

comercialización de un producto, es decir, las personas que podrían consumir el “agrillo” en cualquier presentación.

Para determinar el mercado potencial se consideró los siguientes datos:

Ubicación Geográfica: Arandas, Jalisco

Edades: 15 – 60 años.

Población Total: 80,609 personas (Inegi, 2020).

Nivel socioeconómico: Clase media. 80% de la población (Inegi, 2020).

Para determinar el mercado potencial se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q = n \times p \times q$$

Donde n corresponde al número de posibles compradores dentro de tu segmento.

P es precio promedio de tu producto en el mercado.

Y la q la cantidad promedio de consumo per cápita en el mercado.

El mercado potencial, representado por la letra Q (Sy Corvo, 2018).

La información para sustitución de la fórmula es:

Ubicación Geográfica: Arandas, Jalisco

Edades: 15 – 60 años.

Total: 80,609 personas (Inegi, 2020).

Nivel socioeconómico: Clase media. 80% de la población (Inegi, 2020).

Aceptación del producto: 59.90%

Precio promedio por kilo: \$250.00

Consumo promedio: 100 gramos

Para la interpretación de datos se aplicó un conjunto de procedimientos que permitieron manejar, seleccionar, la información acorde a los objetivos planteados, con la finalidad de llegar a resultados relevantes en la evaluación, lo anterior se realizó a través de entrevistas, encuestas, lectura exhaustiva del material, agrupación de conceptos que se relacionan con el fenómeno estudiado, categorizando los temas e información en patrones comunes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se clasificaron de forma secuencial, es decir, primero el ciclo de producción del agrillo, ficha técnica, evaluación de la calidad física y

fisiológica, uso actual (preferencias de mercado), mercado potencial, así como el aprovechamiento del mismo en el municipio de Arandas, Jalisco.

Ciclo de producción y características del Agrillo

En la región Altos de Jalisco, el fruto del “agrillo” es muy apreciado, principalmente en el municipio de Arandas, es una especie silvestre y su fruto se colecta en los cerros de la región en los meses de primavera u otoño, el ciclo de producción del agrillo se puede observar en las etapas definidas en la tabla 1, con información extraída del California Native Plant Society (Calscape, 2009), las imágenes fueron obtenidas de los archivos propios de la investigación.

En cuanto al aspecto físico de la planta del agrillo, se observa en la Tabla 2 los cambios del arbusto en cada etapa de producción, dicho aspecto coincide con los estudios realizados por Stephen L Love y Candace J Akins de la university of Idaho (L amor & J Akins, 2020).

Tabla 2. Etapas del ciclo de producción del agrillo

Etapas del ciclo de producción del agrillo	
Etapa 1	Planta tipo Arbusto con un tamaño de 1.3 -8 pies, con forma de montículo redondeado.
Etapa 2	Inicio de floración, color café-crema.
Etapa 3	Floración con color crema – amarillo.
Etapa 4	Maduración, transformación de flor a fruto con color verde.
Etapa 5	Maduración, transformación de fruto con color verde grisáceo.
Etapa 6	Maduración total, transformación de fruto con color rojo. Etapa de recolección.

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de Calscape (Calscape, 2009).

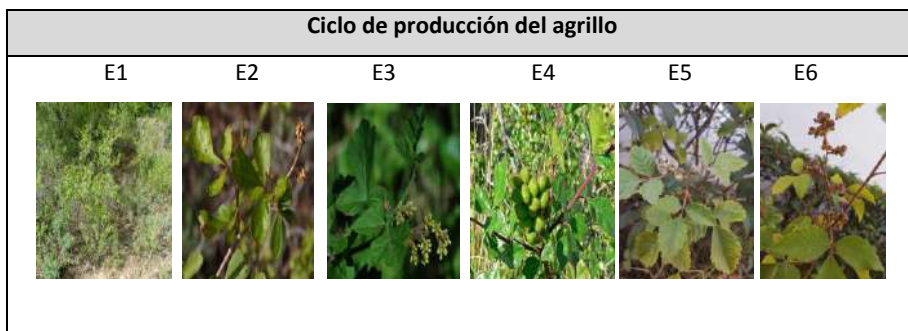


Figura 5. Ciclo de producción del agrillo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Ficha Técnica del Agrillo

PARÁMETROS	AGRILLO
Definición	Etimología viene de «agrio», del latín «ācer» o «ācris» que quiere decir agrio y del sufijo «illo» que indica diminutivo o afectivo.
Familia y género	Anacardiaceae, Rhus
Propiedades	Fibra cruda, Extracto de éter, Extracto libre de N, Calcio, Magnesio, Fósforo, Potasio, Proteína
Características	La planta es un arbusto con ramas extendidas, 3 m de altura; corteza gris, lenticular; ramitas marrones, puberulentas a glabras, pecíolos de 8-15 mm de largo; folíolos sésiles, ovados a rómbicos, crenados a profundamente lobulados; bases cuneadas, a veces estrechamente; folíolo terminal de 15-35 mm de largo, 7-25 mm de ancho; follaje delgado, caducifolio y de color rojo oscuro en el otoño.
Usos	Alimentos, herbolaria, medicinal, pastoreo.
Características organolépticas	Sabor de ácido, acre y áspero acidez en el sentido del olfato y del gusto.

Fuente: Elaboración propia.

Quintana Camargo realizó un análisis del fruto del “agrillo” obteniendo que un 62.34% corresponde al despulpado y estructuras asociadas al fruto y el porcentaje restante (37.64%) es semilla aprovechable con diferentes grados de calidad entre ellos: 18.91% correspondió a semilla libre de daño, un 16.42% a

semilla manchada y un 2.31% fue semilla picada; aquellas semillas que se tiñen de una coloración rojo intenso, es indicativo de buena calidad fisiológica (tejido vivo), por el contrario, tejido que no tiñe o bien, tiñe de manera tenue (rosa) representa a tejido deteriorado o muerto (tejido sin teñir) y en función de la ubicación del mismo, será la consideración de semilla viable o semilla no viable (Quintana-Camargo, Guzmán-Rodríguez, Pichardo-González, & Reyes-Guerra, 2016). La calidad física y fisiología de la semilla del agrillo se agrupan en la Tabla 3.

Tabla 4. Evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de “agrillo” (*Rhus trilobata*) del municipio de Arandas Jalisco

CALIDAD FISICA Y FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DEL AGRILLO	
Contenido de Humedad	9.27%
Peso de mil semillas	18.775 g
Peso volumétrico	64.96 kg/hl
Rayos X	50% semillas llenas
Viabilidad con tetrazolio	40%
Germinación estándar	42%

Fuente: (Quintana-Camargo, Guzmán-Rodríguez, Pichardo-González, & Reyes-Guerra, 2016).

Aprovechamiento del Agrillo en el municipio de Arandas, Jalisco

En el municipio de Arandas, Jalisco, el fruto del “agrillo” es muy apreciado, ya que con él se elaboran dulces, agua fresca, helado, paletas de hielo. Además, en otras regiones, como lo afirma Farrera Sarmiento en el estudio de “Conservación y manejo sustentable de las plantas útiles en comunidades zoques del occidente de Chiapas, México”, se ha documentado su uso en la herbolaria tradicional y su utilidad dentro de los ecosistemas y aún en la regeneración de zonas degradadas, se le considera como una planta útil, y como alternativa importante de desarrollo en las rurales y campesinas, a través de un mejor manejo del fruto y de su producción (Farrera Sarmiento, 2019).

En Arandas, Jalisco, existen indicios de la producción del “agrillo” por agricultores independientes, los cuales guardan celosamente la información relacionada al proceso y cantidades, sin embargo, es de conocimiento general que

la agricultura es una actividad castigada en la región, y que el cultivo del agave casi monopoliza las tierras alteñas, degradándolas y terminando con las plantas silvestres de *Rhus*, al realizar el proceso de desmonte y preparación de tierras, por esta razón los propietarios de parcelas deciden cultivar el mezcal –agave, que es más redituable económicamente, que conservar la planta de agrillo, que solo tiene una producción anual y es lento el proceso productivo.

Para enriquecer la importancia del fruto del Agrillo, se realizó una encuesta, lo cual arrojó los siguientes resultados.

1. La respuesta a la pregunta referente a si conocían el “agrillo”, tuvo una respuesta afirmativa que representa un 94%, el 0.66% respondió que lo conoce poco, implicando que no lo ha probado; y 8 encuestados dieron respuesta negativa a la pregunta, lo que refleja un 5.33% del total. Se realiza la aclaración que todos los participantes fueron voluntarios y radican en la ciudad de Arandas, Jalisco, con una edad que oscila entre los 15 y 60 años.

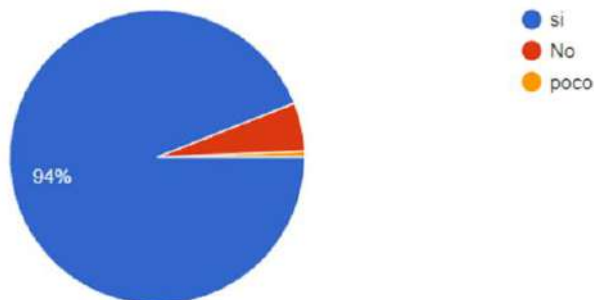


Figura 6. Porcentaje de conocimiento del Agrillo.

Fuente: Elaboración propia.

2. El 92.60% de las personas que conocen el agrillo, lo han probado, representando 138 encuestados, el resto, 7.40% no ha degustado el fruto antes mencionado.

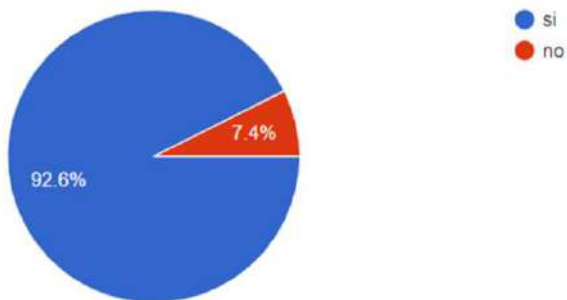


Figura 7. Degustación de agrillo.

Fuente: Elaboración propia.

- De las 138 personas que han tenido la oportunidad de degustar el fruto del agrillo, las opiniones, relacionadas a la aceptación del sabor, son divididas, el 59.90% le gusta el sabor, el 15.50% respondió que el sabor es de sus predilectos, al 13.60% su paladar es poco tolerable a la degustación del fruto, y al 11.60% le desagrada.

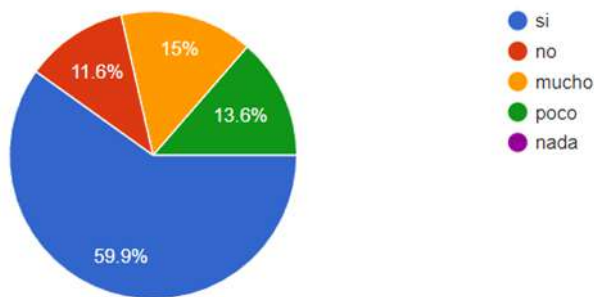


Figura 8. Preferencia del sabor.

Fuente: Elaboración propia.

- El precio del fruto es muy variante, depende de la cosecha que se tenga cada año y de la demanda, que cada año aumenta en la preferencia del consumidor, debido a la variedad de productos en los que se puede encontrar el fruto, como se puede observar en la Tabla 2 sobre el uso

actual y potencial del agrillo, grado alimenticio. El rango de precios en que el consumidor desearía adquirir el producto es entre \$50.00 a \$100.00, ya que alcanzó una respuesta del 55.60%; el resto porcentual varía en los diferentes rangos establecidos. Sin embargo, investigaciones de campo definieron el precio promedio del “agrillo” entre \$250.00 y \$300.00 pesos, debido a la baja producción ocasionada por el cambio de uso de suelos y la sobre plantación de mezcal en la zona.

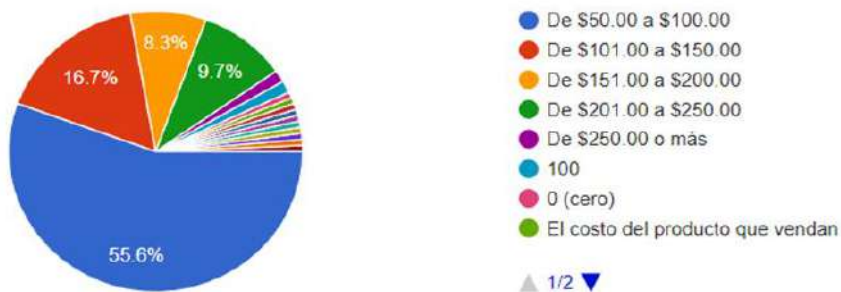


Figura 9. Rango de precios del Agrillo.

Fuente: Elaboración propia.

- La preferencia del consumidor por este fruto, determina que el 73.80 % de los encuestados respondieran afirmativamente al cuestionamiento relacionado con el consumo de este fruto durante todo el año.

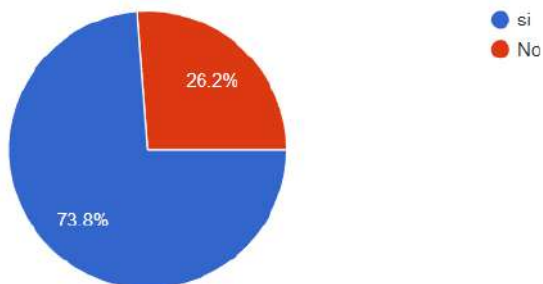


Figura 10. Preferencia de consumo de Agrillo, durante todo el año.

Fuente: Elaboración propia.

Uso actual y potencial del agrillo

Con los resultados de la investigación documental y la encuesta realizada, se obtuvo la información relacionada al uso actual y potencial del agrillo, considerando que los participantes podrían seleccionar las casillas de su preferencia, acorde con la presentación del producto que les era familiar y hubieran consumido con anterioridad.

Tabla 5. Uso actual y potencial del Agrillo, grado alimenticio

AGRILLO		
Uso actual y potencial grado alimenticio		
Uso Actual	Número de respuestas/% de preferencia	Uso Potencial
Agua	104 – 78.80%	Licores
Dulce	69 – 52.30 %	Salsas
Nieve	68 – 51.50%	Ate
Estado Natural	65 – 49.20%	Sazonador
Caramelos	56 – 42.40 %	Especias
Helados	47 -35.60%	Mermelada
Licor	26 – 19.70%	Jarabe
Ate	17 – 12.90%	Botana
Jarabe	8 - 6.10%	Condimento
Salsas	8 - 6.10%	
Otro	9 – 6.80%	

Fuente: Elaboración propia.

Determinación de mercado potencial

El mercado potencial comprende a los individuos que consumen un producto similar al agrillo, las personas que actualmente no lo consumen, y, finalmente, a las personas que actualmente no lo consumen pero que probablemente en el futuro podrían hacerlo.

Tabla 6. Determinación de mercado potencial del Agrillo

Determinación del mercado potencial para el Agrillo en Arandas, Jalisco			
Parámetro	Formula	Sustitución	Alcance
Posibles consumidores	$n \times \%$	80,609 X 59.90%	48,284.79 consumidores
Mercado potencial	$Q = n \times p \times q$	48,284.79 X 250 X 100g	1207119.75 unidades monetarias
Consumo total	$n \times q$	48,284.79 X 100g.	4828.49 kilos

Fuente: Elaboración propia.

Alternativa de sustentabilidad regional

A pesar de que en México varias instituciones oficiales y el gobierno de la ciudad de México no han valorado la conveniencia de su cultivo, el “agrillo” es una fruta que se cotiza a precios atractivos en el mercado de Jalisco e internacional, sin embargo, todavía no hay un interés definido para explotarlo con fines comerciales. Desde hace varias décadas esta especie frutícola se conserva en varias regiones húmedas del Estado de Jalisco y Michoacán que presentan condiciones climáticas apropiadas, sin embargo, por su desconocimiento y la falta de promoción sigue siendo un cultivo de traspatio limitado, y su cosecha es ocasional en casi todo el Estado de Jalisco.

El “agrillo” es un fruto que tiene potencial de comercialización por las características y propiedades que contiene, sumado a las expectativas del mercado, esto es gracias a la diferenciación del producto, su originalidad causa aceptación tanto a los clientes potenciales como a los no potenciales, confiando que en futuro podrán comprar esta fruta en los lugares de preferencia. En el aspecto económico, el kilo de “agrillo” alcanza los \$250.00 o \$300.00, lo que se puede considerar como una alternativa sustentable de producción en la región, la planta del *Rhus* es un apoyo en el mantenimiento del suelo, sus hojas sirven de abono y se convierten en abono orgánico para la misma planta.

En cuanto a la producción, el Estado de Jalisco cuenta con todas las herramientas que se necesitan para cultivar y producir esta fruta, señalando que se busca por el momento su producción, pero se espera que un futuro, instituciones tanto gubernamentales como privadas, ejemplificando que haya un interés por la industrialización de esta fruta en cualquier forma de sus usos, para que se comercialice no solo en forma de fruta fresca sino también industrializada.

A pesar de la importancia local, es una especie poco estudiada, de la cual se desconocen algunas las propiedades fitoquímicas y características morfológicas.

Aunado a lo anterior, el constante crecimiento de la zona urbana y el cambio en el uso de suelo del municipio, han afectado significativamente las zonas naturales de hábitat de la especie por lo que se han planteado alternativas para su manejo.

CONCLUSIONES

Se encontró que el 94% de los encuestados conocen el fruto del “agrillo” de los cuales el 92.6% lo ha degustado. Esto indica que se tiene un conocimiento mayoritario del fruto en la región de Arandas, Jalisco contrastando con el resto del Estado de Jalisco donde no se consume.

En cuanto a preferencia, el 59.90% le agrada el sabor, 15.50% es de sus predilectos y están a la espera de cada temporada, 13.60% le gusta poco, no sería su primera alternativa, pero lo consumirían, mientras que tan solo el 11.60% no optaría por consumirlo.

Con relación al costo, que sigue en aumento, los consumidores prefieren adquirirlo en precios bajos de \$50.00-\$100.00 pesos por kilogramo, siguiendo del rango de \$101.00-\$150.00, de \$151.00-\$200.00 y de \$201.00-\$250.00. Desafortunadamente la tendencia viene al alza y no únicamente se vuelve más caro sino también se venden por “calidades” y los precios baratos pueden incluir ramitas, fruto seco y hojas. En contraste un precio más alto podría fomentar el cultivo de este apreciado fruto por parte de la sociedad Arandense.

Referente a realizar desarrollos para tenerlo disponible todo el año, 73.8% de los encuestados se pronunció a favor, siendo éste un dato importante de crecimiento de mercado.

El agrillo es un fruto que tiene potencial de mayor comercialización por las características y propiedades que contiene, sumado a las expectativas del mercado, esto es gracias a la diferenciación del producto, su originalidad causa aceptación tanto a los clientes potenciales como a los no potenciales, confiando que en futuro podrán comprar esta fruta en los lugares de preferencia.

El agrillo puede consumirse en una diversidad de productos alimenticios, tiene potencial en la herbolaria y medicina, e incluso como bebidas refrescantes y licores, siempre y cuando se tengan los cuidados correspondientes para el procesamiento del fruto.

Una mayor disponibilidad del fruto del agrillo podrá incrementar la cultura gastronómica de la región, permitirá difundirlo en otras regiones del estado y podría posicionarse con un porcentaje del mercado de sabores.

LITERATURA CITADA

- Anderson, M. (2004). *Sistema de Información de Efectos de Incendios*. (Departamento de Agricultura de EE. UU., Servicio Forestal, Estación de Investigación de las Montañas Rocosas, Laboratorio de Ciencias del Fuego) Recuperado el 07 de 12 de 2021, de www.fs.fed.us
- Calscape. (2009). *Fragrant Sumac Rhus Aromatica*. Recuperado el 20 de 12 de 2021, de Calscape: [https://calscape.org/Rhus-aromatica-\(\)](https://calscape.org/Rhus-aromatica-())
- Definiciona. (2018). *Agrillo*. Recuperado el 08 de 10 de 2021, de <https://definiciona.com/agrillo/>
- Farrera Sarmiento, O. (2019). *Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*. Recuperado el 2021, de repositorio.unicach.mx.
- Hamilton, C., & Hamilton, R. (2008). *ScienceViews*. Recuperado el 2021, de <https://scienceviews.com/plants/skunkbush.html>
- Inegi. (2020). *Inegi*. Recuperado el 2021, de <https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=arandas+jalisco>
- Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara. (2017). *Resultado de identificación tradicional*. IBUG, Unidad de sistemática. Guadalajara: UdeG. Recuperado el 2021
- Krause, M. (1995). La investigación cualitativa: un campo de posibilidades y desafíos. . *Temas de educación* (7), 19-39. Recuperado el 2022, de https://mytis.webnode.cl/_files/200000020-f1c75f2c42/Krause,%20M.%3B%20La%20investigaci%C3%B3n%20cualitativa,%20un%20campo%20de%20posibilidades%20y%20desaf%C3%ADos.pdf
- L amor, E., & J Akins, C. (2020). Sexto resumen de los estudios de germinación de semillas nativas de Norman C Deno: especies con nombres que comienzan con las letras R a Z. (U. d. Wisconsin, Ed.) *Native Plants Journal*, 21(2), 150-187. doi:doi: 10.3368/npj.21.2.150
- López, J. J., & Aguas, A. (2016). *Agrillo, el regalo divino a una tierra pobre*. Recuperado el 30 de 09 de 2021, de Mayahuel Cultura Popular: <https://mayahuelcultura.wordpress.com/2016/05/05/agrillo-el-regalo-divino-a-una-tierra-pobre/>
- Naturalista. (2011). *Rhus microphylla*. (C. A. Sciences, Editor, N. Geographic, Productor, & California Academy of Sciences y National Geographic Society) Recuperado el 20 de 10 de 2021, de iNaturalist Mexico: <https://www.naturalista.mx/taxa/167827-Rhus-microphylla>

- Quintana-Camargo, M., Guzmán-Rodríguez, L. F., Pichardo-González, J. M., & Reyes-Guerra, J. A. (2016). Evaluación de calidad de semilla de agrillo (*Rhus trilobata*) del municipio de Arandas, Jalisco, México. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 3(6), 43-47. Recuperado el 21 de 12 de 2021, de www.ecorfan.org/bolivia
- RAE. (1996). *Agrillo*. Recuperado el 08 de 10 de 2021, de Real Academia Española: <https://www.rae.es/tdhle/agrillo>
- SEINet. (2006). *Rhus aromatica*. Recuperado el 2 de 12 de 2021, de National Science Foundation: <https://swbiodiversity.org/seinet/taxa/index.php?tid=3610&clid=4714&pid=20&taxauthid=1>
- Sy Corvo, H. (6 de 12 de 2018). *Lifeder*. Recuperado el 20 de 10 de 2021, de <https://www.lifeder.com/mercado-potencial/>
- Torr, G. A. (2009). *Plantas para un futuro*. Recuperado el 2021, de <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Rhus+trilobata>.
- Varela-Rodríguez, L., Sánchez-Ramírez, B., Rodríguez-Reyna, I. S., Ordaz-Ortiz, J. J., Chávez-Flores, D., Salas-Muñoz, E., . . . Talamás-Rohana, P. (01 de 07 de 2019). Evaluación biológica y toxicológica de *Rhus trilobata* Nutt. (Anacardiaceae) utilizado tradicionalmente en México contra el cáncer. *Medicina y terapias complementarias de BMC*, 19, 153. doi:<https://doi.org/10.1186/s12906-019-2566-9>
- Velazco-Macias, C. G. (2013). *Agrillo Rhus microphylla*. Recuperado el 08 de 10 de 2021, de INaturalist: <https://www.inaturalist.org/photos/494763>
- Wheeler, A. J. (01 de 01 de 2018). *Leptoglossus clypealis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae): Eastward Spread in North America, New Host Records, and Evaluation of Host Range". *Actas de la Sociedad Entomológica de Washington*, 196-21. doi:<https://doi.org/10.4289/0013-8797.120.1.196>

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al Tecnológico Nacional de México TecNM, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, por proporcionar el apoyo y recursos para la elaboración de la investigación.

SÍNTESIS CURRICULAR

Fabiola Guadalupe Arriaga López

Maestra en Materia Fiscal por la Universidad del Valle De Atemajac y Licenciada en Contaduría Pública por la Universidad de Guadalajara. Profesor-investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, con reconocimiento a Perfil deseable PRODEP, colaborador de la línea de investigación registrada en el Tecnológico Nacional de México “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23. auditor en normas ISO 9001 y 14001. Asesora y jurado de eventos de innovación y emprendimiento a nivel regional y local, proyectos de residencia profesional y tesis en las áreas de ingeniería y administración, ha dirigido y realizado investigaciones, elaborado y publicado artículos en revistas indexadas, impartido conferencias y cursos en universidades y empresas. Correos electrónicos: fabiola.arriaga@arandas.tecmm.edu.mx y faymi@hotmail.com.

Norberto Santiago Olivares

Ingeniero Químico Industrial por la Universidad Autónoma de Nayarit. Profesor investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas. Colaborador de las líneas de investigación registradas en el Tecnológico Nacional de México “Ingeniería ecológica, ambiental y ciencias” con clave LGAC-2017-SMAR-IAMB-06 y “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23. Asesor de proyectos de Residencias Profesionales en las carreras de Ingeniería Ambiental e Ingeniería en Industrias Alimentarias, ha dirigido y realizado investigaciones, elaborado y publicado artículos en revistas indexadas y JCR, impartido conferencias y cursos en universidades y empresas. Correos electrónicos: norberto.santiago@arandas.tecmm.edu.mx y nosaol@hotmail.com.

Edgardo Martínez Orozco

Dr. en Ciencias Especialidad en Biotecnología por el Instituto Tecnológico de Sonora, Maestro en Ciencias y licenciatura en Ingeniería Química por la Universidad de Guadalajara. Profesor investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas. Enlace de Investigación y de Educación Dual. Colaborador de las líneas de investigación registradas en el Tecnológico Nacional de México “Ingeniería ecológica, ambiental y ciencias” con clave LGAC-2017-SMAR-IAMB-06 y “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23. Asesor de proyectos de Residencias Profesionales en las carreras de Ingeniería

Ambiental e Ingeniería Electromecánica, ha dirigido y realizado investigaciones, elaborado y publicado artículos en revistas indexadas y JCR, impartido conferencias y cursos en universidades y empresas. Correos electrónicos: edgardo.martinez@arandas.tecmm.edu.mx y ed_orozco@hotmail.com.

Samuel Iñiguez Gómez

Candidato a Doctor en Biociencias y licenciado en Químico Farmacobiólogo (QFB) por la Universidad de Guadalajara. Profesor investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas. Colaborador de las líneas de investigación registradas en el Tecnológico Nacional de México “Ingeniería ecológica, ambiental y ciencias” con clave LGAC-2017-SMAR-IAMB-06 y “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23. Asesor de proyectos de Residencias Profesionales en la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias. samuel.iniguez@arandas.tecmm.edu.mx.

Yolanda Rizo García

Alumna del noveno semestre de la carrera de Ingeniera en Gestión Empresarial en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas. Colaborado en proyectos de investigación, desarrollo de proyecto de emprendimiento con enfoque comercial. Correo electrónico: yolizr@live.com.

METODOLOGÍAS DE ECODISEÑO PARA LA PROPUESTA DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO FUNCIONAL ELABORADO CON MEZQUITE (*Prosopis spp.*), CON BASE A LOS PRINCIPIOS DE LA INGENIERÍA SOSTENIBLE

ECODESIGN METHODOLOGIES FOR THE PROPOSAL OF A FUNCTIONAL FOOD PRODUCT MADE WITH MESQUITE (*Prosopis spp.*), BASED ON THE PRINCIPLES OF SUSTAINABLE ENGINEERING

Fabiola Alcalá **Díaz-Infante**¹; Sandra Aidee **Olivares-Bautista**²; José David **Contreras-Becerra**³ y Lilia **García-Azpeitia**⁴

Resumen

Es importante el desarrollo de nuevos productos bajo un enfoque sustentable que permita el aprovechamiento de los recursos regionales, considerando los impactos que el cambio climático ha provocado en las especies endémicas como son las presentes en el bosque espinoso. Se diseñó un alimento funcional de bajo índice glicémico, elaborado con fruto de mezquite mediante la aplicación de la metodología Design Thinking (DT) como soporte para el diseño del alimento; se realizó la ingeniería técnica del producto con

criterios de ecodiseño y eco innovación además de una propuesta para el desarrollo de cadena de valor. Se realizaron cuatro etapas del DT: primera (empatía), se realizó la búsqueda respecto a las estadísticas nacionales referentes a la población con enfermedades metabólicas para tomar de referencia y determinar los posibles consumidores del alimento funcional en Lagos de Moreno (Jalisco), así como los criterios establecidos por la norma oficial mexicana para productos alimenticios; segunda (Definición) se diseñó la encuesta, la

¹ Pasante de la carrera de ingeniería Industrial del Instituto tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Lagos de Moreno.

² Profesor investigador en el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez-Campus Lagos. Correo electrónico: sandra.olivares@lagos.tecmm.edu.mx

³ Docente investigador en el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez. Correo electrónico: DAVID.CONTRERAS@lagos.tecmm.edu.mx

⁴ Docente del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez. Correo electrónico: lilia.garcia@lagos.tecmm.edu.mx

cual se aplicó mediante redes sociales como estrategia para solventar el resguardo por la pandemia, se aplicaron 157 encuestas; tercera (Ideación) se propusieron las diferentes ideas para el diseño del alimento considerando la composición básica de este tipo de alimentos y los gustos del consumidor de acuerdo con la encuesta; cuarta (Prototipado) se elaboró un alimento funcional para consumo humano, tipo pan; bajo criterios de ecodiseño y economía circular que permitieran un proceso de bajo impacto ambiental, pero también de fácil cumplimiento tecnológico; Dentro de la ingeniería del producto bajo criterios de ecodiseño se desarrolló el concepto del alimento, el Análisis de Ciclo de Vida del producto, se determinaron los insumos y la evaluación de impacto ambiental y demás aspectos de ingeniería para el proceso. Referente al desarrollo de la cadena de Valor, esta se efectuó de acuerdo con la Organización Internacional para el Trabajo (OIT), se realizó el mapeo de la cadena de valor, plasmando las actividades primarias y las actividades de apoyo que se debe de llevar.

Esta investigación aporta conocimiento en el desarrollo de alimentos funcionales con recursos regionales que permitan el aprovechamiento de especies endémicas con beneficios adicionales para los consumidores, pero también el fortalecimiento de la economía local, bajo criterios de sustentabilidad, con la finalidad de contribuir en lo posible a lograr el objetivo de desarrollo sostenible del hambre cero para 2030.

Palabras clave: alimento; pan; mezquite; ODS; Design Thinking.

Abstract

It is important to develop new products under a sustainable approach that allows the use of regional resources, considering the impacts that climate change has caused on endemic species such as those present in the thorny forest. A low glycemic index functional food was designed, made with mesquite fruit by applying the Design Thinking (DT) methodology as support for food design; The

technical engineering of the product was carried out with eco-design and eco-innovation criteria, as well as a proposal for the development of the value chain. Four stages of the DT were carried out: first (empathy), the search was made regarding the national statistics referring to the population with metabolic diseases to take as a reference and determine the possible consumers of functional food in Lagos de Moreno (Jalisco), as well as the criteria established by the official Mexican regulations for the type of food products; second (Definition) the survey was designed, which was applied through social networks as a strategy to solve the shelter due to the pandemic, 157 surveys were applied; third (Ideation) the different ideas for the design of the food were proposed considering the basic composition of this type of food and the tastes of the consumer according to the survey; Fourth (Prototyping) the first food was made, under ecodesign and circular economy criteria that would allow a process with low environmental impact, but also with easy technological compliance; within the engineering of the product under ecodesign criteria, the concept of the food was developed, the Life Cycle Analysis of the product, the inputs and the evaluation of environmental impact and other aspects of engineering for the process were determined. Regarding the development of the value chain, this was carried out in accordance with the International Labor Organization (ILO), the mapping of the value chain was carried out, capturing the primary activities and the support activities that must be carried out.

This research provides knowledge in the development of functional foods with regional resources that allow the use of endemic species with additional benefits for consumers, but also the strengthening of the local economy, under sustainability criteria, in order to contribute as much as possible to achieve the sustainable development goal of zero hunger by 2030.

Key words: food; bread; mesquite; ODS; Design Thinking.

INTRODUCCIÓN

Nuestro planeta y la humanidad hoy enfrentan muchos retos, que de no ser solucionados se convertirán en un grave problema de salud pública, el sobrepeso y la obesidad son uno de ellos, con más de 4 millones de personas muriendo por esta situación, ya no sólo son los adultos y jóvenes, sino que cada día hay más niños con enfermedades metabólicas, siendo la más común la obesidad. Las instituciones de salud comentan que el problema ha crecido a proporciones epidémicas.

En el caso de México ENSANUT (2018), menciona que, a nivel nacional, el porcentaje de adultos de 20 años con sobrepeso y obesidad era de 75.2%, de los cuales el 39.1% padecía sobrepeso y el 36.1% tenía problemas de obesidad. El sobrepeso u obesidad son considerados factores de riesgo para la generación de enfermedades como la hipertensión arterial, diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares, trastornos óseos y musculares y algunos tipos de cáncer; provocando una baja calidad de vida. Por otro lado, los costos de los tratamientos para de control de esas enfermedades se elevan drásticamente generando un problema para las empresas y la salud pública, es por eso por lo que son consideradas la “epidemia del siglo”. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad y el sobrepeso como la “acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud”. Es bajo esta situación que se hace indispensable innovar productos saludables, que sean del gusto de los consumidores, no sólo por el valor nutricional que aporten o por que sean bajos en grasas o por que tengan bajo índice glicémico; sino por su sabor, textura, olor, color y precio; entre otros.

También, es necesario el desarrollo de nuevos productos bajo un enfoque sustentable que permita el aprovechamiento de los recursos regionales, considerando los impactos que el cambio climático ha provocado en la materia prima como el fruto de mezquite (*Prosopis spp.*). Se requiere que cualquier proyecto considere los tres aspectos del Desarrollo Sostenible (social, ambiental y económico). Sin dejar de lado que el desarrollo de productos funcionales requiere estudios de factibilidad técnica, de mercado, ambiental, económica y financiera, así mismo que contribuya a los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la agenda 2030.

“Necesitamos producir grupos de alimentos que sean buenos para la salud de manera que sean restauradores para el planeta, en lugar de extractivos” (Woolston, 2020: s54).

El mezquite (*Prosopis spp.*) es un árbol que crece en zonas áridas de México y otros países, la harina de sus vainas contiene más proteína y fibra que la harina de trigo (HT) y ha sido usada por algunos pueblos indígenas desde tiempos

ancestrales, jugando un papel muy importante en su alimentación, por ejemplo, de los frutos secos se hacía harina preparando una pasta, conocida hoy en día como “mezquimal” así mismo, obtenían una harina llamada pinole, que a su vez se usaba para hacer atole, entre otros productos que formaban parte de su dieta alimenticia (Martínez, 1976). Carrillo et al. (2007), mencionan que la vaina contiene nutrientes valiosos como: entre 9-17 % de proteína, 3-5 % de minerales, 17-30 % de fibra y es baja en grasas. Este árbol se adapta fácilmente a climas extremos y diferentes alturas sobre el nivel del mar, su altura alcanza de 4 y 12 metros menciona López-Franco y colaboradores (2006). Estudios realizados por Betancourt-Suárez et al. (2016), el fruto o semilla es considerado de sabor dulce, libre de gluten, ofreciendo contenidos de fructosa y goma lactomanana (fibra soluble) por lo tanto son utilizados *como estabilizadores naturales de niveles de glucosa en sangre* según la Comisión Nacional de Zonas Áridas, (citado en De la Cruz, et al, 2021).

De acuerdo con Díaz-Batalla y et al., 2018, las vainas de mezquite tienen una composición química y fitoquímica que les permite tener propiedades funcionales, sin embargo, actualmente es un recurso biológico subutilizado. Se encontraron altos valores de lisina y aminoácidos azufrados en las harinas de esta leguminosa, acorde a la recomendación que hace la FAO para mayores de 3 años.

Para Alongi, Anese (2021) se requiere de un enfoque integrado (holístico) para el desarrollo de alimentos funcionales en donde se consideren, la regulación, las preferencias de los consumidores, los aspectos tecnológicos y estrategias de comunicación.

Según Veflen (2014) el Design Thinking como metodología puede contribuir a la innovación en la industria alimentaria considerando sus cinco etapas; así mismo implica más empatía del consumidor, prototipos más frecuentes y más colaboración de lo que es común dentro del sector alimentario tradicional, lo que permite disminuir errores y evitar fayas ocurridos al lanzar nuevos alimentos sin un diseño integral.

Fido (2016), menciona que Design Thinking (DT) es uno de los métodos más eficaces para la innovación en productos, servicios y negocios, el cual busca identificar necesidades o problemas de un determinado grupo de la población. Cuyo método se integra por cinco etapas, la primera *empatizar*, en esta se realiza la segmentación de la población, se comienza con la descripción del entorno y se visualizan las necesidades; la segunda, *definir* el problema a solucionar de la población en estudio; es decir se identifica el problema. Posteriormente, se generan ideas del producto (*ideación*), posteriormente se *prototipa* seleccionando la idea más adecuada para el segmento seleccionado y, finalmente se *testea* el producto con el propósito de comprobar que realmente se solucionará el problema planteado (Brown y Wyatt, 2010; Designthinking, 2016).

Por otra parte, cuando hablamos de ecodiseño, entendida como la capacidad de generar productos o servicios de menor impacto ambiental, enfocada al área de alimentos, se deben considerar nueve aspectos: calidad sensorial, calidad nutricional, seguridad alimentaria, estética, costos, placer del consumidor, vida útil, disponibilidad y por supuesto medio ambiente (Ramos, 2015).

Igualmente, parte importante al hablar del diseño de un alimento, en términos de sustentabilidad social ambiental y económica implica el desarrollo de una cadena de valor, que de acuerdo con la Organización Internacional del trabajo: esta se utiliza generalmente como un vínculo de desarrollo frente a la productividad, el crecimiento y la creación de empleos en el sistema de mercado (Nutz y Sievers, 2016).

El presente proyecto tuvo como propósito diseñar un producto alimenticio funcional, tipo pan, mediante la metodología Design thinking considerando aspectos de ecodiseño y ecoinnovación. Usando recursos endémicos regionales (vainas de mezquite), con apego a los principios de la ingeniería sostenible.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Para realizar este proyecto se implementó la metodología DT la cual está integrada por cinco etapas: Empatía, Definición, Ideación, Prototipado y Testeo, se trabajó en la Unidad Académica de Lagos de Moreno del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, el cual cuenta con un bosque espinoso de 10 hectáreas de mezquite. Es importante enfatizar que la parte de procesamiento y de análisis de composición y características organolépticas del alimento no son parte de este artículo, solo lo referente al diseño bajo criterios de sostenibilidad.

En la etapa de empatía se determinó a quien va dirigido el producto, para esto se realizó una segmentación de mercado en la cual revela la problemática, la población a quienes va dirigido el producto que en este caso son a personas que tengan alguna enfermedad como; Obesidad, Diabetes, Hipertensión, Triglicéridos, Intolerancia a la lactosa, Colesterol alto, entre otras y se determinó el número de muestra para poder continuar con la etapa dos de esta metodología. Para llevar a cabo esta etapa se calculó el tamaño de muestra para una población finita, considerando como habitantes del municipio de Lagos de Moreno, Jalisco, 172403, segmentando a 63731 habitantes económicamente activos (INEGI, 2020), de los cuales se consideró según la Secretaria de Salud y Asistencia que el 10% que tienen alguna enfermedad metabólica no trasmisible (obesidad, diabetes, hipertensión, etc.), se obtuvo una muestra de 157 personas.

En la segunda etapa se desarrolló y aplicó una encuesta por medio de redes sociales con la herramienta forms, para saber las necesidades de las personas a

quienes va dirigido el producto, en esta se realizaron preguntas como, “si llevaban una dieta especial”, “si conoce los alimentos funcionales”, “si los consumiría”, “si conocía el fruto del cual estaría hecho este producto”, “qué sabor les gustaría”, y “qué tipo de alimento les gustaría consumir como una bebida, una galleta, un pan o una gelatina” y finalmente “que precio estaría dispuesto a pagar”.

En la tercera etapa con base en los resultados de la encuesta se proyectó y diseñó el alimento funcional, tomando como bases las Normas Oficiales mexicanas y normativa internacional. También en esta etapa se definió el nombre del producto, el eslogan y la imagen.

La cuarta etapa (prototipado) se realizó con muy poca materia prima (vaina de mezquite) que se recolecto bajo condiciones restringidas por la pandemia de COVID-19; además de que los frutos de esta leguminosa solo se producen de junio-julio.

La quinta etapa no se realizó como se planeó inicialmente ya que el acceso a la institución académica y los laboratorios era restringido por la pandemia anteriormente mencionada.

Para desarrollar la ingeniería del producto se elaboraron fichas técnicas para la materia prima, con las cuales se obtuvo una estandarización de cada ingrediente requerido y así se especificó lo que debe contener cada uno de los productos, de esta manera evaluar si es adecuado o no para el alimento. Las fichas fueron elaboradas con base en las normativas correspondientes a cada alimento como la Secretaría de Salud y Asistencia y de la Comisión del Codex Alimentarius. Se revisó y se analizó el marco legal para el desarrollo de un alimento funcional, como lo son las normas internacionales y nacionales para establecer las características de calidad del producto a desarrollar, entre ellas se encuentran: NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. NMX-F-442-1983. Alimentos- pan-productos de bollería. NOM-051-SCFI/SSA1-2010, especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-información comercial y sanitaria. NOM-014-SSA3-2013, Para la asistencia social alimentaria a grupos de riesgo. NOM-116-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Por otra parte, se realizó un diagrama de flujo para representar la secuencia de las actividades en el proceso que se realizó para así mostrar cómo se debe desarrollar, desde selección de la materia prima hasta la obtención de producto terminado. Se seleccionó el equipo y maquinaria que se requiere para la elaboración del producto, tomando en cuenta las características como las dimensiones, la capacidad, modelo y precio.

Para el desarrollo del nuevo producto se realizó un análisis de precios, en este caso se hizo con productos similares, algunos fueron de la marca bimbo, tía rosa,

y panaderías de la cabecera municipal de Lagos de Moreno, Jalisco. Se elaboró una ficha técnica del producto para citar la información necesaria para la fabricación, como el nombre, la descripción del producto, el lugar en donde se elaborará, la materia prima, su composición nutricional, la presentación y empaque, las características, la normatividad con la cual se debe cumplir, hasta el método de conservación. También se hizo un diseño conceptual del sistema de fin de vida o reciclaje y de todo el proceso para representar lo que conlleva elaborar un alimento desde la materia prima hasta el producto final.

Se diseñaron los aspectos claves del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del producto como los objetivos y alcances, así como un análisis de inventario, que ayuda a identificar las entradas (materia prima y energías a utilizar), proceso (pasos de la elaboración del pan, producto terminado, y tipo de empaque) y salidas (residuos sólidos, emisiones, aguas residuales CO₂) todo esto representado en un esquema para mayor entendimiento. Además, se elaboró una tabla con el requerimiento de insumos para tener establecido lo que se va a utilizar en la fabricación del producto. Posteriormente se realizó una evaluación de impacto ambiental con una matriz de aspectos ambientales base la norma ISO 14001 para identificar cuanto impacto tiene la elaboración del producto en el medio ambiente.

Se elaboró un mapa de cadena de valor siguiendo los pasos correspondientes a la OIT, plasmando las actividades primarias que son suministros, logística de entrada, las operaciones, la distribución y logística de salida, ventas, marketing y servicio, y por otra parte las actividades de apoyo, la administración de recursos humanos, administración general, infraestructura de la empresa, normativas a seguir. Esto para lograr comprender el proceso y las etapas por las que pasa un nuevo producto.

Para el análisis estadístico se realizó una prueba de hipótesis (Ho: $P = .93$; H1: $P < .93$) de proporción ya que como datos se utilizó los resultados de la pregunta de “si estarían dispuestos a consumir un alimento funcional” teniendo como respuesta que el 93 % aceptaría consumirlo y solo el 7 % no aceptaría hacerlo, por lo tanto, para la realización de la prueba se derivaron las hipótesis de la siguiente manera con un nivel de significancia del 5 %.

Para el análisis financiero se determinó el precio del alimento, para esto se hicieron varias investigaciones en fuentes como la Cámara Nacional de la Industria Panificadora, secretaria de Economía, de esta forma se conoció que el costo directo del producto representa el 57 % del costo total y que los productos de panadería tienen un 35 % de rentabilidad (Moya, 2021). Después de tener los precios de cada uno de los insumos necesarios para la elaboración del alimento, se determinó cuánto cuesta la elaboración de 4 620 piezas de pan que son las que se producirán en un mes como estimación preliminar. Se consideraron otros factores importantes como los costos de maquinaria y utensilios para poder

determinar el costo total de producción. El precio del pan se consideró como la suma del costo unitario más el producto del porcentaje de rentabilidad por el costo unitario. También se desarrolló el análisis de costo beneficio utilizando $C/B = \text{Total de ingresos} / \text{Total de costos}$.

Finalmente se ejecutó un análisis de modo de falla del producto, para el mejoramiento constante del proceso ya que se intentó lograr la eliminación de riesgos durante el proceso, por lo que se requiere prevenir cualquier falla para obtener un producto con calidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como parte de los resultados de la metodología de Design Thinking en las dos primeras etapas *empatía* y *definición*: el 58 % de los participantes están en la edad de los 21 - 31 años, y del total de encuestados el 63 % no sufre de ninguna enfermedad metabólica, mientras que un 36 % si sufre de alguna de las siguientes enfermedades: obesidad, diabetes, hipertensión, triglicéridos, colesterol alto, o trastornos como la intolerancia a la lactosa. Se observó, también, que de las personas que confirmaron tener alguna enfermedad, el 34.4 % sufre de obesidad y un 19.7 % de diabetes, siendo estas dos las enfermedades más comunes. 41.7 % sigue una dieta especial, mientras que el 58.3 % no la tiene, lo que nos muestra que la mayor parte de la población en estudio no cuida su alimentación.

Respecto al tema de alimentos funcionales las encuestas permitieron observar que el 62.4 % conoce los alimentos funcionales y sólo un 37.6 % no los conocen, sin embargo, el 93.3 % contestó que “si lo consumiría”, es importante mencionar que el 75.8% de los encuestados oscilan entre los 21 y 40 años, es decir personas jóvenes que hoy, más que nunca cuidan su imagen, su salud y el medio ambiente. Como menciona Baba et al., (2017), que los consumidores son cada vez más conscientes y preocupados de su estado y bienestar, encontrándose muy motivados para mantener o mejorar su salud y calidad de vida a través del consumo de alimentos sanos, dieta y ejercicio. Al preguntar a la población en estudio sobre si consumiría un alimento funcional con vaina de mezquite el 84.6% dijo que si, mostrando que, al conocer las preferencias de los consumidores en cuanto a alimentos nuevos y saludables, nos permitirá elaborarlos y así contribuir en el desarrollo de otras alternativas viables a base de recursos regionales, coadyuvando al fortalecimiento de la economía local, bajo criterios de sustentabilidad.

Una vez que conocimos que el 84.6% de nuestra población estaba más que dispuesto a consumir nuestro producto, fue importante conocer si lo prefería salado o dulce por lo que el 68.5 % respondió que dulce y el 31.5 % salado; con

respecto a qué tipo de alimento prefiere la población, opinaron que ya fuese bebida, galleta o pan, el alimento sería aceptado. Por último, se cuestionó sobre el precio que estarían dispuestos a pagar por el alimento, obteniendo como resultado que un 54.4 % estarían dispuesto a pagar hasta 15 pesos.

Con base en los resultados arrojados en la encuesta se determinó que el 36% de la población encuestada sufre de alguna enfermedad metabólica, siendo las más comunes obesidad y diabetes, también que solo el 41% tiene una dieta para cuidar su alimentación, y solo el 37% de la población no conoce lo que es un alimento funcional, pero el 93% está dispuesto a consumir este tipo de alimento y que de preferencia sea dulce, ya sea en bebida, galleta o pan. Por lo cual se considera que tendrá una buena aceptación.

En la etapa 3 (Ideación), con los resultados arrojados por la encuesta, en la cual se consideraron las preferencias de los consumidores, se definió y afirmó la idea de elaborar un alimento funcional (tipo pan), a base de vaina de mezquite con propiedades “funcionales” por el contenido de fibra y fitoquímicos que tiene la vaina y por tanto de bajo índice glicémico, con sabor naranja o vainilla, y dulce. Alimento que tenga las características de un pan, de acuerdo a la tecnología de los alimentos debe tener un aspecto externo (en la parte superior convexa, plana en su base); color exterior (la superficie de la corteza y de la base deben presentar un color dorado uniforme un poco más oscuro); tipo de corteza (debe presentar una textura ligeramente flexible); color de la miga (característico de este tipo de productos); olor (agradable y característico) y sabor característico; textura (la corteza debe presentar superficie suave y ligeramente flexible); que cumpla con las especificaciones físico químicas (contenido de humedad, de proteínas y de grasas), características de acuerdo con la adecuación de la norma NMX-F-442-1983, y de acuerdo con los lineamientos del CODEX (2021).

Se consideró que el producto tenga una envoltura ecológica, que se pueda reciclar y permita también la conservación de este alimento. Así como que en este empaque vengan los parámetros establecidos en la NOM-050-SCFI-2004. Se seleccionó como nombre del producto “MEZQUIPAN” y el eslogan “porque comer pan nunca fue tan saludable”.

Desarrollo del nuevo producto

Para el desarrollo del producto, primeramente, se realizó un análisis de precios de productos similares en el mercado, los resultados del análisis se muestran en la Tabla 1. En el caso de la panadería es un precio estándar ya que es un producto regulado.

Tabla 1. Análisis de precios

Análisis de precios			
Empresa	Presentación	Características	Precio
MEZQUIPAN	1 pz 60 gr	Alimento funcional de bajo índice glicémico, tipo pan elaborado con fruto de mezquite con sabor a vainilla	\$6
PANADERIA "MIGUELON"	1 pz 60 gr	Pan dulce sabor a vainilla, suave, sabor único	\$6
BIMBO	2PZ 120 gr	Las clásicas conchas con un exquisito sabor a vainilla, suaves y con un sabor único.	\$11
TÍA ROSA	2 pz 120 gr	"semitas" suavcito pan dulce con el mix de sabores ideales	\$14

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestra una ficha técnica con las especificaciones del producto y su composición en porcentaje, permitiéndonos estandarizar el alimento (Figura 1).

Ficha técnica	
Nombre del producto	Mezquipan
Descripción del producto	Alimento funcional de bajo índice glicémico, tipo pan elaborado con fruto de mezquite con sabor a vainilla o naranja, Con un diámetro de 10 cm y un peso de 60 gr.
Lugar de elaboración	Lagos de Moreno

Composición Nutricional	Aceite	10 %	
	Azúcar de caña	10 %	
	Suero de leche	15 %	
	Harina de trigo	40 %	
	Huevo	10 %	
	Harina de mezquite	15 %	
	Bicarbonato de sodio	Trazas	
Presentación y empaques comerciales	Envoltura reciclable		
Características	<p>Color: La superficie de la corteza y de la base deben presentar un color dorado uniforme</p> <p>Olor: Deberá ser agradable y característico</p> <p>Sabor: característico</p> <p>Textura: Superficie suave y ligeramente flexible</p> <p>Tipo de corteza: Debe presentar una textura flexible</p>		

Figura 1. Ficha técnica del producto.

Fuente: elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente la aplicación del DT corresponde al diseño del alimento en el cual se consideró la preferencia del posible consumidor, la normatividad oficial mexicana y criterios internacionales para este tipo de productos. El proceso de obtención y caracterización fisicoquímica de harina no es parte de este documento.

Diseño Conceptual

Se realizó un diseño conceptual con base a la ingeniería de diseño, para la mejor interpretación del desarrollo a seguir del alimento funcional, que conlleva desde la definición del producto, materia prima, producción, distribución, venta, el uso y por último el sistema de fin de vida o reciclaje.

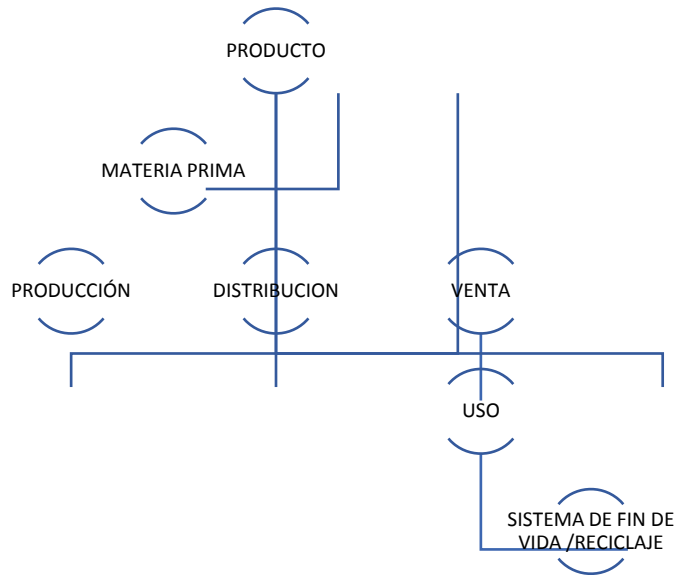


Figura 2. Diseño conceptual.

Fuente: elaboración propia.

Ciclo de vida del producto

Se definió los objetivos y alcances determinando las posibles problemáticas en el medio ambiente de la producción del pan de mezquite mediante el análisis del ciclo de vida del producto dando así la oportunidad de identificar las entradas, salidas y los impactos. Para representarlo se realizó un análisis de inventario (Figura 3) en el cual se observa las entradas, el proceso que conlleva y las salidas de este.

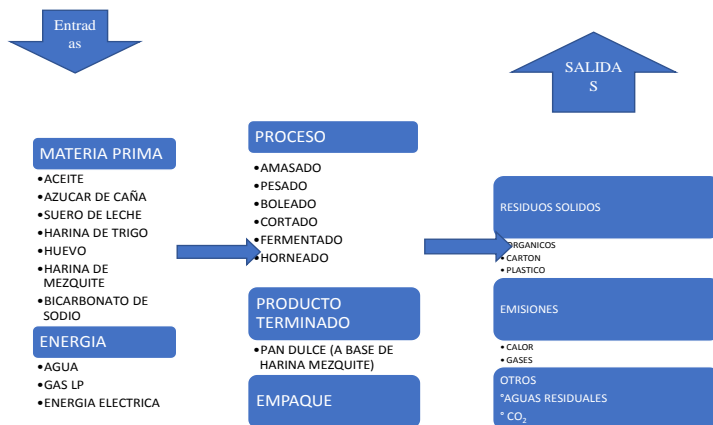


Figura 3. Análisis de inventario.

Fuente: elaboración propia.

Fue también importante establecer los requerimientos de los insumos con las principales especificaciones, tipo de empaque, dimensiones, volumen y el peso de cada producto.

Tabla 2. Requerimientos de insumos

Materia prima	Marca	Tipo de empaque	Dimenciones	Volumen	Peso del producto
Aceite	Aceite 1.2.3	Botella De Plastico	10.5 X 43 X33 Cm	3758 Mil.	3.78 G
Azucar De Caña	Natulce	Costal De Polipropileno Tejido	45x 37 X 22 Cm	25000	25kg
Suero De Leche	Nestle	Caja De Carton	26.43 X 24.98 X 39.9 Cm	10000 G	10 Kg
Harina De Trigo	Selecta	Costal De Polipropileno Tejido	44 X 37 X 22 Cm	20000	20 Kg
Huevo	San Juan	Caja De Carton		360 Pzas	22kg
Harina De Mezquite					

Bicarbonato De Sodio	Generico	Lata	11.3 X 8.5 X 8.5 Cm	500g	1/2 Kg
----------------------	----------	------	---------------------	------	--------

Fuente: elaboración propia.

Es importante señalar que no se encontró una marca comercial de harina de mezquite, a nivel laboratorio la composición proximal (g/kg): 65 de humedad, 309.5 de proteína, grasa 40.3 y de fibra cruda 83.5 (Díaz et al., 2018).

Para el análisis de impacto ambiental que pudiera tener el producto se consideró el efecto del proceso de producción del alimento al medio ambiente, conforme a lo que indica la norma ISO 14001 mediante la matriz de aspectos ambientales. Se consideraron los pasos principales del proceso, el tipo de impacto y se realizó una evaluación cualitativa en frecuencia, severidad, magnitud y el total del impacto ambiental. Para las etapas de proceso evaluadas no se encontró una valoración significativa ya que de acuerdo con la metodología son significativas aquellas valoraciones con mayor de 20. Sin embargo, la etapa de limpieza dio 16 por el impacto que representa el uso de agua potable, para lo que se estandarizaran los procesos de lavado y desinfección de equipo y utensilios, cumpliendo con la normatividad mexicana en lo referente a este aspecto (Tabla 3).

Tabla 3. Evaluación de impacto ambiental

Descripción de la actividad		Identificación del aspecto	Impactos ambientales	Evaluación de la significancia del impacto				Valoración de aspectos
Proceso	Actividad	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales Asociados	Frecuencia	Severidad	Magnitud	Total De Criterio Impacto Ambiental	Clasificación Del Aspecto
Recepción	Resección de materiales	Residuos químicos	Contaminación de suelo	1	2	1	4	Sin significancia

	a prima							
Amasado	Mezcla de todos los ingredientes	Derrame de materia prima	Contaminación de suelo	1	2	1	4	Sin significancia
Horneado	Horneado	Ruido y calor	Contaminación acústica	5	3	3	11	Sin significancia
	cocción	Gases y emisiones	Contaminación atmosférica	5	3	5	13	Sin significancia
Empaquetado	Empacado del producto	Residuos sólidos	Contaminación de suelo	1	2	1	4	Sin significancia
Limpieza	Limpieza de maquinaria y utensilios	Aguas residuales	Escasez de agua	5	10	1	16	Sin significancia

Fuente: elaboración propia.

Análisis de Efecto de Modo de Falla del Producto y/o Proceso

Al realizar el Análisis de efecto de modo de falla del producto y/o proceso se obtiene como beneficio reducir la aparición de problemas imprevistos, también con este se puede recopilar y documentar experiencias que puedan ayudar a mejorar los procesos del producto al igual que prevenirlas y es necesario estar actualizando la tabla para llevar un mejor control.

Tabla 4. Análisis de efecto de modo de falla del producto y/o proceso

N ^o	Función del proceso	Falla potencial	Efecto potencial de la falla	Severidad	Causa potencial de las fallas	Ocurrencia
1	Preparación de ingredientes	No pesar bien los ingredientes	No se puede elaborar bien la masa	8	No tener utensilios con las medidas exactas, El personal no está bien capacitado, materia prima insuficiente	
2	Amasado	No limpiar bien la maquina amasadora	Producto infectado por residuos no admisibles	8	No tener buena limpieza en maquinaria de cocina, No supervisión del operador	
3	División de masa	No pesar bien las cantidades de masas	Porciones disparejas	6	No pesar bien la masa, no acomodar la masa correctamente en la maquina	
4	Fermentación	Cámara de fermentación en malas condiciones	Fermentación no completada satisfactoriamente	6	No hubo verificación de la maquina antes de usarla	
5	Horneo	No está el horno en temperatura adecuada	Mala cocción del pan	9	No hubo verificación de la temperatura necesaria, no hubo	

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo de la ingeniería del producto

Como parte de la ingeniería del producto se definió el diseño de experimentos se seleccionaron las variables (tiempo de mezclado, temperatura y tiempo de horneado), factores no controlables (composición de las vainas de mezquite), variables de salida (volumen del producto, sabor y textura y composición nutrimental), así como el efecto en las características de calidad; que tras la etapa de *testeo* del DT sería aplicado y analizado a un 90% de confianza mediante un ANOVA y una prueba de medias por Tukey.

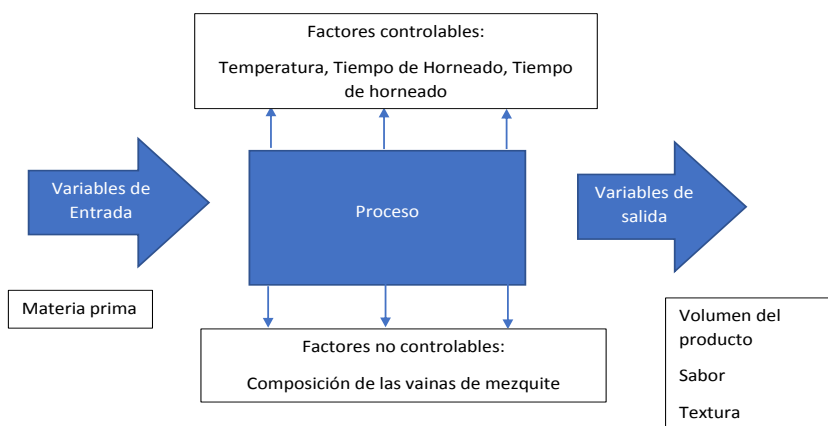


Figura 4. Diagrama de variables de entrada y salida junto factores.

Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la ingeniería del producto también se elaboró la ficha técnica para la harina de trigo con base en la NOM-247-SSA1-2008 donde se indicó las especificaciones que debe de cumplir el ingrediente, desde la especificación física, microbiológica, los contaminantes, y especificaciones nutrimentales, de tal manera que si no se cumple con alguno de estos será rechazado. La ficha técnica del aceite elaborada con base en la NMX-F-475-SCFI-2017 donde se especificó los requerimientos que este ingrediente debe

contener desde especificaciones fisicoquímicas, tolerancias de materia extraña entre otros aspectos importantes. Para el azúcar de caña, elaborada con base en la NMX-F-495-SCFI-2012, en donde se indican los mínimos y máximos de aceptación en cuestión de humedad, cenizas, proteínas, potasio, entre otras especificaciones. En lo referente a los frutos de mezquite se consideró lo que marca la normatividad mexicana para leguminosas ya que la vaina de mezquite está considerada en esta rama, por lo cual se tomó estas especificaciones para este ingrediente respetando la NOM-247-SSA1-2008.

El diagrama de flujo permite conocer los pasos de la elaboración del proceso y su secuencia.

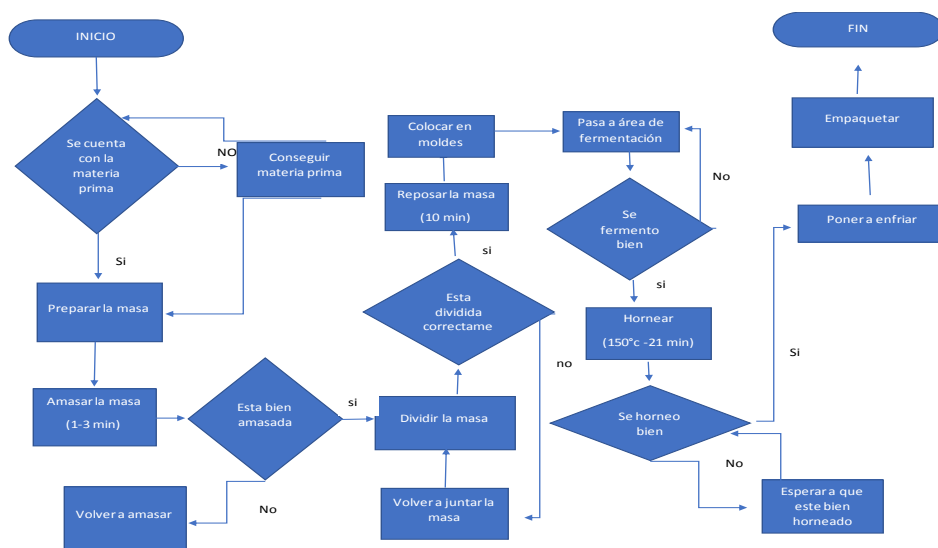


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso.

Fuente: elaboración propia.

Cadena de valor

El mapeo de la cadena de valor contiene las actividades primarias y las actividades de apoyo que se debe de llevar de acuerdo con la metodología de la OIT para la producción sustentable.

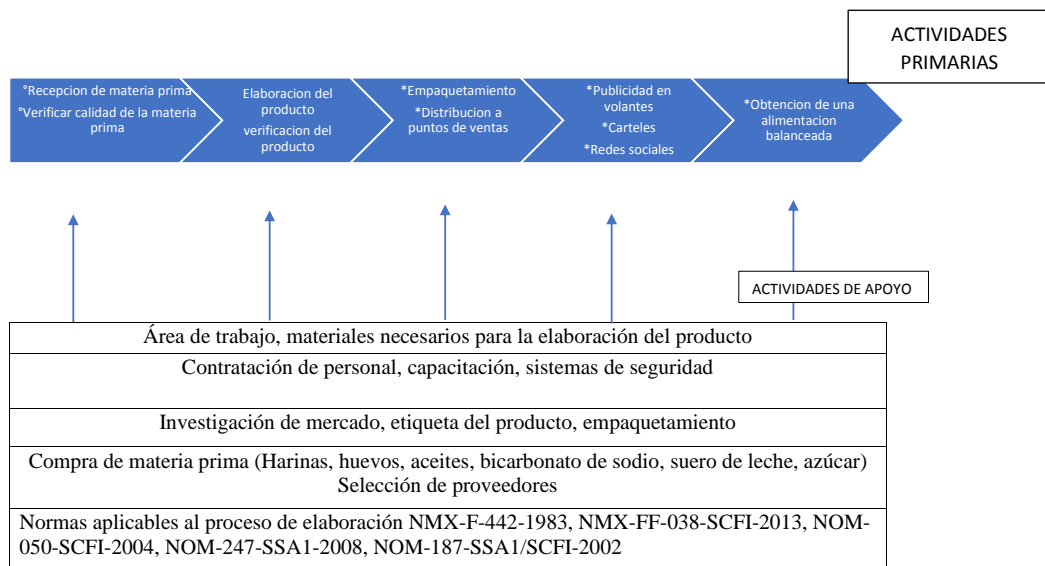


Figura 6. Mapeo de cadena de valor.

Fuente: elaboración propia.

Esta investigación como parte de un proyecto integral para el uso sustentable del mezquite y a pesar de no constituir un producto comercial, si no un proyecto con fines sociales, incluyo un esbozo de costos; para la estimación del costo de producción semanal del alimento, considerando que en un futuro a corto plazo se requiere determinar la factibilidad financiera del proyecto.

CONCLUSIONES

Como conclusión, para la elaboración de un producto alimenticio, es muy importante apearse a las Normas Oficiales Mexicanas para el contenido nutrimental y procesamiento del producto, considerar las propiedades y requerimientos de un alimento funcional de bajo índice glicémico que contribuya a la disminución de la problemática de salud en México y a su vez sea solidario con el medio ambiente, mediante un diseño sustentable y el uso de recursos endémicos de las regiones, en este caso el fruto de mezquite. El realizar una investigación considerando el gusto y preferencia del consumidor, y descubrir en esta misma que la población está dispuesta e interesada en adquirir productos más saludables, principalmente al demostrar que cada vez son más los que se preocupa

por un bienestar, integral es altamente satisfactorio y provoca continuar desarrollando productos de esta naturaleza.

En cuanto a la factibilidad de lanzar el producto fue alta, es decir el 84.6% de nuestra población estaba más que dispuesto a consumirlo, prefiriendo el sabor dulce el 68.5 %, para los consumidores fue indiferente la presentación, ya fuera en bebida, galleta o pan, el de cualquier manera el alimento sería aceptado. Por tanto, decidimos que el alimento se producirá en forma de pan.

Lagos de Moreno cuenta con bosque espinoso como ecosistema principal en el cual de acuerdo con la CONABIO (2018) el mezquite es una de las especies arbóreas principales, lo que hace disponible el fruto y su recolección.

Tanto el DT como la cadena de valor permitieron contribuir al ecodiseño de un alimento funcional, entendido como una filosofía para lograr productos y servicios respetuosos con el medio ambiente; diseñando el producto bajo criterios técnicos de la normatividad mexicana, así como estándares internacionales, cuidando aspectos ambientales, antes de realizar el prototipo a nivel laboratorio, lo que debería ser parte de los nuevos enfoques en el desarrollo de alimentos, por lo tanto contribuye a los objetivos del desarrollo sostenible.

Dentro del cuerpo académico en formación “estandarización e innovación agroindustrial sustentable” desde 2013 se han venido desarrollando proyectos relacionados al área agroindustrial, con una visión multidisciplinaria, sistémico y sustentable. Lo que permite abordar las problemáticas regionales con la aplicación de diferentes herramientas de la ingeniería, pero bajo un enfoque de contribución a los ODS, con reincorporación de los recursos naturales y favorecimiento del contexto social.

LITERATURA CITADA

- Alongi, M, y Anese M. (2021) Repensar el desarrollo funcional de los alimentos a través de un enfoque holístico. *Revista de Alimentos Funcionales*, 81: 1-13 <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104466>.
- Baba, Y., Realini, C.E., Kallas, Z., Pérez, M. J., Sañudo, C., Albertí, P, Y Insausti K (2017). Impacto de la experiencia sensorial y la información sobre las preferencias de los consumidores por la carne de vacuno enriquecida en omega-3 y ácido linoleico conjugado en tres ciudades españolas. *ITEA- Información Técnica Económica Agraria* 113(2): 192-210. <https://doi.org/10.12706/itea.2017.012>
- Betancourt, S. B., Castro, P. C., Meléndez, A. A., Torres, Z. B., Juárez, M. R, y Sosa, M. M, (2016). BBAC harina para hotcakes a base de garbanzo y

vainas de mezquite. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1(2): 650-655

- Brown, T. and Wyatt, J. (2010). *Design Thinking for Social Innovation*. [ebook] Stanford, CA: Leland Stanford Jr. University: 33-35. https://www.ideo.com/images/uploads/thoughts/2010_SSIR_DesignThinking.pdf
- Carrillo Flores, R., Gómez Lorence, F., Arreola Ávila, J.G. (2007). Efecto de poda sobre potencial productivo de mezquites nativos en la Comarca Lagunera, México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* VI(1): 47-54.
- CODEX (2021) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/es/>
- De la Cruz, I.S., Salgado, B.L, y García, M. M. (2021) Valoración del consumidor de galletas elaboradas con harina de mezquite (*Prosopis* spp.) ITEA, información técnica económica agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA).117(3) 278-294
- DESIGNTHINKING.ES. (2016). Design Thinking en Español. <http://designthinking.es/inicio/index.php>
- Díaz, B. L., Hernández, U. J., Román, G., Cariño, C. R., Castro, R. J., Téllez, J.A, & Gómez, A. C, (2018) Chemical and nutritional characterization of raw and thermal-treated flours of Mesquite (*Prosopis laevigata*) pods and their residual brans, *CyTA - Journal of Food*, 16(1): 444-451, <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1418433>
- ENSANUT Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (2018) https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf
- FIDO.PALERMO.EDU. (2016). Design Thinking Escuela Plus DC [|http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/escuela_plusdc/detalle_actividad.php?id_curso=665](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/escuela_plusdc/detalle_actividad.php?id_curso=665)
- INEGI 2019 Instituto Nacional de Estadística y Geografía de Jalisco <https://inegi.org.mx/tablerosestadisticos/genero/>
- López, Y.L., Goycoolea, F.M., Valdez, M.A, y Calderón, A.M, (2006). Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial. *Interciencia* 31(3): 183-189. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33911405.pdf>
- Martínez OE (1976). El Mezquite. Comunicado No. 6 sobre Recursos Bióticos del País. Boletín Editado por el INIREB, Xalapa, Veracruz, México
- Moya, D. P. (2021). <https://www.gestionar-facil.com/como-calcular-los-costos-de-produccion-del-pan>

- NMX-F-442-1983, Alimentos-Pan-Productos de bollería. https://caisatech.net/uploads/XXI_2_MXD_C10_NMX-F-442-1983_R0_11FEB1983.pdf
- NOM-116-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69540.pdf>
- NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales sémola o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémola semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Distribución y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5100356&fecha=27/07/2009
- NOM-251-SSA1-2009 Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud/salud.htm>
- NOM-051-SCFI/SSA1-2010 Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria. https://www.dof.gob.mx/2020/SEECO/NOM_051.pdf
- NMX-F-495-SCFI-2012 Determinación de azúcares reductores directos en azúcar de caña. <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-f-495-scfi-2012.pdf>
- NOM-014-SSA3-2013 Para la asistencia social alimentaria a grupos de riesgo. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5367732&fecha=11/11/2014
- NMX-F-475-SCFI-2017 alimentos – aceite comestible puro de canola – especificaciones. http://sitios1.dif.gob.mx/alimentacion/docs/NMX-F-475-SCFI-2017_canola.pdf
- Nutz, N, & Sievers, M. (2016). Guía general para el desarrollo de cadenas de valor. Cómo crear empleo y mejores condiciones de trabajo en sectores objetivos. Organización Internacional del Trabajo (OIT). https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---ifp_seed/documents/instructionalmaterial/wcms_541432.pdf
- OMS, Obesidad y sobrepeso. <https://www.who.int/es/newsroom/factsheets/detail/obesity-and-overweight>
- Ramos, F. S. (2015). Ecodiseño de alimentos mediante el análisis de ciclo de vida. TESIS DOCTORAL. Colecciones TD-Ciencias (cc by-nc 4.0).

Veflen, O.N. (2015) Design Thinking e innovación alimentaria. Tendencias en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, 41, (2): 2-6
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.10.001>
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224414002143>
)

Wolston C., 2020. Sustainable nutrition. Healthy people, healthy planet. Nature: 588

AGRADECIMIENTOS

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente, por el apoyo para el fortalecimiento del cuerpo académico “Estandarización e innovación agroindustrial sustentable”, convocatoria 2020.

SÍNTESIS CURRICULAR

Fabiola Alcalá Díaz Infante

Pasante de la carrera de ingeniería Industrial del Instituto tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Lagos de Moreno; quien colaboro en el proyecto de fortalecimiento de cuerpo académico ITESLM-CA-1: “Ingeniería para el desarrollo de métodos, procesos y productos para el manejo sistémico de ecosistema de bosque espinoso en Lagos de Moreno, hacia la sustentabilidad social, económica y ambiental”.

Sandra Aidee Olivares Bautista

Maestría en Desarrollo Organizacional por el Instituto de Estudios de Posgrados en Ciencias y Humanidades, actualmente es profesor investigador en el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez-Campus Lagos, cuenta con más de veinticinco años de experiencia como profesor a nivel superior. Correo electrónico: sandra.olivares@lagos.tecmm.edu.mx

José David Contreras Becerra

Maestro en Diseño e Ingeniería de Sistemas Mecatrónicos por la Universidad De Lasalle Bajío, docente investigador en el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez desde 2009, perteneciente al cuerpo académico en

338 | Fabiola Alcalá Díaz-Infante; Sandra Aidee Olivares-Bautista; José David Contreras-Becerra y Lilia García-Azpeitia • Metodologías de ecodiseño para la propuesta de un producto alimenticio funcional elaborado con mezquite (*Prosopis spp.*), con base a los principios de la ingeniería sostenible

formación: Estandarización e innovación agroindustrial sustentable. Correo electrónico: DAVID.CONTRERAS@lagos.tecmm.edu.mx

Lilia García Azpeitia

Maestra en Ciencias por el Instituto Tecnológico de Tepic, docente del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez desde 2008. Se ha trabajado desde 2013 en el cuerpo académico en proyectos de investigación aplicada, de vinculación con empresas agroindustriales y en aspectos medioambientales. Línea 1: Innovación y desarrollo tecnológico sustentable para el desarrollo y estandarización de procesos y sistemas para la calidad en empresas agroindustriales. Y línea 2: Agricultura e innovación sustentable para desarrollar y mejorar sistemas de producción que mantengan su productividad y sean útiles a la sociedad a largo plazo. Abasteciendo adecuadamente de alimentos y servicios ambientales, preservando el potencial de los recursos naturales productivos, sin comprometer sus potencialidades presentes y futuras. Correo electrónico: lilia.garcia@lagos.tecmm.edu.mx

EL CERRO DE LA VIRGEN, CULIACÁN, SINALOA COMO PROPUESTA DE ÁREA NATURAL PROTEGIDA: CONSERVANDO LOS BOSQUES SECOS

THE CERRO DE LA VIRGEN, CULIACAN, SINALOA AS A NATURAL PROTECTED AREA: CONSERVING THE DRY FORESTS

Gilberto **Márquez-Salazar**¹; José **Saturnino-Díaz**²; Edgar Alberto **Gómez-Duarte**³; Jacek **Márquez-Stone**⁴ y Bladimir **Salomón-Montijo**⁵

Resumen

El municipio de Culiacán, Sinaloa, México no tiene decreto de Área Natural Protegida con jurisdicción municipal, desde el año 2004 y carece de ANP que proteja al bosque seco. Tiene con normatividad estatal a la Sierra de Tacuichamona, que comparte con los municipios de Cosalá y Elota, promulgada en el 2020. El presente trabajo tiene como objetivos describir la riqueza de plantas leñosas, categorías de riesgo, tipos de

vegetación y el estado de conservación del Cerro de La Virgen, Culiacán, Sinaloa.

Se consultó la cartografía de INEGI escala 1:1 000 000 y 1:250 000 disponible, para describir la localización geográfica y variables físicas y biológicas, resultando un clima BS1 (h')w, geología de Andesita – Toba Andesítica, Ignimbrita – Toba Riolítica, Granodiorita y Aluvial; suelo Vertisol y vegetación de bosque seco del tipo selva baja caducifolia y vegetación secundaria. Se emplearon

¹ Profesor e investigador de la Facultad de Biología UAS. Correo electrónico: gmarquez@uas.edu.mx

² Profesor Investigador en la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: jdiaz@uas.edu.mx

³ Estudiante en el programa de Maestría en Ciencias Biológicas en la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: edgargamez.eb@uas.edu.mx

⁴ Responsable técnico en el manejo y control de fauna en el aeropuerto de Ixtapa-Zihuatanejo, además de ser colaborador en distintos proyectos de investigación y manifestaciones de impacto ambiental. Correo electrónico: jacek_mars@hotmail.com

⁵ Profesor de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: vladimir.salomon@uas.edu.mx

transectos para hacer el levantamiento de plantas leñosas, que sumaron 0.1 ha. En la identificación in-situ participaron especialistas. Para determinar el estatus de riesgo nacional se consultó la NOM 059-SEMARNAT-2010 e internacional la lista roja UICN. Resultó una riqueza de 18 familias de plantas, 40 género y 51 especies leñosas. Encontrándose en el rango de riqueza de taxas descrito por Gentry entre 50 y 70 especies para bosques secos tropicales de América. La familia con mayor cantidad de géneros fue Fabaceae y el género con mayor riqueza de especies fue *Bursera*. Con relación al estatus de riesgo de extinción en la legislación nacional se registraron cuatro especies. Dos con Protección Especial (Pr) y dos Amenazadas (A). En la legislación UICN aparecen 40 especies.

Se requiere más decretos que compensen la deforestación por cambios de uso de suelo. Por esta razón decretar al Cerro de la Virgen como ANP contribuiría en aumentar la cobertura de conservación de los bosques secos en Sinaloa, México, en 914.83 ha. Repararía parcialmente la pérdida de cobertura vegetal en bosques y selvas, además daría cobijo a los múltiples servicios ambientales, ecológicos y culturales que proveen los bosques secos, también materializaría la jurisprudencia de áreas naturales a conservarse y apoyaría los esfuerzos de organismos de conservación internacionales que tienen para el 2030.

Palabras clave: área natural protegida; deforestación; especies en riesgo; riqueza de especies leñosas; selva baja caducifolia.

Abstract

The municipality of Culiacán, Sinaloa, México, does not have Natural Protected Areas (ANP) under municipal decree and, since 2004, lacks an ANP to protect its dry forest. Within state normative, it manages the Tacuichamona mountain range, shared by the municipalities of Cosalá and Elota, enacted in 2020. The current study aims to describe woody plant richness, risk categories,

vegetation types, and conservation status of the Cerro de la Virgen, Culiacán, Sinaloa.

INEGI's cartography was consulted with an available 1:1 000 000 and 1:250 000 scale to describe the geographic location, and the physical and biological variables, resulting in a BS1 (h')w climate, with its geology composed of andesite-andesite tuff, ignimbrite- rhyolite tuff, granodiorite, and alluvium; vertisol soil with tropical deciduous forest vegetation and secondary vegetation. Transects were traced for listing the woody plants, adding 0.1 ha. The in-situ identification was carried out by specialists. To determine the national endangered status, the NOM 059-SERMARNAT-2010 was consulted, together with the International Red List (UICN). It resulted in a richness of 18 families, 49 genera, and 51 species of woody plants. Sitting in the richness range of taxa described by Gentry (Between 50 and 70 species) for tropical dry forests in America. The family with the highest quantity of genera was Fabaceae, and the genus with the highest richness was *Bursera*. Regarding the extinction risk status from the national legislation, four species were registered: Two under Special Protection (Pr) and two under the Threatened status (A). According to IUCN, a total of 40 species are counted.

It is required to issue more decrees to compensate for deforestation by land-use change. For this reason, the decree of the Cerro de la Virgen as an ANP Will increase the conservation cover in 914.83 ha of dry forest of Sinaloa México. Partially amending the loss of vegetation surface in forests and jungles. Additionally, it would shelter multiple environmental, ecological and cultural services that dry forests provide, materializing the conservation jurisprudence of natural areas and would support international organizations' conservation efforts for 2030.

Key words: deforestation; endangered species; natural protected areas; tropical deciduous forest; woody species richness.

INTRODUCCIÓN

El establecimiento de áreas protegidas es la estrategia principal y más ampliamente adoptada por diferentes países para conservar la biodiversidad y los ecosistemas naturales (Belle, et al., 2020; Machado, et al., 2020). En México el decreto y manejo de las diferentes categorías de áreas naturales protegidas (ANP) y especies en riesgo está incluida en reglamentos, normas y leyes de la jurisprudencia de gobiernos municipales, estatales y federales. Impulsando una estrategia de conservación mundial de organismos internacionales como la Convención para la Diversidad Biológica, la Comisión Mundial de Áreas Naturales Protegidas UICN, el Centro de Monitoreo para la Conservación Mundial, National Geographic, la Sociedad de Conservación para la Vida Silvestre y Birdlife Internacional, se han planteado una ambiciosa meta para el 2030, que pretende proteger, al menos, el 30 % de áreas continentales, mares y aguas dulces de la tierra (Woodley, et al., 2021). La estrategia de conservar ANP en el escenario del desarrollo sustentable es relevante, por una parte, protege fragmentos de biomas, ecosistemas, comunidades bióticas, poblaciones y especies silvestres, que dotan de servicios ecosistémicos, ambientales y culturales, que serán la base para generar entornos saludables de habitantes que viven en áreas naturales o regiones circunvecinas, salvaguardando partes vitales de naturaleza para las cohortes de futuras generaciones y por la otra cumplirá con los compromisos de jurisprudencia de los distintos niveles de gobierno nacionales y de organismos internacionales. Recientemente, en el escenario de la pandemia de COVID-19, sobresale el papel que las ANP y el aire limpio juegan en la salud física y mental de las personas y así como en la habitabilidad en ciudades (Moore & Hopkins, 2021).

Los servicios ecosistémicos agrupados en bienes de abastecimiento, regulación, apoyo y culturales son brindados por entornos naturales. En zonas urbanas y periurbanas la conservación de áreas naturales, para el funcionamiento y prestación de servicios ecosistémicos implica múltiples retos debido a los problemas demográficos y sus efectos ecológicos y ambientales. En ambientes urbanos uno de los desafíos más relevantes es el aumento poblacional. Desde los 80's la densidad poblacional en áreas urbanas se duplicó (OCDE, 2020) y se estima que en 30 años más cerca del 70 % de la población mundial viva en Ciudades (United Nations, 2018). La tendencia de esparcimiento de áreas urbanas y periurbanas no es halagüeña para la naturaleza. Barthel, et al. (2019) pronostican que el incremento poblacional que conlleva la expansión urbana reduzca el funcionamiento de los ecosistemas urbanos, lo que sería una causa primaria de extinción de especies (Czech, et al., 2000); aunado al cambio global, como uno de los mayores retos en ascenso que se enfrenta en el Antropoceno, mediante el cual aumenta la amenaza para la prestación de servicios

ecosistémicos (da Silva, et al., 2012), ambientales y culturales. Al contar con ANP reales, que no sean sólo de papel, normatividad o de convenio, se proveerá de un nicho natural para la distribución e interacciones de organismos silvestres, que compensen, mitiguen deterioros ecológicos locales, regionales y globales y, de esa forma, se eviten futuros problemas ambientales. Culiacán, Sinaloa está rodeado de lomeríos, de ahí que en su etimología se contemple este aspecto. El nombre de la ciudad viene de Colhuacan, cuyo jeroglífico está representada por un cerro con una cabeza en su cima, que significa “lugar donde adoran al dios Coltzin” (Navidad, 2004). Los cerros de la periferia de la ciudad están cubiertos de bosques secos, que por su naturaleza topográfica (dimensión, forma y pendiente), son suelos someros, con afloramientos rocosos, disposición hídrica limitada sólo a la época de lluvia. Estas características dificultan a las autoridades dotar de servicios básicos a potenciales áreas habitacionales, industrias, comercios, etc., así como evitar los cambios de uso del suelo a través de los cuales se deforesta debido a las construcciones, caminos ilegales, extracción de materiales pétreos, que aumentan los riesgos de accidentes por deslaves o derrumbes, aunado al confuso y poco claro régimen de propiedad de los cerros. Por el contrario, la vocación natural de estos lomeríos con bosques secos, es el de ser zonas candidatas a destinarse como áreas de naturales protegidas reservadas a la recreación, esparcimiento, enseñanza, servicios ambientales, ecológicos y culturales, aspectos importantes para el bienestar físico y psicológico (Dade, et al., 2020) de los habitantes del área urbana y periurbana de Culiacán.

El presente trabajo pretende describir la riqueza de plantas leñosas, categorías de riesgo, tipos de vegetación y el estado de conservación del Cerro de La Virgen, Culiacán, Sinaloa; para apoyar a gestores, ambientalistas, autoridades municipales y estatales en potenciales decretos de ANP, así como materializar la normatividad que promueve la conservación de ecosistemas en los distintos niveles de gobierno y a la par apoyen los compromisos de organismos internacionales en materia de Conservación de la Diversidad Biológica, Áreas Naturales UICN, Conservación Mundial, Vida Silvestre y Birdlife Internacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El Cerro de la Virgen es un sitio de recreo para los habitantes del sector norte de la ciudad, donde grupos de personas que lo visitan durante el año para observar aves, practicar senderismo, caminar, trotar, correr, esparcimiento, relajación, realizar prácticas de campo de diversas asignaturas de la Facultad de Biología

UAS, efectuar labores altruistas de limpieza, y es un lomerío de concentración religiosa, por una gran imagen de la virgen de Guadalupe pintada en el talud sur. En el paisaje domina el bosque seco (Figura 1). El sitio es característico de las ciudades que crecen alcanzando tierras agrícolas, comunidades rurales, vegetación natural y es, a su vez, un lugar de convergencia entre habitantes de colonias del medio urbano, el entorno natural, perturbado y el medio rural.



Figura 1. Vegetación de bosque seco del Cerro de la Virgen propuesto como ANP.

El Cerro de la Virgen se localiza al norte de la Ciudad de Culiacán (255312.71 m E 2750484.68 m N – UTM WGS 1984) (Figura 2).

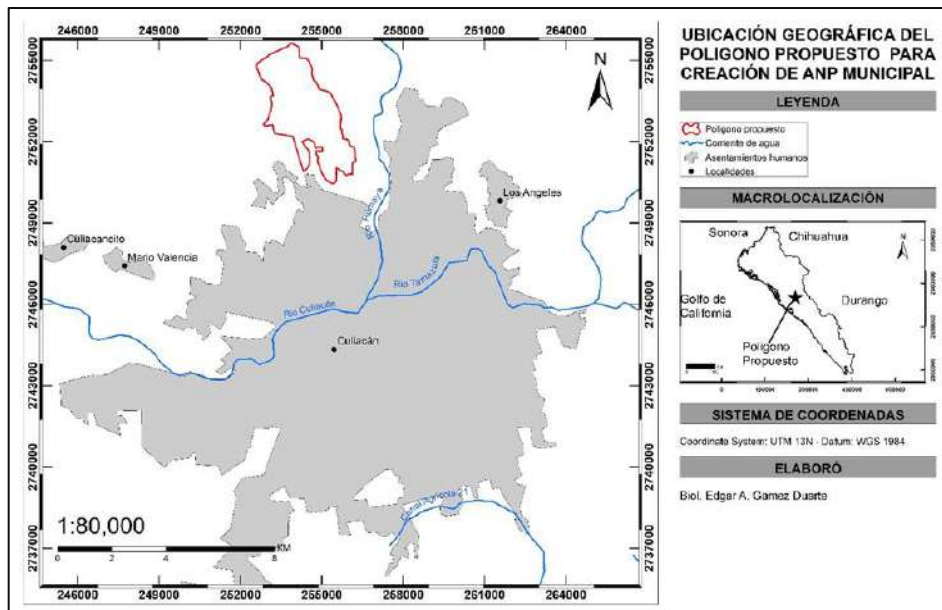


Figura 2. Ubicación del Cerro de la Virgen en las coordenadas UTM WGS 84 zona 13.

La convergencia e interacciones de las condiciones físicas de la atmósfera en un punto de la superficie de la tierra por décadas conforman y determinan el clima de un lugar. García (1998) e INEGI (2008), describen un solo clima en toda su extensión. Lo simbolizan como BS1 (h´)w, descrito como semiseco, muy cálido con temperaturas medias mayores a 22 °C durante el verano y menores de 18 °C durante el invierno. El suelo como parte superior de la litósfera tiene múltiples funciones y es escenario de diversos procesos en ecosistemas. Almacena semillas, es medio de la rizosfera, depósito de nutrientes y dinámica biogeoquímica, de fauna que estiva, hiberna y construye galerías, etc. INEGI (2013), indica un solo tipo de suelo que corresponde al Vertisol. Descrito físicamente como un suelo de color oscuro, con alto contenido de minerales de arcilla expansiva, entre ellos muchas montmorillonitas, que forman profundas grietas en las estaciones con escasas o ausentes precipitaciones (Figura 3).

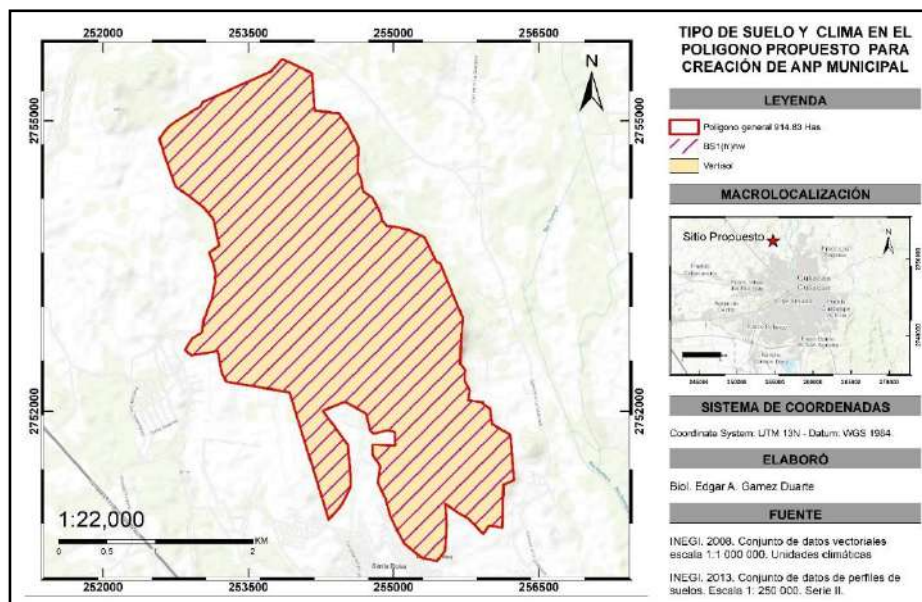


Figura 3. Tipo de clima y suelo en la superficie propuesta como ANP.

Un componente esencial y soporte de la biósfera lo constituye el manto rocoso. Los procesos de degradación de la litósfera conforman los minerales y componentes dominantes en la estructura de los suelos. Referente a la geología del lugar INEGI (2019) la caracteriza con cuatro depósitos geológicos que,

ordenados de mayor a menor superficies, son: Andesita – Toba Andesítica, Ignimbrita – Toba Riolítica, Granodiorita y Aluvial (Figura 4).

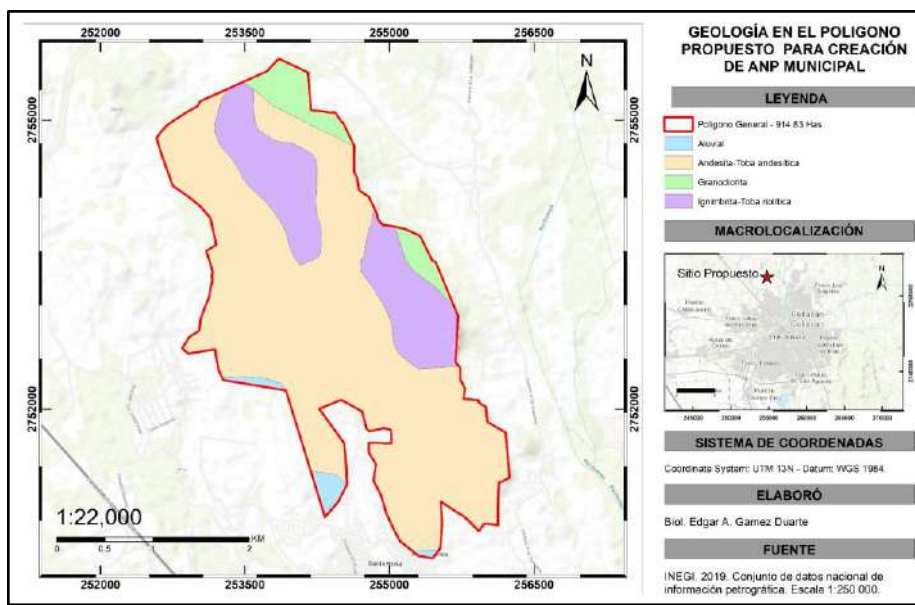


Figura 4. Descripción litológica del Cerro de la Virgen, Culiacán, Sinaloa.

Registro de la riqueza de especies

Belle, et al. (2020) mencionan que para proponer ANP se basa en describir un grupo taxonómico clave o áreas relevantes; para proponer al Cerro de la Virgen como ANP se incluyeron las variables riqueza de plantas leñosas, su estatus de riesgo de extinción, el tipo de vegetación y su estado de conservación.

En la superficie accidentada del sitio se trazaron rectángulos de 100 m², extendidos 50 x 2 m (Gentry, 1982), repetidos 10 veces, que sumaron una superficie de 1000 m² (0.1 ha). La forma dimensión y replicación empleada en los inventarios facilita la comparación con otros estudios de bosques secos. Las líneas de transecto se construyeron en la superficie de la selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio. En cada sitio seleccionado fueron registradas las especies de plantas leñosas (arbustos, trepadoras y árboles) y los tallos con dimensión iguales o superior con un cm de diámetro a la altura de pecho (DAP), considerado 1:30 m a partir del suelo (Trejo & Dirzo, 2002). Las especies se identificaron in-situ, las no reconocidas en campo se colectaron, prensaron, secaron y herborizaron (Díaz, 2007), además se fotografiaron y corroboradas por

especialistas. La nomenclatura para las categorías taxonómicas para familias, géneros y especies se consultó en Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org), The Word flora on line (www.wodfloraonline.org) y Kew Herbarium (<https://powo.science.kew.org>). Con respecto a la riqueza Gentry (2009) menciona que los bosques secos neotropicales tienen, en 0.1 ha, entre 50 y 70 especies, con un promedio de 64.9 taxones.

Para la elaboración de la cartografía se utilizaron como fuente los mapas disponibles en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) a escalas 1: 000 000 y 1:250 000. En el análisis biofísico del sitio propuesto, se emplearon los *softwares* ArcGIS 10.5, Google Earth pro 7.3, Global Mapper 18 y la información vectorial en capas tipo *shape* que yacen dispuestas en el portal de INEGI (<https://www.inegi.org.mx/>) de manera libre y gratuita; primeramente se creó el polígono general en Google Earth pro 7.3, después se trabajó en Global Mapper 18 para darle la proyección correspondiente a la zona en las coordenadas UTM WGS 84 zona 13, con ayuda del mismo *software* se procedió a la conversión del polígono a formato *shape* para trabajarlo con ArcGIS 10.5, esto en conjunto con las capas *shape* de INEGI para la el uso del suelo y tipo de vegetación (INEGI, 2018), unidades climáticas (INEGI, 2008), perfiles de suelo (INEGI, 2013) e información petrográfica (INEGI, 2019); utilizando la herramienta *clip* en ArcGIS 10.5 se extrajo solo la información deseada de cada capa para el sitio propuesto y se procedió a la identificación, análisis y presentación de la cartografía empleada.

Normatividad municipal y estatal sobre ANP

El Reglamento municipal de Culiacán en materia de Ecología y Protección al Ambiente (Gobierno del estado de Sinaloa, 1992), en las Disposiciones Generales de su Capítulo Primero, Artículo 4 y 3, apartado XIV dice que “El Ayuntamiento, velará por brindar un ambiente sano que conserve su diversidad, riqueza y equilibrio natural que permita alcanzar una mejor calidad de vida para toda la comunidad y que las Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción local “son las sujetas al régimen de protección Estatal o Municipal a fin de preservar ambientes naturales; salvaguardar la diversidad genética y las especies silvestres; lograr el aprovechamiento racional de los recursos naturales y mejorar la calidad del ambiente en los centros de población y sus alrededores. La problemática en zonas urbanas y periurbanas cobra mayor vigencia en emplear la jurisprudencia como herramienta en materia de conservación de ecosistemas y biodiversidad. La primera preocupación es el escaso número de áreas naturales decretadas y la

reducida superficie que abarcan, tanto en la jurisdicción municipal de Culiacán, como estatal de Sinaloa. En el área urbana de Culiacán sólo se tiene como decreto La Isla de Orabá, dentro de la normatividad municipal, que se enmarca como Parque Urbano de Preservación Ecológica de Centro de Población, comprende una superficie de 4 ha, y se promulgó el 27 de mayo del 2004 (CONACYT, 2022). La vegetación característica es bosque de galería con predominancia de árboles como álamo (*Populus dimorpha*), sauce (*Salix nigra*), sabino (*Taxodium mucronatum*) y capules (*Ficus* spp); arbustos que dominan como el batamote (*Baccharis glutinosa*), alinanche (*Pluchea odorata*), latilla (*Hymenoclea monogyra*), cuca (*Mimosa pigra*) y cacarahua (*Vallesia glabra*) (Díaz, 2006).

Por su parte La Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Sinaloa (Gobierno del estado de Sinaloa, 2020) establece en el artículo 5, apartado II, lo que considera de utilidad pública incluye: “El establecimiento, administración, protección, preservación y vigilancia de las áreas naturales protegidas de parques, reservas estatales, zonas de preservación ecológica de los centros de población y zonas de restauración ecológica de jurisdicción estatal; en el artículo 6, apartado IV. Define Áreas Naturales Protegidas. En las ANP administradas por el gobierno estatal se incluye al Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria, con la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE), con una superficie de 1,256 ha, localizada al sur de Sinaloa en el municipio de Cosalá con fecha de decreto el 12 de marzo del 2002 (Gobierno del estado de Sinaloa, 2002); la vegetación dominante es selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio, con una superficie de cobertura primaria y secundaria de 601 ha (Ceballos, et al. 2010a), caracterizado por especies arbóreas como mauto (*Lysiloma divaricada*), mora (*Maclura tinctoria*), rosamarilla (*Cochlospermum vitifolium*), sangregados (*Jatropha* spp.), papaches (*Randia echinocarpa*), brasil (*Haematoxylon brasiletto*), colorín (*Erythrina lanata*), papelillos (*Bursera* spp); amapas (*Tabebuia chrysantha* y *T. pentaphylla*) (Rubio, et al., 2010). Navachiste como ZSCE, con una superficie de 13,937 ha, ubicada al norte de la entidad entre los municipios de Guasave y Ahome, con fecha de decreto el 27 de mayo del 2004 (Gobierno del estado de Sinaloa, 2004). La vegetación dominante es selva baja espinosa, matorral sarcocrasicaule o bosque espinoso; destacan las especies de cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*), pitaya (*Stenocereus thurberi*), Sina (*Rathbunia alamosensis*), biznaga (*Ferocactus herrerae*), palo verde (*Cercidium torreyanum*), palo verde (*Cercidium sonora*), brea (*Cercidium floridum*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), Brasil (*Haematoxylum brassileto*), *Coursetia glandulosa*, vinolo (*Acacia cochliacantha*), palo gato (*Pithecellobium sonora*), chutama (*Jatropha cordata*), ocotillo (*Fouquieria macdougallii*), palo blanco (*Ipomoea arborescens*), copales (*Bursera* spp), nanchi de la costa (*Ziziphus sonorensis*) y guayacán (*Guaiacum coulteri*) que destaca por estar incluido en la NOM 059-ECOL-1994 de las especies en riesgo (Sicairos-Avitia, et al., 2003). La Sierra de Tacuichamona como Reserva Estatal, con una superficie de 44,675

ha, comprende los municipios de Culiacán, Cosalá y Elota, con fecha de decreto en octubre del 2020 (Gobierno del estado de Sinaloa, 2020). Domina el tipo de vegetación de selva baja caducifolia, con especies de árboles conspicuos de *Haematoxylum brasiletto*, *Caesalpinia platyloba*, *C. eriostachys*, *C. sclerocarpa*, *Acacia cymbispina*, *A. farnesiana*, *A. pennatula*, *A. cornigera*, *Cassia emarginata*, *Crataeva palmeri*, *Prosopis* spp, *Chlorophora tintoria*, *Lysiloma divaricatum*, *Phitecellobium sonora*, *P. tortum*, *Mimosa palmeri*, *Coutarea latiflora*, *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*, *Ipomea arborescens*, *Bombax palmeri*, *Cochlospermum vitifolium*, *Conzattia sericea*, *Tabebuia palmeri*, *T. chrysantha*; con arbustos como *Malva* spp, *Randia* spp, *Manihot* sp, *Pedilanthus rubescens* (Gentry, 1946).

En el ámbito federal La Ley General del Equilibrio Ecológico y protección Ambiental (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018) en su artículo 3º, define Áreas naturales protegidas como: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley. La región conocida como Meseta de Cacaxtla (APFFMC), ubicada en los municipios de San Ignacio y Mazatlán, en el Estado de Sinaloa, fue decretada como ANP de protección de Flora y Fauna. Comprende una superficie total de 50,862 ha (Secretaría de Gobernación, 2000). Dominan las comunidades vegetales del bosque seco (selva baja caducifolia y selva baja espinosa). Los árboles dominantes son: cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*), casiguano (*Cenostigma eriostachys*), palo colorado (*Couleria platyloba*) listoncillo (*Gossypium aridum*), mauto (*Lysiloma divaricatum*), nanchi (*Ziziphus amole*), brasil (*Haematoxylum brasiletto*), taliste (*Lonchocarpus lanceolatus*), vinolo (*Vachellia campechiana*), vinorama (*Vachellia farnesiana*), manzanita (*Malpighia emarginata*), torote amarillo (*Bursera fagaroides*), copal (*Bursera laxiflora*), amapa (*Handroanthus impetiginosus*); de arbustos, se registraron: varas blancas (*Croton* spp), tres costillas (*Paullinia fuscescens*) papachillo (*Randia thurberi*), chuparrosa (*Justicia candicans*), talayote (*Marsdenia edulis*) (Márquez, 2016). Siendo Fabaceae la familia con mayor riqueza de géneros y especies. En el APFFMC fue notorio el registro del 13.93 % de especies, 22.80 de géneros y el 30 % de las familias de plantas reportadas para el estado de Sinaloa, en una superficie inferior al 1 % del territorio estatal (Márquez-Salazar, et al., 2022).

Conservación de los bosques secos en Sinaloa

En los bosques secos tropicales del noroeste de México el proceso de deforestación que fragmentó el bioma, redujo la riqueza y biodiversidad, impulsó el arribo de especies no nativas, modificó la estructura de comunidades, etc., se intensificó desde mediados del siglo pasado. Grandes extensiones de la planicie costera de Sonora y Sinaloa se fragmentaron desde los años 1940' y 1950' (Rzedowski, 1978), para convertirse en infraestructura de riego, cultivos agrícolas, agostaderos y granjas acuícolas. Con respecto a la deforestación en los bosques y selvas del estado de Sinaloa, en un periodo de 18 años (1993 a 2011) Monjardín-Armenta, et al. (2017) mencionan que alcanzó los 2,277 km². La pérdida corresponde a un 7.49 % de la superficie de vegetación de inicio del periodo. En el municipio de Culiacán se deforestaron de bosques y selvas 339.58 km², un 14.91 %, fue el segundo municipio más fragmentado después de Badiraguato. Las causas primarias de pérdida fueron por cultivos agrícolas, extracción de madera, asentamientos humanos y minería. La reducción de superficie forestal en los bosques secos va en aumento (Márquez-Salazar, et al., 2022), sin que autoridades de diferentes niveles de gobierno tengan medidas reales o políticas que detengan, compensen o mitiguen la problemática. Por lo que es importante detener esta transformación y conservar las selvas secas del Pacífico mexicano para que puedan seguir brindando servicios ecosistémicos (Balvanera & Maass, 2010). El desequilibrio se hace relevante debido a que la selva seca es uno de los tipos de vegetación menos representado en las áreas protegidas del país (Ceballos, et al., 2010a), por lo que se requiere aumentar su nivel de protección de las selvas secas del Pacífico mexicano, particularmente las compartidas por Sonora-Sinaloa y Sinaloa (Ceballos, et al. 2010b).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza de especies

Del inventario de la flora arbórea, arbustiva y trepadora fueron registradas una riqueza de 18 familias de plantas, 40 género y 51 especies. La familia más diversa en género y especies fue Fabaceae. La riqueza de esta familia de plantas se repite en los bosques secos de América, con excepción del Caribe y Florida (Pennington, et al., 2006). El género más diverso en especies es *Bursera* con siete taxones (Tabla 1).

Trejo & Dirzo (2002), Rzedowski & Calderón, (2013) y Williams-Linera & Lorea (2009) llegaron a conclusiones sobre la dominancia del género característico de la familia Burseraceae en selvas secas de México.

Tabla 1. Listado preliminar de familias, género y especies de plantas leñosas el cerro de la Virgen, Culiacán, Sinaloa

Familia	Especie	Categoría de riesgo	
Fabaceae	<i>Bauhinia pauletia</i> Pers	LC	
	<i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson		
	<i>Cenostigma eriostachys</i> (Benth.) E. Gagnon & G. P. Lewis		
	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	LC	
	<i>Coulteria platyloba</i> (S. Watson) N. Zamora		
	<i>Coursetia caribaea</i> (Jacq.) Lavin	LC	
	<i>Erythrina lanata</i> Rose		
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	LC	
	<i>Lonchocarpus hermannii</i> M. Sousa		
	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	LC	
	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	LC	
	<i>Vachellia macracantha</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger	LC	
	Burseraceae	<i>Bursera arborea</i> (Rose) L. Riley	NC
		<i>Bursera bipinnata</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Engl.	LC
<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.		LC	
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.		LC	
<i>Bursera grandifolia</i> (Schltdl.) Engl.		LC	
<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson		NC	
<i>Bursera penicillata</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Engl.		LC	

Cactaceae	<i>Opuntia wilcoxii</i> Britton & Rose	LC
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose	LC
	<i>Pereskia blakeana</i> J.G. Ortega	LC
	<i>Stenocereus alamosensis</i> (J.M. Coult.) A.C. Gibson & K.E. Horak	VU
	<i>Stenocereus martinezii</i> (J. G. Ortega) Buxb.	Pr/EN
Euphorbiaceae	<i>Croton alamosanus</i> Rose	
	<i>Croton micans</i> Sw.	LC
	<i>Jatropha cordata</i> (Ortega) Müll. Arg.	
	<i>Jatropha peltata</i> Sessé	
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i> Brongn. ex Sweet.	LC
	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.	
	<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Moc.) M.C. Johnst.	LC
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i> L	LC
	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl.	LC
	<i>Quadrella indica</i> (L.) Iltis & Cornejo	LC
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	LC
	<i>Gossypium aridum</i> (Rose & Standl.) Skovst.	Pr/VU
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	LC
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	LC
	<i>Randia echinocarpa</i> Moc. & Sessé ex DC.	LC
	<i>Randia thurberi</i> S. Watson	LC
Convolvulaceae	<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don	LC
	<i>Ipomoea bracteata</i> Cav.	

Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	LC
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	A/LC
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	LC
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	LC
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	LC
Rutaceae	<i>Esenbeckia hartmanii</i> B.L. Rob. & Fernald	VU
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum mexicanum</i> Kunth	
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	LC
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	A/VU

La lista roja (UICN) incluye la categoría Menor Preocupación (LC: Least Concern), Casi Amenazada (NC: Near Threatened), Vulnerable (VU: Vulnerable) y en Peligro de Extinción (EN: Endangered). La NOM 059 SEMARNAT-2010, contiene Amenazadas (A) y Sujetas a Protección Especial (Pr).

Las especies registradas en la selva baja caducifolia del Cerro de la Virgen se distribuyen en ANP tanto de jurisdicción estatal y federal en Sinaloa. Para algunas especies se empleó la nomenclatura reciente de Tropicos (www.tropicos.org). Los taxones enlistados por Rubio, et al. (2010), del Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria (ZSCE), son: *L. divaricatum*, *C. vitifolium*, *J. cordata*, *J. peltata*, *R. echinocarpa*, *H. brasiletto*, *E. lanata*, *Bursera* spp, *H. impetiginosus*. Por su parte las registradas por Sicairos-Avitia, et al. (2003) de la región costera del estado que incluye la ZSCE Sierra de Navachiste, fueron: *P. pecten-aboriginum*, *Stenocereus alamosensis*, *H. brassileto*, *J. cordata*, *I. arborescens*, *Bursera* spp, *Ziziphus amole*, *Guaiacum coulteri*. En las reportadas por Gentry (1946) de Reserva Estatal Sierra de Tacuichamona, se encuentran: *H. brassileto*, *Coulteria platyloba*, *Cenostigma eriostachys*, *Maclura tinctoria*, *L. divaricatum*, *H. latiflora*, *C. alliodora*, *G. ulmifolia*, *I. arborescens*, *C. vitifolium*, *H. impetiginosus*, *Randia* spp. Márquez (2016) del Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla (APFFMC), reporta: *P. pecten-aboriginum*, *C. eriostachys*, *C. platyloba*, *G. aridum*, *L. divaricatum*, *Z. amole*, *H. brasiletto*, *B. fagaroides*, *B. laxiflora*, *H. impetiginosus*, *Croton* spp, y *R. thurberi*.

En bosques secos de México se han realizado diferentes estudios, registrando heterogéneos resultados de riqueza. Arriaga & León (1989), enlistaron 67 especies de la selva baja caducifolia en Baja California Sur; por su parte Hernández-Ramírez & García-Méndez (2015) reportan 77 especies y Márquez-Salazar, et al. (2019) registraron en el Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla (APFFMC), 57 en el Rancho Las Palomas y 52 en Las Antenas 52, resultando ligeramente superiores a las enlistadas en el Cerro de la Virgen, variando con 16, 26, seis y una especie respectivamente.

Las especies listadas en la NOM 09 SEMARNAT 2010 (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2019) en la categoría de Protección Especial (Pr) fueron pitaya de Martínez (*Stenocereus martinezii*) y algodóncillo (*Gossypium aridum*) y como Amenazadas amapa (*Handroanthus impetiginosus*) y guayacán (*Guaiacum coulteri*). Es relevante que las cuatro especies listadas en la normatividad nacional tienen además protección internacional. En la legislación UICN aparecen 40 especies. 35 taxones como Least Concern (LC), dos como Near Threatened (NT), uno como Vulnerable (V) y otro Endangered (EN) (<https://www.iucnredlist.org/>).

Se coincide con Sicairos-Avitia, et al. (2003), que reportan a *G. coulteri*; con Rubio, et al. (2010) quienes listan a *H. impetiginosus* y Márquez-Salazar, et al. (2019) a *S. Martinezii* y *G. coulteri* como especies en riesgo de extinción incluidas en la legislación mexicana.

Vegetación

El área que se propone como sujeta a protección comprende una superficie de 914.83 ha. Estructurada en dos tipos de vegetación selva baja caducifolia (SBC) (622.44 ha), un 68.04 % y vegetación secundaria de SBC (292.39 ha) un 31.96 % (Figura 5).

Ceballos, et al. (2010a) estructura los tipos de vegetación de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) de El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria, que tiene 1,218 ha. La selva seca (primaria y secundaria) posee 601 ha., otros tipos de vegetación 597 ha y la superficie antropizada 20 ha. La selva seca comprende 49.34 % de la superficie, 49.01 % lo conforman otros tipos de vegetación y 1.64 % la parte antropizada. Del Cerro de la Virgen el 100 % de la superficie completa, las 914.83 ha, lo conforma la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria sucesional de mismo tipo de vegetación, no presenta otros tipos de vegetación diferentes a la SBC primaria y secundaria, comparada con la selva seca de la ZSCE que tiene 49.34 %, menos de la mitad de su superficie de esta comunidad de plantas está protegida en esta ANP. El Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla (APFFMC) registra un área de 47,952 ha. Las

selvas secas (primaria y secundaria) tienen 30,713 ha (64.05 %), de otros tipos de vegetación 7,648 ha (15.9 %) y 9,591 de superficie antropizada (20 %). La mayor superficie porcentual lo presentan las selvas secas APFFMC, que tienen un monto de 64.05 % cercano al porcentaje de la SBC del Cerro de la Virgen.

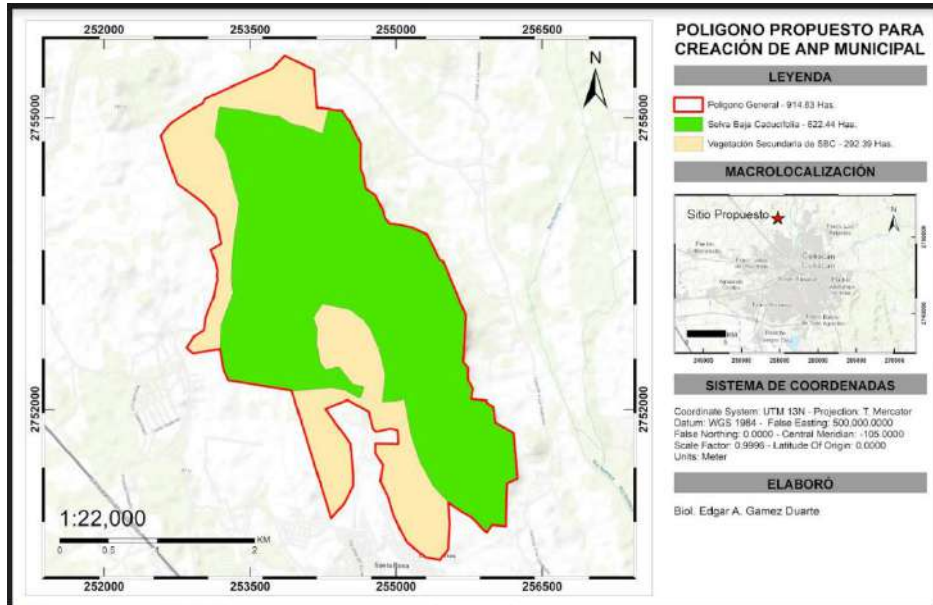


Figura 5. Tipos de vegetación del Cerro de la Virgen Culiacán, Sinaloa, México.

Con relación a las dimensiones de las ANP de jurisdicción estatal y federal de Sinaloa mencionadas por Ceballos, et al. (2010a), están subestimadas, tal vez por errores en la dimensión y/o ajuste de la superficie, al contrastarse con la información que aparece en los documentos de decreto de las AN. En la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) de El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria se registra una superficie de 1,256 ha, (Gobierno del estado de Sinaloa, 2002) y no 1218 ha; por su parte para El Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla (APFFMC) el autor reporta un área de 47,952 ha., ligeramente inferior a la superficie total de 50,862 ha (Secretaría de Gobernación, 2000).

Pérdidas en bosques y selvas del estado de Sinaloa

Monjardín-Armenta, et al. (2017) mencionan que en Sinaloa se deforestaron 2,277.18 km² de bosques y selvas, en un periodo de 18 años (de 1993 a 2011). El área en km², alcanzan las 227,718 hectáreas, la superficie promedio anual sería de 12,651 ha. Extrapolando el promedio anual a los años 2011 al 2022, para cubrir hasta el periodo actual, bajo el supuesto que los cuatro principales factores de deforestación continuaran, en la tasa presentada y que hubo ausencia de regeneración, sumarían en poco más de una década las 139,161 ha., de superficie transformada de bosques en más área de cultivos agrícolas, sitios perturbados de bosques por extracción de recursos maderables y no maderables, asentamientos humanos y minas. En un periodo que va de 1993 al 2022, 29 años, se estima una superficie de pérdida de bosques y selvas de 366,879 ha.

Los tres decretos de ANP de jurisdicción estatal El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria, con una superficie de 1,256 ha, localizada al sur de Sinaloa en el municipio de Cosalá decretada en 2002 (Gobierno del estado de Sinaloa, 2002). La Sierra de Navachiste con una superficie de 13,937 ha, ubicada entre los municipios de Guasave y Ahome (Gobierno del estado de Sinaloa, 2004), y la Sierra de Tacuichamona con una superficie de 44,675 ha, comprende los municipios de Culiacán, Cosalá y Elota (Gobierno del estado de Sinaloa, 2020); suman una superficie de 59,868 ha., aportada del 2002 al 2020. Considerando un área promedio de pérdida de bosques y selvas de 12,651 ha anuales en un lapso de 18 años, suma una superficie perturbada de 227,718 ha., y el área que comprenden en conjunto las tres ANP sólo compensa el 26.29 % del total estimado de hectáreas a las que real o potencialmente se les ha cambiado el uso del suelo. Si a la suma de las tres zonas protegidas de jurisdicción estatal se le adicionan las hectáreas del Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla de competencia federal, ubicada en los municipios de San Ignacio y Mazatlán, que comprende una superficie de 50,862 ha (Secretaría de Gobernación, 2000), entonces la superficie conservada se incrementaría a 110,730 ha, que compensarían un 48.62 % de la pérdida de cobertura vegetal estimada por cambios de uso de suelo en bosques y selvas del estado.

Otro aspecto relevante es que las ANP de jurisdicción estatal y federal con cobertura para bosques secos se han concentrado en siete de 18 municipios de la entidad: Guasave, Ahome, Culiacán, Cosalá, Elota, San Ignacio y Mazatlán.

Decretos de nuevas áreas como La Sierra de Barobampo en el municipio de Ahome y Monte Mojino en las municipalidades de Concordia y el Rosario remediarían en parte la superficie transformada y sumaría a las hectáreas que deben conservar los bosques secos del estado de Sinaloa.

Pérdidas de bosques y selvas en el municipio de Culiacán

Monjardín-Armenta, et al. (2017) mencionan que en el municipio de Culiacán se deforestaron 339.58 km² de bosques y selvas, esto corresponde a 33,958.08 hectáreas, con una superficie de pérdida promedio anual de 1,886.56 ha. Estimando el área deforestada desde 2011 al 2022, en un lapso de tiempo de 11 años, bajo el modelo que actúen los mismos procesos causales principales y secundarios, idénticas tasas de incidencia y que no haya regeneración de bosque y selvas, se tendrían al finalizar el presente año 20,752.16 ha menos de bosques y selvas primarias y sucesionales, que sumarían al periodo anterior de 18 años, 54,710.24 ha., para un tiempo de 29 años en el municipio de Culiacán.

La superficie de bosques y selvas del municipio central alcanzaba 244,493 hectáreas (2444.93 km²), registradas en 1993, se estima que, para finales del año 2022, en un periodo de casi tres décadas, se transformen por cambio de uso de suelo una cantidad de 54,710.24 ha (22.38 %) y quedaría una superficie de 189,782.76 ha (77.62 %), sin cambios potenciales de estos tipos de vegetación.

El municipio de Culiacán no tiene un decreto de ANP desde el 2004. Ha habido propuestas de lomeríos que sean considerados como sitios candidatos a ANP. Al este y sur de la ciudad como las colinas de San Antonio-Cerro Siete Gotas y de Imala-Sanalona y particularmente el Cerro del Tule en la categoría de Zona de Preservación Ecológica de los Centros de Población, fragmentada en distintas áreas. Con la superficie de 914.83 ha., que comprende el Cerro de la Virgen compensaría parcialmente la pérdida de superficie forestal que ocurre en el municipio de Culiacán, equilibrando la pérdida de bosques y selvas, que aumentaría las hectáreas que protegerían las selvas secas del Pacífico mexicano.

CONCLUSIONES

La inclusión del cerro de la Virgen Culiacán, Sinaloa a las ANP de jurisdicción municipal o estatal incorporaría 914.83 ha nuevas al esquema de protección de parques urbanos o reservas ecológicas, que sumarían una importante superficie a conservarse de la selva seca del pacífico mexicano. Le daría cobijo, al menos, a una riqueza taxonómica de 18 familias, 40 géneros y 51 especies de árboles, arbustos y trepadoras, y a una gran diversidad de taxones no leñosos como: epifitas, subarbustos, hierbas, hongos; además especies de fauna como: aves, reptiles, mamíferos, insectos e invertebrados en general, en un escenario de selva baja caducifolia primaria, que abarca el 66 % de la superficie. Brindaría un

espacio para el refugio de especies en riesgo de extinción incluidas en la normatividad nacional e internacional.

Con el decreto se contribuiría en detener el avance de la expansión urbana y se asegura un sitio para que preste servicios ambientales, ecológicos y culturales que proveen las áreas naturales y en el eje tiempo se contribuya al desarrollo sustentable para las futuras generaciones de habitantes del área urbana y periurbana de la región centro del estado.

La cifra estimada en 12,615 ha anuales de deforestación sólo en bosque y selvas de Sinaloa, impulsa a sumar nuevas ANP, requeridas para compensar la superficie transformada en terrenos agrícolas, agostaderos, unidades habitacionales y minas. Se necesitan coordinar los esfuerzos de los diferentes niveles de gobierno municipal, estatal y federal, a través de los departamentos de Áreas Naturales Protegidas, con instituciones de educación, centros de investigación, empresarios y ONG, para impulsar políticas y acciones que tiendan a preservar la riqueza de especies, recobrar las que presenten un riesgo de extinción, reducir amenazas de la biodiversidad, recuperar áreas deforestadas, conservar de partes de ecosistemas naturales y vincular a los habitantes locales del estado de Sinaloa.

LITERATURA CITADA

- Arriaga, L., & León, J. L. (1989). The Mexican tropical deciduous forest of Baja California Sur: a floristic and structural approach. *Vegetatio* 84, pp. 45-52.
- Balvanera, P., & Maass, M. (2010). Los servicios ecosistémicos que proveen las selvas secas. En Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinosa, E., Bezaury-Creel, J., & Dirzo, R. (Eds.), *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México* (pp. 251-269). México: Fondo de Cultura Económica.
- Barthel, S., Isendahl, C., Vis, B. N., Drescher, A., Evans, D. L., & van Timmeren, A. (2019). Global Urbanization and Food Production in Direct Competition for Land: Leverage places to Mitigate Impacts on SDG2 and on the Earth System. *The Anthropocene Review*, 6 (1-2), pp. 71–97. DOI: 10.1177/2053019619856672.
- Belle, E. M. S., Bingham, H. C., Bhola, N., Dudley, N., Stolton, S., & Kingston, N. (2020). Short communication towards a typological framework for area-based conservation. *Parks*, 26 (2), pp.129-134.
- Ceballos, G., Cantú, C., y Bezaury-Creel, J. (2010a). Áreas de conservación de las regiones prioritarias de las selvas secas. En Ceballos, G., Martínez,

- L., García, A., Espinosa, E., Bezaury-Creel, J., & Dirzo, R. (Eds.), *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México* (pp. 349-368). México: Fondo de Cultura Económica.
- Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., y Bezaury-Creel, J. (2010b). Áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico mexicano. En Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinosa, E., Bezaury-Creel, J., & Dirzo, R. (Eds.), *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México* (pp. 387-392). México: Fondo de Cultura Económica.
- CONACYT. (2022). <https://conacyt.mx/cibiogem/index.php/anpl/sinaloa>. Consultado 24.03.2022.
- Czech, B., Krausmann, P. R., & Devers, P. K. (2000). Economic association among causes of species endangerment in the United States, *Bioscience* 50, pp. 593–601.
- da Silva, J., Kernaghan, S., & Luque, A. (2012). A systems approach to meeting the challenges of urban climate change. *International Journal of Urban Sustainable Development*, pp. 1-21. DOI:10.1080/19463138.2012.718279.
- Dade, M. C., Mitchell, M. G. E., Brown, G., & Rhodes, J. R. (2020). The effects of urban greenspace characteristics and socio-demographics vary among cultural ecosystem services. *Urban Forestry & Urban Greening*, 49 (5), <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126641>.
- Díaz, J. S. (2006). El bosque de galería: una comunidad vegetal amenazada en las zonas urbanas. En Cifuentes-Lemus, J. L. & Gaxiola-López, J. (Eds.), *Atlas del Manejo y Conservación de la Biodiversidad y Ecosistemas en Sinaloa* (pp. 63-68). Culiacán, Sinaloa, México: Colegio de Sinaloa.
- Díaz, P.W.A. (2007). Composición florística y estructura de bosques en los asentamientos campesinos Las Delicias, El Guamo y Lechozal, Estado Bolívar, Venezuela. *ERNSTIA*, 17(1), pp. 1-24.
- García, E. (1998). *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen*. México: Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad (CONABIO).
- Gentry, A. H. (1946). Sierra Tacuichamona-A Sinaloa Plant Locale. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 73 (4), pp. 356-362.
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*, 15, pp.1-54.

- Gentry, A. H. (2009). Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En Bullock, S. H., Mooney, H. A. & Medina, E. (Eds.), *Seasonally dry tropical forests* (pp. 146-194). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Gobierno del estado de Sinaloa. (1992). Reglamento Ecología y Protección al Ambiente para el Municipio de Culiacán. *Periódico Oficial "EL ESTADO DE SINALOA"*, 125, 12.09.1992.
- Gobierno de estado de Sinaloa. (2002). Decreto que declara Área Natural Protegida de jurisdicción local, con el carácter de zona sujeta a conservación ecológica, la región conocida como el Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria. *Órgano Oficial del Gobierno del Estado*, pp. 32.
- Gobierno del estado de Sinaloa. (2004). Decreto que declara Área Natural Protegida de Jurisdicción Local, con el carácter de zona Sujeta a Conservación Ecológica, la región conocida como Navachiste. *Órgano oficial del Estado de Sinaloa*, 067. 04.07.2004.
- Gobierno del Estado de Sinaloa. (2020). Ley Ambiental para el desarrollo Sustentable del Estado de Sinaloa. *Periódico Oficial de estado de Sinaloa*, 14.08.2020.
- Gobierno del Estado de Sinaloa. (2020). Decreto que declara Área Natural Protegida en la categoría de Reserva Estatal, la región conocida como Sierra de Tacuichamona. *Órgano oficial del Estado de Sinaloa*, 125, pp. 4-9.
- Hernández-Ramírez, A. M., & García-Méndez, S. (2015). Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la Península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*, 63 (3), pp. 603-616.
- INEGI. (2008). Conjunto de datos vectoriales. Escala 1: 1 000 000. Unidades climáticas.
- INEGI. (2013). Conjunto de datos de perfiles de suelos. Escala 1: 250 000. Serie II.
- INEGI. (2019). Conjunto de datos nacionales de información petrográfica. Escala 1: 250 000.
- INEGI. (2022). Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía. (<https://www.inegi.org.mx/>). Consultada 15.04.2022.
- Kew Herbarium. (2022). Plants of the world on line. (<https://powo.science.kew.org>). Consultada 13.04.2022.
- Machado, M., Young, C. E. F., & Clauzet, M. (2020). Environmental funds to support protected areas: lessons from brazilian experiences. *Parks*, 26 (1), pp. 47- 62.

- Márquez, S. G. (2016). *Estudio técnico para el monitoreo, conservación y manejo de recursos naturales*. Mazatlán, Sinaloa, México: CONANP-PROCOCODES.
- Márquez-Salazar, G., Salomón-Montijo, B., Reyes-Olivas, A., Amador-Medina, M. & Millán-Otero, G. M. (2019). Composición y diversidad florística de bosques secos en la Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Gayana Botánica*, 76 (2), pp. 19-31. Doi.10.4067/S0717- 66432019000200176.
- Márquez-Salazar, G., Millán-Otero, M. G., Díaz, J. S., & Márquez-Stone, J. (2022). Woody and Semi-Woody plants, Wild and Native to Dry and Semi-Humid Forests from The Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25 (38), pp.1-20.
- Monjardín-Armenta, S., Pacheco-Angulo, C. E., Plata-Rocha, W. & Corrales-Barraza, G., (2017). La Deforestación y sus Factores Causales en el estado de Sinaloa, México. *Madera y Bosques*, 23 (1), pp. 7-22. Doi.org/10.21829/myb.2017.23114 82.
- Moore, G., & Hopkins, J. (2021). Urban parks and Protected Areas: On the front lines of a pandemic. *Parks*, 27, pp. 73-84.
- Navidad, S. T. (2004). *Toponimias de la región y su significado*. Culiacán, Sinaloa, México: Once Ríos.
- OCDE. (2020). Cities in the World: A New Perspective on Urbanisation. Available at: [https:// doi.org/10.1787/b261814f-en](https://doi.org/10.1787/b261814f-en) (Consultado 11.04.2022).
- Pennington, T. R., Lewis, W. P., & Ratter, J. A. (2006). An Overview of the Plant Diversity, Biogeography and Conservation of Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests. En Pennington, R. T., Lewis, G. P. & Ratter, J. A. (Eds.), *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests Plant Diversity, Biogeography, and Conservation*. (pp. 1-30). Florida: CRC Press.
- Rubio, R.Y.G., Bárcenas, H., & Beltrán, A. (2010). Meseta de Cacaxtla, Sinaloa. En Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinosa, E., Bezaury-Creel, J., & Dirzo, R. (Eds.), *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México* (pp. 405-410). México: Fondo de Cultura Económica.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México, D.F: Limusa.
- Rzedowski, J., & Calderón, G. (2013). Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. *Acta Botánica Mexicana*, 102, pp. 1-23.

- Secretaría de Gobernación. (2000). Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Meseta de Cacaxtla, ubicada en los municipios de San Ignacio y Mazatlán, en el Estado de Sinaloa, con una superficie total de 50,862-31-25 hectáreas. *Diario Oficial de la Federación*. 27.11.2000.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018). Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. *Diario oficial de la Federación*. 05.06.2018.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2019). Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 14.11.2019.
- Sicairos-Avitia, S., Díaz, S. J. & Sánchez-González, S. (2003). Recursos Bióticos Silvestres en la Zona Costera de Sinaloa. En Karam-Quiñones, C., & Beraud-Lozano, J. L. (Coords.), *Sinaloa y su Ambiente. Visiones del Presente y Perspectivas* (pp. 281-328). Culiacán, Sinaloa, México: UAS.
- The IUCN. (2022). Red List of Threatened Species (<https://www.iucnredlist.org/>). Consultada 11.04.2022.
- Trejo, I., & Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11, pp. 2048-2063.
- Trejo, I. (2010). Las selvas secas del Pacífico mexicano. En Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinosa, E., Bezaury-Creel, J., & Dirzo, R. (Eds.), *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México* (pp. 41-52). México: Fondo de Cultura Económica.
- Tropicos. (2022). Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org/name/>. Consultada: 12-04-2022.
- United Nations. (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. Available at: <https://population.un.org/wup/Download/>. Consultada 12.04.2022.
- Williams-Linera, G., & Lorea, F. (2009). Tree species diversity driven by environmental and anthropogenic factors in tropical dry forest fragments of central Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 18, pp. 3269-3293.

Woodley, S., Rao, M., MacKinnon, K., Sandwith, T., & Dudley, N. (2021). Speaking a Common Language on What Should Count for Protecting 30 Per Cent by 2030? *Parks*, 27 (2), pp. 9-14.

Word Flora Online. (2022). Supporting the Global Strategy for Plant Conservation. <http://www.worldfloraonline.org>. Consultada 13.04.2022.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento por el apoyo en los muestreos de campo a los estudiantes de la Facultad de Biología UAS: Aispuro Medina Adán Enrique, Chávez Monzón Luz Mireya, Díaz Zazueta Marco Antonio, Félix Ramírez Isela Leonor, Laureán Hernández Marco Valentín, Martínez Chavira Ángela Briceyda, Molina Meza Luis Roberto, Ríos Reyes Alí Mauricio, Rivera Márquez Ángel Alberto, Ruelas Acevez Blanca Flor, Sosa Medina Flor Lizbeth, Zavala Monzón Adelia Guadalupe y Zazueta González Mayanin. A Vladimir Márquez Stone, Roberto C. Cárcamo Aréchiga y Loranda Calderón Zamora por sus relevantes observaciones al manuscrito.

SÍNTESIS CURRICULAR

Gilberto Márquez Salazar

Maestro en Ciencias en Biología Vegetal por la Facultad de Ciencias UNAM. Profesor e investigador de la Facultad de Biología UAS. Director e integrante de comités tesis de licenciatura y maestría. Responsable de proyectos de investigación. Autor y coautor de artículos sobre diversidad y riqueza de especies de bosques secos, especies invasoras, en riesgo de extinción y ANP. Evaluador de proyectos de investigación e Integrante del Sistema Estatal de Investigadores y Tecnólogos. Correo electrónico: gmarquez@uas.edu.mx.

José Saturnino Díaz

Biólogo, Maestro en ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente y Doctor en Biotecnología por el CIIDIR Sinaloa IPN. Profesor Investigador en la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Ha sido autor y coautor de varios artículos en revistas y libros sobre biotecnología, plantas invasoras, diversidad florística y vegetación de Sinaloa; además, es coautor de patente en biotecnología. Correo electrónico: jdiaz@uas.edu.mx.

Edgar Alberto Gámez Duarte

Biólogo, estudiante en el programa de Maestría en Ciencias Biológicas en la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Ha sido colaborador y responsable técnico en la elaboración de estudios de impacto ambiental, además de responsable técnico en la implementación y ejecución de las medidas de mitigación para proyectos carreteros. Correo electrónico: edgargamez.eb@uas.edu.mx

Jacek Márquez Stone

Biólogo, egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, actualmente labora de responsable técnico en el manejo y control de fauna en el aeropuerto de Ixtapa-Zihuatanejo, además de ser colaborador en distintos proyectos de investigación y manifestaciones de impacto ambiental, así como coautor de artículos científicos en revistas especializadas en flora. Correo electrónico: jacek_mars@hotmail.com

Bladimir Salomón Montijo

Cuenta con una licenciatura en Biología, maestría en Ingeniería Ambiental y un Doctorado en Ciencias Agropecuarias por el Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Actualmente es profesor de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Sus líneas de investigación van enfocadas a la relación del clima en los patrones de floración de cactáceas columnares en Sinaloa. Cuenta con publicaciones en revistas científicas y por sus contribuciones a la ciencia forma parte del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos y miembro activo de la Red Estatal de Divulgadores de la Ciencia y la Tecnología (RED-C). Correo electrónico: vladimir.salomon@uas.edu.mx

INSTRUCCIONES PARA POSTULAR ARTÍCULOS A LA REVISTA RA XIMHAI

La revista *Ra Ximhai* de la Universidad Autónoma Indígena de México, tiene como objetivo la publicación de artículos científicos y técnicos inéditos, ensayos, revisiones bibliográficas y reseñas de libros en español, vinculados a las ciencias sociales, que presentan los resultados de las investigaciones científicas y tecnológicas concebidas por la comunidad de especialistas en el área.

Los trabajos deben ser originales e inéditos. Los textos deben de ser un aporte al conocimiento de las ciencias sociales, con la temática en: educación sociointercultural, sustentabilidad social, estudios culturales, estudios de género, derechos humanos, estudios jurídicos, educación para la paz, migración e historia.

Tipos de contribuciones

- *Artículos de investigación.* Deben ser propuestos temporales o definitivos de investigación. Deben de contener por lo menos introducción, métodos y técnicas de investigación, resultados y discusión, y conclusiones.

- *Ensayos científicos.* Derivados de investigación de campo, documental, combinada o de estudios de caso.

- *Estado del arte.* Elaborado a partir de perspectivas críticas y analíticas de revisiones bibliográficas donde se sistematizan y analizan teorías, metodologías y resultados de investigaciones en un campo específico del conocimiento con el propósito de exponer las diferentes tendencias predominantes (no menos de 25 referencias).

- *Reseñas bibliográficas.* Pueden ser de divulgación (de 3 a 5 páginas) o reseñas críticas que expongan las condiciones teóricas, metodológicas, epistemológicas y analíticas del libro reseñado.

Características de los trabajos

- Deberán tener la forma y presentación de artículo, ensayo científico, estado del arte o reseña bibliográfica.
- Los textos usarán mayúsculas y minúsculas.
- Deberán ser enviados sin errores ortográficos ni gramaticales.

- Extensión mínima de 20 cuartillas y máxima de 25 incluyendo gráficas o tablas, en el tamaño carta que por default da el procesador de textos Word. Letra Times New Roman 12 pts., a un espacio y medio (1.5).
- Las citas textuales dentro del texto no deben de exceder 10 renglones. Las notas adicionales deben de ir numeradas, a pie de página y con interlineado sencillo. No deben de exceder cinco renglones.

Estructura formal del artículo

- Título

El artículo se iniciará con un título en español y en inglés. Debe presentarse en forma breve, es decir, indicar la naturaleza del trabajo de la manera más clara posible. No exceder 12 palabras.

- Autor o autores

El (los) nombre (s) del (los) autor (es) seguido por sus apellidos, los cuales deben estar separados por un guion sin espacios. Cada artículo debe tener como máximo 3 autores.

- Resumen

Se expondrá una síntesis del trabajo no mayor a 10 renglones, incluyendo los aspectos más relevantes: importancia, materiales y métodos, resultados y conclusiones. No se debe incluir en el antecedente, discusión, citas, llamados a tablas, figuras y referencias a pie de página. Estará escrito en español (Resumen) y en inglés (*Abstract*). El *Abstract* podrá tener hasta 10 renglones.

- Palabras clave

Son palabras ubicadas después del resumen, que se citan para indicar al lector los temas principales a los que hace referencia el artículo, además de facilitar la recopilación y búsqueda de la cita en bancos de información. Se requiere un número entre tres y seis y no deben estar contenidos en el título.

- Key words

Son las mismas palabras que se incluyen en el apartado anterior, pero en inglés. Se enlistarán después del "Abstract".

- Introducción

En este apartado se justificará la realización de la investigación. Deberá ser breve y mencionar la importancia, antecedentes referentes al tema y objetivos del estudio.

- Métodos y técnicas de investigación

Aquí se describirán los métodos y técnicas de investigación aplicadas, tanto para la realización del trabajo como para el análisis de resultados.

- Resultados y Discusión

Se describirán los resultados relevantes, de una manera clara, ordenada y concisa. Se pueden incluir en el texto, dibujos, fotografías, tablas y/o gráficas que apoyen a la comprensión del escrito. Debe evitarse repetir en el texto la información presentada en tablas y figuras. Además, en este apartado se presentarán las explicaciones de los resultados y comparación con trabajos anteriores, así como, las sistematizaciones, inferencias y comentarios valiosos que puedan surgir de los resultados. También se debe concluir con afirmaciones relacionadas con los objetivos planteados sin rebasar los alcances del artículo.

- Conclusiones

Cuando lo requiera el trabajo estas se redactarán de modo breve, preciso y directo. Evite repetir información ya trabajada previamente, así mismo como introducir nueva información.

- Literatura citada

En este capítulo se presentan únicamente las referencias bibliográficas citadas a lo largo del artículo. Para ello el autor se guiará por las Normas APA, sexta edición.

- Agradecimientos

Al final del artículo, se mencionará el reconocimiento a personas, instituciones, proyectos, fondos, becas de investigación, etc. que apoyaron la realización de la investigación presentada.

- Síntesis curricular

En este capítulo se debe informar de modo breve, pero completo, los datos personales, de contacto, los principales títulos y logros académicos y la filiación académica; además de expresar sintéticamente el trabajo actual y las principales contribuciones hechas por el autor en el campo de la investigación, la docencia o la extensión universitaria.

Reseña de libros

Debe incluir:

- Título del libro reseñado.
- Editorial, ciudad de edición y año de edición.
- Nombre y antecedentes personales del autor, institución a la que pertenece y correo electrónico.
- Notas a pie de página (opcional).
- Bibliografía al final del texto, de acuerdo a la normatividad APA (si emplea referencias adicionales al libro reseñado).

Formato para la redacción del artículo

Generalidades

Tablas

Las tablas deben documentar, pero no duplicar los datos ya presentados en el texto. El título deberá ser corto, preciso y antes de la tabla, comenzando con mayúsculas la palabra “Tabla”, e indicando lo que se presenta en las columnas.

Figuras

Al pie de la imagen estará una leyenda con la palabra “Figura” seguida por el número arábigo que le corresponde en la secuencia y un texto que contenga la información necesaria para comprender el contexto de la figura y al igual que las tablas se deben entender por sí solos sin recurrir al texto, en tamaño 11. Todas las figuras deben citarse en el texto.

La palabra figura se refiere al uso de gráficos, dibujos, fotografías, diagramas, mapas, y demás información visual que complementa el texto.

Envío de trabajos

Los trabajos a postular deben ser enviados a:
raximhai@uaim.edu.mx

SUSCRÍBASE NO DEJE PASAR ESTA OPORTUNIDAD

Inscripción a la revista Ra Ximhai

Estoy interesado en la suscripción anual (2 números) de la revista:

Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre (s)		
Domicilio	No. Ext.	No. Int.	Colonia	C.P.
Ciudad	Estado	País	Teléfono	Correo electrónico
Profesión u oficio:				
Empresa/organización/institución:				
Forma de pago:	Cheque ()	Efectivo ()		

COSTO:

México	\$	450.00
Otra parte del mundo	US Dlls	70.00

Depositar a la Cuenta: 22000518800 del Banco Santander a nombre de la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa.

Remitir esta forma y ficha de depósito a:

Dra. Claudia Selene Castro Estrada

Revista Ra Ximhai. Fuente de Cristal 2334 entre Coral y Cuarzo. Fracc. Fuentes del Bosque. Los Mochis, Sinaloa. C.P. 81290 Tel: (668) 816-03-20 Ext. 1601. raximhai@uaim.edu.mx

La edición de este número estuvo a cargo del Comité Editorial de la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM). Tiraje 1000 ejemplares. Impreso en la Imprenta Universitaria 2022.

DIRECTORIO UAIM

M. en E. y N. Ignacio Flores Ruiz
Rector

Lic. Jesús Rodolfo Cuadras Sainz
Secretario General

C.P.C. Carmen Beatriz Verdugo Miranda
Coordinadora General Administrativa

M. en E. y N. Aneth Yuriria de Jesús López Corrales
Coordinadora General Educativa

Dra. Claudia Selene Castro Estrada
Coordinadora General de Investigación y Posgrado

Ing. Celso Armenta López
Director General de la Unidad Mochicahui

Lic. Dafne Irela Luque Leyva
Director General de la Unidad Los Mochis

Ing. Encarnación Apodaca Barreras
Director General de la Unidad Choix

Dr. José Emilio Sánchez García
Director General de la Unidad Virtual

Colaboradores

Directora Editorial
M. en C. Aminne Armenta Armenta

Webmaster
Julián Octavio Román Valenzuela

Development, state and public policies oriented to the mexican rural environment (1934-2020)

Ivonne Vázquez-Trejo; Adán Guillermo Ramírez García; Venancio Cuevas Reyes; Elba Pérez Villalba y Efraín Cruz Cruz

Technological and phenolic maturity in *Vitis vinifera* L. CV. Tempranillo in Chihuahua, México

Cipriano Fuentes Verduzco; Ramona Pérez Leal; Gabriel Antonio Lugo García y Francisco Ariel Camacho Inzunza

Psychometric properties and factorial structure of two scales of ethnic identity and psychological acculturation in the cultural group tohono o'otham "Pápagos" of the state of Sonora, Mexico

Nissa Yaing Torres Soto; Alicia Monzalvo Curiel; Josué Arturo Medina Fernández y Guillermo López Franco

Discussions about indigenous community in México: perspectives of governmental policies and programs

Rubén Darío Núñez Altamirano y Monserrat Olivos Fuentes

Digital gaps and territory: technological-digital environments in mexican homes

Raul Anthony Olmedo Neri

Analysis of the factors that affect local companies in the city of Los Mochis, Sinaloa to improve the environmental and community care mechanisms

Elia Carmina Cota Montes; Ruth Norma Hamasaki Gálvez y Dulcelina Cota Montes

Agricultural production potential and modeling of climate change in the Papaloapan basin

Ariadna Isabel Barrera Rodríguez; Adán Guillermo Ramírez García; Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo y Anastacio Espejel García

Future perspectives of food biofortification: the association with soil microorganisms

José Alberto Gio Trujillo; Carlos Juan Alvarado López; Neith Aracely Pacheco López; Jairo Cristóbal Alejo y Arturo Reyes Ramírez

Survival of *Escherichia coli* and *Salmonella* Typhimurium in recreational river water

María de Jesús Moreno Montoya; Irvin González López; Cristóbal Chaidez Quiroz y Osvaldo López Cuevas

Perceptions on the role of the university as a manager of research and innovation for the endogenous development of the Peruvian Amazon

Rosario Mireya Romero Parra; Luis Andres Barboza Arenas; José Antonio Faria Romero y Jorge Luis Romero Chacín

Universal accessibility in the streets of the territory: Urban District 4, Puerto Vallarta, Jalisco

Adriana Yunuen Dávalos Pita

Traditional knowledge, agrobiodiversity and agroecological practices in the lipakan (home gardens) of Olintla, Puebla

Patricia Tino Antonio; Primo Sánchez Morales; Dionicio Juárez Ramón; Eckart Boege Schmidt y Julio Sánchez Escudero

Integral use of the "agrillo" (*Rhus aromatica*) as an alternative of regional sustainability

Fabiola Guadalupe Arriaga López; Norberto Santiago Olivares; Edgardo Martínez Orozco; Samuel Hñiguez Gómez y Yolanda Rizo García

Ecodesign methodologies for the proposal of a functional food product made with mesquite (*Prosopis spp.*), based on the principles of sustainable engineering

Fabiola Alcalá Díaz Infante; Sandra Aidee Olivares Bautista; José David Contreras Becerra y Lilia García Azpeitia

The Cerro de la Virgen, Culiacan, Sinaloa as a natural protected area: conserving the dry forests

Gilberto Márquez Salazar; José Saturnino Díaz; Edgar Alberto Gámez Duarte; Jacek Márquez Stone y Bladimir Salomón Montijo