directamente en una mejora de la contribución de esos sujetos en la consecución de los objetivos que persigue la propia organización”.

Si bien la gestión del conocimiento ha sido reconocida como una disciplina por varios autores, de manera general se explica su implementación como un conjunto de procesos. Dichos procesos, involucran varios elementos, mismos que varían en la literatura. Para el presente caso de estudio se tomaron como base dos modelos teóricos: el proceso de creación del conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1999) y los ocho pilares de la gestión del conocimiento propuestos por Probst, Raub y Romhardt (2001).

El primer modelo establece los conocimientos tácito y explícito como las dos dimensiones de un modelo dinámico, las cuales son entidades complementarias que interactúan para dar paso a la creación del conocimiento organizacional. En la figura 1 se aprecia que el conocimiento es transformado a través de cuatro formas de conversión:



Figura 1. Espiral del conocimiento. **Fuente:** (Nonaka y Takeuchi, 1999).

Figure 1. Spiral of knowledge. **Source:** (Nonaka and Takeuchi, 1999).

La primera forma es la socialización, a través de este proceso, el conocimiento tácito se transforma debido a las experiencias compartidas. La segunda es la exteriorización, aquí el conocimiento tácito se convierte en explícito a través de la codificación, lo cual tiene una complejidad elevada. La tercera forma se denomina combinación, el objetivo de esta es generar un sistema de conocimiento a través del uso de distintos medios. Por último, la interiorización modifica el conocimiento de explícito a tácito, ya

que los individuos lo internalizan a través de la experiencia (Nonaka y Takeuchi, 1999).

Probst et al. (2001) por su parte, aportan a la gestión del conocimiento la identificación de ocho pilares o componentes que conforman dicho proceso, los cuales apoyan a su vez el lograr una evaluación adecuada del conocimiento existente dentro de una organización y la manera en que este es gestionado al interior de dicha entidad. Los ocho pilares se encuentran conformados por los componentes descritos a continuación. Los objetivos del conocimiento, dictan en qué dirección encaminará sus acciones la empresa; la identificación del conocimiento, se refiere a identificar cuáles son los activos del conocimiento en las áreas de la organización y sus competencias; la adquisición del conocimiento, involucra la capacidad de absorción de los conocimientos existentes y nuevos; el desarrollo del conocimiento, promueve la creación de nuevas habilidades, productos, ideas y procesos; la difusión del conocimiento, genera canales para la compartición y la distribución; la preservación del conocimiento, define la manera adecuada de guardar el conocimiento; la utilización del conocimiento, incluye mecanismos para alentar a las personas a aplicar el conocimiento adquirido; el ciclo se cierra con el componente evaluación del conocimiento, realizada a través de una medición multidimensional. Todo esto puede apreciarse en la figura 2 de una manera más simplificada.

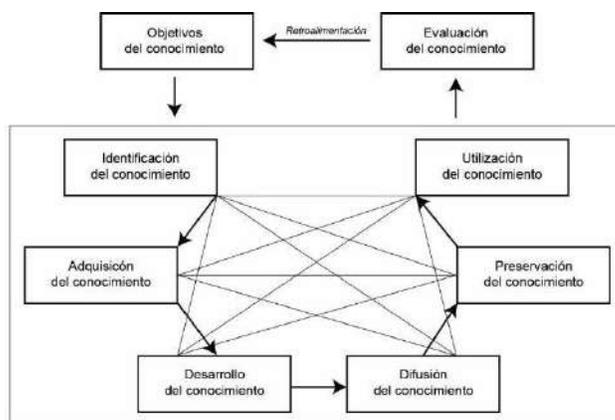


Figura 2. Los ocho pilares de la gestión del conocimiento. **Fuente:** (Probst et al. 2001).

Figure 2. The eight pillars of knowledge management. **Source:** (Probst et al. 2001).

Los procesos productivos se pueden entender como el grupo de operaciones que transforman las materias primas con la finalidad de obtener determinado producto o bien para proporcionar un servicio, de modo que dichos resultados puedan ser

comercializados, ya que durante la transformación también se crea o se aumenta el valor de la materia prima utilizada (Nuño, 2017). Es esta creación de valor la cual destaca la importancia de la gestión del conocimiento y en especial, la gestión del conocimiento operativo, que es el que tiene una aplicación directa en la toma de decisiones y funcionamiento cotidiano de las organizaciones (Vigo, 2018). Muñoz-Seca y Riverola, citadas en Turriago (2003), clasifican este tipo de conocimiento en habilidades y tecnologías, las primeras apoyan en la resolución de problemáticas mientras que las segundas, son un conjunto de conocimientos formalizados orientados a la acción, lo cual se conoce también como know-how.

La relevancia de la gestión del conocimiento en el contexto actual ha ido tomando fuerza, no obstante, así como existen facilitadores que apoyan su implementación, también existen barreras y es tan complejo eliminar las barreras como aprovechar los facilitadores. Sobre estos últimos, De Long (2000) cita la cultura organizacional, el espacio físico, el estilo directivo, los medios de comunicación, la motivación personal y la oportunidad de aprender, mientras que, para este mismo autor, las barreras incluyen la resistencia cultural, la inmadurez tecnológica, la inmadurez del sistema, región, industria u organización y los costos junto al desconocimiento de las necesidades reales de la empresa.

A través de la revisión histórica, teórica y conceptual de los elementos y la gestión del conocimiento en sí, se puede observar que esta disciplina a pesar de contar con una vida corta en comparación con otras del ámbito organizacional, ha cobrado una fuerza importante para las empresas, quienes, independientemente de su nivel de avance en la inclusión del aprendizaje organizacional, han reconocido el papel fundamental que juega en la mejora continua de la organización y su posicionamiento en el mercado. Se puede esperar que, en los siguientes años, aumente la comprensión de la disciplina aquí revisada, así como un mejor dominio y perfeccionamiento de las herramientas que permitan la gestión del conocimiento en un contexto real.

Caso de estudio

La empresa caso de estudio cuenta con una plantilla de 81 colaboradores, este dato la categoriza como mediana empresa. Se define a sí misma como un restaurante snack & bar, por lo tanto, forma parte de la industria restaurantera, la cual, según la

Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), se encuentra dentro del sector terciario número 72 que lleva por nombre "Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas". Este sector se encuentra conformado en un 97% por el subgrupo 7221 "Servicios de preparación de alimentos y bebidas", al cual también pertenece la empresa estudiada (Cámara Nacional de la Industria Restaurantera y Alimentos Condimentados CANIRAC, 2015a). Además, el restaurante aquí descrito es uno de los 12, 146 establecimientos que colocan a Yucatán en el lugar número 12 de participación en la industria restaurantera, ya que concentra el 2.35% del total de unidades de negocio (INEGI, 2014).

Externamente, la empresa se ve afectada tanto positiva como negativamente por un variado número de factores. Positivamente, la empresa caso de estudio puede tomar impulso sociocultural de la gran cantidad de personas que muestra una preferencia hacia el consumo de productos alimenticios fuera de su hogar (Mercawise, 2014). También, ha visto nuevas oportunidades en el ramo tecnológico a través del desarrollo de plataformas de gestión empresarial para la industria tal como Soft Restaurant, de plataformas digitales disponibles a través de dispositivos móviles como Rappi y del fortalecimiento de las redes sociales como medio de engagement con sus clientes y espacio publicitario (Martínez, 2018). Legalmente, el gobierno del país ha puesto a disposición de los negocios en la industria programas que les permiten obtener certificaciones, las cuales son una buena base para la formalización y legitimización de la empresa, tal como el Programa Moderniza de la Secretaría de Turismo (2011).

De manera negativa, entre los factores externos que afectan a la empresa destacan políticamente las reformas legales propuestas ante el cambio de régimen del país, tales como la ley reglamentaria de los salarios mínimos que aumenta las exigencias ante la empresa y el plan de austeridad republicano que recorta apoyos a la misma (León, 2018). Económicamente, cabe destacar el aumento en costo de los aranceles o impuestos en un 30% y un 300% en la tarifa de electricidad (Reporteros Hoy, 2019). Socioculturalmente deben estar alertas ante el crecimiento de la preocupación por la salud y el bienestar, ya que los consumidores ya están exigiendo opciones más saludables (Neilsen, 2016). Ecológicamente, el aumento del interés por parte del público general por el cuidado del medio ambiente, han redirigido la atención en los desechos y el uso de materiales perjudiciales para la ecología tales como

el plástico; lo cual ya se encuentra regulado por el estado a través de la Ley General para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado (Tribunal de Justicia Administrativa, 2019). Legalmente, para finalizar la revisión del ambiente externo, la reglamentación de la industria restaurantera es una de las más exigentes y costosas, ya que existe una lista de requisitos para la apertura y operación de este tipo de negocios bastante amplia, en donde destacan las leyes de desarrollo urbano, establecimientos mercantiles, ambientales, de protección civil, derechos de autor y propiedad intelectual y salud (CANIRAC, 2015b).

La empresa caso de estudio cuenta con cuatro sucursales ubicadas en puntos diferentes de la ciudad y fundó la primera en 2007. El restaurante se encuentra dirigido al público en general y catalogan a su segmento de clientes únicamente por edad. Como se mencionó previamente, el mercado de los restaurantes es amplio y muy competido por lo que se puede identificar una gran cantidad de locales con similitudes con la empresa caso de estudio y, aunque dentro de sus postulados tiene contemplado un servicio al cliente de excelencia como valor agregado, en la práctica compite por costos y no por diferenciación.

Gracias a su inclusión en el Programa Moderniza, la empresa cuenta con la documentación de su filosofía organizacional, políticas corporativas, reglamentos y una estructura formal. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos palpables a través de actividades de integración, intervenciones y material impreso, no se ha logrado permear a toda la empresa con la cultura organizacional deseada. Del mismo modo, han logrado implementar un mayor control de las operaciones de la empresa gracias al Distintivo M que provee el programa ya mencionado, aunque no se ha logrado la consistencia de la aplicación de dichos controles en una base diaria.

Actualmente, la empresa más que nunca otorga importancia a la institucionalización y estandarización, es por ello que se ha ocupado de almacenar el conocimiento para llevar a cabo sus procesos clave (preparación de alimentos y bebidas y servicio al cliente) en recetas estándar y protocolos. Tanto la dirección como los colaboradores, reconocen que hay varios tipos de problemas en la misma, no obstante, consideran como algo urgente trabajar sobre los procesos productivos; específicamente, que el personal respete y utilice, sin modificar el conocimiento transmitido, las

instrucciones contenidas en los recetarios. Las consecuencias de esta problemática son que los productos no se encuentran estandarizados, existen confusión y descontento entre los clientes de la empresa, los costos y mermas son más elevados de lo que desean y se ha obstaculizado el posicionamiento favorable de la empresa.

La empresa ha tenido una clara evolución durante estos 12 años de existencia, encontrándose en un punto donde la sobrevivencia como empresa ya no es el centro de la misma sino la búsqueda y creación de su ventaja competitiva. La visión de la misma se encuentra direccionada a mejorar su posicionamiento en el mercado a través de la mejora continua y la calidad total, pero aún no encuentra las herramientas adecuadas para conseguir cumplir su visión.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el año 2019 en una empresa restaurantera de la ciudad de Mérida, Yucatán, México a través del método estudio de caso, el cual se define como "la investigación empírica de un fenómeno del cual se desea aprender dentro de su contexto real cotidiano" (López, 2013). También se añade que es un estudio cualitativo, no experimental y transversal, lo cual indica que la información recogida durante el período planteado tiene fines exploratorios y explicativos (Balbastre y Ugalde, 2013). Si bien, en un futuro a corto plazo podría replicarse el análisis, es probable que exista una variación debido a la rotación de empleados por diferentes circunstancias, eventos especiales y que la empresa se encuentra atravesando varios procesos de cambio.

La hipótesis bajo la que se trabajó con la empresa es que el conocimiento operativo de la empresa no se encuentra gestionado de la manera adecuada, evitando lograr la creación de productos estandarizados. Por lo tanto, para corroborar que está fallando en dicha gestión, el objetivo general de la investigación fue analizar la situación actual de los componentes que forman parte de los procesos de gestión del conocimiento en el área de procesos productivos en la empresa para presentar propuestas de mejoras a la misma. Los objetivos específicos fueron:

- Analizar la situación actual de cada uno de los componentes de la gestión del conocimiento en el área de procesos productivos de la empresa.

- Identificar las principales barreras y facilitadores que posee la empresa para la implementación de la gestión del conocimiento.

El análisis de la empresa en cuestión se dividió en dos fases, la primera incluyó el estudio de la pertinencia de un diagnóstico sobre la gestión del conocimiento, mientras que la segunda, se centró en el diagnóstico en sí. Las herramientas utilizadas para la primera fase fueron una matriz de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) y una matriz de priorización. Para la segunda fase, se realizó una entrevista semiestructurada, un cuestionario y una lista de verificación.

La matriz DAFO es una herramienta que a través del análisis de las variables debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, permite conocer las condiciones reales en las que una empresa se encuentra funcionando (Ramírez, 2009). Las debilidades y fortalezas de la empresa fueron realizadas gracias a la investigación, revisión documental, observación y demás información proporcionada por la empresa caso de estudio. Los puntos débiles y fuertes de origen externo fueron determinados a través de la técnica PESTEL, la cual permite analizar las tendencias y la situación real del entorno a través de las variables que se revisaron en la primera sección de este trabajo, es decir, los factores políticos, económicos, socioculturales, ecológicos y legales que inciden en la empresa caso de estudio, lo cual apoyó a determinar Amenazas y oportunidades (Martín, 2017).

La matriz de priorización por su parte, "pretende contribuir a establecer prioridades en la toma de decisiones, la necesidad de jerarquizar asuntos estratégicos es uno de los temas fundamentales para el desarrollo de capacidades institucionales de pensamiento estratégico, junto a la construcción de visiones de futuro integrales e innovadoras, la gestión de redes y el desarrollo de proyectos complejos, entre otros (Medina, Ortiz, Franco y Aranzazú, 2010, p. 3). Para el llenado de dicha matriz en este proyecto, se utilizaron las debilidades identificadas en DAFO.

La entrevista semiestructurada tuvo como objetivo obtener un primer acercamiento a la gestión del conocimiento desde el punto de vista de la dirección de la empresa, motivo por el cual fue aplicada a la subdirectora. Para ello se utilizó la herramienta de Fleitman (1994) cuyo diseño se realiza con base en el objetivo de estudio y naturaleza del

problema, identificando la información que era necesaria recopilar, así como la finalidad de la misma, de dónde se obtendrá y cuándo.

Los componentes estudiados del ciclo o procesos de la gestión del conocimiento en el diagnóstico son los propuestos por Probst *et al.* (2001) explicados en la primera sección de este artículo.

Para llevar a cabo el diagnóstico se aplicó una herramienta desarrollada por Pérez-Soltero *et al.* (2013) de la Universidad de Sonora, quienes a partir del modelo de Probst *et al.* (2001) crearon un cuestionario de diagnóstico que identifica no sólo la percepción de los componentes sino de barreras y facilitadores, los cuales de igual manera se describen con anterioridad en este documento pero que Pérez-Soltero *et al.* (2013) agrupan en tres categorías: estrategia, cultura organizacional y tecnología.

Los reactivos agrupados por componente fueron calificados a través de una escala de Likert, en la cual, se asignó 1 como el valor más bajo y 5 para el más alto. Cabe destacar que el cuestionario utilizado en el presente caso de estudio es una adaptación, ya que al no haber una gestión del conocimiento formalizada en la empresa analizada se tomó únicamente la perspectiva individual de los participantes y no de la participación de la organización, del mismo modo que las preguntas abiertas fueron adaptadas al contexto específico de esta investigación.

El cuestionario se aplicó en las cuatro sucursales de la empresa a todo miembro que estuviera directamente relacionado con los procesos productivos, tuviera experiencia previa o bien, un conocimiento profundo de la preparación de alimentos y bebidas.

Esto dio como resultado la participación de la subdirectora, 3 gerentes generales, 6 supervisores, 4 jefes de cocina, 11 auxiliares de cocina, 4 jefes de barra y 6 auxiliares de barra, es decir, se aplicó a un total de 35 colaboradores.

Como última herramienta de diagnóstico, se utilizó una lista de verificación que se encontraba más centrada en los componentes de almacenamiento, distribución/diseminación y aplicación. Esto a través de la revisión de los formatos, presencia y uso de los recetarios en la operación diaria, ya que no solo son el centro de la problemática a solucionar, sino que a partir de los cuestionarios se identificó que los recetarios poseen un rol primordial en la creación de productos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se puede apreciar el resultado del análisis de los factores internos y externos de la empresa caso de estudio.

Tabla 1. Matriz DAFO de la empresa caso de estudio

Table 1. SWOT matrix of the company case study

	De origen interno	De origen externo
Puntos débiles	<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valor agregado fácilmente replicable. • Productos no estandarizados. • Poco conocimiento de sus clientes. • Canales de distribución limitados por número de sucursales y número de plataformas digitales. • Cultura corporativa débil y poco integrada. 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de sueldos y salarios por ley. • Incertidumbre política. • Inflación. • Elevados costos de importaciones. • Altas tarifas de electricidad. • Presión social y legal ante el cuidado del medio ambiente. • Regulación de los negocios de la industria restaurantera numerosas.
Puntos fuertes	<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de las sucursales. • Exhaustiva promoción de venta de productos y servicios. • Precios bajos. • Funciones y responsabilidades claras para los miembros de la empresa. • Buen clima organizacional. • Reconocimiento de la tecnología como herramienta de trabajo. 	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Industria con alto crecimiento. • Preferencias de consumo alimenticio fuera del hogar. • Aumento de fuentes de conocimiento externas gracias a la globalización. • Crecimiento de la tecnología en el ramo restaurantero. • Disponibilidad de certificaciones que apoyan a mejorar la calidad y el desempeño.

En la tabla 2, se puede apreciar que el área crítica de la empresa se encuentra en el segundo concepto: "productos no estandarizados".

Tabla 2. Matriz de priorización de la empresa

Table 2. Company prioritization matrix

Concepto	1	2	3	4	5	Σ
1. Valor agregado fácilmente replicable.		0	0	1	0	1
2. Productos no estandarizados.			1	1	1	3
3. Poco conocimiento de sus clientes.				1	0	1
4. Canales de distribución limitados por número de sucursales y número de plataformas digitales.					0	0
5. Cultura corporativa débil y poco integrada.						
Suma vertical Σ		1	1	0	3	
Suma horizontal Σ	1	3	1	0		
Suma total Σ	1	4	2	0	3	
Prioridad Σ	4	1	3	5	2	

Se llegó a dicho resultado discutiendo todos los conceptos con la dirección de la empresa caso de estudio, llegando a la conclusión de que "los canales de distribución limitados por número de sucursales y número de plataformas digitales utilizadas" es algo que se prevé trabajar a largo de plazo debido a los costos elevados y logística compleja que conlleva, el "valor agregado fácilmente replicable" no se identificó como prioridad debido a que, aunque desean lograr diferenciarse, aún compiten a través de precio, reconociendo que para lograr dicha diferenciación aún deben poner orden internamente, "el poco conocimiento de sus clientes" es algo en lo que el área de mercadotecnia ya se encuentra trabajando a través de la aplicación de encuestas, "cultura corporativa débil y poco integrada" se encontró en segundo lugar de prioridad y, aunque sí incide en la problemática presentada por la empresa, ha presentado avance a través de diferentes acciones, mientras que el primer lugar en prioridad "productos no estandarizados", ha traído consigo consecuencias observables a corto plazo que afecta la operación diaria de la organización así como su visión, ya que ha traído consigo quejas de los clientes, pérdidas monetarias, en especie y mala imagen.

Debido a los resultados obtenidos de la matriz DAFO y la matriz de priorización, se determinó que era pertinente el seguir analizando con base en la perspectiva de gestión del conocimiento de los procesos productivos, ya que la problemática sí presenta un carácter de urgente y no se le ha dado solución por carencia de conocimiento y/o falta de

formalización. Entonces, la pregunta es, ¿qué está fallando?

En primer lugar, la entrevista semiestructurada determinó que el conocimiento se identifica gracias a los mismos colaboradores de la empresa y se adquiere a través de técnicas no estructuradas como lluvia de ideas y la observación, principalmente al usar fuentes externas. No se pretende crear nuevo conocimiento en el día a día de la organización, pero cuando existen modificaciones, estas se realizan a través de la dirección. El almacenamiento del conocimiento de los procesos productivos se realiza únicamente a través de los recetarios, los cuales utilizan como guía el formato de receta estándar proporcionado por el Programa Moderniza. Dichos recetarios se distribuyen físicamente en carpetas y digitalmente vía correo electrónico. El conocimiento no se aplica bajo los lineamientos propuestos por la empresa, dando lugar a la problemática ya mencionada y la dirección cree que esto se debe al desinterés de sus empleados, aunque cabe destacar que no utilizan incentivos ni sanciones para la aplicación del conocimiento y tampoco cuentan con algún indicador que les permita realizar mediciones.

Los cuestionarios arrojaron que el componente que tiene una percepción más positiva en la organización es la identificación del conocimiento, mientras que el que tuvo una percepción más negativa fue medición.

Tabla 3. Valoración global de los componentes del proceso de la gestión del conocimiento en la empresa caso de estudio.

Table 3. Overall assessment of the components of the knowledge management process in the company case study.

Diagnóstico global	
Variable proceso de GC	Valoración promedio
1. Identificación	4.08
2. Adquisición	3.87
3. Creación	3.96
4. Almacenamiento	3.96
5. Distribución/ Diseminación	4.13
6. Aplicación	4.15
7. Medición	3.39

Se obtuvo que al tratarse de identificación se conoce qué conocimientos son necesarios para las actividades de trabajo, pero hay confusión sobre quién posee dichos conocimientos. Se considera que

el conocimiento es fácil de adquirir por fuentes internas, destacando los compañeros de trabajo, aunque no existen técnicas estructuradas para la recogida de conocimiento. Destacó la eficacia de crear conocimientos al ser necesarios, lo cual es algo no deseado de manera espontánea en la empresa. Los colaboradores consideran que saben cómo almacenar su conocimiento y experiencia y desean que se haga de manera formalizada. El cuestionario también arrojó que los participantes están dispuestos a compartir el conocimiento, pero en aplicación prefieren usar sus experiencias en la toma de decisiones y finalmente la medición puntuó más bajo al determinar que no existe ningún instrumento de medición.

En cuanto a los facilitadores y barreras de la gestión del conocimiento, el elemento con valoración más positiva fue la estrategia, mientras que el que obtuvo una menor valoración es el de cultura organizacional, tal como se aprecia en la siguiente gráfica.



Figura 3. Valoración global de los facilitadores y barreras del proceso de la gestión del conocimiento en la empresa caso de estudio

Figure 3. Overall assessment of the facilitators and barriers of the knowledge management process in the company case study

Tanto los reactivos de facilitadores y barreras como las preguntas abiertas realizadas identificaron como facilitadores los recetarios y otros conocimientos documentados, los compañeros de trabajo, los cursos y las redes sociales, mientras que como barreras se citan la falta de motivación ante la carencia de recompensas, la falta de organización y estandarización, falta de capacitación, carencia de tiempo y problemas de comunicación.

La lista de verificación como última herramienta de la segunda fase de análisis del caso de estudio, hizo notar por su parte que los formatos utilizados para el almacenamiento del conocimiento no son los más adecuados ya que son incómodos y poco apropiados para el espacio físico del trabajo, no obstante, el conocimiento es bastante completo y

pertinente para las actividades diarias. La distribución no se realiza tampoco de la manera más eficaz, ya que el conocimiento se pierde con facilidad y tampoco se comunica la existencia de dicho conocimiento. Estos dos hechos llevan a que no se aplique el conocimiento diseminado y a la modificación del conocimiento proporcionado por la dirección.

Como resultados generales, se apreció a través de las herramientas aplicadas que los componentes que más inciden en la problemática expuesta por la empresa es son el almacenamiento, la distribución, la aplicación y la medición, siendo esta última la principal área de oportunidad. El principal facilitador de la gestión del conocimiento es el capital humano, observando que la forma de conversión de conocimiento, socialización, juega un rol importante y se transforma principalmente el conocimiento tácito, mientras que las principales barreras son la falta de motivación y los problemas comunicativos, destacando aquí que la exteriorización del conocimiento, es decir la transformación de conocimiento tácito a explícito no se está llevando a cabo de la manera más adecuada. Se concluye entonces que los detonantes de la problemática en cuestión son una inadecuada codificación del conocimiento operativo, canales de difusión del conocimiento débiles, carencia de un sistema de motivación y recompensas para la aplicación del conocimiento y medición sobre lo que saben los colaboradores.

CONCLUSIONES

Es importante resaltar, que la gestión del conocimiento no es solo una estrategia efectiva para la mejora de los procesos productivos de una empresa, sino que apoya también en la creación de valor agregado, convirtiéndose en una herramienta valiosa para la administración estratégica, lo cual hoy en día prácticamente es una forma de operación obligatoria, ya que como se ha discutido con anterioridad, el mercado actual se encuentra altamente competido mientras que los clientes son cada día más responsables de su consumo, motivos por los cuales es importante trabajar arduamente en lograr crear una ventaja competitiva.

El proceso de análisis del diagnóstico del presente caso de estudio cumplió con los objetivos propuestos en la metodología. Con ello, se mostró que la gestión del conocimiento podría ser la solución al logro de la estandarización de los productos que

ofrece, llevando a la satisfacción del cliente y su posicionamiento en el mercado que compete.

Se recomienda a la empresa, cambiar el formato de los recetarios que utilizan los colaboradores, recalcando que hoy en día la tecnología juega un papel importante en el aprendizaje de las personas por lo que se sugiere, trabajar en una plataforma de fácil uso a través de dispositivos móviles. De este modo, el conocimiento podría codificarse de manera más clara, amena y el acceso a la información específica sería más veloz. También se incluye en las sugerencias la creación de objetivos e indicadores sobre la gestión del conocimiento, ya que esta es la única manera de ser consistente en la implementación de la gestión del conocimiento dentro de la empresa y medir un grado de avance. Para finalizar las recomendaciones, se propone establecer un sistema de recompensas monetarias para aquellas sucursales que tengan más reseñas positivas sobre sus productos y al personal que demuestre un alto grado de conocimiento, añadiendo a la motivación el enriquecimiento de los puestos a través de la inclusión de los colaboradores en la gestión del conocimiento.

REFERENCIAS

- Balvastre-Benavent, F. y Ugalde, N. 2013. Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de la investigación. *Ciencias Económicas* 31 (2): 179-187.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/12730>
- Cámara Nacional de la Industria Restaurantera y Alimentos Condimentados. 2015a. Requisitos para operar un restaurante y normas oficiales. <https://canirac.org.mx/>
- Cámara Nacional de la Industria Restaurantera y Alimentos Condimentados. 2015b. Todo sobre la mesa. <https://canirac.org.mx/>
- Canals, A. 2003. *Gestión del Conocimiento*. Ediciones Gestión 2000. Barcelona. 106 p.
<https://bit.ly/3MLb27G>
- De Long, D. 2000. Diagnóstico de las barreras culturales frente a la gestión del conocimiento. *Academy of Management Executive* 14(4): 59-79.
<http://dx.doi.org/10.5465/AME.2000.3979820>
- Ferré, J. 2003. *Marketing, Mercado y Competitividad*. Editorial Océano. Barcelona. 104 p.
- Fleitman, J. 1994. *Evaluación Integral para Implantar*

- Modelos de Calidad. Editorial PAX. Ciudad de México. 465 p.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 2014. Resultado Censos Económicos 2014: Mini monografía Yucatán. <https://bit.ly/39maW8S>
- León, M. 2018. AMLO plantea 12 reformas legales. <https://bit.ly/3aPNyAW>
- López, W. 2013. El estudio de casos: una vertiente para la investigación educativa. *Educere* 17 (56): 139-144. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35630150004>
- Martín, J. 2017. Estudia tu entorno con un PEST-EL. <https://www.cerem.mx/blog/estudia-tu-entorno-con-un-pest-el>
- Martínez, L. 2018. 7 gráficos sobre los usuarios en internet en México 2018. <https://bit.ly/3mMU5iF>
- Medina, J., Ortiz, F., Franco, C. y Aranzazú, C. 2010. Matriz de priorización para la toma de decisiones. http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/03_Matriz%20de%20priorizacion
- Mercawise. 2014. Encuesta sobre hábitos de consumo relacionados con restaurantes. <https://bit.ly/3zD7rp9>
- Nielsen. 2016. 40% de los mexicanos come fuera de su hogar al menos una vez por semana.
- Nonaka, I. y Takeuchi, H. 1999. La Organización Creadora de Conocimiento: Cómo las Compañías Japonesas Crean la Dinámica de la Innovación. Oxford. Ciudad de México. 284 p. <https://bit.ly/3NRoKav>
- Nuño, P. 2017. Proceso productivo. <https://www.emprendepyme.net/proceso-productivo.html>
- Pérez-Montoro, M. 2008. Gestión del Conocimiento en las Organizaciones: Fundamentos, metodología y praxis. Ediciones Trea. Asturias. 260p. <https://bit.ly/3tEFxW7>
- Pérez-Montoro, M. 2016. Gestión del Conocimiento: Orígenes y Evolución. *El Profesional de la Información* 25 (4): 526-534. <https://doi.org/10.3145/epi.2016.jul.02>
- Pérez-Soltero, A., Leal, V., Barceló, M. y León, J. 2013. Un diagnóstico de la gestión del conocimiento en las pymes del sector restaurantero para identificar áreas de mejora en sus procesos productivos. *Intangible Capital* 9 (1):153-183. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54926344008>
- Probst, G., Raub, S. y Romhardt, K. 2001. *Administre el Conocimiento*. Pearson Educación. Naucalpan de Juárez. 327 p.
- Ramírez, J. 2009. Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas. *Ciencia Administrativa*, (2): 54-61. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1214>
- Reporteros hoy. 2019. Restaurantes yucatecos incrementan sus precios. <https://bit.ly/3xQszHh>
- Secretaría de Turismo. 2011. ¿Qué es moderniza? <http://www.calidad.sectur.gob.mx/moderniza/que-es-moderniza/>
- Soto, E. y Sauquet, A. 2006. *Gestión y Conocimiento en Organizaciones que Aprenden*. Thomson. Ciudad de México. 475 p.
- Tribunal de Justicia Administrativa del Estado de Yucatán. 2019. Ley para la gestión integral de los residuos en el estado de Yucatán. México. http://tjay.org.mx/?wpfb_dl=32
- Turriago, A. 2003. Conocimiento operativo: consideraciones éticas y nuevas relaciones internacionales. *Educación y Educadores* (6): 141-155.
- Vigo, T. 2018. La gestión del conocimiento operativo como punto de partida para la innovación de las organizaciones. *INNOVAG* (4): 67-77. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/innovag/article/view/20200>

Propuesta general de alternativas de manejo para los productos químicos en desuso y caducados

General proposal of management alternatives for disused and expired chemicals.

Yamila Navarro-Sosa^{1*}, Lester Rivas-Trasancos¹, Carlos César Cañete-Pérez¹, Roberto Romero-Silva¹ y María Regla Soroa-Bell¹.

¹ Centro de Investigación del Petróleo. Churruca # 481, Cerro. La Habana, Cuba. C. P. 12000. Teléfono: (53) 76494101.

RESUMEN

Desde hace años en la industria petrolera existe acumulación de productos químicos en desuso y caducados sin alternativas de solución, por lo que su manejo constituye un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. El objetivo de este trabajo consistió en proponer alternativas generales de manejo para los productos químicos en desuso y caducados. Se tuvo en cuenta aspectos tales como: etapas del ciclo de vida, premisas básicas para el manejo de productos químicos, jerarquías en las estrategias de gestión de desechos y la legislación ambiental aplicable. Como resultado se realizaron propuestas de alternativas de manejo. Las de carácter preventivo están relacionadas con la minimización de residuos que incluye la disminución en la fuente y el reciclado. Las de carácter correctivo están encaminadas a acciones de minimización o eliminación de los inventarios. Estas incluyen: estabilización del lugar, identificación de usuarios potenciales, recuperación para los usos previstos, otros posibles usos, almacenamiento temporal o confinamiento, además de soluciones de tratamiento o eliminación como neutralización, tratamientos físicos-químicos, incineración, dilución y degradación biológica. Estos resultados permiten tener una referencia para el diseño y ejecución de las acciones de manejo, lo que repercute favorablemente en la disminución de los riesgos asociados a ellas.

Palabras clave: productos químicos en desuso y caducados, alternativas de manejo.

ABSTRACT

For years in the oil industry there has been accumulation of disused and expired chemical products without alternative solutions, so their management constitutes a risk to human health and the environment. The objective of this work was to propose general management alternatives for disused and expired chemicals. Aspects such as: life cycle stages, basic premises for chemical management, hierarchies in waste management strategies and applicable environmental legislation were taken into account. As a result, proposals for management alternatives were made. Those of a preventive nature are related to the minimization of waste that includes the decrease in the source and recycling. Those of a corrective nature are aimed at minimizing or eliminating inventory actions. These include: site stabilization, identification of potential users, recovery for intended uses, other possible uses, temporary storage or confinement, as well as treatment or disposal solutions such as neutralization, physical-chemical treatments, incineration, dilution and biological degradation. These results allow us to have a reference for the design and execution of management actions, which has a favorable impact on the reduction of the risks associated with them.

Keywords: *disused and expired chemicals, management alternatives.*

*Autor para correspondencia

Correo electrónico: yamilan@ceinpet.cupet.cu (Y. Navarro-Sosa)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v14i1.451>

Recibido: 22 de enero de 2020; Aceptado: 5 de junio de 2020

Publicado por la Dirección de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Chihuahua.

TECNOCIENCIA CHIHUAHUA. Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial

4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

Las megatendencias, como el crecimiento económico mundial y la dinámica demográfica mundial, afectan la demanda de productos químicos del mercado y crean tanto riesgos como oportunidades. El crecimiento en los sectores y mercados industriales que hacen un uso intensivo de los productos químicos, como el sector petrolero, sigue impulsando el crecimiento de los mercados de los mismos. En la hipótesis de que todo siga igual, se proyecta que la tasa de crecimiento de la producción de productos químicos supere la del crecimiento de la población, al menos hasta 2030. Esto implica que el consumo per cápita de productos químicos aumenta de modo sostenido, lo que pone de relieve la necesidad de lograr un consumo y una producción sostenibles.

Para lograr una gestión racional de los productos químicos y los desechos son requisitos previos brindar un mejor acceso a información sólida para los trabajadores, consumidores y comunidades y fomentar la comprensión de esa información. Los trabajadores solo pueden protegerse si tienen acceso a información sobre seguridad y peligros químicos. Brindar a los ciudadanos y consumidores información sólida sobre los productos químicos peligrosos contenidos en los productos no solo les permite protegerse, sino también incidir en la demanda del mercado de productos más seguros y sostenibles (UNEP/EA, 2019).

Actividades como la producción, refinación y comercialización de hidrocarburos se vinculan al uso de sustancias químicas, algunas de las cuales, de no ser manejadas adecuadamente, pueden afectar la salud humana y el medio ambiente. Como ente regulador de políticas sectoriales que garanticen la adecuada aplicación de tecnologías y procedimientos en dichas actividades, la Unión Cuba Petróleo (CUPET) viene promoviendo la divulgación y conocimiento integral de los criterios técnicos que deben ser atendidos por las entidades que utilicen sustancias químicas, para lograr que todos los actores involucrados en el ciclo de vida de estas sustancias asuman responsabilidades compartidas y prevengan sus posibles impactos. (Navarro et al., 2015).

Existen numerosos documentos técnicos en el mundo que permiten catalogar los productos químicos como residuos peligrosos tal como la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de

identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. (D.O. F., 2006).

En Cuba, en el Decreto Ley 309 de La Seguridad Química se define como una de las obligaciones de las organizaciones de dirección empresarial, establecer mecanismos orientados a incrementar el acceso e intercambio de información sobre el manejo de productos y desechos químicos peligrosos y el desarrollo de actividades de sensibilización y capacitación acerca de los riesgos químicos y las medidas de prevención y corrección para minimizarlos (D L 309, 2013).

En el Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos en Cuba (CITMA, 2009) se define que las sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan o cualquier otro producto químico caducado que presente alguna característica de peligrosidad, se clasifican como categoría Y14 de desechos peligrosos. Además, existe un grupo de categorías que incluyen los desechos que tengan como constituyentes determinados productos químicos que van desde la categoría Y19 hasta la Y45.

Desde hace varios años en la industria petrolera cubana existe acumulación de productos químicos en desuso y caducados sin alternativas de solución definidas, por lo que el almacenamiento y otras actividades de manejo de estas sustancias constituyen un riesgo para la salud humana y el medio ambiente (Navarro et al., 2015).

Las razones anteriores conducen a buscar vías para un adecuado manejo de los productos químicos en desuso y caducados, para lo que es muy útil contar con una guía que contenga alternativas generales de manejo, que considere cada una de las etapas del ciclo de vida de dichos productos.

Trabajos preliminares han incluido la búsqueda de información sobre el tema, la actualización del inventario de productos químicos en desuso y caducados y el diseño de una base de datos para gestionar este inventario, que facilite su manejo (Navarro et al., 2016a, 2016b). Por lo que se hace necesario investigar sobre las alternativas de manejo a aplicar que permitirán la disminución de los riesgos.

El objetivo de este trabajo fue proponer alternativas generales de manejo para los productos

químicos en desuso y caducados en la industria petrolera cubana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar la propuesta de manejo de productos químicos ociosos y caducados se analizó la información obtenida en trabajos anteriores, incluyendo los inventarios de este tipo de sustancias que se encuentran insertados en la base de datos, diseñada para este fin, y a la cual es permitido acceder a todos los usuarios que se encuentren en la red CUPET (Navarro et al., 2016a).

En la propuesta de alternativas se tuvo en cuenta la clasificación de los productos químicos según sus propiedades (físico - químicas, toxicológicas, efectos específicos sobre la salud humana y efectos sobre el medio ambiente), lo que define el grado de peligrosidad según la normativa (NC, 2014).

Las etapas del ciclo de vida de los productos químicos consideradas son: adquisición, almacenamiento, comercialización, utilización, tratamiento y disposición final por ser las que inciden en que se conviertan en desuso o caducados y posteriormente sean considerados como desechos (MINBAS, 2006).

Se siguieron las premisas básicas para el manejo de productos químicos: etiquetado y/o rotulado, información de seguridad, prevención, emergencias y mejores alternativas, y los principios rectores del manejo de desechos: responsabilidad del generador en todo el ciclo de vida, prevención, precaución, autosuficiencia, proximidad, equidad, participación pública, transparencia, eficacia y eficiencia, gradualismo y mejora continua, aceptación social, compensación y flexibilidad.

Se tuvieron en cuenta las jerarquías definidas en las estrategias de gestión de desechos, que establecen que la primera opción es la prevención y minimización de la generación, seguida del aprovechamiento y valoración de los residuos, el tratamiento y como última opción, la disposición final (Martínez et al., 2005).

Se realizaron además consultas a las autoridades rectoras de la actividad ambiental sobre las estrategias de manejo propuestas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el manejo de productos químicos hay que determinar la clasificación de los mismos. Existe un gran número de ellos que pueden ocasionar lesiones,

accidentes y daños con gran facilidad, sin que se requiera de unas condiciones extremas; estos son llamados productos químicos peligrosos y exigen mayor atención.

Se clasifican según sus propiedades (físico-químicas, toxicológicas, efectos específicos sobre la salud humana y efectos sobre el medio ambiente) lo que define el grado de peligrosidad (NC, 2014).

Los productos químicos peligrosos son aquellos elementos químicos, compuestos o mezclas, tal como se presentan en su estado natural o como se producen en la industria, que originan (MINBAS, 2006):

- Riesgos para la Salud: al causar efectos agudos inmediatos o efectos crónicos en la salud de las personas o los seres vivos expuestos por un periodo de tiempo.
- Riesgos para la Seguridad: al ocasionar incendios, explosiones o descomposiciones violentas en presencia de calor, oxígeno, agua y otros factores externos.

Las principales características perjudiciales de los productos químicos son: toxicidad, inflamabilidad y explosividad, reactividad violenta, así como radioactividad.

El grado de riesgo de cada sustancia, para la salud de los trabajadores y los usuarios en general, depende de varios factores, tales como:

- El estado físico en que se encuentran estas sustancias.
- La concentración de la sustancia en el ambiente.
- Las condiciones del puesto de trabajo y el ambiente laboral.
- Las vías de ingreso de la sustancia al organismo humano.
- El tiempo de exposición.
- La susceptibilidad de la persona o personas expuestas.

A los efectos de este trabajo vamos a considerar, para los productos químicos, como etapas del ciclo de vida: adquisición, transportación, almacenamiento, comercialización, utilización, tratamiento y disposición final.

Para la aplicación de alternativas de manejo los generadores de desechos peligrosos tienen la obligación de elaborar y mantener actualizados los inventarios de los mismos, el cual es un dato clave

para la gestión, pudiendo tener diferentes utilidades como son:

- Poder implementar una política de gestión integral, estableciendo las prioridades de acción.
- Sensibilización y concientización de los distintos actores.
- Establecer las necesidades de infraestructura para el tratamiento y disposición final.
- Generar datos dinámicos de la gestión a efectos de poder analizar la efectividad de las medidas y retroalimentar las líneas de acción.
- Poder establecer indicadores de generación a efectos de actuar sobre la minimización.

Para realizar el inventario de los productos químicos en desuso y caducados se considerará, como mínimo los aspectos siguientes: nombre de la instalación, coordenadas geográficas, provincia, municipio, ubicación en cuencas hidrográficas, tipo de producto(en desuso o caducado), estado de agregación, nombre del producto, especificaciones de calidad (grado reactivo, puro para análisis o comercial), cantidad, datos del envase (número, capacidad, tipo, estado técnico y condiciones de almacenamiento), así como si la instalación está cerca de fuente de abasto de agua, asentamientos poblacionales y cría intensiva de animales (Navarro et al., 2016b).

Toda persona natural y jurídica que genere desechos peligrosos incluidos los productos químicos en desuso y caducados tiene que contar con un plan de manejo, el que debe incluir las medidas de reducción de riesgos en el acápite referido a accidentes con sustancias peligrosas (CITMA, 2009).

El manejo integral de los desechos peligrosos abarca las siguientes etapas: aplicación de estrategias de prevención de la generación en las fuentes de origen, generación, recolección, clasificación, transporte, almacenamiento, aprovechamiento económico (reciclaje, reuso), tratamiento y disposición final.

Los generadores de desechos están obligados a aplicar, como primera prioridad o alternativa de gestión, la prevención y reducción de la generación de desechos peligrosos en la fuente de origen, y en segundo orden de prioridad, están obligadas a fomentar, siempre que sea factible desde el punto de vista técnico económico y ambiental, la recuperación y aprovechamiento de los materiales con potencial para ello.

PREMISAS BÁSICAS PARA EL MANEJO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

a) Etiquetado y/o Rotulado: todos los productos químicos deben estar etiquetados y/o rotulados, de acuerdo a lo establecido en las normas, más aún si están catalogados como peligrosos para la salud, la seguridad o el medio ambiente (NC, 2014).

La etiqueta de identificación del producto químico deberá contener la información siguiente:

- Las denominaciones comerciales.
- La identificación del producto químico.
- La identificación del proveedor.
- Los símbolos e identificaciones de peligro.
- Los riesgos particulares que entrañen la utilización del producto químico, inscribiendo las frases normalizadas de riesgos (frases R).
- Los consejos de prudencia (frases S). En la NC 229 se puede encontrar la lista de frases normalizadas (R y S) de riesgos y consejos de prudencia y precauciones de acuerdo al tipo de sustancia con su símbolo (NC, 2014).

b) Información de seguridad: todas las personas que tengan relación directa o indirecta con productos químicos, deben tener acceso a la información de seguridad, que incluya las precauciones para el manejo seguro de los productos asociados a los diferentes procesos.

c) Prevención: enfocar todas las acciones de prevención cubriendo todo el ciclo de vida de los productos químicos en la entidad (desde su compra, manipulación, uso y disposición final), involucrando a los trabajadores, contratistas, proveedores y visitantes.

d) Emergencias: toda persona que manipule productos químicos debe conocer las acciones de seguridad para atender emergencias, para lo cual se deben implementar planes de atención basados en todos los posibles escenarios que se deriven de los procesos internos.

e) Mejores Alternativas: siempre que los procesos y actividades lo permitan, se deben buscar alternativas de sustitución de productos químicos por otros menos peligrosos para la salud, la seguridad y menos contaminantes para el medio ambiente.

CRITERIOS RECTORES DEL MANEJO DE DESECHOS

En el cuadro 1 se presenta una síntesis de los principales criterios que integran las políticas de gestión de residuos peligrosos en el marco del desarrollo sostenible (Martínez et al., 2005).

Cuadro 1. Principios de las Políticas de Gestión de Residuos Peligrosos
Table 1. Principles of Hazardous Waste Management Policies

Criterio	Concepto
Responsabilidad del generador	El generador será responsable de su adecuada gestión en todo el ciclo de vida, independientemente que en las diferentes etapas hayan intervenido otros actores. Se incluye el concepto de responsabilidad extendida aplicado a los importadores o productores de bienes de consumo.
Prevención	Se debe prevenir la generación de los residuos en la fuente, tanto en cantidad como en su potencial de causar contaminación, involucrando en consecuencia sistemas productivos más eficientes, sustitución de materias primas por otras de menos peligro o cambios tecnológicos.
Precaución	Se deben aplicar medidas para prevenir los riesgos aun cuando no existieran pruebas concluyentes sobre el posible daño, pero siempre y cuando existieran antecedentes razonables para presumir el mismo
Autosuficiencia	Se debe procurar que la gestión de residuos se realice dentro del territorio donde se generan, siempre y cuando ello sea posible desde el punto de vista ambiental, social y económico.
Proximidad	Los residuos deberán ser gestionados preferentemente lo más cerca de su origen, tanto por razones de seguridad, como por razones de costo. Se asocia al principio de autosuficiencia.
Equidad	En la distribución de tareas, deberes y derechos se deberá mantener el principio de equidad y solidaridad social.
Participación pública	Establecer mecanismos para que los diferentes sectores de la sociedad puedan tener acceso a la información y oportunidades de participación en la toma de decisiones.
Transparencia	Debe basarse en un adecuado manejo de la información con el objetivo de asegurar su disponibilidad y accesibilidad por parte de cualquier actor interesado.
Eficacia y eficiencia	Deben desarrollarse sobre la base de criterios de eficacia y eficiencia ambientales y económicas.
Gradualismo y mejora continua	Implicará una aplicación gradual, en un proceso de mejora continua, que permita la efectividad de las acciones y acompañe el desarrollo del conocimiento y el avance tecnológico.
Aceptación social	Deberá ser un elemento adicional a tener en cuenta en la selección de alternativas de gestión.
Compensación	Se aplicarán instrumentos que permitan compensar los impactos aceptables no mitigables.
Flexibilidad	La heterogeneidad de situaciones hace necesario que los instrumentos de política sean flexibles a efectos de poder dar solución a casos específicos y viabilizar la aplicación efectiva.

PRINCIPIOS DE JERARQUÍA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS

En el marco de una política de gestión integral de residuos acorde con el desarrollo sostenible, es necesario definir jerarquías en las estrategias de gestión, las que tendrán como primera prioridad evitar la generación de residuos en la fuente, dejando la alternativa de disposición final como última opción de manejo.

Prevenir y minimizar la generación: se encuentra como primera en la escala. Promover la minimización en la generación de residuos y prevenir los riesgos inherentes a su manejo involucra establecer una política de producción más limpia.

Esta etapa de gestión está orientada a la autogestión y dependerá en gran parte del cambio de conducta del generador. Dentro de este concepto también se incorpora el concepto de consumo sustentable, donde el consumidor final es clave para minimizar la generación de residuos peligrosos generados como resultado del final de vida útil de un bien de consumo. La aplicación de campañas de educación y sensibilización tendientes a modificar hábitos de consumo es esencial para atender este aspecto. Sin perjuicio de ello es necesario también incorporar una política de producción de bienes que apunte a disminuir, entre otras cosas, la cantidad de materiales peligrosos presente en los mismos.

Aprovechamiento y valorización de residuos: como segundo orden jerárquico se debe fomentar la recuperación de materiales en un contexto de eficiencia económica y ambiental, involucrando tanto el reciclaje como cualquier valorización de residuos, incluyendo la valorización térmica. Para su efectiva implementación es necesario que se desarrollen los mercados de materiales reciclados.

Tratamiento: ubicado en el tercer lugar en el orden jerárquico, involucrará procesos de transformación ambientalmente aceptables, que tienen como objetivo reducir el volumen y la peligrosidad de los residuos.

Disposición final: última opción en la escala jerárquica, involucra la práctica de disponer residuos en un lugar, diseñado y operado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental. Dada las características de los residuos peligrosos, esta modalidad involucra el almacenamiento de largo plazo de los residuos. Es por esta razón que se debe asegurar que los residuos que ingresan a disposición final sean el mínimo imprescindible, teniendo en cuenta aspectos tecnológicos y económicos.

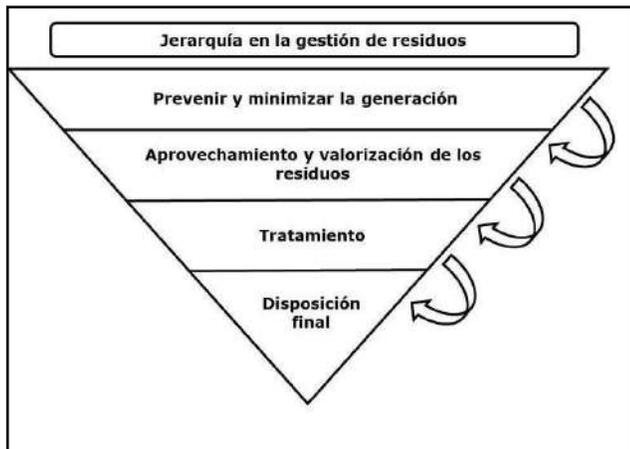


Figura 1. Jerarquía en la Gestión de Residuos
Figure 1. Hierarchy in Waste Management

ALTERNATIVAS DE MANEJO

Las alternativas de manejo serán ejecutadas teniendo en cuenta cada una de las etapas del ciclo de vida de los productos químicos y los principios de jerarquía en la gestión de residuos. Las acciones serán de carácter preventivo que incluye la minimización de residuos y de carácter correctivo que están encaminadas a acciones de minimización o eliminación de los inventarios de productos químicos en desuso y caducados.

Acciones de carácter preventivo

- a) Minimización de Residuos (figura 2): consiste en reducir el volumen y la peligrosidad de residuos generados, basándose en dos formas fundamentales:
- Reducción en la fuente
 - Reciclado

En este caso el reciclado es una opción a aplicar antes de que los productos químicos se conviertan en caducados. Siempre debe preferirse la reducción en la fuente. (Martínez et al., 2005).

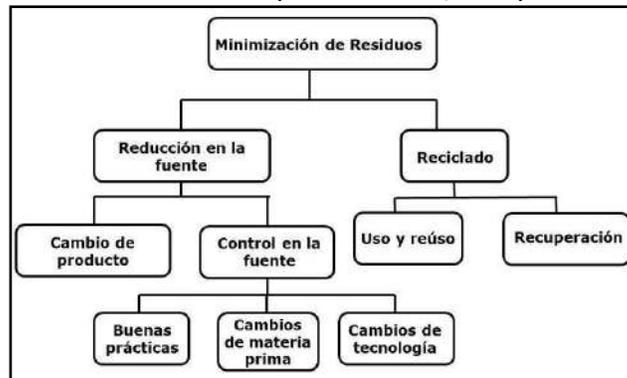


Figura 2. Minimización de Residuos
Figure 2. Waste Minimization

Cambio de productos

La eliminación de riesgos e impactos debidos al manejo de una sustancia química peligrosa se logra sustituyendo ese insumo químico o el producto que lo contiene por otro que presente un riesgo menor. Aunque la sustitución es el método más directo para la reducción de peligro, no siempre es práctica. Se debe realizar una evaluación cuidadosa antes de llevar a cabo cualquier plan de sustitución para asegurar que un químico nuevo alternativo no posea un peligro mayor que el producto que se usa en la actualidad.

La metodología para el desarrollo de un proceso de sustitución incluye una serie de pasos lógicos que hacen parte de un ciclo de mejoramiento continuo. Los pasos metodológicos básicos se describen a continuación:

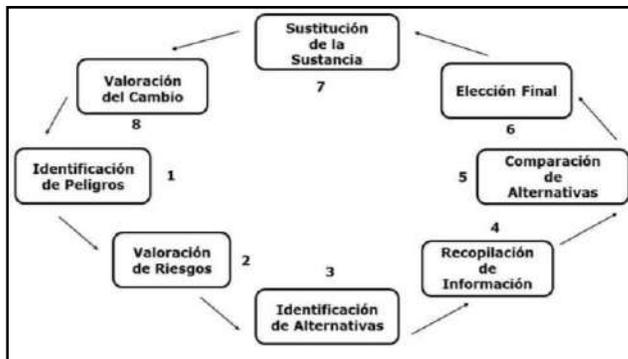


Figura 3. Pasos Metodológicos para la sustitución de un producto químico.
Figure 3. Methodological steps for the substitution of a chemical product.

Identificación de peligros y valoración de riesgos: estos pasos involucran la decisión de que sustancia o proceso actual representa un riesgo. Un peligro se define como el potencial inherente a una sustancia o un proceso que puede afectar las personas o el medio ambiente. El riesgo tiene que ver con la probabilidad de que esto ocurra.

Identificación de alternativas: búsqueda de opciones de las sustancias químicas que se han identificado con nivel de riesgos significativo para la salud y/o el ambiente. La búsqueda puede hacerse utilizando fuentes de información disponibles (incluyen autoridades ambientales y de salud, organizaciones no gubernamentales, universidades, centros de investigación y proveedores de insumos químicos) o a través de bases de datos especializados en los procesos industriales específicos.

Recopilación de información: este paso es indispensable para hacer comparaciones objetivas de las alternativas identificadas. Es importante tener la información a disposición ya que la elección de una sustancia química alternativa puede requerir cambios en aspectos como:

- La forma como se realiza el trabajo.
- El tipo de equipo o partes de equipos necesarios para hacer compatible el proceso con el químico sustituto.
- El sistema de ventilación que se puede requerir.
- Los métodos de disposición de residuos.
- Los requerimientos regulatorios que puedan aplicar.

Comparación de alternativas: en este paso se comparan las alternativas entre sí y con la sustancia o proceso que se usa actualmente. En casos específicos, es difícil comparar los riesgos de un químico muy inflamable con los de uno muy tóxico. Se recomienda pensar en los efectos en términos simples. Además de las implicaciones ambientales y a la salud, se debe evaluar el grado de impacto que tendrá la nueva sustancia sobre el proceso.

Decisión: este paso representa la mayor dificultad. Se debe recordar que el cambio en un proceso puede afectar muchos otros. Se recomienda consultar con los trabajadores que estarán encargados de la manipulación directa. Es conveniente verificar el comportamiento del sustituto a escala de laboratorio y de planta piloto antes de su introducción a la actividad o proceso.

Introducción del sustituto: se debe planear el cambio del material o proceso considerando las

medidas de seguridad necesarias. Se debe entrenar a los trabajadores involucrados.

Valoración del cambio: se debe verificar el proceso para ver si la sustitución ha producido los resultados esperados y las valoraciones basarse en el análisis de monitoreos de tipo ambiental y ocupacional.

La sustitución debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Efectividad: El material sustituto deberá cumplir con los requerimientos técnicos para el trabajo o proceso (por ejemplo, solubilidad, tiempo de secado).
- Compatibilidad: El material sustituto no debe interferir con el proceso, o reaccionar con los otros materiales o el equipo.
- Control de proceso: Los métodos de control de los procesos existentes deben aceptar al material sustituto. En caso contrario, se debe evaluar la posibilidad de realizar cambios en ellos, ya sea reemplazándolos o ajustando los equipos y/o las variables de control.
- Manejo de residuos: El sistema de control y disposición de residuos de la instalación debe responder ante los requerimientos técnicos y regulatorios cuando se trabaje con cualquier residuo creado por el uso del material sustituto.

Acciones de carácter correctivo

Entre las acciones de carácter correctivo se encuentran:

- a) Estabilización del lugar: considera el reenvasado de productos, limpieza de derrames, envasado de materiales contaminados.
- b) Identificación de usuarios potenciales: esta actividad considera la transferencia de productos químicos en desuso y caducados, a otras entidades externas con potencial de utilización de estos productos. Es considerado también un reciclaje, pero a diferencia del anterior se aplica cuando los productos químicos han pasado a la categoría de en desuso y caducados.
- c) Recuperación de productos químicos para los usos previstos: esta acción considera la posibilidad de recuperar productos químicos que han sufrido un daño reversible, como resultado de las deficientes condiciones de almacenamiento. Bajo esta alternativa se

- incluye la posibilidad de recuperar productos químicos que se han hidratado.
- d) Otros usos posibles: considera la posibilidad de identificar otros usos, tanto en el plano interno como externo a la empresa.
- e) Almacenamiento temporal/confinamiento: considera el almacenamiento temporal de un producto químico y desechos peligrosos, que, en base a sus características particulares, requiere de determinados requisitos de seguridad para la ejecución de esta práctica y para los cuáles se reconocen alternativas de tratamiento que no resultan posible ejecutar, dada la ausencia de capacidades nacionales con los requisitos técnicos necesarios. Especial atención debe prestarse a reactivos de laboratorio o productos químicos destinados a otros usos que contienen cianuro, plomo, vanadio, estroncio, cadmio, cromo, mercurio y arsénico. En el caso de los desechos de este tipo que contengan metales pesados se clasifican en correspondencia al metal que corresponda. En esta opción hay que tener en cuenta que en el almacenamiento solo se pueden poner en contacto entre sí o mezclarse cuando sean de naturaleza compatible. Al efecto se puede utilizar como referencia la tabla de incompatibilidades del reglamento integral para el manejo de desechos peligrosos (CITMA, 2009).
- f) Soluciones de tratamiento o eliminación: esta actividad considera soluciones derivadas de estudios y/o evaluaciones, con el fin de determinar las alternativas más viables para el tratamiento, destrucción o eliminación final de las existencias de un producto químico determinado.
- g) Estas soluciones pueden incluir procesos de neutralización, tratamientos físicos-químicos, incineración, dilución y degradación biológica. Las que deben ser evaluadas de forma particular para cada sustancia, en dependencia del tipo, cantidad, peligrosidad y características particulares y teniendo en cuenta las condiciones técnicas disponibles para su aplicación, las que deberán ser aprobadas por la autoridad ambiental correspondiente mediante la licencia ambiental (Navarro et al., 2017). En los procesos de tratamiento y disposición final hay que tener en cuenta que los efectos

que se generan de las reacciones, pueden ser controlados (CITMA, 2009).

CONCLUSIONES

Al proponer alternativas para el manejo de productos químicos en desuso y caducados, hay que tener en cuenta las regulaciones ambientales sobre el tema y los criterios y principios para el manejo de este tipo de sustancias, así como los principios de las políticas y jerarquía en la gestión de residuos. Las acciones serán de carácter preventivo y correctivo, siendo las primeras las que representan los mejores resultados ambientales y económicos. Estas alternativas propuestas sirven de guía para el manejo de este tipo de productos lo que permitirá disminuir los riesgos al ser humano y al medio ambiente y tiene como novedad que resume los criterios a tener en cuenta y el orden lógico de aplicación.

REFERENCIAS

- Decreto Ley 309.2013. De la Seguridad Química. Gaceta Oficial 015 Ordinaria. Raúl Castro Ruz, Presidente del Consejo de Estado. Febrero de 2013.p. 561-569. https://www.gacetaoficial.gob.cu/sites/default/files/go_o_015_2013.pdf
- Diario Oficial de la Federación (D.O.F.). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. México, Distrito Federal, 2 del mes de junio de 2006.p. 1-40. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNAT/SEMARNAT.htm>
- Martínez J., Mallo, M., Rosario L., Alvarez Y., Salvarrey A. y Gristo P.. 2005. Guía para la Gestión Integral de Desechos peligrosos. Fundamentos Tomo I. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo. Uruguay. 163 p. <https://bit.ly/3xsEiKJ>
- Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).2009. Resolución 136/2009 Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos. Gaceta Oficial No. 037 Ordinaria de 28 de septiembre de 2009. Ministerio de Justicia. La Habana, Cuba. p. 1288-1303. <https://bit.ly/3HtU4cN>
- Ministerio de la Industria Básica (MINBAS). 2006. Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Productos Químicos y Desechos Peligrosos. Habana. Cuba. 14 p.

Navarro-Sosa Y., L. Rivas, C. Cañete, R. Romero y M. Soroa. Documento descriptivo del Proyecto 9005 "Manejo de Productos Químicos en la Industria Petrolera Cubana". Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET). La Habana. Cuba. 2015. 10 p.

Navarro-Sosa Y., L. Rivas, C. Cañete, R. Romero y M. Soroa. 2016a. Informe Etapa 01 Búsqueda de información sobre el manejo de sustancias químicas. Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET). La Habana. Cuba. 12p

Navarro-Sosa Y., L. Rivas, C. Cañete, R. Romero y M. Soroa. 2017. Informe Etapa 05 Propuesta general de alternativas de manejo para los productos químicos ociosos y caducos. Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET). La Habana. Cuba. 24 p

Oficina Nacional de Normalización (NC). 2014. NC 229:2014 Seguridad y salud en el trabajo — productos químicos peligrosos — medidas para la reducción del riesgo. Habana. Cuba. 31p.
<https://bit.ly/39wHFIL>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (UNEP/EA). 2019. Perspectivas el Medio Ambiente (UNEP/EA). 2019. Perspectivas de los productos químicos a nivel mundial II: de las herencias a las soluciones innovadoras. UNEP/EA.4/21.
<https://www.unep.org/es/resources/perspectivas-del-medio-ambiente-mundial-6>



UACH
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

Dirección de
Investigación y Posgrado



FACIATEC

Facultad de Ciencias Agrotecnológicas



FACULTAD DE CIENCIAS AGROTECNOLÓGICAS, UACH

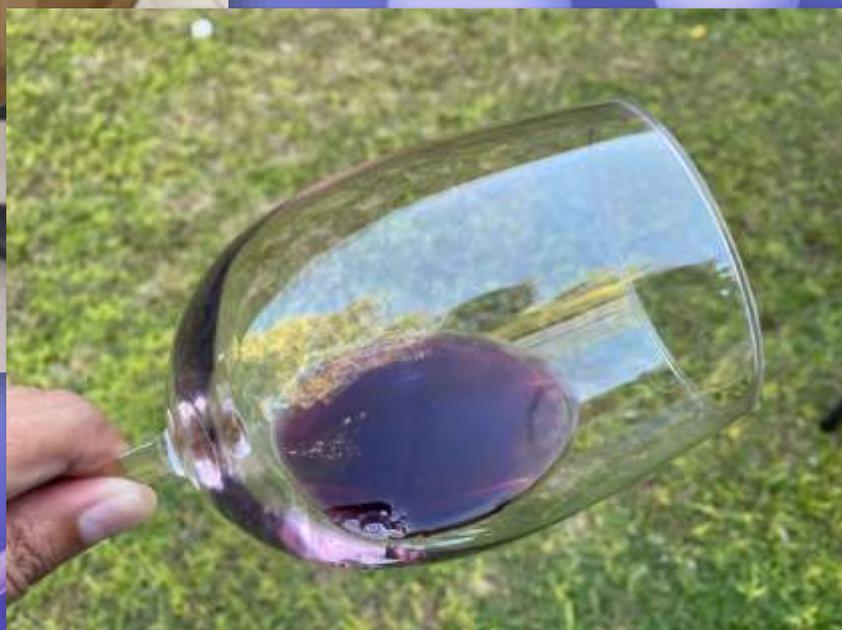


TECNOCENCIA CHIHUAHUA
Revista de ciencia y tecnología



UACH
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

Dirección de
Investigación y Posgrado



FACULTAD DE CIENCIAS AGROTECNOLÓGICAS, UACH
PRODUCCIÓN VINÍCOLA

TECNOCIENCIA CHIHUAHUA
Revista de ciencia y tecnología