

**SUPERVIVENCIA DE *ESCHERICHIA COLI* Y *SALMONELLA*
TYPHIMURIUM EN AGUA RECREATIVA DE RÍO**

**SURVIVAL OF *ESCHERICHIA COLI* AND *SALMONELLA*
TYPHIMURIUM IN RECREATIONAL RIVER WATER**

María de Jesús **Moreno-Montoya**¹; Irvin **González-López**²; Cristóbal **Chaidez-Quiroz**³ y Osvaldo **López-Cuevas**⁴

Resumen

En México, la utilización de los ríos como centros recreativos impulsa la economía regional, sin embargo, la mayoría de éstos no cumplen con la seguridad y calidad del agua, por lo que cada día se incrementa el riesgo microbiológico derivado de malas prácticas de higiene y las descargas de desechos industriales y urbanos, quedando la salud pública expuesta debido a la deficiencia en el

monitoreo de patógenos asociados a brotes infecciosos. *Escherichia coli* (*E. coli*) y *Salmonella* Typhimurium (*S. Typhimurium*) presentan alta prevalencia en ríos de Sinaloa, son consideradas indicadores de contaminación, y son de las principales causantes de infecciones gastrointestinales a nivel mundial, por su capacidad de sobrevivir en numerosos entornos naturales. Por ello, en esta investigación, se evaluó la supervivencia

¹ Profesora de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Los Mochis, Sinaloa, México. Boulevard Macario Gaxiola y Carretera Internacional S/N, Colonia Las Malvinas CP 81216. Número de teléfono 6681373971. Correo electrónico mjmore@gmail.com y maria.moreno@uadeo.mx

² Estudiante de Doctorado en Ciencias. Laboratorio Nacional para la Investigación en Inocuidad Alimentaria (LANIA – CIAD). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carretera a Eldorado Km. 5.5, AP 32-A, Campo El Diez, Culiacán, Sinaloa CP 80110, México. Número de teléfono 6871255117. Correo electrónico irvin.gonzalez@estudiantes.ciad.mx

³ Investigador y Director del Laboratorio Nacional para la Investigación en Inocuidad Alimentaria (LANIA – CIAD). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carretera a Eldorado Km. 5.5, AP 32-A, Campo El Diez, Culiacán, Sinaloa CP 80110, México. Número de teléfono 6672246438. Correo electrónico chaqui@ciad.mx

⁴ Investigador. Laboratorio Nacional para la Investigación en Inocuidad Alimentaria (LANIA – CIAD). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carretera a Eldorado Km. 5.5, AP 32-A, Campo El Diez, Culiacán, Sinaloa CP 80110, México. Número de teléfono 66 72672848. Correo electrónico Osvaldo.lopez@ciad.mx

de ambas bacterias en agua recreativa del río Fuerte, San José de Ahome, Sinaloa, México. Para determinar la supervivencia bacteriana se utilizaron muestras de agua de dos ubicaciones del río, previo y posterior al periodo vacacional de semana santa 2019. A cada muestra se le determinó la concentración de sólidos disueltos totales, y fue inoculada con *E. coli* y *S. Typhimurium* de manera independiente, a una concentración de $6 \text{ Log}_{10} \text{ UFC mL}^{-1}$, simulando las condiciones del río en el laboratorio. Para esto, ambas bacterias fueron evaluadas cada 48 h mediante la técnica de extensión en placa. Los resultados obtenidos mostraron que ambas bacterias previo al periodo de semana santa sobrevivieron 12 días, con $6.2 \times 10^1 \text{ UFC mL}^{-1}$ y $4.5 \times 10^1 \text{ UFC mL}^{-1}$ de *E. coli*, en los puntos de muestreo 1 y 2 respectivamente y, $4.66 \times 10^1 \text{ UFC mL}^{-1}$ y $5.4 \times 10^1 \text{ UFC mL}^{-1}$ de *S. Typhimurium* en los puntos de muestreo 1 y 2, respectivamente; asimismo, posterior al periodo vacacional sobrevivieron $1.2 \times 10^2 \text{ UFC mL}^{-1}$ hasta el día 16 y 4 UFC mL^{-1} hasta el día 20 de *E. coli* en los puntos de muestreo 1 y 2, respectivamente, también $1.65 \times 10^2 \text{ UFC mL}^{-1}$ hasta el día 16 y 22 UFC mL^{-1} de *S. Typhimurium* hasta el día 22, en los puntos de muestreo 1 y 2, respectivamente. Por medio de comparación de medias con la prueba de Tukey, se demostró que hay diferencias significativas entre la supervivencia de *E. coli* y *S. Typhimurium* en las fechas de muestreo, lo cual podría atribuirse a la capacidad de utilización de nutrientes, derivado de los desechos orgánicos generados por la afluencia humana.

Palabras clave: agua de río, afluencia, desechos.

Abstract

In Mexico, the use of rivers as recreational centers drives the regional economy, however, most of these do not comply with the safety and quality of the water, therefore the microbiological risk derived from poor

hygiene practices and discharges of industrial and urban waste increases every day, leaving public health exposed due to the deficiency in the monitoring of pathogens associated with infectious outbreaks. *Escherichia coli* (*E. coli*) and *Salmonella* Typhimurium (*S. Typhimurium*) have a high prevalence in rivers of Sinaloa, they are considered indicators of contamination and are of the main causes of gastrointestinal infections worldwide, due to their ability to survive in numerous natural environments. Therefore, in this research, the survival of both bacteria in recreational water from the Fuerte River, San José de Ahome, Sinaloa, Mexico, was evaluated. To determine bacterial survival, water samples from two river locations were used, before and after the 2019 Easter holiday period. The concentration of total dissolved solids was determined for each sample, and these were inoculated with *E. coli* and *S. Typhimurium* independently, at a concentration of $6 \text{ Log}_{10} \text{ CFU mL}^{-1}$, simulating river conditions in the laboratory. For this, both bacteria were evaluated every 48 h using the plate extension technique. The results obtained showed that both bacteria prior to the Easter period survived 12 days, with $6.2 \times 10^1 \text{ CFU mL}^{-1}$ and $4.5 \times 10^1 \text{ CFU mL}^{-1}$ of *E. coli* at sampling points 1 and 2, respectively and, $4.66 \times 10^1 \text{ CFU mL}^{-1}$ and $5.4 \times 10^1 \text{ CFU mL}^{-1}$ of *S. Typhimurium* at sampling points 1 and 2, respectively; likewise, after the holiday period they survived $1.2 \times 10^2 \text{ CFU mL}^{-1}$ until day 16 and 4 CFU mL^{-1} until day 20 of *E. coli* at sampling points 1 and 2, respectively, also $1.65 \times 10^2 \text{ CFU mL}^{-1}$ until day 16 and 22 CFU mL^{-1} until day 22 of *S. Typhimurium*, at sampling points 1 and 2, respectively. By comparison of means with the Tukey test showed that, there are significant differences between the survival of *E. coli* and *S. Typhimurium* in the sampling dates, which could be attributed to the capacity to use nutrients, derived from the organic waste generated by human influx.

Key words: river water, influx, waste.

INTRODUCCIÓN

Los ríos y arroyos de México constituyen una red hidrográfica de 633 mil kilómetros de longitud, en la que destacan cincuenta ríos principales (Tabla 1 y Figura 1), por los que fluye el 87% del escurrimiento superficial y cuyas cuencas cubren el 65% de la superficie territorial continental del país. Por la superficie que abarcan, destacan las cuencas de los ríos Bravo y Balsas, y por su longitud destacan los ríos Bravo y Grijalva-Usumacinta. Los ríos Lerma, Nazas y Aguanaval pertenecen a la vertiente interior. Dos tercios del escurrimiento superficial pertenece a siete ríos: Grijalva-Usumacinta, Papaloapan, Coatzacoalcos, Balsas, Pánuco, Santiago y Tonalá, a la vez que sus cuencas representan el 22% de la superficie de nuestro país (CONAGUA, 2011).

Tabla 1. Listado de los ríos principales por vertiente

No.	Río	Escurrecimiento natural medio superficial (millones de m ³ /año)	Vertiente
1	Balsas	16 587	Pacífico y Golfo de California
2	Santiago	7 849	Pacífico y Golfo de California
3	Verde	5 937	Pacífico y Golfo de California
4	Ometepec	5 779	Pacífico y Golfo de California
5	El Fuerte	5 176	Pacífico y Golfo de California
6	Papagayo	4 237	Pacífico y Golfo de California
7	San Pedro	3 417	Pacífico y Golfo de California
8	Yaqui	3 163	Pacífico y Golfo de California
9	Culiacán	3 122	Pacífico y Golfo de California
10	Suchiate	2 737	Pacífico y Golfo de California
11	Ameca	2 236	Pacífico y Golfo de California
12	Sinaloa	2 100	Pacífico y Golfo de California
13	Armería	2 015	Pacífico y Golfo de California
14	Coahuayana	1 867	Pacífico y Golfo de California
15	Colorado	1 863	Pacífico y Golfo de California
16	Baluart	1 838	Pacífico y Golfo de California
17	San Lorenzo	1 680	Pacífico y Golfo de California
18	Acaponeta	1 438	Pacífico y Golfo de California
19	Piaxtla	1 415	Pacífico y Golfo de California

20	Presidio	1 250	Pacífico y Golfo de California
21	Mayo	1 232	Pacífico y Golfo de California
22	Tehuantepec	950	Pacífico y Golfo de California
23	Coatán	751	Pacífico y Golfo de California
24	Tomatlán	668	Pacífico y Golfo de California
25	Marabasco	648	Pacífico y Golfo de California
26	San Nicolás	543	Pacífico y Golfo de California
27	Elota	506	Pacífico y Golfo de California
28	Sonora	408	Pacífico y Golfo de California
29	Concepción	123	Pacífico y Golfo de California
30	Matape	90	Pacífico y Golfo de California
31	Tijuana	78	Pacífico y Golfo de California
32	Sonoyta	16	Pacífico y Golfo de California
33	Grijalva-Usumacinta	115 536	Golfo de México y Mar Caribe
34	Papaloapan	44 662	Golfo de México y Mar Caribe
35	Coatzacoalcos	28 093	Golfo de México y Mar Caribe
36	Pánuco	20 330	Golfo de México y Mar Caribe
37	Tonalá	11 389	Golfo de México y Mar Caribe
38	Tecolutla	6 095	Golfo de México y Mar Caribe
39	Bravo	5 588	Golfo de México y Mar Caribe
40	Jamapa	2 563	Golfo de México y Mar Caribe
41	Nautla	2 217	Golfo de México y Mar Caribe
42	La Antigua	2 139	Golfo de México y Mar Caribe
43	Soto La Marina	2 086	Golfo de México y Mar Caribe
44	Tuxpan	2 076	Golfo de México y Mar Caribe
45	Candelaria	2 011	Golfo de México y Mar Caribe
46	Cazones	1 712	Golfo de México y Mar Caribe
47	San Fernando	1 545	Golfo de México y Mar Caribe
48	Hondo	533	Golfo de México y Mar Caribe
49	Lerma	4 742	Interior
50	Nazas-Aguanaval	1 912	Interior
	Total	336 948	

Fuente: Conagua Subdirección General Técnica.



Figura 1. Mapa de los ríos principales de México.

Fuente: Conagua Subdirección General Técnica.

La contaminación o alteración de la calidad del agua reduce el volumen disponible para uso y consumo humano, así como para el funcionamiento de diversos ecosistemas (Espinosa-García et al., 2010). De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en México el 70% de los recursos de agua dulce disponible están afectados por la contaminación y el 30% se describe como extremadamente contaminado (Mendoza, 2014). Los ríos constituyen la fuente principal de abastecimiento del agua potable para las poblaciones humanas (EPA, 2012). La población produce grandes cantidades de aguas residuales, que deben ser depuradas apropiadamente para evitar la contaminación de los efluentes, siendo los ríos los cuerpos de agua más vulnerables a la contaminación, por su relación con las aguas industriales, la escorrentía de la agricultura y las tierras urbanas (Wang et al., 2011). Se han dado casos, como en el río San Pedro, considerado el principal cuerpo de agua superficial del Estado de Aguascalientes, donde se identificó un alto grado de contaminación derivado de las descargas municipales e industriales (Guzmán et al., 2011). De manera similar, se generó una apreciación generalizada sobre la calidad del agua del río Tlapaneco, en el estado de Guerrero, que fue de regular a muy mala, y no adecuada para su uso recreativo, además los usuarios se mostraron escépticos sobre el papel de las instituciones gubernamentales en la solución del problema (Bustamante et al., 2016). Asimismo, en la cuenca media del río Fuerte, en el norte de Sinaloa, durante el verano de 2012, se identificaron puntos de riesgo en la calidad del agua para uso público, ninguna área muestreada fue recomendable para uso recreativo y en época de sequía, la descarga de aguas del río Fuerte y drenes, previas a su

desembocadura en aguas continentales representaron un riesgo para la salud (González et al., 2016); así también en las riberas del río Fuerte, Sinaloa, se han visto incrementadas las cantidades de basura durante los fines de semana, por la gran afluencia de visitantes (Jolie, 2019); y de acuerdo con Chaidez et al. (2020) y Medrano et al. (2017), se demostró la habilidad de diferentes cepas de *Salmonella* para adaptarse y sobrevivir en ríos de Sinaloa.

La contaminación fecal es el principal riesgo sanitario en el agua, debido a la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en humanos. Por ello, el control sanitario de riesgos microbiológicos es tan importante, y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población (Ramos et al., 2008). El monitoreo para un grupo de patógenos puede dar una falsa impresión de seguridad, si otros patógenos no identificados están presentes (Ríos et al., 2017). Para determinar la contaminación por patógenos en el agua de río, se toma como indicador a los coliformes fecales, donde el límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas al suelo (uso en riego agrícola) es de 1,000 y 2,000 Número Más Probable de Coliformes fecales por cada 100 mililitros (NMP/100 mL) para el promedio mensual y diario, respectivamente, de acuerdo a lo especificado en la NOM-001-SEMARNAT-1996 (que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales). Se han utilizado una serie de indicadores de contaminación fecal (Larrea et al., 2013) de los cuales, *Escherichia coli* es de los principales causantes de infecciones gastrointestinales (Bush, 2020; Gatti, 2014) en América Latina, África y Asia, principalmente en niños menores de 5 años, y una de las principales causas de muerte en poblaciones pobres de África y el sudeste asiático (Gómez, 2014). Se tienen registros que mueren en el mundo entre 0.8 y 2 millones de niños, siendo la segunda causa de muerte, después de las infecciones respiratorias (Gómez, 2014). Igualmente, las infecciones originadas por *Salmonella*, causan aproximadamente 1.4 millones de casos de enfermedades transmitidas por alimentos y más de 400 muertes anualmente en los Estados Unidos (USDA, 2011). *Salmonella entérica* presenta más de 2,600 serotipos en los seres humanos, de los cuales Typhimurium y Enteritidis lideran los reportes de brotes diarreicos (Contreras-Soto et al., 2019). Los serotipos de *Salmonella entérica* son capaces de crecer y sobrevivir en numerosos entornos naturales, al detectar y responder al estrés ambiental (Spector y Kenyon, 2012) y, aunque el número de enfermedades gastrointestinales asociados con el uso de aguas recreativas es desconocido, la frecuencia de estudios sobre la presencia de parásitos y otros patógenos en el agua ha aumentado (Magana et al., 2010).

El presente trabajo de investigación se realizó para comparar *in vitro* la supervivencia de las bacterias *E. coli*, y *S. Typhimurium* inoculadas en muestras

de agua de uso recreativo del río Fuerte, San José de Ahome, Sinaloa, tomadas antes y después del periodo de semana Santa 2019, y relacionarlo con la cantidad de sólidos totales presentes en el agua recreativa del río, en referencia a la generación de microorganismos, por la afluencia de sus visitantes.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

El río Fuerte se localiza al noroeste de México, dentro del distrito de riego número 10, del estado de Sinaloa. Tiene sus orígenes en el estado de Chihuahua, desciende por la Sierra Madre Occidental y desemboca por el estado de Sinaloa hacia el Océano Pacífico, en el Golfo de California (SEMARNAT, 2016). La principal actividad de esta región es la agricultura y en algunos sitios, como San José de Ahome se llevan a cabo actividades recreativas, principalmente en semana santa, por ser utilizado como centro balneario de un gran porcentaje de la población.

Se seleccionaron dos puntos de muestreo 1 y 2; (Figura 2) con base en la afluencia de visitantes por temporada, con coordenadas $25^{\circ}56'37.14''\text{N}$, $109^{\circ}16'04.19''\text{O}$ y $25^{\circ}56'33.324''\text{N}$, $109^{\circ}16'02.382''\text{O}$, respectivamente. Se llevaron a cabo dos muestreos, el día 17 de febrero y el 23 de abril de 2019, previo y posterior al periodo de semana santa, respectivamente.



Figura 2. Ubicación geográfica de puntos de muestreo. Río Fuerte, San José de Ahome, Sinaloa.

Las muestras se recolectaron en los márgenes del río, a una profundidad de 30 centímetros, en contenedores de polietileno, previamente estériles. Posteriormente, se colocaron dentro de una hielera refrigerada, a una temperatura de 4 a 8 °C, evitando en todo momento la contaminación de las muestras, las cuales se transportaron de inmediato a las instalaciones de la Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Los Mochis, para realizar los análisis correspondientes. Se realizaron determinaciones de sólidos disueltos totales, reportados en miligramos por litro (mg/L), de acuerdo a la American Public Health Association (APHA, por siglas en inglés) (2017), para lo cual se utilizó un horno de secado (Felisa FE 291) y una balanza electrónica (CHIMADZU AY220). Para determinar la supervivencia en agua de río, se utilizaron las cepas de *Escherichia coli*, (ATCC 25922) y *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028), obtenidas del cepario del Laboratorio Nacional para la Investigación en Inocuidad Alimentaria (LANIA), del Centro de Investigación y Alimentación y Desarrollo (CIAD) Coordinación Culiacán, Sinaloa. Las cepas se encontraban almacenadas a -80 °C en crio-preservación. Para la reactivación se utilizó un asa de platino estéril, tomando una muestra de cada bacteria y se inoculó por separado en 5 mL de Caldo de Soya Trypticaseína (TSB, por siglas en inglés) contenidos en tubos de cultivo y, se incubaron a 37 °C por 24 h (Microbank, ProLab Diagnostics, U.S.A.). Para confirmar la presencia de colonias con características de *E. coli* y *S. Typhimurium*, se tomó una muestra de cada suspensión bacteriana, fueron estriadas en Agar XLD y Agar MacConkey (BD Bioxon, México) respectivamente, y se incubaron a 37 °C por 24 h. Una vez reactivadas, se tomó una colonia característica de cada una y se cultivaron en 50 mL de TSB, se incubaron a 37 °C durante 24 h bajo condiciones aerobias (incubadora Shel Lab SM16). Posterior a la incubación, la suspensión celular se purificó dos veces por centrifugación a 10,000 gravedades (*g*) por 10 minutos (centrifuga Thermo Scientific Leyend XTR). Las bacterias *E. coli* y *S. Typhimurium*, fueron inoculadas en un litro de agua recreativa obtenida del río Fuerte, contenidos en vasos de precipitado de vidrio, para los dos puntos de muestreo y periodos de muestreo (previo y posterior a semana santa). Se homogeneizaron suavemente con el uso de un agitador magnético en una parrilla eléctrica (IKA C-MAGHS10), y se colocaron cerca de la luz del sol, para simular características cercanas a las que se exponen en el agua del río. La concentración inoculada fue de 6 Log₁₀ en Unidades Formadoras de Colonia por mililitro (UFC mL⁻¹). Posteriormente, se realizaron recuentos bacterianos cada 48 horas. Se efectuaron diluciones seriadas de 1/10, 1/100, 1/1000, 1/10000, 1/100000 y 1/1000000, en tubos de ensayo con 9 mL de agua purificada estéril. Se usaron placas de Petri, conteniendo agar de bilis y rojo violeta como medio de cultivo; se utilizó un control negativo, conteniendo agua estéril sin inocular para verificar la esterilidad, con el método de siembra de extensión superficial en placa. Las placas inoculadas se incubaron a una temperatura de 35 ±2 °C, de 18 a 24 h para ambas bacterias (MCD-Lab,

2012), en una incubadora (Felisa FE 132). Para cuantificar las bacterias en UFC mL⁻¹ de agua recreacional del río, se utilizó un contador de colonias (Felisa FE 500).

Se realizaron cinco determinaciones de sólidos disueltos totales en cada uno de los puntos de muestreo, tanto previo, como posterior al periodo vacacional y, tres determinaciones de cada bacteria, por día.

Para evaluar el efecto de las variables (periodo de semana santa y puntos de muestreo) sobre los parámetros involucrados en la supervivencia bacteriana del agua recreacional (% sólidos disueltos totales y conteo bacteriano), se realizó un diseño experimental de factorial al azar con dos factores y dos niveles cada uno, tomando como factores a las variables y como respuestas o variables de respuesta a los parámetros, para cada bacteria. El análisis e interpretación de los resultados, se llevó a cabo por medio de comparación de medias de los tratamientos con el uso de la Prueba de Tukey, para las variables en la sobrevivencia de *E. coli* y *S. Typhimurium* (en Log₁₀ UFC mL⁻¹), mediante el uso del paquete estadístico SAS 2002, versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del promedio de las 5 repeticiones realizadas en cada uno de los puntos de muestreo, demostraron que los valores de sólidos disueltos totales posterior al periodo de semana santa fueron superiores aproximadamente 180 veces en comparación con los obtenidos previo a este periodo (Tabla 2).

Tabla 2. Sólidos disueltos totales del agua recreacional del Río Fuerte

Respecto al periodo de semana santa	Punto de muestreo	Hora de muestreo	Sólidos disueltos totales (mg/L)
PREVIO	1	12:18	5.467
	2	12:55	5.868
POSTERIOR	1	11:06	930
	2	11:24	1100

Fuente: Elaboración propia.

El análisis estadístico mostró que hay diferencias significativas de los resultados, entre los muestreos previos y posteriores del período vacacional, dado el valor de $P < 0.0001$, con 95 % de confiabilidad ($\alpha=0.05$).

Los sólidos disueltos totales son material soluble constituido por sales inorgánicas y materia orgánica que puede ser una fuente importante de compuestos tóxicos y afectar el crecimiento microbiano (Medrano et al., 2017). De acuerdo con los resultados generados de las muestras de agua del río Fuerte, se puede apreciar que no se afectó el desarrollo bacteriano, para este caso, por el contrario, aumentaron (Tabla 3). El incremento de los sólidos disueltos totales podría estar propiciado por la acentuación de los residuos generados por la afluencia humana durante el periodo vacacional 2019.

Con respecto a los resultados de conteos bacterianos, el análisis estadístico indicó que hay diferencias significativas en la supervivencia de las bacterias *E. coli* y de *S. Typhimurium*, entre los muestreos previos y posteriores del período vacacional de cada bacteria, dado el valor de $P < 0.0001$, con 95 % de confiabilidad ($\alpha=0.05$), y R^2 de 0.8404.

Tabla 3. Conteos bacterianos en el agua recreacional *in vitro* del Río Fuerte

Respecto al periodo de semana santa	Día	UFC mL ⁻¹ <i>E. coli</i>		UFC mL ⁻¹ <i>S. Typhimurium</i>	
		Punto de muestreo 1	Punto de muestreo 2	Punto de muestreo 1	Punto de muestreo 2
PREVIO	0	1.21X10 ⁶	2.4X10 ⁶	3.05X10 ⁶	7.8X10 ⁶
	2	8.54X10 ⁸	5.055X10 ⁸	3.13X10 ⁸	3.82X10 ⁸
	4	9.03X10 ⁸	9.1X10 ⁸	1.27X10 ⁸	9.75X10 ⁸
	6	6.72X10 ⁶	1.43X10 ⁶	1.685X10 ⁶	9.98X10 ⁶
	8	5.25X10 ⁴	1.175X10 ⁴	9.5X10 ⁴	4.1X10 ⁴
	10	1.22X10 ²	1.55X10 ²	1.61X10 ²	1.68X10 ²
	12	6.2X10 ¹	4.5X10 ¹	4.66X10 ¹	5.4X10 ¹
POSTERIOR	14	0	0	0	0
	0	2.32X10 ⁶	2.37X10 ⁶	6.15X10 ⁶	2.09X10 ⁶
	2	1.35X10 ⁸	4.37X10 ⁸	6.23X10 ⁷	4.26X10 ⁷
	4	2.72X10 ⁹	9.95X10 ⁷	7.06X10 ⁷	3.46X10 ⁷
	6	5.21X10 ⁹	8.25X10 ⁷	8.45X10 ⁶	8.53X10 ⁸

8	3.74×10^8	5.43×10^9	6.12×10^7	1.43×10^9
10	1.58×10^7	2.51×10^9	5.4×10^6	1.46×10^7
12	2.37×10^6	2.39×10^8	7.61×10^5	2.58×10^5
14	6.08×10^4	4.56×10^7	9.12×10^3	7.96×10^4
16	1.2×10^2	3.81×10^4	1.65×10^2	3.74×10^2
18	0	1.8×10^2	0	22
20	0	4	0	0
22	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de los conteos bacterianos en el tiempo, se muestran en la Figura 1.

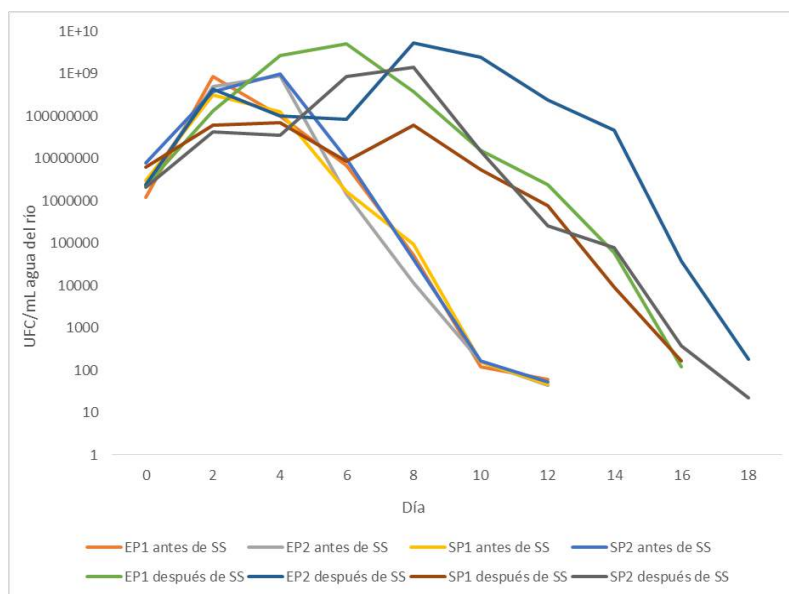


Figura 1. Resultados de los conteos bacterianos en el tiempo.

Donde: E es *E. coli*,

S es *S. typhimurium*

P1 es el punto de muestreo 1,

P2 es el punto de muestreo 2 y

SS es el periodo vacacional de semana santa

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observó que para la supervivencia de *E. coli* y *S. Typhimurium*, en el agua del río muestreada previo a semana santa de los dos puntos de muestreo evaluados, ambas bacterias presentaron un descenso gradual en las concentraciones de UFC mL⁻¹ después del día 6, hasta los 12 días cuando su presencia fue nula. En la evaluación posterior a semana santa, la supervivencia de *E. coli* en el punto 1 disminuyó gradualmente a partir del día 14, sobreviviendo hasta el día 16, a diferencia del punto 2, en el cual, la disminución fue desde el día 16, y la supervivencia duró hasta el día 20. Por otra parte, *S. Typhimurium* presentó una disminución a partir el día 12, permaneciendo viable durante los días 16 y 18 posteriores a la inoculación en el agua evaluada de los puntos 1 y 2 respectivamente. Se aprecia que la supervivencia bacteriana tanto de *E. coli* como de *S. Typhimurium* fue alrededor de una semana más en el muestreo posterior de semana santa, comparado con el previo. Por otro lado, en un análisis observacional, se determinó que el agua muestreada posterior a semana santa se encontraba más turbia, esto debido al movimiento constante del agua por parte de los bañistas, así como la acumulación de residuos de desechos arrojados al río (basura o residuos fecales). Se presume que ambas bacterias aprovecharon las fuentes de carbono derivadas de los desperdicios generados por los usuarios del agua recreativa del río Fuerte, lo que concuerda con (De la Cruz et al., 2015), quienes manifiestan que los microorganismos son capaces de utilizar nutrientes y diversos elementos que otros organismos superiores no pueden hacer. De acuerdo con (White, 2013), la materia orgánica disuelta derivada de la descomposición de la vegetación, constituyen el 10% del total de la materia orgánica disuelta, en donde la glucosa es generalmente la más abundante de los monosacáridos. En este sentido, Medrano et al. (2017) y González et al. (2021) mencionan que *Salmonella* es capaz de utilizar una diversidad de fuentes de carbono en el agua de río derivados de materia orgánica, lo que les permite extender sus periodos de supervivencia en estos ambientes y el establecimiento de posibles nichos microbianos. Por lo que la aportación constante de nutrientes presentes en los residuos orgánicos en el agua de río, será una condicionante para la supervivencia y establecimiento de microorganismos de interés en salud pública como *Salmonella* y *E. coli* (Torres et al., 2016). En estudios similares, se observó que *Salmonella* Typhi y *Salmonella* Enteritidis fueron capaces de sobrevivir en agua potable estéril a una concentración de 3×10^8 UFC mL⁻¹ por periodos de 160 min y 10 h, respectivamente (Moya et al., 2013). En el presente trabajo se demostró que *E. coli* y *S. Typhimurium* son capaces de sobrevivir periodos aproximados de 22 días en el agua de uso recreativo del río Fuerte, ya que presenta condiciones idóneas como considerables concentraciones de materia orgánica que sirve de suministro constante de nutrientes. También existen otros factores que influyen en la supervivencia bacteriana, como el tipo de cepa o serotipo bacteriano, la ruta de contaminación o condiciones climáticas (Torres et al., 2016). En este sentido,

De la Cruz et al. (2015) señalaron que la supervivencia es una función de factores biológicos y físicos que interactúan con las poblaciones microbianas, desarrollando múltiples actividades funcionales. Así también, la temperatura es uno de los factores climáticos considerado como favorable para la supervivencia bacteriana, ya que la mayoría de los serotipos de *Salmonella* crecen en un rango de temperatura desde 5 a 47 °C, con una temperatura óptima de 35 a 37 °C (González et al., 2014).

Se considera la supervivencia por periodos de tiempos más prolongados de *E. coli* y *S. Typhimurium*, en el agua recreativa del río Fuerte, San José de Ahome, Sinaloa, por la mayor cantidad de sólidos presentes, dado el incremento de los desperdicios en el agua del río.

CONCLUSIONES

La presente investigación demostró que *E. coli* y *S. Typhimurium* son capaces de sobrevivir prolongados periodos de tiempo en agua de uso recreativo del río Fuerte posterior al periodo vacacional de semana santa, por lo que es considerable establecer medidas preventivas que impidan el establecimiento y reproducción de microorganismos patógenos, evitando así la acumulación de desechos orgánicos en los cuerpos de agua. Esto, con la finalidad de disminuir los riesgos de infecciones entéricas generadas por estos patógenos.

LITERATURA CITADA

- APHA. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23 ed.). Baird, R., Eaton, A., and Rice, E. editors. Washington, D.C, U.S.A.: A. P. Association, Ed.
- Bush, L. M. (2020). *Infecciones por Escherichia coli*. Obtenido de MANUAL MSD Versión para profesionales.
- Bustamante-González, A., Galindo-De Jesús, G., Jaramillo-Villanueva, J. L., and Vargas-López, S. (2016). Percepción de la contaminación del río Tlapaneco por la población ribereña. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(1), 47-62.
- Chaidez-Quiroz, C., Peraza-Garay, F., Medrano-Félix, J., Castro-Del Campo, N., and López-Cuevas, O. (2020). Phenotypic traits of carbon source utilization in environmental *Salmonella* strains isolated from river water. *International Journal of Environmental Health Research*, 2 2, 1155-1163. doi:10.1080/09603123.2020.1849578.

- CONAGUA. (2011). Ciclo hidrológico. En Conagua, and S. d. Naturales (Ed.), *Atlas del agua en México 2011* (págs. 45-47). Tlalpan, Ciudad de México, México. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/Conagua07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-18-11.pdf>.
- Contreras-Soto, M. B., Medrano-Félix, J. A., Ibarra-Rodríguez, J. R., Martínez-Urtaza, J., Chaidez Quiroz, C., and Castro-del Campo, N. (2019). Los últimos 50 años de *Salmonella* en México: Fuentes de aislamiento y factores que influyen en su prevalencia y diversidad. *Revista Bio ciencias*, 6, 1-26. Obtenido de <https://doi.org/10.15741/revbio.06.nesp.e540The>.
- De la Cruz-Leyva, M., Zamudio-Maya, M., Corona-Cruz, A., González-de la Cruz, J. U., and A., R.-H. R. (2015). Importancia y estudios de las comunidades microbianas en los recursos y productos pesqueros. *Ecosistemas y recur. agropecuarios*, 2 (4).
- EPA. (2012). *¿De dónde proviene el agua potable?* (E. USA, Ed.) Obtenido de Environmental Protection Agency.
- Espinosa García, A. C., Aguilar Medina, M. J., and Mazari Hiriart, M. (2010). Calidad, una limitante más para la disponibilidad del agua. En A. Aguilar Ibarra, and I. d. UNAM (Ed.), *CALIDAD DEL AGUA Un enfoque multidisciplinario* (Primera ed., págs. 25-50). Ciudad de México, México.
- Gatti, P., Assuncao, A., Baldin, J., and Amaral, L. (2014). Microbiological quality of whole and filleted shelf-tilapia. *Aquaculture*, 196-200.
- Gómez-Duarte, O. (2014). Enfermedad diarreica aguda por *Escherichia coli* enteropatógenas en Colombia. *Revista Chilena de Infectología*, 31(5). doi:10.4067/S0716-10182014000500010.
- González, L., Trigueros, J. A., Rodríguez, H. B., Ávila, J. A., and Arciniega, M. A. (2016). Calidad del agua: Caracterización Espacial en Épocas de Sequía en el Río Fuerte, Sinaloa, México. *Ciencia desde el Occidente*, 3(1), 35-47.
- González, P., Pereira, S. S., Hernández, A., and Villarreal, C. (2014). Aislamiento microbiológico de *Salmonella* spp. y herramientas moleculares para su detección. *Salud Uninorte*, 30(1), 73-94. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/817/81730850009.pdf>.
- González-López, I., Medrano-Félix, J. A., Castro-Del Campo, N., López-Cuevas, O., Ibarra Rodríguez, J. R., Martínez-Rodríguez, C., and Chaidez-Quiroz, C. (2021). Metabolic plasticity of *Salmonella* enterica as adaptation strategy in river water. *International Journal of Environmental Health*

- Research*, 1(13). Obtenido de <https://doi.org/10.1080/09603123.2021.1896682>.
- Guzmán, G., Ramírez, E., Thalasso, S., and Rodríguez, S. (2011). Evaluación de contaminantes en agua y sedimentos del río San Pedro en el estado de Aguascalientes. *Universidad y Ciencia*, 27(1), 17-32.
- Jolie, M. (2019). Visitantes convierten en basurero el río Fuerte. *El Debate*. Obtenido de: <https://www.debate.com.mx/losmochis/Visitantes-convierten-en-basurero-el-rio-Fuerte-20190618-0027.html>
- Larrea-Murrell, J. A., Rojas-Badía, M. M., Romeu-Álvarez, B., Rojas-Hernández, N. M., and Heydrich-Pérez, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3), 24-34.
- Magana-Ordorica, D., Mena, K., Valdez-Torres, J., Soto-Beltran, M., Leon-Felix, J., and Chaidez-Quiroz, C. (2010). Relationships between the occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* and physicochemical properties of marine waters at the Pacific Coast of Mexico. *Journal of Water and Health*, 8(4), 797-802. doi:<https://doi.org/10.2166/wh.2010.130>.
- MCD-Lab. (2012). *Agar bilis y rojo violeta Ficha técnica*. Obtenido de <https://mcd.com.mx/>.
- Medrano-Félix, J., Castro-del Campo, N., Peraza-Garay, F., Martínez-Rodríguez, C., and Chaidez, C. (2017). Carbon source utilization-based metabolic activity of *Salmonella* Oranienburg and *Salmonella* Saintpaul in river water. *Water and Environment Journal*, 32(1), 118–124.
- Mendoza, E. (2014). *Contaminados, siete de cada 10 ríos de México*. Obtenido de Contralinea.com.mx.
- Moya, R., Alvarado, P., and Vásquez, N. (2013). Supervivencia de *Salmonella typhi* y *Salmonella enteritidis* en agua potable de cuatro distritos de Trujillo. *REBIOLEST*, 1(2), 34-42.
- Ramos-Ortega, L., Vidal, L., Vilarly, S., and Saavedra-Díaz, L. (2008). Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la bahía de Santa Martha, Caribe Colombiano. *Acta biol. Colomb*, 13(3), 87-98.
- Ríos Tobón, S., Agudelo Cadavid, R., and Gutiérrez Builes, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247. doi:<https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>.
- SEMARNAT. (2016). *Diario Oficial. Primera Sección*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- Spector, M. P., and Kenyon, W. (2012). Resistance and survival strategies of *Salmonella enterica* to environmental stresses. *Food Research International*, 45, 455-481.
- Torres-Aguilar, V., Manjarrez-Domínguez, C., Acosta-Muñoz, C., Guerrero-Prieto, V., Parra-Quezada, R., Noriega-Orozco, L., and Ávila-Quezada, G. (2016). Interactions between *Escherichia coli* O157:H7 and food plants. Has this bacterium developed internalization mechanisms? *Revista Mexicana de Fitopatología*, 34(1), 64-83. doi:10.18781/R.MEX.FIT.1507-4.
- USDA. (2011). *Información sobre inocuidad de alimentos. Salmonella preguntas y respuestas*. Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- Wang, H., Li, X., and Xie, Y. (2011). Hydrochemical evaluation of surface water quality and pollution source apportionment in the Luan River basin, China. *Water Science and Technology*, 64(10). doi:10.2166/wst.2011.794. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22105137/>.
- White, W. M. (2013). *Geochemistry* (Second ed.). United Kingdom: Wiley Blackwell.

AGRADECIMIENTOS

A la Q.F.B. Célida Isabel Martínez Rodríguez. Responsable técnico del Laboratorio de Microbiología Ambiental y de Alimentos del CIAD Culiacán.

Al M.C. José Luis Valdés Vega. Responsable del Laboratorio de Alimentos de la Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Los Mochis.

SÍNTESIS CURRICULAR

María de Jesús Moreno Montoya

Ingeniera Bioquímica por la Universidad Autónoma de Sinaloa Campus Culiacán, Maestra en Ciencias por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo Unidad Culiacán y Doctora en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales por la Universidad Autónoma Indígena de México Unidad Los Mochis. Ha trabajado en Industrias Vepinsa, S.A, de C.V., ha sido Responsable de Laboratorio y Jefa del Departamento de Ingeniería y Tecnología, Presidenta de Academia, Consejera Técnica y Docente de la Universidad

Autónoma de Occidente Unidad Regional Los Mochis. Correo electrónico: mjmore@gmail.com

Irvin González López

Licenciado en Biología por la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Guasave. Maestría en Ciencias por el Laboratorio Nacional para la Investigación en Inocuidad Alimentaria, del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (LANIIA–CIAD). Estudiante de Doctorado en Ciencias LANIIA–CIAD. Correo electrónico irvin.gonzalez@estudiantes.ciad.mx

Cristóbal Chaidez Quiroz

Químico Farmacéutico-Biólogo por la Universidad Autónoma de Sinaloa Unidad Culiacán. Maestro y Doctor en Ciencias por la Universidad de Arizona, Tucson, EUA. Nivel 3 del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Ha sido Director del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Unidad Culiacán, Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, Editor de la revista científica “International Journal of Environmental Health Research”, Miembro de comité de asesores científicos de las empresas Clorox, Consultor experto de la FAO, Miembro del consejo directivo de la CANACINTRA). Profesor Investigador y Director del Laboratorio Nacional para la Investigación en Inocuidad Alimentaria (LANIIA-CIAD), Miembro Honorífico del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos, Miembro del Comité de Ciencia y Tecnología del COBAES, Miembro de la Junta Directiva de la Ciudad Educadora del Saber de Sinaloa. Correo electrónico chaqui@ciad.mx

Oswaldo López Cuevas

Químico Farmacéutico-Biólogo por la Universidad Autónoma de Sinaloa, Unidad Culiacán. Maestría y Doctorado en Ciencias por el Laboratorio Nacional para la Investigación en Inocuidad Alimentaria, del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (LANIIA–CIAD). Profesor Investigador del LANIIA–CIAD. Correo electrónico osvaldo.lopez@ciad.mx

**PERCEPCIONES SOBRE EL ROL DE LA UNIVERSIDAD COMO GESTORA
DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO
ENDÓGENO DE LA AMAZONÍA PERUANA**

**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**¹; Luis Andres **Barboza-Arenas**²; José Antonio **Faría-Romero**³ y Jorge Luis **Romero-Chacín**⁴

Resumen

El desarrollo endógeno intenta mejorar la disposición de vida de los habitantes campestres a través de la utilización fusionada de los medios naturales y acciones de progreso las cuales sean concordantes con el ecosistema pero que al mismo tiempo sean una vía financiera permanente. A su vez, procura la preservación de la biodiversidad como potencia de origen, así como un progreso financiero con productividad sustentable que proporcione bienestar. En ese sentido, el propósito del estudio fue describir el rol de la universidad como gestora de investigación e innovación para el logro del desarrollo endógeno de la Amazonía peruana mediante la percepción de autoridades y

docentes universitarios. La investigación tuvo un enfoque cualitativo, con diseño de teoría fundamentada, teniendo como informantes a docentes y autoridades de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Los resultados de las entrevistas fueron analizados mediante el programa IRaMuTeQ, para determinar las coocurrencias y relaciones de las dos categorías: Rol de la universidad como gestora de investigación e innovación y el desarrollo endógeno de la Amazonía peruana. Realizándose un estudio lexicométrico de los documentos generados. Reportando desde la percepción de las autoridades y los docentes a la investigación y la innovación que se realiza desde la universidad como eje central para el logro del desarrollo endógeno de la región.

¹ *Universidad Continental. Lima, Perú. E-mail: rosarioromero-parra@gmail.com Autora de correspondencia.

² Universidad Tecnológica del Perú.

³ Universidad de Ciencias y Humanidades. Perú.

⁴ Universidad Continental. Cusco, Perú.

Además, plantean la necesidad de la participación activa de todos los estudiantes conjuntamente con sus docentes para la planificación de actividades que conlleven a solventar los problemas de la región mediante la generación del conocimiento científico y la innovación. Concluyendo que, la universidad tiene un rol protagónico como gestora de investigación e innovación para logro del desarrollo endógeno de la Amazonía peruana.

Palabras clave: Amazonía peruana; desarrollo endógeno; investigación; innovación; universidad.

Abstract

Endogenous development seeks to improve the living conditions of rural inhabitants through the combined use of natural resources and progress actions that are in harmony with the ecosystem but at the same time are a permanent financial path. At the same time, it seeks the preservation of biodiversity as a power of origin, as well as a financial progress with sustainable productivity that provides welfare. In this sense, the purpose of the study was to describe the role of the university as a manager of research and innovation for the achievement of endogenous development in the Peruvian Amazon through the perception of university authorities and professors. The

research had a qualitative approach, with a grounded theory design, with teachers and authorities of the National University of the Peruvian Amazon as informants. The results of the interviews were analyzed using the IRaMuTeQ program to determine the co-occurrences and relationships of the two categories: Role of the university as a manager of research and innovation and endogenous development of the Peruvian Amazon. A lexicometric study of the documents generated was carried out. Reporting from the perception of the authorities and teachers to the research and innovation that is carried out from the university as a central axis for the achievement of the endogenous development of the region. In addition, they state the need for the active participation of all students together with their teachers for the planning of activities that lead to solve the problems of the region through the generation of scientific knowledge and innovation. In conclusion, the university has a leading role as a manager of research and innovation to achieve the endogenous development of the Peruvian Amazon.

Key words: Peruvian Amazon; endogenous development; research; innovation; university.

INTRODUCCIÓN

No es factible idear un patrón de progreso optativo, sustentable e inclusivo, sin reunir el talento del ser humano y las facultades tecnológicas y científicas en conjunto con las virtudes humanistas que tiene la posibilidad de fomentar la educación universitaria (González, 2021; Quispe, 2016). Por lo cual, llevar a efecto ese modelo de universidad conlleva un desafío, a la misma vez que demuestra la apremiante obligación de realizar renovaciones internas en las universidades, en el modo en el cual se amplían los procedimientos de enseñanza-aprendizaje, extensión e investigación y de la colectividad que la ampara (Barro, 2015; Mancera-González, 2021). Especialmente de la colectividad, es de donde a la universidad, le surgen los principales retos y por tal razón, el vínculo con la

misma debe ser el origen para adecuarse a las inclinaciones que hagan frente, a fin de conservar su lugar en el sistema colectivo.

En la actualidad, en Perú convergen un conjunto de preceptos, políticas y reglamentos que desde un punto de vista generan circunstancias propicias para que se amplíen procedimientos de vínculos con empresas, comunidades y gobiernos, en gran medida productivos mutuamente y desde otra perspectiva, conlleva una observación de análisis en la parte interna de las universidades con la finalidad de implementar al instante renovaciones, a fin de brindar contestación a la variedad del escenario. Asimismo, otro de los primordiales núcleos de la estrategia de desarrollo endógeno es la expansión de las invenciones y la noción en el género social y productivo, tal y como puede manifestarse en las iniciativas que se desempeñan en provincias proactivas, fructíferas y de rangos de progreso muy diversos (Alonso, 2018; Velásquez, Aguilera y Pérez, 2021).

En el mismo orden de ideas, el progreso del desarrollo regional en la Amazonía peruana, y el rol que en él ha tenido los recintos educativos superiores, tal vez sea considerado de diversos modos en vinculación a las perspectivas aceptadas. De modo global, se demuestra que la coalición Ministerio–Universidad, a partir de la gerencia de la innovación y el conocimiento ha sido producto de un procedimiento fidedigno, que corresponde al período del noventa, lo cual ha autorizado que esté incluida en la erudición de trabajadores y dirigentes de las gobernaciones regionales y la universidad en particular; siendo esta una base fundamental de los efectos que en tema de progreso regional logra mostrar la localidad (Codner, 2017).

Asimismo, la universidad de hoy en día tiene el deber de ser una universidad vanguardista por un progreso humano sustentable lo cual propone un enlace directo entre las finalidades de la universidad y los objetivos sociales. Dicho de otro modo, se debe persistir en la peculiaridad vanguardista de la universidad a fin de que logre colaborar con el bienestar humano y con el desarrollo social; sustentable e integrador. Además, las universidades son institutos esenciales en los procedimientos de productividad, divulgación y utilización del conocimiento destacado para el progreso (Barboza y Sáenz, 2020; Donneys y Blanco, 2016). Estos procedimientos son vitales en el suministro de las facultades humanas que el desarrollo sustentable exige. Cabe resaltar, que al referirse a facultades humanas no solamente abarca habilidades y conocimientos; sino que incluso comprende actitudes y valores.

Lo anteriormente expuesto, según Vázquez (2018) involucra significativas modificaciones en las universidades las cuales impactan a todos los procedimientos esenciales, debido a que es preciso trabajar más en el ambiente donde se originan las dificultades, de modo participativo, involucrando a todos los representantes en el equipo, en virtud de establecer medios de innovación y conocimiento con perspectivas numerosas e interdisciplinarias, en la cual se

dobleguen las maneras habituales de hacer a la oportunidad y efecto en el progreso.

En ese sentido, Vidal e Issa (2017) plantean que en las universidades son fundamentales las transformaciones, en primer lugar, transformaciones organizativas es decir, fundación de organizaciones céntricas a fin de estudiar el contenido, elaboraciones estructurales de recintos educativos superiores más inmediatos a los conflictos, consolidación de los centros o grupos de investigación los cuales se vinculen de manera estable con colectividades, compañías, departamentos docentes modificados en módulos creativos, organizaciones sociales, entre otros; en segundo lugar, transformaciones en la disciplina institucional, en otras palabras, de docentes y directores, a fin de promover una formación vanguardista para sus desarrollos y para la colectividad, y en tercer lugar, pero no menos importante, transformaciones en la proyección determinante de las universidades que interiorice propósitos y motivos determinados dependiendo de la colaboración al progreso colectivo sustentable inclusivo.

Por otra parte, las vinculaciones entre la universidad y la sociedad no consiguen ser únicamente estudiadas a partir del procedimiento oficial de licenciatura tanto en pregrado como en postgrado, esos son motivos que han demostrado (y lo continuará haciendo) la efectividad de dichos institutos, pero se refiere a cambiar los vínculos a fin de modificar los procedimientos por los cuales pasa el logro de dichas licenciaturas (Tovar y Fontalvo, 2017). Lo expuesto con anterioridad, conlleva a la creación de nexos sólidos entre las conveniencias recíprocas para el progreso entre una y otra parte, lo cual requiere enlaces de complementación en la utilización de infraestructuras, adiestramiento de estudiantes en el transcurso de fases de servicio comunitario y prácticas profesionales, la implementación de asesorías, orientaciones, resolución grupal sostenida en planes de conflictos, entre otros.

Ahora bien, esto último sucede mediante numerosas vías de conexión, dentro de las cuales se presentan: contactos informales, traslado de personal, enlaces pactados para el traspaso de diferentes tecnologías, acuerdos colaborativos, programas de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) adjuntos, instauración de espacios tecnológicos, acciones variadas de adiestramiento sin finalidades de licenciatura, trabajo social comunitario, avances de programas científicos grupales, entre otros (Hernández, Ravina y Chumaceiro, 2020). De esta manera, la afluencia de conocimientos especialmente se origina de los institutos de investigación; es decir de las universidades, respecto a las compañías y en la última la afluencia de conocimientos brota en ambos sentidos, siendo el más apropiado actualmente, aun cuando no se rechaza la utilización de los sobrantes en composiciones variadas.

Además, en el fomento de la transformación en las universidades respecto a una instrucción vanguardista posee un valioso predominio de sus autoridades y docentes (Natera, 2015). Por lo tanto, cabe resaltar que el liderazgo se debe manifestar, ante todo, en la práctica de un modo de orientación suficientemente participativo y cooperativo el cual propicie la creación de un entorno vanguardista entre docentes, trabajadores y estudiantes, en el que se obtenga el progreso de virtudes prácticas y éticas tales como: indulgencia para la variedad de perspectivas y proposiciones, susceptibilidad con las dificultades de todo tipo que se manifiesten en el ambiente, sumisión de los beneficios particulares a los colectivos, competencia para el trabajo grupal y la deliberación con distintos saberes, responsabilidad con la universidad y el país, disposición a la transformación, entre otros, los cuales se encuentran en la plataforma de la innovadora instrucción a fin de lograr el avance de una región en particular.

Por otro lado, actualmente, se entiende la importancia que posee la utilización sustentada de los medios naturales, al igual que la conservación de la diversidad biológica, no obstante, ante todo, se entiende la obligación de inquirir tecnologías impecables, estrategias apropiadas y posibilitar la interacción permanente de los ciudadanos regionales con la finalidad de lograr el desarrollo endógeno en el Perú y así tener la posibilidad de ofrecer comodidad y una mejor y mayor calidad de vida prolongada. A este respecto, resulta relevante acompañar las normativas. Principalmente, el desarrollo sustentable posee una perspectiva prolongada en la que se intenta conciliar el progreso financiero y el mantenimiento de medios teniendo presente las obligaciones actuales y futuras.

Así mismo, el desarrollo sustentable intenta mejorar la disposición de vida de los habitantes campestres a través de la utilización fusionada de los medios naturales y acciones de progreso las cuales sean concordantes con el ecosistema pero que al mismo tiempo sean una vía financiera permanente (Álvarez, Natera y Castillo, 2019; Villalva-Heredia, 2018). A su vez, procura la preservación de la biodiversidad como potencia de origen, así como un progreso financiero con productividad sustentable que proporcione bienestar.

Con respecto a lo anterior, el Estado fomenta la interacción eficaz de todos los representantes, procura la competencia en su administración, al mismo tiempo promociona las acciones de progreso las cuales procuren erradicar la miseria. Por lo tanto, resulta significativo resaltar los procedimientos e impulsos que se vienen presentando internamente en la nación en el ámbito de la disgregación de poderes; por lo cual es significativo estimularlos y potencializarlos.

Al mismo tiempo, Campos y Sarduy (2020) expresan que se pretende producir un medio de criterio, estatal y mundial, el cual fomente la identificación y premiación financiera a cargo de las naciones desarrolladas, por el daño y devastación ambiental. Adicionalmente, dentro de este ámbito, las autoridades planifican hacer hincapié en la propagación de asuntos ecológicos a fin de

fomentar la interacción de la colectividad organizada y los ciudadanos en común, teniendo el interés en la promoción de áreas de discusión, diálogo, resolución y propagación de los conflictos ecológicos de la nación con los diversos equipos de valor, involucrando al sector privado, subordinaciones públicas con capacidades ambientales, el sector académico, colectividades autóctonas, entre otros. Ante los planteamientos anteriores, se origina la siguiente interrogante ¿Cómo es el rol de la universidad como gestora de investigación e innovación en el desarrollo endógeno de la Amazonía peruana? Y se plantea como propósito del estudio describir el rol de la universidad como gestora de investigación e innovación para el logro del desarrollo endógeno de la Amazonía peruana mediante la percepción de autoridades y docentes universitarios.

Desarrollo endógeno

Al plantear la acepción de desarrollo endógeno se debe ascender a sus principios occidentales, los cuales manifiestan de modo relevante la práctica de una innovación fomentada por fuentes intrínsecas que destacan en las resoluciones a las dificultades de la asociación empresarial, antes que responder los procedimientos de automatismo apoyando normas predeterminadas. Por consiguiente, de dicha práctica es probable desglosar el concepto de desarrollo endógeno, vinculándolo con la convergencia de dos enfoques de investigación perfectamente representados por Dulcich (2018): uno, más bien de índole hipotético, que surge como resultado de la intención de detectar una idea de progreso la cual posibilitara el ejercicio patente hacia el avance de municipios y provincias.

Así mismo, una de las virtudes más grandiosas que es posible asignarle al concepto de desarrollo endógeno radica en la creencia de que todas las colectividades geográficas poseen una totalidad de medios (culturales, institucionales, humanos, económicos) los cuales componen su capacidad de progreso (García et al., 2015). De este modo, la satisfacción a ras regional de elementos mayormente colaterales acerca de los que se acoplan los procedimientos de aumento financiero regional, al igual que: gerencia patente, educación, optimización tecnológica, mecanismo monetario, creación de sociedades, entre otras, posibilita descubrir la asignación de una establecida organización fructífera con ejes autóctonos de progreso.

Por consiguiente, como la formulación habitual en relación al progreso financiero regional tiene la frecuencia de orientarse a examinar las probabilidades de provocar financiaciones forasteras o proponer actividades de recuperación frente a los institutos de administración esencial, es oportuno recalcar que el

desarrollo endógeno se fundamenta en la caracterización y utilización de los medios y capacidades en una época auténtica determinada, posibilitando favorecer la facultad de vanguardia de la región a través de la reconstrucción de una clase social a fin de hallar resoluciones competentes a sus dificultades.

Por otro lado, Vázquez (2018), agrupa unas particularidades que le brindan una conformación concreta a la acepción de desarrollo endógeno: Hace alusión a procedimientos de acopio de bienes en regiones determinadas y se origina gracias al empleo propio de la capacidad financiera regional la cual posibilita los institutos y sistemas de reglamentación que distinguen a cada país.

Desde otro punto de vista, Moral, Uclés, Jurado y Viruel (2020) manifiesta que el desarrollo endógeno cumple una perspectiva geográfica de los procedimientos de aumento y variabilidad elemental, que tiene como punto inicial la presunción de que la zona no es una simple base física de las acciones, procedimientos financieros y elementos, sino que es un gestor de renovación social, por la que cada región se relaciona al mecanismo de correspondencias mercantiles de una nación según su concreción geográfica y de su autenticidad política, financiera, cultural y social.

Comparativamente, en una proximidad arriba-abajo al progreso financiero, Calánchez y Ayala (2016) contemplan que los representantes regionales, patentes y confidenciales, son los garantes de las actividades de financiación y de la inspección de los procedimientos, otorgando un rol influyente a las organizaciones, a las compañías, a los institutos regionales, y a la misma asociación ciudadana en los procedimientos de desarrollo y transformación elemental.

Para finalizar, a partir del enfoque del desarrollo endógeno, lo social se incorpora al mismo tiempo con lo financiero (Vázquez, 2018), al comprender lo regional como una zona en la cual las propuestas de las variadas áreas de la asociación establecida se concretan, logrando una iniciativa frecuente en virtud de que los representantes privados y públicos hacen elecciones de financiación dirigidas a solucionar las dificultades regionales, de las compañías y de la colectividad.

En síntesis, es posible expresar que el desarrollo regional endógeno es un procedimiento de aumento financiero y transformación elemental la cual dirige a una optimización del grado de vida de los habitantes del pueblo y en el que es posible reconocer, en todo caso, 3 aspectos: El financiero: distinguido por un mecanismo determinado de fabricación el cual posibilita a los propietarios regionales utilizar competentemente los elementos benéficos y obtener grados de producción idóneos. El aspecto sociocultural: distinguido por los atributos determinados de la organización económica-social, ambientalista y cultural de las distintas localidades que hay en una nación las cuales funcionan de soporte al procedimiento de progreso (Millar, 2014; Tabera, Carbonell y Leyva, 2021). Por

último, el aspecto político-administrativo: distinguido por la interacción de las organizaciones públicas de la región y corporaciones industriales, sociales y mercantiles del sector para la elaboración de elementos del ambiente vanguardista; propicio a la productividad y al progreso sustentable.

El desarrollo endógeno como interacción productiva

Si unir el aumento de la productividad en la estructura social de la nación a partir del punto de vista del progreso permanente es lo que diferencia la hipótesis del desarrollo endógeno de la hipótesis del incremento endógeno, por tanto, eso representa que el desarrollo endógeno acoge una perspectiva regional y no práctica de los procedimientos de aumento y transformación elemental, comprendiendo que los modos de distribución, los mecanismos de vinculaciones y la acción de aprendizaje son los componentes promotores de la acción financiera (Vázquez, 2018).

De todas maneras, tanto la hipótesis del desarrollo endógeno como los patrones de incremento endógeno admiten que hay diversos métodos de desarrollo de las finanzas según la capacidad de progreso, que es posible que los beneficios de los componentes sean progresivos, que el avance tecnológico es endógeno en los procedimientos de evolución y que hay un área para las organizaciones industriales y sectoriales.

Por lo tanto, el desarrollo endógeno es mostrado como un procedimiento de incremento y transformación elemental en el cual la administración del mecanismo productor, el tipo de vinculaciones entre acciones y representantes, la actividad de aprendizaje y el mecanismo sociocultural establecen los procedimientos de transformación (Romero y Muñoz, 2014). Adicionalmente, se distingue por su extensión territorial, no únicamente a causa del impacto espacial de los procedimientos tecnológicos y organizativos, sino por dar por sentado que cada región es la derivación de una crónica en la cual se ha ido modelando el ambiente organizativo, financiero e institucional.

Como se ha venido desarrollando con anterioridad, cada área económica muestra una estructuración particular la cual se ha ido precisando según los consecutivos mecanismos fructíferos, de las transformaciones organizativas y tecnológicas de los institutos y compañías, y de los cambios en el mecanismo de vinculaciones industriales y sociales (Moctezuma, López y Mungaray, 2017). No obstante, es tal la influencia fidedigna que posee cada colectividad regional en esa agrupación, que la región logra comprenderse como un soporte provechoso creado por representantes de desarrollo municipal. Por tal razón, establecido el valor esencial que recibe toda economía regional en la sección mundial del

trabajo, es poco probable disociar su mecanismo productor del comercio de trabajo, ni las vinculaciones sociales de las vinculaciones de producción; lo cual origina la siguiente interrogante ¿Qué puede indicar esto a partir del enfoque del desarrollo endógeno?

En efecto, la respuesta destaca en la importancia de edificar o habilitar todo espacio determinado a fin de que se una al mecanismo financiero mundial según su tradición particular, asignándole de esta manera, a toda región oportunidades especiales en el procedimiento de cambio productivo (Vargas, 2021). Esta es la evidente divergencia de conceptuar la unidad regional como un representante y elemento determinante de progreso, sobrepasando la reducida percepción de esta como sencilla área uniforme o apoyo físico de las acciones sociales o financieras. Asimismo, la actuación participativa se ha estado acentuando últimamente al propagarse los métodos recientes de asistencia tecnológica: los convenios claves, las compañías de investigación, los tratados de complementación metódica, el patrón japonés de progreso de proveedores, los nuevos vínculos universidad – industria, la contribución sistemática con el cliente, entre otros.

Aunado a ello, la categoría, la regularidad y la energía que logren poseer este estándar de participaciones en un área financiera, unido con la solidez que tenga la clase de evaluaciones, establecen hasta qué nivel logra cada compañía o cada universidad dedicarse en su campo de especialidad operacional (Merritt, 2015). En fin, el desarrollo sustentable es una acepción que se ha venido ampliando últimamente; implicando el dominio fusionado de los medios naturales a través de la utilización de estrategias efectivas que posibilitan una evaluación entre el progreso y el mantenimiento teniendo presente las obligaciones de las actuales y próximas generaciones.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La investigación tuvo un enfoque cualitativo, con diseño de teoría fundamentada, en este diseño “el investigador produce una explicación o teoría respecto a un fenómeno, proceso, acción o interacciones que se aplican a un contexto concreto y desde la perspectiva de diversos participantes” (Hernández y Mendoza, 2018, p. 525). En efecto, en el presente estudio se pretende generar teorías sobre el rol de la universidad como gestora de investigación e innovación para el desarrollo endógeno, atendiendo los puntos de vista de las personas involucradas en la investigación.

Además, la investigación asume como enfoque más específico de teoría fundamentada, al constructivista, “con este se busca ante todo enfocarse en los significados provistos por los participantes del estudio. Se interesa más por considerar las visiones, creencias, valores, sentimientos e ideologías de las

personas” (Hernández y Mendoza, 2018, p. 529). En ese sentido, se atienden de forma muy cercana las expresiones de las personas informantes y las derivaciones igualmente se presentan mediante el análisis de estas narraciones. En este estudio los informantes fueron el vicerrector y coordinador de investigación, así como seis (6) docentes de la misma área de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, a los cuales se les efectuaron las entrevistas. Su escogimiento se realiza atendiendo el muestreo teórico, que plantea Páramo (2015), en el cual se seleccionan a los participantes acorde a los requerimientos de exactitud y refinamiento de los fundamentos teóricos que se están desplegando.

La investigación se despliega en tres fases esenciales: la descripción, la cual presenta la organización conceptual; la codificación, la cual estuvo apoyada por un software; y el contraste permanente (Contreras, Páramo y Rojano, 2019). Este proceso permitió establecer las subcategorías del rol de la universidad como gestora de investigación e innovación y el desarrollo endógeno.

La codificación y el análisis de información se ejecutan paralelamente, analizándose los resultados de las entrevistas mediante el apoyo del software IRaMuTeQ – «Interfaz de R para el Análisis Multidimensional de los Textos y Cuestionarios», debido a que este admite la ejecución del estudio lexicométrico de documentos.

RESULTADOS

Se analizaron los resultados de las entrevistas mediante el programa IRaMuTeQ, para determinar las coocurrencias y relaciones de las dos categorías: Rol de la universidad como gestora de investigación e innovación y el desarrollo endógeno de la Amazonía peruana. Realizándose un estudio lexicométrico de los documentos generados, para lo cual se formaron nubes de léxicos y de analogías, las cuales se presentan a continuación.

En la Figura 1 se aprecian las subcategorías que surgen de a partir de las percepciones de las autoridades y docentes del área de investigación sobre el rol de la universidad como gestora de investigación e innovación para el desarrollo endógeno de la Amazonía peruana, los cuales coinciden que uno de los principales roles de la universidad debe ser el desarrollo endógeno mediante la investigación e innovación, la cual debe ser concretada con una producción científica que atienda las principales necesidades de la región, atendiendo las coocurrencias reportadas.



Figura 1. Nube de palabras con el rol de la universidad como gestora de investigación e innovación para el desarrollo endógeno de la Amazonía peruana.

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, resulta muy significativo resaltar la misión de la universidad como un instrumento para avalar la preservación ambiental y fomentar la utilización lógica y sustentable de los medios naturales. Al mismo tiempo, promover el progreso financiero conciliando la utilización de tecnologías impecables y conceder más plusvalía a los artículos de la región. A su vez, impulsar la interacción privada en la administración y preservación de los medios naturales. Igualmente, la universidad es un instrumento para producir las circunstancias apropiadas en vertientes fiscales, de impulso financiero en áreas boscosas y mineras; y por su parte posibilita la supervisión del acatamiento positivo de los lineamientos para el logro del desarrollo endógeno. Por otro lado, la universidad debe procura, a través de proyectos, políticas y actividades pertinentes, proteger los medios naturales de la nación, fomentar la utilización sustentable de modo imparcial, creativo, interactivo y metódico. Estos aspectos se ven reflejados en la Figura 2, en la cual se aprecian también las interrelaciones que tienen las subcategorías surgidas, resaltando la interrelación que debe existir entre la investigación e innovación desarrollada en la universidad con el desarrollo endógeno de la región.

desarrollo endógeno de cada provincia y estas a su vez forman parte de un centro de investigación por áreas de especialización. Es importante señalar que, las nuevas líneas de investigación deben tener mínimo tres proyectos aprobados y los centros tres líneas generadas en un área específica (Alvarado et al., 2021). En ese sentido, para promover un desarrollo endógeno en las provincias se tienen que generar proyectos pertinentes a los requerimientos de la región, para solventar sus necesidades y potenciar sus fortalezas.

Cabe resaltar que, se ha comprobado el alcance e importancia de la universidad, lo cual se demuestra en las derivaciones y efectos recolectados en las entrevistas sobre las innovaciones e investigaciones en la universidad en los recientes años, del mismo modo que la satisfacción estatal lograda en este contenido, el cual ha posibilitado que el efecto se propague alrededor de otras regiones del país (Maynas, Ayacucho, Amazonas, entre otros), y que adicionalmente, posee repercusión en instituciones estatales.

De modo específico sobresale el compromiso vinculado Universidad-Gobierno, evolucionado a ras regional, orientado a incluir las recientes antelaciones y referencias estatales, integrando, al mismo tiempo, la elaboración de alimentos fundamentada en la inclusión y difusión de efectos científicos y excelentes destrezas agrarias. Asimismo, el mecanismo de trabajo planificado ha conseguido fijar respecto al propósito general de obtener la autosuficiencia municipal de autoridades, docentes y estudiantes, para el desarrollo y economía, en los grupos de trabajo de cada plan de estudio, en vinculación con los expertos de los CI y las organizaciones.

En ese orden de ideas, los elementos claves para lograr el desarrollo endógeno de una región, están representados en la Figura 5, donde se observa que el centro de todo el proceso es la universidad, la cual tiene como base las actividades, tanto de los docentes como las de los estudiantes, para generar la producción científica y solventar los problemas mediante la investigación e innovación (Camposverde y Bravo, 2021), para el avance de la Amazonía peruana con criterios específicos cónsonos a la región.



Figura 5. Rol protagónico de la universidad como gestora de investigación e innovación en el desarrollo endógeno de la Amazonía peruana.

Fuente: Elaboración propia.

Por ello, se propone la institucionalización de la investigación e innovación en todas las universidades para el desarrollo endógeno sustentable, atendiendo las percepciones de las autoridades y docentes de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, así como la puesta en funcionamiento de estas premisas circula por:

- La necesidad de incentivar el desarrollo de profesiones según las solicitudes, preferencia vigente y programada del progreso en el espacio de influjo directo de la universidad, que adicionalmente, brinde una propuesta de planificación habitual con novedosos planes de período breve o de instrucción técnica, y en el cual el ofrecimiento de planes diarios, presenciales, se extienda a fin de abarcar modalidades online, vespertinas o variadas, generando oportunidades de entradas a estudiantes de calificaciones mínimas o que están obligados a mezclar trabajo y estudio.
- Que cada año se realice una adaptación al plan de estudio de las profesiones habituales, las cuales se aprenden en la base céntrica a las solicitudes del ambiente, incluyendo, cambiando o descartando temas según lo amerite el progreso regional, desde una perspectiva, manifestadas en la planificación de progreso de manera prolongada.

- El adiestramiento de los estudiantes mediante talleres y cursos para el dominio de técnicas de investigación, que le proporcionen las habilidades metodológicas a fin de que sean dueños de su propio aprendizaje, lo que es significativo no únicamente para su recorrido por la universidad sino para seguir descubriendo a lo largo de su vida. Por lo tanto, anualmente en el plan de adiestramiento de la asamblea son programadas, para los estudiantes, diferentes dinámicas las cuales son planificadas por los docentes.
- En virtud de cada uno de los programas de estudio en las profesiones se prepara el vínculo de los estudiantes con su ambiente competitivo próximo a partir de los años iniciales, en contextos beneficiosos o sociales garantizados, bajo la directriz de expertos de los servicios o la producción adecuadamente dispuestos y la orientación de un docente universitario, lo cual posibilite no solamente conducir a la praxis sus conocimientos, sino especialmente conocer de la normativa profesional en la cual será necesario introducirse, sus especialidades, innovaciones, métodos, entre otros; consiguiendo en el mayor de los casos, el vínculo del estudiantado cada año, a los mismos espacios de modo que les sea posible obtener una mejor productividad en sus contribuciones y adicionalmente, alcanzar la elaboración del trabajo de investigación para la exposición del mismo y posteriormente, poder obtener su titulación.
- Otro de los cambios necesarios recae en el método de gerencia de la investigación. Por lo tanto, se deben reestructurar los ejes temáticos, desde las solicitudes y prelacones de la región y el país, del mismo modo que se está llevando a cabo una perspectiva de administración fusionada, lo cual representa que aproximadamente de éstas se impulse a los estudiantes y docentes de las distintas facultades y profesiones, para el progreso de trabajos de investigación a período completo con índole multidisciplinario en relación directa con los factibles receptores de los efectos que se consigan, bajo la dirección de un guía científico respaldado por docentes especialistas.
- Correlacionar universidad – sociedad, para contribuir con la potencialidad e incentivación entre los docentes de las probabilidades de la universidad para la asistencia científica-técnica de elevada plusvalía de gran provecho en un ambiente como el de la región poco solicitante de conocimiento científico.
- Manejo de la perspectiva metódica en la gerencia de los procedimientos académicos, distribuido por todos los directores, en el compendio que, si bien son autónomos, su excursión a la colectividad debe ser fusionada. De modo que se consiga, en cada contexto, relacionar actividades de investigación, con actividades de instrucción a nivel de pre y postgrado, vínculos mundiales, recuperación de costumbres deportivas, culturales,

recreativas, entre otras; las cuales posean una impresión en los individuos y sus circunstancias de trabajo y vida, desde la vigilancia a los conflictos que manifiestan en todo su nivel de dificultad.

- Ejecución de actividades de adiestramiento a docentes y autoridades de todas las profesiones acerca del contenido del progreso regional sustentable, con intención a la interpretación del papel de cada uno en este procedimiento y su concretización en el cometido.
- Inserción del contenido del progreso regional sustentable en el plan de estudio adecuado a nivel de pregrado y a diversas profesiones.
- Constitución de un equipo de trabajo en la sección de I+D+i que sirva de conexión entre las universidades, sus obligaciones y los diferentes campos de la base central. Destinando compromisos en los departamentos y vicerrectorías que asisten los procedimientos de soporte.
- Determinación de espacios de I+D+i a fin de reunir las actividades de gerencia universitaria del conocimiento y la optimización en función de su progreso.
- Control y monitoreo del sistema en el consejo directivo de la universidad desde la exposición de información de derivaciones a cargo de la vicerrectoría hasta informes de monitoreo y capitulaciones de cuentas de los directores y decanos de los Centros de Investigación (CI).
- Tomando en cuenta que, cualquiera que sea la clasificación colectiva y los medios que aplique un sistema de educación, su categoría no debe ser mejor que la de sus docentes, por tanto, la mayor parte del empeño debe estar orientada en la preparación de los docentes a fin de optimizar el grado del sistema de educación. Asimismo, se ha estado llevando a cabo un método de formación de los docentes para capacitarlos en la cultura vanguardista y así puedan cumplir satisfactoriamente sus variados papeles, a su vez que la duración y los medios requeridos para las acciones de asociación se encuentren incluidas en sus programas.
- Las acciones de asociación con el ambiente deben estar incluidas en la programación efectiva y estratégica de la universidad, con un propósito determinado y sus metas e indicadores, tanto en la planificación anual de acciones como en las planificaciones periódicas.
- La producción de un sistema de distinta índole (de innovación, de conocimiento, socio- técnicas, entre otras), y en la producción de las redes de vanguardia regional o espacios específicos de aprendizaje, con la finalidad de constituir coaliciones con centros de investigación y universidades de la misma región, de otras regiones y de otros países a fin de hacer llegar a los espacios, los conocimientos que sean requeridos para asistir la resolución íntegra de sus conflictos.

Finalmente, la praxis ha confirmado que la mayoría de los conflictos en universidades, no necesitan de nuevo conocimiento para su resolución, puesto que con los conocimientos previos es viable solucionarlos, siempre y cuando tengan la habilidad de tramitar y adaptar a cada espacio, por lo cual, esa es la probabilidad que poseen algunas universidades, que, sin tener solidez en la creación de nuevos conocimientos de patrón principal, logran tener efectos significativos en la colectividad; empleando apropiadamente el conocimiento accesible por parte de docentes y estudiantes. Asimismo, las universidades logran repercutir en la ejecución de novedades sociales incluyentes de patrón gradual, mediante la elaboración de adiestramientos, orientaciones, consultorías, asistencia científica y técnica, entre otras.

Atendiendo los planteamientos anteriores, se sugiere la implementación de las siguientes líneas de acción:

- Fomentar la investigación en los profesores y estudiantes.
- Orientar las actividades de investigación para la producción científica.
- Promover actividades de formación y divulgación de la ciencia.
- Estrechar vínculos con organismos como el Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Organizar todos los proyectos de investigación en sus respectivas líneas de acción o de investigación.
- Generar nuevos centros de investigación por áreas específicas.
- Crear nuevas revistas en físico y digitales, atendiendo los indicadores de calidad de SCOPUS y Web of Science (WoS).
- Desarrollar proyectos endógenos comunitarios con estudiantes y profesores.
- Ofrecer la información necesaria de los procedimientos administrativos para desarrollar proyectos financiados y la filiación de las publicaciones científicas.
- Participar en eventos científicos relevantes con conferencias y ponencias institucionales.
- Entre otras acciones o funciones en pro de la producción y divulgación científica.

Es relevante resaltar que, solo atendiendo estas líneas de acción se puede mejorar el desarrollo endógeno de la región y demostrar una vez más que a través de investigación y la innovación las universidades tienen el poder del conocimiento. Y más aún en los actuales tiempos de pandemia, donde la educación lleva un proceso implícito de actualización e innovación a través de la investigación, a nivel de docentes, estudiantes y comunidades.

CONCLUSIONES

Desde la percepción de docentes y autoridades involucradas en el estudio, la universidad tiene un rol protagónico como gestora de investigación e innovación para logro del desarrollo endógeno de la Amazonía peruana. En consecuencia, es posible asegurar que, en la actualidad, la circunstancia en la cual se encuentra la nación; urge el aumento de la vinculación de la universidad y su entorno, de manera tal que se transforme en representante dinámico y asociado estratégico para la resolución de las dificultades que perjudican el progreso. De allí que, no es una alternativa, sino una obligación social, la cual debe ser atendida de forma consciente por la universidad, así como por el gobierno.

Además, desde la percepción de las autoridades y los docentes del área de investigación, se distinguen a los CI como entes responsables de las misiones suplementarias a las habitualmente llevadas a cabo por los distintos campos de actuación de las universidades, como la probabilidad de inaugurar procedimientos de instrucción a nivel de pregrado, también tienen que tener en cuenta su localización para contribuir en los procedimientos de desarrollo sustentable de la región.

En fin, el desarrollo endógeno se ha transformado en un análisis que favorece la conceptualización de políticas y estrategias, que los representantes de una región tienen la posibilidad de efectuar; beneficiándose de las posibilidades que muestra la globalización. Cualquiera que sea la perspectiva que se acoja, las organizaciones de progreso deben edificarse desde componentes ambientales, sociales, financieros, políticos, institucionales y culturales los cuales se enlazan de modo único en toda región, en toda nación. Por lo tanto, la universidad juega un rol protagónico para el logro del desarrollo endógeno, manteniendo los impulsos de progreso que divergen de una región a otra, de un municipio a otro. Por último, se trata de una hermenéutica que se origina en la etapa vigente del desarrollo de incorporación financiera y que posibilita el estudio de los procedimientos de progreso de los pueblos, municipios y naciones, para plantear soluciones factibles a los desafíos que proponen los cambios sociales y financieros.

LITERATURA CITADA

Alonso, A. (2018). Desarrollo territorial y desarrollo endógeno. *Revista Economía y Desarrollo*, 141(1). Recuperado de: <http://www.econdesarrollo.uh.cu/index.php/RED/article/view/433>

- Alvarado-Peña, L., Amaya, R., Sansores, E. y Rafael, A. (2021). Realidad y perspectivas de los Centros de Investigación Universitarios en América Latina ante el Covid-19. *Telos Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 23(2), 435–449. <https://dx.doi.org/10.36390/telos232.14>
- Álvarez, I., Natera, J. M. y Castillo, Y. (2019). Generación y transferencia de ciencia, tecnología e innovación como claves de desarrollo sostenible y cooperación internacional en América Latina. *Documentos de trabajo (Fundación Carolina): Segunda época*, (19), 1. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7113385>
- Barboza, L. y Sáenz, F. (2020). La gestión del conocimiento para la innovación y el desarrollo rural: experiencias desde Costa Rica. *Yulök. Revista De Innovación Académica*, 4(1). <https://doi.org/10.47633/yulk.v4i1.199>
- Barro, S. (2015). *La transferencia de I+D, la innovación y el emprendimiento en las universidades. Educación superior en Iberoamérica*. Santiago de Chile, CINDA.
- Calánchez, Á. y Ayala, T. (2016). Innovación social como una política pública para el desarrollo endógeno en Venezuela. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (11), 191-206. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5866905>
- Campos, M. y Sarduy, M. (2020). Dimensión ambiental del desarrollo local y comunitario. La experiencia cubana. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 8, 85-105. Recuperado de: <http://www.revflaco.uh.cu/index.php/EDS/article/view/484>
- Campoverde-Villacis, D. y Bravo-Peláez, N. (2021). La eficiencia de la gestión educativa y su impacto en la innovación del docente de la Institución Bárbara Alfaro. *Digital Publisher CEIT*, 6(1), 139–155. <https://dx.doi.org/10.33386/593dp.2021.2-1.532>
- Codner, D. (2017). Elementos para el diseño de políticas de transferencia tecnológica en las universidades, *Redes*, 23(45), 49-61.
- Contreras, M., Páramo, D. y Rojano, Y. (2019). La teoría fundamental como metodología de construcción teórica. *Pensamiento & Gestión*, (47), 283-306. <https://doi.org/10.14482/pege.47.9147>
- Donneys, F. y Blanco, B. (2016). La transferencia de tecnología en universidades colombianas, *Economía y Desarrollo*, 157(2), 182-198.
- Dulcich, F. (2018). Especialización internacional y el escaso desarrollo endógeno de tecnología en la Argentina. *Ciencia, docencia y tecnología*, 29(56), 74-108. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cdyt/n56/n56a04.pdf>

- García, C., Carreón, J., Hernández, J., Mejía, S., García, E. y Rosas, J. (2015). Hacia una agenda hídrica para la gobernanza local sustentable. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 11(1), 130-154. Recuperado de: <http://revistacientifica.uaa.edu.py/index.php/riics/article/view/257>
- Gisbert, M. (2017). La investigación en Tecnología Educativa en un contexto digital. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, (3). <https://dx.doi.org/10.6018/riite/2017/316331>
- González, M. (2021). El papel de la universidad como actor del conocimiento y la innovación en el desarrollo territorial sostenible. *Estrategia y Gestión Universitaria*, 9(1), 94-109. Recuperado de: <https://revistas.unica.cu/index.php/regu/article/view/1882/0>
- Hernández, J., Ravina, R. y Chumaceiro, A. (2020). Relevance and social responsibility of sustainable university organizations: analysis from the perspective of endogenous capacities, *Entrepreneurship and Sustainability Issues* 7(4): 2967-2977. [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4\(26\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4(26))
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Editorial Mc Graw Hill Education.
- Mancera-González, O. (2021). Educar y formar en el empoderamiento pacifista. *Ra Ximhai* 17(2): 15-45. <https://doi.org/10.35197/rx.17.02.2021.01.jg>
- Merritt, H. (2015). The Role of Human Capital in University-Business Cooperation: The Case of Mexico. *Journal of the Knowledge Economy* (6), 568-588.
- Millar, D. (2014) Endogenous development: some issues of concern, *Development in Practice*, 24(5), 637-647. <https://doi.org/10.1080/09614524.2014.938615>
- Moctezuma, P., López, S. y Mungaray, A. (2017). Innovación y desarrollo: programa de estímulos a la innovación regional en México. *Problemas del Desarrollo*, 48(191), 133-159. <https://doi.org/10.1016/j.rpd.2017.11.007>.
- Moral, A., Uclés, D., Jurado, E. y Viruel, M. (2020). Sostenibilidad, desarrollo endógeno y economía social. *Revista Iberoamericana de Economía Solidaria e Innovación Socioecológica*, 3. <https://doi.org/10.33776/riesise.v3i0.4980>

- Natera, J. (2015). The Dynamicks of national innovation systems: an empirical approach to economic growth and development. *Innovation and Development*, 5(1), 169-172.
- Páramo, D. (2015). La teoría fundamentada (Grounded Theory), metodología cualitativa de investigación científica. *Pensamiento & Gestión*, (39), 7-13. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64644480001>
- Quispe, G. (2016). Visiones del desarrollo endógeno desde las comunidades locales. *Revista Perspectivas*, (37), 95-122. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1994-37332016000100006&script=sci_arttext
- Romero, M. y Muñoz, M. (2014). Comunidad y desarrollo comunitario: aspectos teóricos y metodológicos. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 2(2), 77-89.
- Romero, R. (2020). Acciones pedagógicas para propiciar los pilares fundamentales de la educación venezolana. ¿Realidad o utopía? *Revista San Gregorio*, 1(39), 87-101. Recuperado de: <http://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/revistasangregorio/article/view/1308>
- Tabera-Leyva, I., Carbonell-Pupo, A. y Leyva-Osorio, L. A. (2021). La gestión del conocimiento y la innovación para el desarrollo local sustentable: una visión desde la universidad de Moa. *Ciencia & Futuro*, 11(3), 61-81. Recuperado de: https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revista_estudiantil/article/view/2094
- Tovar, C. y Fontalvo, S. (2017). Cultura de innovación y desarrollo endógeno en la gerencia de las universidades en Santa Marta, Colombia. *Cultura*, 38(45).
- Vargas-Canales, J. (2021). Cultura y planeación del desarrollo en comunidades indígenas de la sierra sur, Oaxaca. *Ra Ximhai* 17(2), 121-145. doi.org/10.35197/rx.17.02.2021.05.em
- Vázquez, A. (2018). Reflexiones teóricas sobre la relación entre desarrollo endógeno y economía social. *Revista Iberoamericana de Economía Solidaria e Innovación Socioecológica*, 1. <https://doi.org/10.33776/riesise.v1i0.3581>
- Vázquez-Barquero, A. (2018). Constitución, desarrollo endógeno y dinámica de las instituciones. *Revista de economía mundial*, (48). <https://doi.org/10.33776/rem.v0i48.3885>

- Velásquez, K., Aguilera, L. y Pérez, J. (2021). La gestión de la innovación territorial en el entorno socioeconómico cubano. *RILCO: Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional*, (12), 41-51. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8200233>
- Vidal, C. y Issa, S. (2017). Cultura de innovación y desarrollo endógeno en la gerencia de las universidades en Santa Marta, Colombia. *Cultura*, 38(45). Recuperado de: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n45/a17v38n45p02.pdf>
- Villalva-Heredia, C. (2018). El rol de la Universidad en el sistema de gestión agrícola en Ecuador. *EduSol*, 18(64). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/4757/475756620011/475756620011.pdf>

AGRADECIMIENTOS

Se expresa el agradecimiento a todas las personas que colaboraron con el desarrollo del presente estudio, especialmente a las autoridades y docentes de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

ACCESIBILIDAD UNIVERSAL EN LAS CALLES DEL TERRITORIO: DISTRITO URBANO 4, PUERTO VALLARTA, JALISCO

UNIVERSAL ACCESSIBILITY IN THE STREETS OF THE TERRITORY: URBAN DISTRICT 4, PUERTO VALLARTA, JALISCO

Adriana Yunuen **Dávalos-Pita**

Resumen

Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sustentable, podemos encontrar en el Objetivo 11 la relación con la accesibilidad universal, el cual persigue la meta de que, dentro de la ciudad, cualquier individuo pueda disfrutar de los espacios públicos, atendiendo particularmente las necesidades de: personas con discapacidad, adultos mayores, mujeres, niños. Siendo este un punto muy importante a atender en la transformación de las ciudades hacia la sustentabilidad.

El presente estudio tiene como objetivo “Identificar las áreas de oportunidad que existen dentro del territorio a partir de la relación de las variables”. Se analizaron variables que tienen que ver con la accesibilidad universal en la vialidad, estas variables fueron tomadas de la plataforma interactiva Espacio y Datos de INEGI y fueron evaluados en campo según los criterios de la accesibilidad universal.

La investigación es de tipo correlacional, diseño descriptivo, con un enfoque cuantitativo, efectuando trabajo de campo y el

análisis de datos estadísticos por medio de software SPSS (versión 25) y una muestra conformada por 1,414 Manzanas. Los resultados revelan que se rechaza la hipótesis 1: La fuente con mejores índices de accesibilidad universal son los detectados en INEGI, así como la hipótesis 2: Existe relación significativa entre todas las variables de accesibilidad universal en el distrito 4 de Puerto Vallarta, se rechaza al no presentarse en la totalidad relación significativa.

Palabras clave: ciudad; inclusión social; derecho a la ciudad; sustentabilidad; calidad de vida; diseño universal.

Abstract

Within the Sustainable Development Goals, we can find in Goal 11 the relationship with universal accessibility, which pursues the goal that within the city, any individual can enjoy public spaces, particularly addressing the needs of: people with disability, older adults, women, children. This being a very important point to address in the transformation of cities towards sustainability.

The objective of this study is to "Identify the areas of opportunity that exist within the territory based on the relationship of the variables". Variables that have to do with universal accessibility in the road were analyzed, these variables were taken from the interactive platform Space and Data of INEGI and were evaluated in the field according to the criteria of universal accessibility.

The research is of a correlational type, descriptive design, with a quantitative approach, carrying out field work and statistical data analysis using SPSS software

(version 25) and a sample made up of 1,414 apples. The results reveal that hypothesis 1 is rejected: The source with the best rates of universal accessibility are those detected in INEGI, as well as hypothesis 2: There is a significant relationship between all the variables of universal accessibility in district 4 of Puerto Vallarta, it is rejected, there is no significant relationship in the entirety.

Key words: city; social inclusion; right to the city; sustainability; quality of life; universal design.

INTRODUCCIÓN

La ciudad es percibida de manera distinta según la experiencia de las personas, para aquellos con movilidad reducida como lo son adultos mayores, personas con discapacidad, mujeres, niños, entre otros, la ciudad es amenazante, dificulta su desempeño, los expone, inclusive para las personas que no tienen movilidad reducida la ciudad puede resultarles compleja. Las ciudades las vivimos de manera diferente si somos mujeres, si somos niños y niñas, si son personas con discapacidad, si son adultos mayores; entonces tiene que tomarse esta perspectiva de inclusión si queremos realmente construir ciudades igualitarias, ciudades incluyentes (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2016) (SEDATU). Aunado a esto, hay que contemplar también a las personas que son de baja o alta estatura, padres de familia que transitan con carritos de bebés o niños pequeños, el factor de la obesidad, mujeres embarazadas, así como todos aquellos que puedan contar con una condición temporal que no les permita una movilidad de manera segura, todos estos necesitan de una ciudad que sea amigable con ellos. Resaltó la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2018) la inclusión social asegura que todas las personas sin distinción puedan ejercer sus derechos y garantías, aprovechar sus habilidades y beneficiarse de las oportunidades que se encuentran en su entorno. Determinó la SEDATU (2019) sobre la inclusión que las calles deben ser diseñadas para que cualquier persona pueda hacer uso de la misma en igualdad de condiciones. Esto se logra a través del reparto equitativo del espacio, en especial de los usuarios más vulnerables, es decir de los peatones, ciclistas y usuarios del transporte público. A la vez considerar un enfoque de diseño universal para facilitar la movilidad y accesibilidad de toda la población, y no segregativo o exclusivo para las personas con discapacidad. También promover espacios atractivos que generen seguridad e interacción social entre todos los usuarios, con un enfoque

que priorice el uso de la calle por parte de niños y mujeres. La ciudad la hacen los habitantes, entonces un entorno urbano con deficiencias no es incluyente, resulta necesario atacar las deficiencias que se han venido desarrollando en el diseño de estos espacios.

Debemos recordar que existe el derecho a la ciudad, que da sustento a lo anteriormente expuesto, comentado por ONU-Habitat (2020) el derecho a la ciudad, es el derecho de todos los habitantes a habitar, utilizar, ocupar, producir, transformar, gobernar y disfrutar ciudades, pueblos y asentamientos urbanos justos, inclusivos, seguros, sostenibles y democráticos, definidos como bienes comunes para una vida digna. Es por esto que resulta vital la intervención dentro de las ciudades, ya que todo habitante precisa de un lugar donde pueda desarrollarse de manera integral, donde el papel de la accesibilidad universal resulta imprescindible para poder lograrlo. Para poder lograr que nuestras ciudades tengan estas características de inclusión, seguridad, justos, debemos aplicar los criterios de la accesibilidad universal, ya que esta contempla a todos los segmentos de población, logrando crear entornos inclusivos, tomando en cuenta las necesidades de todos, donde la sustentabilidad es la meta a llegar, las ciudades que aspiran a llegar a ser nombradas como sustentables, deben contemplar las necesidades de sus ciudadanos.

La Accesibilidad Universal es la característica que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más autónoma y natural posible (Confederación Española de Personas con Discapacidad Física y Orgánica, s.f.). La sustentabilidad es el objetivo que persiguen las ciudades, pero tal como señaló Gutiérrez (2012) por más sustentable que sea, en un entorno inaccesible una silla de ruedas puede ser una prisión.

La accesibilidad universal no tiene por qué ser un obstáculo en el diseño de los proyectos, la accesibilidad universal prevista desde un inicio en los proyectos logra una armonía, no tiene que ser como algunos piensan, algo que demerite las propuestas, la mejor accesibilidad es la que no se percibe ya que es parte del proyecto, además se encuentra al alcance de todos, es decir emana diseño universal, de manera que las soluciones específicas sólo se utilizarán cuando no se pueda aplicar una solución universal. Indicó la SEDATU (2019) que el proyecto debe garantizar que las circulaciones, materiales, geometrías, señalamientos y elementos complementarios sean diseñados para su usabilidad para el mayor tipo de personas, incluidas las personas con discapacidad, personas con movilidad limitada, con limitación cognitiva, de género, identidad o edad, sin necesidad de adaptación ni diseño especializado.

Las ciudades son las que presentan el mayor número de la población, estas se encuentran en constante crecimiento, son las ciudades el foco para habitar, ya que en ellas se encuentran mejores oportunidades, condiciones de vida. Actualmente, poco más de la mitad de la humanidad habita en ciudades y para 2030, esta cifra ascenderá a casi el 60%. En México, dicha proporción es mayor dado que en 2010, casi tres cuartas partes de la población habitaba en áreas urbanas. Ello, evidencia la importancia de los centros urbanos como espacios donde cada vez más personas trabajan, estudian y residen, buscando mejorar su calidad de vida y vivir con dignidad (Universidad Nacional Autónoma de México, 2017). Los gobiernos de las ciudades entonces, deben poner especial atención en las condiciones que estos brindan a sus ciudadanos, en crear espacios que sean dignos, si son referentes para que otros vayan a la ciudad en busca de oportunidades, de mejorar en algún aspecto su vida, la ciudad debe poner especial atención en su infraestructura, en sus servicios, en el entorno urbano, sus espacios públicos, para que cualquier individuo pueda disfrutar de ella. El concepto de calidad de vida está directamente relacionado con la habitabilidad y la accesibilidad. El poder acceder y hacer uso en igualdad de condiciones, de manera cómoda, natural, segura y autónoma de los productos, entornos y servicios influye directamente en el bienestar de las personas y en su calidad de vida (López, Quesada, Guillem, Orellana, & Serrano, 2015).

El tener entornos con accesibilidad universal, le permiten al individuo ser autónomo, poder acceder a espacios de recreación, laborales, educación, abastos, entre otros sitios de interés, les da la oportunidad de tener libertad, potencializar sus talentos pudiendo desplazarse a cualquier punto de la ciudad, todo esto sin ser dependientes de una ayuda y sin ser expuestos a un accidente. El objetivo de la accesibilidad pasa por el logro de la autonomía personal y de la movilidad. A nivel urbano ello significa contar con una configuración de la red viaria sin obstáculos o barreras, en suma, lograr un urbanismo accesible (Fernández, García, Juncà, Rojas, & Santos, 2010). Una de las guías para poder evaluar nuestro entorno es la de Fernández et al. (2010) que nos señalan los siguientes elementos del entorno urbano a evaluar para el análisis de la accesibilidad, Tabla 1.

Tabla 1. Elementos de accesibilidad a evaluar en el entorno urbano

Principales elementos a considerar para analizar la accesibilidad del entorno urbano

- Flujos de circulación
 - Templado de tráfico
 - Itinerarios peatonales sin obstáculos » - Banda libre peatonal
 - Áreas peatonales
 - Elementos comunes de urbanización » - Aceras
-

- Bordillo
 - Bolardos, pilonas y horquillas
 - Pavimentos
 - Protección de alcorques
 - Pasos de peatones
 - Vados para vehículos
 - Rampas y suavizado de pendientes
 - Escalera
 - Pasamanos
 - Barandilla
 - Aparcamientos en superficie
 - Aparcamientos subterráneos
 - Elementos urbanos diversos
 - » - Bancos
 - Apoyos isquiáticos
 - Fuentes
 - Papeleras
 - Farolas
 - Teléfonos públicos
 - Aseos públicos
 - Semáforos
 - Buzones
 - Marquesinas
 - Quioscos y terrazas
 - Parquímetros
 - Cajeros automáticos
 - Máquinas expendedoras
 - Pérgolas
 - Elementos de ornamentación
 - Puertas de aparcamientos
 - Cubos y contenedores de basura
 - Elementos verticales
 - Elementos de la señalización
 - Lugares de descanso
 - Jardines públicos
 - Iluminación
 - Señalización
 - Barreras temporales
 - » - Zonas de obras en vía pública
 - Vehículos mal estacionados
 - Mantenimiento
-

Fuente: Elaboración propia a partir de Fernández et al. (2010).

La ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco, es un referente como oferta de turismo de sol y playa, en el país. Dentro del Municipio, con el objetivo de regularizar y tener un ordenamiento, facilitando la gestión de la ciudad, este se divide en distritos urbanos. La investigación se desarrolla en el Distrito Urbano 4 de Puerto Vallarta, Jalisco; el cual se encuentra subdividido 3 subdistritos: A, B y C. Este Distrito es muy importante en Puerto Vallarta, ya que en él se desarrolla alta actividad comercial, posee gran cantidad de habitantes por ser de los distritos en la ciudad más consolidados, así como sus paisajes naturales como son: Río, Montaña y Laguna. Comentó el Gobierno de Puerto Vallarta, Jalisco (2020) el distrito urbano 4 facilita la comunicación y conectividad hacia el resto del territorio y es de gran importancia ya que en él se concentran actividades relacionadas al comercio y servicios para la población. Figura 1.



Figura 1. Localización del Distrito urbano 4.

Fuente: Gobierno Municipal de Puerto Vallarta, Jalisco 2020.

Objetivo general

- Identificar las áreas de oportunidad que existen dentro del territorio a partir de la relación de las variables

Objetivo específico

- Detectar cual fuente de datos tiene los mejores índices en el distrito urbano 4
- Determinar la significatividad de la relación de las variables en la vialidad

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Diseño de investigación

El diseño de investigación constituye el plan y la estructura de la investigación, concibiéndose de determinada manera que permita obtener respuestas a las preguntas de investigación (Kerlinger & Lee, 2002).

El tipo de diseño de investigación que se llevó a cabo es una investigación con diseño no experimental, además de ser de corte transversal, ya que no se manipularon las variables y solo se realizó el estudio en un momento en el tiempo.

Enfoque de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo ya que se implementó el uso de análisis de datos estadísticos, para explicar la relación entre las variables existentes en el territorio que tienen que ver con la accesibilidad universal.

La investigación cuantitativa busca encontrar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede (Pita Fernández & Pértegas Díaz, 2002).

Tipo de investigación

Esta investigación se cataloga como una investigación de tipo correlacional, ya que se busca la relación entre las variables que integran la accesibilidad universal en el territorio.

Señaló Mejía (2017) la investigación correlacional consiste en buscar diversas variables que interactúan entre sí, así cuando sucede un cambio en una de ellas, se puede asumir cómo será el cambio en la otra que se encuentra directamente relacionada con la misma.

Hipótesis

Las hipótesis son las guías de una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del

fenómeno investigado (Mejía, 2017). La hipótesis que persiguió esta investigación fue:

- La fuente con mejores índices de accesibilidad universal son los detectados en INEGI.
- Existe relación significativa entre todas las variables de accesibilidad universal en el distrito 4 de Puerto Vallarta.

Técnica de recolección de datos

Observación estructurada

Comentaron Campos y Lule (2012) la observación estructurada se refiere a la observación metódica que es apoyada por instrumentos como la guía de observación y el diario de campo mediante la utilización de categorías previamente codificadas y así poder obtener información controlada, clasificada y sistemática.

Podemos concluir entonces que, la observación que se aplicó es estructurada, ya que, al momento del trabajo de campo, ya se contaban con las variables establecidas a calificar para su posterior análisis.

Análisis de datos

La codificación y análisis de los datos se realizaron en el paquete estadístico SPSS versión 25. Se inspeccionó los valores fuera de rango, medias, desviaciones típicas y coeficientes de variación. Se realizó un análisis de correlaciones de Pearson para determinar la relación entre todas las variables objeto de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Este territorio fue sometido a una evaluación de variable es que tienen que ver con la accesibilidad universal, estos fueron tomados de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (s.f.) (INEGI) en su plataforma interactiva Espacio y

Datos, además estos mismos se contrastaron en campo para calificar en ellos el aspecto de la accesibilidad universal. Analizándose la siguiente información dentro de las manzanas del distrito urbano 4, Figura 2.



Figura 2. Elementos a evaluar en la vialidad.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra la cantidad de número de manzanas analizadas y su clasificación según el origen de datos, Tabla 2.

Tabla 2. Origen de los datos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	INEGI	1414	50,0	50,0	50,0
	CAMPO	1414	50,0	50,0	100,0
Total		2828	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

Estas manzanas fueron sometidas a una evaluación, reinterpretando la clasificación realizada por INEGI en colores, posteriormente verificando la

situación en cuanto a la accesibilidad universal de cada manzana para así obtener un valor numérico mediante la siguiente estructura, Tabla 3.

Tabla 3. Tabulación para variables en vialidad

Tabulación para recubrimiento, banqueta, vegetación, rampas, alumbrado y letreros					
Significado	Ninguna calle	Alguna calle	Alguna calle y accesible	Todas las calles	Todas las calles y accesibles
Puntaje	0	1	1.5	2	2.5

Fuente: Elaboración propia.

Agregando una evaluación en cuanto a Puestos Ambulantes y Fijos, ya que estos por su naturaleza son una obstrucción en cuanto a la movilidad, Tabla 4.

Tabla 4. Tabulación para variables de puestos

Tabulación para Puestos ambulantes y fijos			
Significado	Ninguna calle	Alguna calle	Todas las calles
Puntaje	0	1	2

Fuente: Elaboración propia.

Los valores obtenidos de cada manzana del Distrito Urbano 4 se procesaron para obtener un índice, donde el valor índice de cada manzana tanto de INEGI como en Campo, nos arroja los siguientes datos estadísticos descriptivos, Tabla 5.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos del Índice de Accesibilidad Universal

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Índice de Accesibilidad Universal	2828	,06	1,88	,8369	,35179
N válido (por lista)	2828				

Fuente: Elaboración propia.

Dicho índice para su análisis se delimitó por grupo de origen de datos, obteniendo la media y desviación de cada uno de los grupos, dando como resultado lo siguiente, Tabla 6.

Tabla 6. Índice de Accesibilidad Universal por origen de datos

	Origen de los datos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Índice de Accesibilidad Universal	INEGI	1414	,8832	,37673	,01002
	CAMPO	1414	,7907	,31840	,00847

Fuente: Elaboración propia.

Se ejecutó la comparación de la media de los grupos, según el origen de los datos, aplicando la prueba de Levene de igualdad de las varianzas y así definir si podemos o no suponer varianzas iguales, dando como resultado lo siguiente, Tabla 7.

Tabla 7. Prueba de muestras independientes del Índice de Accesibilidad Universal

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
								Inferior	Superior	
Índice de Accesibilidad Universal	Se asumen varianzas iguales	28,808	,000	7,056	2826	,000	,09256	,01312	,06684	,11828
	No se asumen varianzas iguales			7,056	2749,625	,000	,09256	,01312	,06684	,11828

Fuente: Elaboración propia.

Este resultado nos dice que, en cuanto al Índice de Accesibilidad Universal, no se asumen varianzas iguales entre los grupos de origen de datos, lo que se interpreta que entre estos dos grupos al interior presentan diferencias significativas, ya que la Sig. (bilateral) es menor a 0.05.

Correlaciones

Se procedió a medir el grado de dependencia existente entre la totalidad de las variables, aplicando la prueba de correlación por los denominados coeficientes de correlación lineal de Pearson, así como las diferencias en la variable es según su origen de datos por medio de las medias y desviaciones típicas, y pruebas t para evaluar las medias, Tabla 8:

Tabla 8. Correlación de Pearsons, medias, desviaciones típicas y pruebas t entre las variables consideradas

	1	2	3	4	5	6	7	8
1 Existencia de Recubrimiento	1							
2 Existencia de Banqueta	,844**	1						
3 Existencia de Vegetación	,182**	,234**	1					
4 Existencia de Rampas	,431**	,412**	,132**	1				
5 Existencia de Alumbrado	,118**	,105**	,182**	-,143**	1			
6 Existencia de Letrero de Calles	,543**	,592**	,345**	,399**	,142**	1		
7 Existencia de Puestos Fijos	-,057**	-,070**	-,284**	,235**	-,304**	-,040*	1	
8 Existencia de Puestos Ambulantes	,113**	,122**	-,220**	,212**	-,349**	,016	,500**	1

INEGI Media	,895	,979	1,414	,250	1,223	,888	,50	,91
INEGI DT	,7489	,7601	,6544	,5825	,7025	,7479	,818	,932
Campo Media	,707	,703	,991	,147	1,304	,456	,90	1,12
Campo DT	,5915	,5851	,5989	,3779	,6039	,5160	,881	,888
T	7,41** *	10,85* **	17,95* **	5,61** *	- 3,27** *	17,88* **	- 12,27* **	- 6,15** *

*p<0.05; **p<0.01; Las correlaciones son significativas

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que en cuanto a la variable Existencia de recubrimiento, correlaciona de manera significativa con la totalidad de las variables. La existencia de recubrimiento muestra correlaciones de forma tanto significativa como positivamente con los variable es: existencia de banquetas ($r=.844$, $p<0.01$), existencia de vegetación ($r=.182$, $p<0.01$), existencia de rampas ($r=.431$, $p<0.01$), existencia de alumbrado ($r=.118$, $p<0.01$), existencia de letrero de calles ($r=.543$, $p<0.01$) y existencia de puestos ambulantes ($r=.113$, $p<0.01$) lo que significa que mientras la vialidad tenga buenas condiciones de recubrimiento podremos encontrar la presencia de banquetas, alumbrado, vegetación, letreros de calle y el ambiente propicio para existencia de ambulante; así como se correlaciona negativo pero significativamente existencia de puestos fijos ($r=-.057$, $p<0.01$). Interpretando esta variable que actúa de forma negativa que a medida que una vialidad tenga buenas condiciones de recubrimiento, será menor la presencia de puestos fijos en la vialidad.

En la variable existencia de banquetas, esta correlaciona de manera significativa con todas las variables, siendo la correlación significativa y positiva con existencia de recubrimiento ($r=.844$, $p<0.01$), existencia de vegetación ($r=.234$, $p<0.01$), existencia de rampas ($r=.412$, $p<0.01$), existencia de alumbrado ($r=.105$, $p<0.01$), existencia de letreros en calles ($r=.592$, $p<0.01$) y existencia de puestos ambulantes ($r=.122$, $p<0.01$), esto quiere decir que mientras tengamos una banqueta en buen estado, podemos encontrar también la presencia en la vialidad de recubrimiento, alumbrado, vegetación, letreros en calles y puestos ambulantes; además se correlaciona de manera negativa pero significativamente con la existencia de puestos fijos ($r=-.070$, $p<0.01$), esto podemos interpretarlo como que a medida de que existen banquetas en buenas condiciones, la presencia de puestos fijos se ve reducida.

Concerniente a la existencia de vegetación, esta variable correlaciona significativamente con todas las variables, siendo positiva y significativamente

con la existencia de recubrimiento ($r=.182$, $p<0.01$), existencia de banqueta ($r=.234$, $p<0.01$), existencia de rampas ($r=.132$, $p<0.01$), existencia de alumbrado ($r=.182$, $p<0.01$), existencia de letrero de calles ($r=.345$, $p<0.01$), lo que se interpreta como una vialidad que tiene existencia de vegetación, en ella también podremos encontrar la presencia de las variables anteriormente nombradas; correlaciona negativa pero significativamente con existencia de puestos fijos ($r=-.284$, $p<0.01$) y existencia de puestos ambulantes ($r=-.220$, $p<0.01$), esto quiere decir que en la vialidad que presenta una existencia de vegetación, no da espacio para que se desarrolle plenamente la presencia de los puestos tanto fijos como ambulantes haciendo que esta sea menor.

Sobre la existencia de rampas, esta correlaciona significativamente con todas las variables, de forma positiva y significativa con existencia de recubrimiento ($r=.431$, $p<0.01$), existencia de banqueta ($r=.412$, $p<0.01$), existencia de vegetación ($r=.132$, $p<0.01$), existencia de letrero en calle ($r=.399$, $p<0.01$), existencia de puestos fijos ($r=.235$, $p<0.01$) y existencia de puestos ambulantes ($r=.212$, $p<0.01$) esto nos dice una vialidad con rampas, traerá consigo presencia importante de recubrimientos, banquetas, vegetación, letrero de calles, pero obstáculos como presencia de puestos tanto fijos como ambulantes; correlaciona de forma negativa pero significativa con la existencia de alumbrado ($r=-.143$, $p<0.01$) lo que nos dice que a medida de que tengamos una vialidad con rampas, podemos encontrarnos con el inconveniente de que la presencia de alumbrado se vea disminuida.

Con la variable existencia de alumbrado se encuentra que todas tienen una relación significativa, conformado por correlación de variables de manera positivamente y significativamente con la variable existencia de recubrimientos ($r=.118$, $p<0.01$), existencia de banquetas ($r=.105$, $p<0.01$), existencia de vegetación ($r=.182$, $p<0.01$) y existencia de letreros de calle ($r=.142$, $p<0.01$), lo que nos dice que mientras se tenga alumbrado en la vialidad, encontraremos existencia de recubrimiento, banquetas, vegetación y letreros en calle, así mismo se correlaciona de forma negativa pero significativamente con existencia de rampas ($r=-.143$, $p<0.01$), existencia de puestos fijos ($r=-.304$, $p<0.01$) y existencia de puestos ambulantes ($r=-.349$, $p<0.01$), lo que indica que a medida de que se tiene alumbrado en la vialidad, tendremos carencia en rampas y poca presencia de puestos tanto fijos como ambulantes.

En la variable existencia de letrero en calles, se encontró que solo las variables: existencia de recubrimiento, existencia de banquetas, existencia de vegetación, existencia de rampas, existencia de alumbrado y existencia de puestos fijos tienen significatividad, siendo de manera positiva y significativa la variable existencia de recubrimiento ($r=.543$, $p<0.01$), existencia de banquetas ($r=.592$, $p<0.01$), existencia de vegetación ($r=.345$, $p<0.01$), existencia de rampas ($r=.399$, $p<0.01$), existencia de alumbrado ($r=.142$, $p<0.01$) lo que nos indica que mientras

una vialidad tenga existencia de este elemento, también se podrán encontrar recubrimiento, banquetas, vegetación, rampas, alumbrado; también correlaciona de manera negativa pero significativamente con existencia de puestos fijos ($r=-.040$, $p<0.05$), lo que nos indica que a medida de que una vialidad cuenta con su señalización de letreros de calles, se ve reducida la presencia de puestos fijos en la vialidad. No se encuentra relación significativa con la presencia de puestos ambulantes.

En cuanto a la variable existencia de puestos fijos, este correlaciona significativamente con la totalidad de las variables, de manera positiva y significativamente con la existencia de rampas ($r=.235$, $p<0.01$) y existencia de puestos ambulantes ($r=.500$, $p<0.01$), siendo entonces que cuando la vialidad tenga presencia de puestos fijos, esta vialidad también contara con presencia de rampas, pero también con presencia de puestos ambulantes; de manera negativa y significativamente con existencia de recubrimientos ($r=-.057$, $p<0.01$), existencia de banquetas ($r=-.070$, $p<0.01$), existencia de vegetación ($r=-.284$, $p<0.01$), existencia de alumbrado ($r=-.304$, $p<0.01$), existencia de letrero de calles ($r=-.040$, $p<0.05$), lo que nos indica que al tener en la vialidad existencia de puestos fijos, tendremos pobres condiciones de recubrimiento, de banquetas, de vegetación, alumbrado y letrero en calles, esto nos habla de que las calles con mayor presencia de puestos son aquellas vialidades en las que aún se encuentra en una nivel muy pobre de infraestructura urbana.

Al evaluar la variable existencia de puestos ambulantes, se detecta que este se correlaciona significativamente con las variables: existencia de recubrimiento, existencia de banquetas, existencia de vegetación, existencia de rampas, existencia de alumbrado y existencia de puestos fijos. Siendo la existencia de letreros en calle una variable que no resulta significativa. De manera positiva y significativa la existencia de recubrimientos ($r=.113$, $p<0.01$), existencia en banquetas ($r=.122$, $p<0.01$), existencia de rampas ($r=.212$, $p<0.01$) y existencia de puestos fijos ($r=.500$, $p<0.01$) quiere decir que aquellos puestos ambulantes buscaran tener un recorrido en una vialidad que presente recubrimientos, banquetas, rampas y también presencia de puestos fijos; de manera negativa pero significativamente con la variable existencia de vegetación ($r=-.220$, $p<0.01$) y existencia en alumbrado ($r=-.349$, $p<0.01$) lo que indica que en aquellas vialidades donde más presencia se encuentra el ambulante son vialidades con poca vegetación y además cuenta con una disminución en la situación del alumbrado. Con la variable Letrero en calles no se encontró resultado significativo.

También en la Tabla 8 se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de origen de datos, INEGI y campo, en todas las variables, según los datos de T.

Dado este análisis se puede encontrar que las vialidades que cuentan con buen promedio en cuanto a su recubrimiento, banquetas, vegetación, alumbrado y letrero de calles estas tienen poca presencia de puestos fijos, lo cual resulta beneficioso para poder tener una mejor movilidad dentro del entorno urbano.

En cuanto a los puestos ambulantes, estos prefieren vialidades con mejores condiciones para poder desplazarse, lo cual resulta lógico ya que comúnmente desarrollan su actividad mediante el uso de carritos, triciclos, caminando o en automóviles. Resulta importante destacar la poca relación que se tiene con la vegetación, lo que se interpreta que la vegetación ocupa los lugares en la vialidad y no permite que estos se establezcan, además de que la ausencia o poca presencia de alumbrado no es espacio de su preferencia.

Podemos inferir en cuanto al alumbrado que su poca presencia o ausencia en algunos casos, desencadena que no sea un lugar seguro por la poca visibilidad que presenta, siendo a resaltar que aquellas personas con movilidad reducida que en cuanto a lo motriz precisan de una rampa se expongan aún más.

Discusión

El objetivo de este trabajo era “Identificar las áreas de oportunidad que existen dentro del territorio a partir de la relación de las variables”. Los resultados obtenidos nos permiten rechazar en su totalidad ambas hipótesis:

1. La fuente con mejores índices de accesibilidad universal son los detectados en INEGI.
2. Existe relación significativa entre todas las variables de accesibilidad universal en el distrito 4 de Puerto Vallarta.

Ya que podemos encontrar que en cuanto a la hipótesis 1, no cuenta INEGI con los mejores índices en la totalidad de las variables, ya que la situación de alumbrado resulta mejor evaluada en campo, al igual que las variables de Puestos Fijos y Ambulantes presentan más altos índices en campo.

En cuanto a la hipótesis 2, no se encontró la relación significativa entre todas las variables, destacando la ausencia de significatividad en la relación de Letreros en calle y Puestos Ambulantes.

Aun dentro del distrito urbano 4, hay puntos importantes por atacar, que haciéndolo nos llevará a tener vialidades con mejores condiciones, que cumplan con criterios de accesibilidad universal, dotándole al ciudadano un entorno digno y seguro para desenvolverse, el gobierno de la ciudad deberá atacar la pobre accesibilidad de los elementos de la vialidad para poder otorgar mejores condiciones, tal como señala Hernández (2011). Es responsabilidad de la sociedad en su conjunto y muy especialmente de los poderes públicos modificar

el entorno de modo que pueda ser utilizado en igualdad de condiciones por todos y cada uno de los ciudadanos. Resaltamos el hecho de que la sociedad también tiene un papel importante, ya que su desempeño ha provocado también entornos con poca accesibilidad esto al alterar elementos de la vialidad o colocando obstáculos. Para que la ciudad mantenga su nivel de humanismo es necesario construir y reconstruir creativamente el espacio público que debe ser concebido por todos y para todos los ciudadanos como el espacio en el que se debe convivir y se realizan actividades colectivas e interacciones, su preservación, su buen uso y aprovechamiento; es un espacio en que puede y debe ser aprovechado, cuidado y gozado por los miembros de la comunidad; es deber de los gobiernos cuidar el equilibrio de su uso, evitando el monopolio de los mismos, manteniéndolos como un espacio de convivencia, de creación y de recreación (Luna Parra, 2002).

Existe poca literatura que ayude a construir una evaluación del territorio para poder tomar decisiones, es necesario crear una metodología que nos oriente en la evaluación de las variables que impactan en la vialidad y su relación con la accesibilidad universal. Ya que básicamente solo se encuentra literatura sobre las condiciones que se deberían aplicar, criterios, características y normativas, pero sobre los entornos existentes hace falta trazar una ruta.

CONCLUSIONES

Las ciudades están en una continua búsqueda de maneras en las cuales aplicar la sustentabilidad, apegándose a acuerdos, manuales, normas, para que este crecimiento que tienen en sus manchas urbanas sea cubriendo estos aspectos. Sin embargo ¿qué pasa con todo lo construido?, es preciso abordar este hueco, para poder diagnosticar como esta nuestro territorio, detectar esos focos rojos y poder atacar en búsqueda de poder mejorar lo que ya tenemos.

Las variables tomadas de la plataforma de INEGI nos ayudan a acercarnos a conocer la situación que viven nuestras vialidades, sería oportuno que existiera por parte de las fuentes oficiales un apartado que incluya esta visión de la accesibilidad universal, así los gobiernos podrían tener un levantamiento sobre su territorio, para que se puedan hacer acciones que contribuyan al bienestar de la población en general.

Por desgracia el hablar de accesibilidad universal lo visualizan como un aspecto no importante, irrelevante inclusive, sin darse cuenta que un aspecto fundamental, con indicadores demográficos como la esperanza de vida, esta va en aumento y la población adulto mayor necesita de mejores condiciones para vivir, algunas discapacidades derivadas de los frecuentes accidentes, enfermedades crónicas degenerativas, inclusive la tasa de obesidad es importante para poder planear un territorio con mejores condiciones.

Si bien la ciudad de Puerto Vallarta es un destino turístico consolidado en el sector de sol y playa, las intervenciones dentro del territorio en cuanto a accesibilidad universal se han visto cortas, mejoras que, dado la condición de lugar turístico, se implementan básicamente en zonas turísticas, dejando atrás a todos los ciudadanos que habitamos el Puerto. Los municipios podrían hacer una planeación estratégica para poder mejorar sus condiciones urbanas y con ello captar ese turismo que busca una ciudad que sea amigable, o el ciudadano que busca una ciudad con mejor calidad de vida. Los compromisos en cuanto a la sustentabilidad, han sido atacados de manera muy superficial, dejando el aspecto humano bastante rezagado.

LITERATURA CITADA

- Campos y Covarrubias, G., & Lule Martínez, N. E. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, VII(13), 45-60.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (12 de Diciembre de 2018). *CEPAL*. Obtenido de *CEPAL* : <https://www.cepal.org/es/enfoques/inclusion-social-economica-politica-personas-mayores>
- Confederación Española de Personas con Discapacidad Física y Orgánica. (s.f.). *Observatorio Accesibilidad y Vida Independiente*. Obtenido de Observatorio Accesibilidad y Vida Independiente : <https://observatoriodelaaccesibilidad.es/archivos/3104>
- Fernández, J. d., García Milá, J., Juncà Ubierna, J. A., de Rojas Torralba, C., & Santos Guerras, J. J. (2010). *Manual para un entorno accesible*. Madrid: Real Patronato sobre Discapacidad, con la colaboración de la Fundación ACS. Recuperado el 5 de Marzo de 2017, de http://www.included.eu/sites/default/files/documents/realpatronato.manual_entorno_accessible.pdf
- Gobierno de Puerto Vallarta, Jalisco. (24 de Diciembre de 2020). *Gobierno de Puerto Vallarta, Jalisco*. Recuperado el 21 de Agosto de 2021, de Gobierno de Puerto Vallarta, Jalisco.: <https://transparencia.puertovallarta.gob.mx/gacetas/2018-2021/Gaceta%2018%20T02%20WEB.pdf>
- Gutiérrez Brezmes, J. L. (25 de Septiembre de 2012). *Universidad Iberoamericana*. Obtenido de <http://campusverde.iberomx.com/otros/foro-sistemas-manejo-ambiental/presentaciones/2-j-l-gutierrez-brezmes.pdf>

- Hernández Galán, J. (2011). *Accesibilidad Universal y Diseño para Todos. Arquitectura y Urbanismo*. (1° ed.). España: Fundación ONCE/Vía Libre.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). Espacio y Datos de México. Recuperado el 15 de 01 de 2022, de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>
- López Catalán, M., Quesada Molina, F., Guillem Mena, V., Orellana Valdez, D., & Serrano, A. (2015). La accesibilidad en la vivienda sustentable. *Estudios sobre Arte Actual*.
- Luna Parra, M. A. (2002). Ciudades humanas. En *Ciudades humanas. Pobreza urbana y el futuro de las ciudades*. (Primera ed., págs. 93-104). México: Gobierno del Estado de México.
- Mejia Jervis, T. (04 de Mayo de 2017). *Lifeder*. Recuperado el 22 de Marzo de 22, de <https://www.lifeder.com/investigacion-correlacional/>
- ONU-Habitat. (24 de Febrero de 2020). *ONU-Habitat*. Obtenido de ONU-Habitat: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/componentes-del-derecho-a-la-ciudad#:~:text=El%20Derecho%20a%20la%20Ciudad,comunes%20para%20una%20vida%20digna>.
- Pita Fernández, S., & Pértegas Díaz, S. (27 de 05 de 2002). *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey*. Obtenido de <https://homepage.cem.itesm.mx/amaya.arribas/diferenciascuanti-cuant.pdf>
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (24 de 10 de 2016). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sedatu/prensa/derecho-a-la-ciudad-accesibilidad-universal-y-enfoque-de-genero-aportaciones-de-mexico-a-la-nueva-agenda-urbana?idiom=es-MX>
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2019). *Manual de calles. Diseño vial para calles mexicanas*. Ciudad de México, México. Obtenido de <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/manual-de-calles-diseno-vial-para-ciudades-mexicanas>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2017). *Ciudades sostenibles y derechos humanos*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de http://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/OtrosDocumentos/Doc_2017_033.pdf

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a la Universidad de Guadalajara “Mi alma matter”, a mi hogar el Centro Universitario de la Costa, así como al CONACYT, por los años de formación que me trajeron a este momento. Gracias al Dr. Remberto Castro Castañeda por su guía y apoyo en el uso de SPSS.

SÍNTESIS CURRICULAR

Adriana Yunuen Dávalos Pita

Arquitecta por la Universidad de Guadalajara (UdeG), por el Centro Universitario de Arte Arquitectura y Diseño (CUAAD), registrada como Perito responsable de obra en Puerto Vallarta, Jalisco, cuenta con Maestría en Valuación Inmobiliaria e Industrial por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) y Maestría en Administración de Negocios por la Universidad de Guadalajara (UdeG) perteneciente al PNPC de CONACYT. Doctora en Ciencias para el Desarrollo, la Sustentabilidad y el Turismo por la Universidad de Guadalajara (UdeG), perteneciente al PNPC de CONACYT. Ha trabajado como Supervisor de obra, Diseñador y Perito Valuador Inmobiliario y Docente en el Nivel Medio Superior, actualmente Docente por parte de la Universidad de Guadalajara en la Licenciatura en Arquitectura, en el Centro Universitario de la Costa; Investigador colaborador en el Cuerpo Académico Estudios de la Ciudad, Arquitectura y Desarrollo, del Centro Universitario de la Costa. Ha sido autor de varios artículos sobre Accesibilidad Universal. Correo: yunuen.davalos@academicos.udg.mx.

**CONOCIMIENTO TRADICIONAL, AGROBIODIVERSIDAD Y
PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS EN LOS LIIPAKAN (HUERTOS
FAMILIARES) DE OLINTLA, PUEBLA**

**TRADITIONAL KNOWLEDGE, AGROBIODIVERSITY AND
AGROECOLOGICAL PRACTICES IN THE LIIPAKAN (HOME GARDENS)
OF OLINTLA, PUEBLA**

Patricia **Tino-Antonio**¹; Primo **Sánchez-Morales**^{2*}; Dionicio **Juárez-Ramón**³; Eckart **Boege-Schmidt**⁴ y Julio **Sánchez-Escudero**⁵

Resumen

Los huertos familiares son agroecosistemas muy antiguos que muestran identidad cultural y conocimientos, por lo que el presente trabajo tiene por objetivo analizar el conocimiento ecológico tradicional que poseen las familias campesinas e indígenas de Olintla, Puebla, con relación al manejo del huerto familiar. La metodología

implementada fue a través del estudio de caso que nos permitió aplicar una metodología mixta. Se aplicaron técnicas cualitativas como la entrevista semiestructurada, que se realizó con 15 informantes clave; y como técnica cuantitativa, la encuesta, en la cual se calculó un tamaño de muestra de 76 familias, obtenido de un listado previo de familias que poseen huertos (N=380) esto con el fin de recolectar información primaria de una

¹ Estudiante de la Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Edificio VAL 1. Km 1.7 carretera a San Baltazar Tetela, San Pedro Zacachimalpa, CP. 72960, Puebla, Pue. México bio_sigloxx1@hotmail.com

² Profesor-Investigador del programa de Manejo Sostenible de Agroecosistemas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Edificio VAL 1. Km 1.7 carretera a San Baltazar Tetela, San Pedro Zacachimalpa, CP. 72960, Puebla, Pue. México. *Autor de correspondencia: primosamo@yahoo.com

³ Centro De agroecología, Instituto de ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Edificio VAL 1. Km 1.7 carretera a San Baltazar Tetela, San Pedro Zacachimalpa, CP. 72960, Puebla, Pue. México. dionicio.juarez@correo.buap.mx

⁴ Profesor Investigador Emérito del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Jalapa, Veracruz. eckart.boege@gmail.com

⁵ Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 México 136.5 CP. 56230, Montecillo, México. sanchezj@hotmail.com

manera más completa. Con los datos obtenidos se realizó una base de datos en Microsoft Excel®, donde se registró de manera codificada la información obtenida, dicha información se procesó con el programa SPSS versión 27.0. Se encontró que las familias campesinas de Olintla nombran en su lengua natal, el totonaco, al huerto familiar como liipakan, y se obtuvo también que la agrobiodiversidad que presentan los liipakan se ve reflejada en un alto número de especies registradas el cual fue de 239, de las cuales 130 son nativas; además, 142 son nombradas en totonaco. También se hizo una clasificación de 18 categorías de acuerdo con el uso que le dan; se registraron 10 prácticas agroecológicas que se emplean en los huertos como parte del conocimiento tradicional y se realizó una escala de conocimiento que poseen las familias, obteniendo que 58 propietarios poseen un conocimiento de alto a muy alto, lo cual evidencia la conservación de la biodiversidad y la preservación del patrimonio biocultural. Se concluye que los liipakan son importantes porque se destinan principalmente para producir alimentos (49.8% de especies cultivadas) aportando a la soberanía alimentaria de las familias de Olintla; además, allí se cultivan plantas medicinales (24.7%) y especies ornamentales (23.4%).

Palabras clave: agrobiodiversidad; prácticas agroecológicas; saberes y haceres locales; liipakan.

Abstract

Home gardens are very old agroecosystems that show cultural identity and knowledge, so the present work aims to analyze the traditional ecological knowledge possessed by the peasant and indigenous families of Olintla, Puebla, in relation to the management

of the home garden. The methodology implemented was through a case study that allowed us to apply a mixed methodology. Qualitative techniques were applied, such as the semi-structured interview, which was conducted with 15 key informants; and as a quantitative technique, the survey, in which a sample size of 76 families was calculated, obtained from a previous list of families that have home gardens (N=380) in order to collect primary information in a more complete way. With the data obtained, a database was created in Microsoft Excel®, where the information obtained was recorded in a coded manner and processed with the SPSS program version 27.0. It was found that the farming families of Olintla name the family garden as liipakan in their native language, Totonac, and it was also found that the agrobiodiversity of the liipakan is reflected in the high number of species registered, which was 239, of which 130 are native; in addition, 142 are named in Totonac. A classification of 18 categories was also made according to their use; 10 agroecological practices used in the orchards were recorded as part of the traditional knowledge and a scale of knowledge possessed by the families was made, obtaining that 58 owners have a high to very high level of knowledge, which evidences the conservation of biodiversity and the preservation of the biocultural heritage. It is concluded that the liipakan are important because they are mainly used to produce food (49.8% of cultivated species) contributing to the food sovereignty of Olintla families; in addition, medicinal plants (24.7%) and ornamental species (23.4%) are cultivated there.

Key words: agrobiodiversity; agroecological practices; local knowledge and know-how; liipakan.

INTRODUCCIÓN

Actualmente ha crecido el interés por estudiar la agricultura tradicional a través de ciencias como la Etnoecología, Etnobotánica y recientemente la Agroecología (Altieri, 2009), ya que sus principios se basan en el conocimiento tradicional, que las familias campesinas e indígenas, han transmitido a lo largo del tiempo de generación en generación. Gracias a estos conocimientos se han podido desarrollar prácticas para el manejo de su patrimonio biocultural, y se han diseñado y manejado sistemas sostenibles para la producción de alimentos, bienes y servicios (Toledo, 2012). Por tanto, se puede decir que este análisis se da desde un enfoque ecológico y cultural, además de aspectos sociales y económicos (Boege, 2018).

Por otro lado, se puede mencionar que hay una coevolución de los pueblos originarios junto con su cultura y su patrimonio biocultural, dando lugar así a la bioculturalidad, la cual se caracteriza entonces por poner a la cultura como un medio entre la sociedad y naturaleza (Luque *et al.*, 2018). A este acumulativo de saberes y haceres es a lo que denominamos Conocimiento Ecológico Tradicional (CET) que se caracteriza porque las comunidades indígenas se basan en sus creencias y respeto a su entorno inmediato para su manejo. El conocimiento es el resultado de experiencias prácticas y está basada en la experiencia directa y local además de que es un acumulativo de información que se transmite de generación en generación (García *et al.*, 2019a; Cano *et al.*, 2016).

El conocimiento se transmite de generación en generación, de manera oral o por medio de la práctica (Boege, 2018), también está relacionado al lenguaje, las relaciones sociales, su cosmovisión y principalmente su cultura (White-Olascoaga y Chávez-Mejía, 2016). Mientras que la experiencia hace referencia a las actividades realizadas a lo largo del tiempo, es netamente práctica y se basa en la experimentación, por ejemplo, en el liipakan la elaboración de compostas y el cuidado del huerto (García *et al.*, 2019a).

Uno de los sistemas inmediatos al entorno de las comunidades indígenas es el huerto familiar, el cual recibe diferentes nombres, dependiendo de la región, en este caso lo denominan liipakan en lengua totonaca, y de acuerdo con Ibarra *et al.* (2019), García *et al.* (2019b) y Mariaca (2012), es el espacio que rodea o se encuentra junto a la casa habitación, en el que podemos encontrar barreras vivas, plantas cultivadas y animales criados y del cual se obtienen alimentos frescos y variados durante todo el año, además de reflejar la identidad cultural de las familias, así como el conocimiento ecológico tradicional que se tiene de este espacio (Calvet-Mir *et al.*, 2014).

Una de las principales funciones del liipakan es el cultivo de plantas, es decir, las familias campesinas cultivan sus alimentos, como lo menciona Nair (2000).

Además, el liipakan contribuye a la economía de las familias campesinas de Olintla ya que el principal objetivo es el autoabasto y la venta de productos excedentes.

De acuerdo con lo anterior los huertos familiares tienen mucha importancia tanto económica, social, biológica y cultural; igualmente, existe un alto nivel de conocimientos ecológicos tradicionales asociados, que contribuyen a la gestión de estos agroecosistemas y a la preservación de la diversidad biocultural. Por esta razón, para el presente trabajo se planteó el siguiente objetivo: analizar el conocimiento ecológico tradicional que poseen las familias campesinas e indígenas de Olintla, Puebla, con respecto al manejo del huerto familiar.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

El estudio se realizó en la comunidad de Olintla, Puebla, cabecera del municipio que lleva el mismo nombre. Olintla se localiza en la Sierra Norte del estado de Puebla (Figura 1) y pertenece a la región totonaca del centro de México (INALI, 2008). Se ubica entre los paralelos $20^{\circ} 03'$ y $20^{\circ} 11'$ de latitud norte y entre los meridianos $97^{\circ} 37'$ y $97^{\circ} 44'$ de longitud oeste, a una altitud entre 180 y 1,100 msnm; tiene una superficie de 63.5 kilómetros cuadrados. Igualmente, pertenece a la provincia morfotectónica de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico (INEGI, 2009).

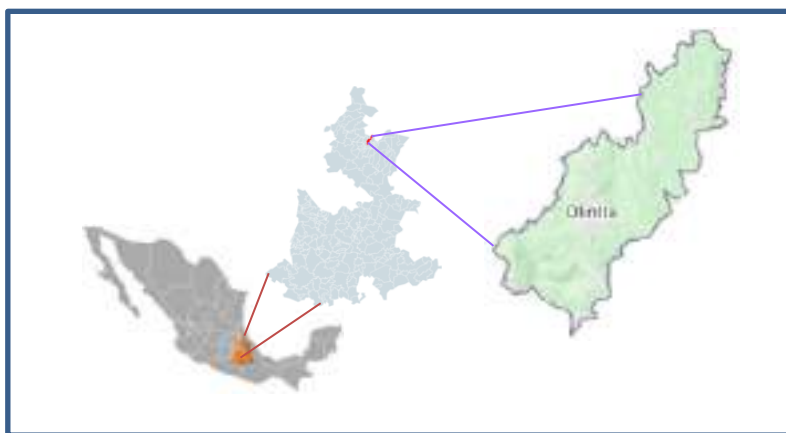


Figura 1. Ubicación de municipio de Olintla en el estado de Puebla.

Fuente: Elaboración propia.

En Olintla predomina el clima semicálido subhúmedo con lluvias todo el año, con una precipitación que varía desde 1,500 hasta 4,000 mm anuales. Con respecto a su vegetación, presenta zonas con bosque tropical perennifolio, bosque mesófilo de montaña, bosques de cedro, carboncillo, chalahuite, encinos y jonotes (INAFED, 2010). Cabe señalar que, debido a las actividades humanas, se pueden observar paisajes con restos de vegetación primaria intervenidos con diversos cultivos como maíz, café, frutales, así como potreros.

Este municipio tiene una población de 11,641 habitantes, de los cuales 5,681 son hombres y 5,960 mujeres. Además, 96.5 % de la población son hablantes de la lengua totonaca, razón por la que se consideran indígenas (INEGI, 2010). La principal actividad económica de la población es la agricultura de temporal.

Métodos y técnicas: Se realizó un estudio de caso, que nos permitió aplicar una metodología mixta, es decir, se aplicaron técnicas cualitativas y cuantitativas las cuales se complementan de manera mutua para la recolección de datos primarios de una manera más completa (Hernández-Sampieri *et al.*, 2011), además de que se recomienda cuando existe poca información acerca del tema en estudio (Martínez, 2006).

Entre las técnicas cualitativas para la recolección de datos se aplicó la observación participante, empleando una guía como instrumento de apoyo, además de dos rondas de entrevistas semiestructuradas a 15 informantes clave de la localidad. La primera ronda se realizó durante los meses de octubre a noviembre del 2020 y la segunda se aplicó entre marzo y abril de 2021, con el propósito de complementar información básica acerca del manejo y prácticas que se emplean en el huerto familiar, sus características y la relación que existe entre las familias con sus huertos. Para esta técnica se empleó una guía y una grabadora de audio marca TASCAM DR-07_{MKII}, para posteriormente realizar la transcripción y el análisis de la información obtenida.

Con respecto a la obtención de datos cuantitativos, se aplicó el cuestionario como instrumento de la encuesta, para lo cual, primero se hicieron recorridos en la localidad con el fin de realizar un listado de las familias que tienen un huerto y así obtener nuestra población (N), el listado arrojó un total de 380 familias poseedoras de huertos. A partir de este dato se pudo calcular el tamaño de muestra (n), empleando la siguiente fórmula (Montesano, 1999) que se utiliza cuando se conoce la población:

$$n = \frac{(NZ^2 * pq)}{(Nd^2 + Z\alpha^2 * pq)}$$

Donde:

N= tamaño de población (**380**)

z= valor de la distribución normal (**1.96**)

α = nivel de significancia (**0.05**)

p= proporción del fenómeno en estudio que representa la población de referencia (**0.93**).

q= proporción de la población de referencia que no representa el fenómeno en estudio (**0.07**).

d= nivel de precisión absoluta (**0.05**).

Una vez aplicada la fórmula se obtuvo el tamaño de muestra ($n=76$), esta cantidad indicó el número de familias a las que se les aplicó el cuestionario. Las familias entrevistadas fueron elegidas al azar del listado poblacional obtenido ($N=380$), a través de un generador de números aleatorios en línea (NANA, 2020). La encuesta se aplicó entre julio y octubre de 2020.

Procesamiento de datos: Los datos obtenidos mediante la encuesta fueron: datos socioeconómicos de los actores involucrados, de la productividad de los huertos familiares, las técnicas empleadas para su manejo, número de especies y su abundancia. Se registraron las especies presentes de cada huerto con el nombre local; posteriormente, se identificaron con claves botánicas utilizando información de catálogos virtuales como Enciclovida (con el fin de cotejar las especies) (CONABIO, S.F.) y malezas de México (CONABIO, 2012).

Una vez concluido el proceso de aplicación de la encuesta y entrevista semiestructurada en la colecta de información primaria, se realizó una base de datos en Microsoft Excel®, donde se registró de manera codificada la información obtenida con estas herramientas metodológicas. La información codificada se procesó con el programa SPSS versión 27.0 con la finalidad de verificar que los datos cumplieran con características adecuadas de asimetría y curtosis, para luego procesarlos aplicando pruebas estadísticas.

Escala del Conocimiento Ecológico Tradicional (CET): Con la finalidad de medir el CET, se realizó una escala de manejo con valores desde 0 (conocimiento muy bajo) hasta >7 (conocimiento muy alto) pasando por rangos de 1 a 2 (conocimiento bajo), de 3 a 4 (conocimiento medio), y de 5 a 6 (conocimiento alto). Para darle valor a esta escala se consideraron variables como: *edad de los productores; quién le enseñó al manejo del liipakan; qué tiempo lleva cultivando plantas; desde cuándo tienen su liipakan, y la forma de transmisión del conocimiento*. De acuerdo con los datos primarios colectados a través de la entrevista semiestructurada y encuesta, se le dio valor a cada variable generando rangos. Un ejemplo es la variable *desde cuándo tienen su liipakan*, los datos colectados evidencian que, el rango de tiempo va de 10 a 66 años o más, lo que se realizó en este caso fue restar $66-10=56$ y este dato se dividió entre tres rangos a los que se les asignó valores, de manera que, quienes se ubicaron entre 10 y 28 años de tener sus liipakan se les estipuló un valor de 1 (experiencia regular), los

que se hallaron entre 29 y 47 se les asignó un valor de 2 (experiencia media), y los que se encontraron entre 48 y 66 años o más se les estableció un valor de 3 (experiencia alta). Igualmente se realizaron correlaciones entre algunas variables como el CET y los años de trabajo en los huertos, con el objeto de conocer la relación entre estas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto al cálculo de la cobertura de la muestra, se obtuvo que la proporción total de la comunidad representada por el muestreo en los huertos familiares fue de 0.99 lo que equivale a un 99% de completitud. Se procesaron los datos de las variables y se emplearon aquellos cuyos valores son cercanos o iguales a cero, de manera que la distribución asimétrica fuera lo menos cargada hacia algún extremo, además que la curtosis aceptable fue con distribución normal o mesocúrtica.

Caracterización de la comunidad de estudio: Se entrevistó un total de 76 personas de Olintla, de las cuales fueron 39 mujeres y 37 hombres, cuya edad oscila entre 32 y 87 años, con un promedio de 60 años. Con respecto al nivel de escolaridad, se tiene que 18% de la población entrevistada no tiene estudios, 53% estudió algún grado de educación primaria sin concluirla, 24% cuenta con primaria concluida, 4% terminó la secundaria, y solamente 1% estudió una licenciatura.

Con relación a la ocupación de las personas entrevistadas, se encontró que para 67 de ellas (88.2%) la actividad económica principal es la agricultura, mientras que cuatro (5.3%) se dedican al comercio, dos a la carpintería (2.6%), dos más a la sastrería (2.6%) y solo una a la albañilería (1.3%). Cabe resaltar que la tenencia de los sitios donde se ubican los huertos, en todos los casos son propietarios de esos lugares. Además, todos los entrevistados son hablantes de la lengua totonaca y las familias nucleares están compuestas en promedio por cuatro integrantes.

El liipakan o huerto familiar: En Olintla, al huerto familiar se le nombra de diversas maneras: principalmente liipakan (nombre en totonaco), huerta, sitio, patio, traspatio y huerto. Para este trabajo nos referimos al huerto familiar como un agroecosistema o sistema agroforestal que es el área cercana a las casas de las familias (García *et al.*, 2019a; Ibarra *et al.*, 2019), espacio donde cultivan diversas plantas comestibles como hortalizas, aromáticas, medicinales, de ornato, árboles frutales y puede haber la crianza de animales, así como infraestructura doméstica y trabajo familiar (Mariaca, 2012). Estos sistemas agroforestales son muy importantes desde la época prehispánica hasta la actualidad (Van der Wal *et al.*,

2011; Kantún *et al.*, 2013). Son agroecosistemas productivos, pero también son espacios de recreación y convivencia social.

El tamaño de los huertos familiares de Olintla varía desde 6 hasta 1,250 m², cuyo promedio es de 197 m². De hecho, el rango de los liipakan que va de 150 a 250 m² representa un tercio del total de huertos de la comunidad. Esta área difiere con lo reportado por Chablé-Pascual *et al.* (2015) quien reporta huertos con una superficie que va desde 200 a 20,000 m² en la región de la Chontalpa, Tabasco; asimismo, en un estudio realizado en el municipio de Caxhuacán perteneciente a la Sierra Norte del estado de Puebla, se menciona que el área promedio es de 447 m² (Castañeda-Guerrero *et al.*, 2020), en ambos casos, áreas mayores a la registrada en este trabajo, lo cual muestra lo importante que es para las familias tener un espacio dónde sembrar sus alimentos independientemente del área disponible para hacerlo.

Con respecto al uso que le dan al huerto familiar, se obtuvo que 46 personas (60.5%) mencionaron que solamente es para cultivo de plantas que de acuerdo con Nair (2000) es una de las funciones básicas del huerto; mientras que, para treinta personas más (39.5%) el huerto es para cultivo de plantas y cría de animales, principalmente aves de corral y cerdos. Cabe mencionar que se registró un total de 846 animales (826 aves de corral y 20 cerdos). Las aves de corral (gallinas, pollos, guajolotes, patos) se encuentran libres en el huerto familiar o en gallineros; las familias destinan un área para el establecimiento de estos animales. De igual forma los cerdos habitan en chiqueros¹ que se ubican en un área alejada a la casa habitación, pero dentro del liipakan.

Además, en 45% de los huertos familiares muestreados, las mujeres son las que se encargan de diseñar y mantener el huerto, y por consecuencia, quienes deciden qué plantas cultivar, de acuerdo con sus necesidades y/o costumbres; en 28% la pareja está a cargo, diseña y decide qué cultivar; en 14% de los casos los varones son quienes toman esas decisiones; y solo en 9% de los huertos toda la familia decide este aspecto; en el restante 4% los hijos y nueras toman esta decisión. Dentro de las labores que se realizan en el liipakan, las mujeres están a cargo del cuidado, siembra, deshierbe, riego y cosecha, ya que son actividades que no requieren de mucha fuerza física; mientras que, los hombres realizan la poda, el cercado y ayudan en el deshierbe (chapeo²) y abonado situación que coincide con lo reportado por Cano *et al.* (2016).

Con respecto al cuidado del huerto, autores como García *et al.* (2019a) y Cano *et al.* (2016) mencionan que la mujer es la encargada del cuidado y mantenimiento, lo cual coincide con lo hallado en este trabajo, donde se menciona

¹ Los chiqueros o zahúrds son las construcciones que se utilizan para criar cerdos.

² En la zona de estudio se le llama chapeo a la acción de cortar la hierba, generalmente con machete.

que la mujer es quien, principalmente, decide qué plantas cultivar, así como de su arreglo topológico y, por consiguiente, del cuidado, como también lo mencionan Vázquez-Dávila y Lope-Alzina (2012). De acuerdo con García-Flores *et al.* (2016) y Colín *et al.* (2012) se atribuye que la mujer es la encargada, debido a que se queda en casa al cuidado de la familia, y los hombres salen a trabajar.

La agrobiodiversidad: Se registró un total de 239 especies vegetales útiles en los huertos familiares, pertenecientes a 183 géneros botánicos y 75 familias, de ahí que vale la pena mencionar que las familias de Olintla han nombrado en su lengua natal, el totonaco, a 142 especies de las 239 registradas; asimismo, 130 especies son nativas.

La riqueza en los huertos familiares varía de 11 a 64 especies, con un promedio de 26. Igualmente, se registraron 18,637 individuos en un área total de 1.42 ha de huertos familiares, donde la abundancia mínima fue de 32 individuos pertenecientes a 14 especies en un área de 16 m² y el número máximo de individuos fue de 1,319 pertenecientes a 33 especies en un área de 750 m².

La agrobiodiversidad hallada en los liipakan de Olintla muestra una composición florística mayor a la registrada por López *et al.* (2019) (110 especies útiles) y Del Ángel-Pérez y Mendoza (2004) (223 spp.) en localidades indígenas del estado de Veracruz cercanas a Olintla. También en Veracruz, pero en la zona centro, Reyes-Betanzos y Álvarez-Ávila (2017) hallaron 75 especies; en el altiplano central de México García-Flores *et al.* (2016) encontraron 188 y Gutiérrez-Cedillo *et al.* (2015) documentaron 222 especies. Por otra parte, en Morelos, Monroy *et al.* (2016) ubicaron 45 especies, mientras que Guarneros *et al.* (2014) encontraron 130 en Santa María Nepopualco, estado de Puebla. No obstante, esta diversidad de especies es inferior a lo reportado por Castañeda-Guerrero *et al.* (2020) (361 spp.) para el municipio de Caxhuacán, asimismo por Chablé-Pascual *et al.* (2015) (330 spp.) y Kantún *et al.* (2013) (449 spp.), en el sureste de México.

Los resultados de este trabajo son comparables con lo registrado por Toledo (2015) en el agroecosistema forestal *kuojtakiloyan* (bosque útil) en la Sierra Norte de Puebla donde se reporta que, de las 250 a 300 especies registradas, el 96% son consideradas útiles. Cabe señalar, que el sistema agroforestal estudiado por Toledo es manejado por comunidades nahuas, y en el caso del huerto familiar de Olintla es manejado por una comunidad totonaca. Además, en este trabajo se encontró que 100% de las especies registradas son útiles.

En la Figura 2 se muestran las familias más representativas o con mayor número de especies vegetales halladas en los liipakan de Olintla, Puebla. Como se observa, la familia de las Asteraceae está representada por 16 especies, seguido por la Solanaceae con 13, Fabaceae con 12, Musaceae y Rutaceae con 11 especies cada una.

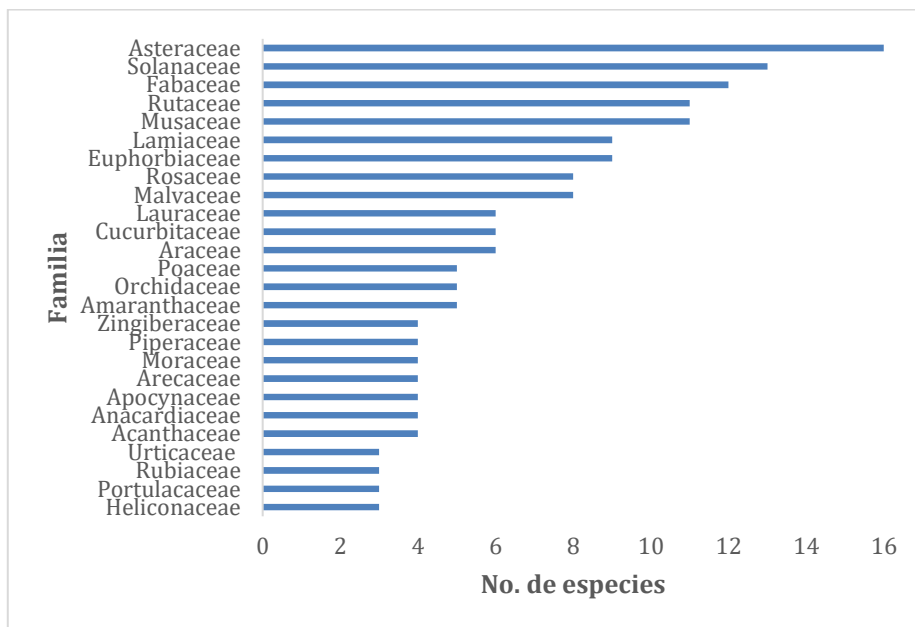


Figura 2. Familias botánicas más representativas en los liipakan de Olintla, Puebla.

Fuente. Elaboración propia con datos de campo, 2020.

Usos de las especies vegetales de acuerdo con las costumbres y tradiciones.

Dentro de los aspectos que se pueden resaltar en el manejo del huerto, uno de los más relevantes es el uso que las familias le dan a las especies vegetales, de acuerdo con sus costumbres y tradiciones. Con base en los resultados obtenidos se hizo una clasificación de 18 categorías (Tabla 1), en donde la más importante es la alimenticia, ya sea como verduras, quelites, frutas, condimentos, entre otros, la cual está conformada por 119 especies, lo que representa el 49.8% del total de las especies. Dentro de esta categoría, la mayor abundancia se registró en la condimenticia con 7,013 individuos, seguida de cultivos básicos con 5,037 individuos y la frutal con 1,487 individuos.

La siguiente categoría es la medicinal, donde se registró un total de 59 especies (24.7%) y una abundancia de 5,037 individuos. En esta categoría destacan plantas como el pekwatuwan (*Mentha citrata*) que se emplea para el susto; la ruda (*Ruta graveolens* L.), albahaca (*Ocimum basilicum*) y toqxiwa' (*Sambucus canadensis*) para hacer limpias, esto de acuerdo con su contexto cultural.

La tercera categoría en orden de importancia de especies es la ornamental, donde se registraron 56 especies (23.4%), pero en contraste con las anteriores, su abundancia es menor (826 individuos). Estas especies son utilizadas

principalmente para adornar las casas, las podemos encontrar frente, alrededor o como cercos vivos. Dentro de esta categoría se hallan especies destinadas para ritual, conformada por 12 especies más, donde destacan tres especies del género *Heliconia*, llamadas comúnmente xqatyaw, el litampa (*Chamaedorea tepejilote*) y el kooni' (*Ceratozamia mexicana*) las cuales son utilizadas para adornar los altares en fechas especiales, como el día de muertos, o bien, la entrada de casas que ofrecen alguna mayordomía. Para adornar la ofrenda del día de muertos, además de usar el litampa y el kooni', también utilizan qalhpxum (*Tagetes erecta*), pasmaxanat (*Gomphrena globosa*) y tsitsilik (*Celosia argentea* var. *Cristata*). Aunado a lo anterior, se emplean frutas como la naranja, mandarina, plátanos, limas, yuca y camotes, que se colocan como parte de la ofrenda, mismas que se cosechan del liipakan.

Tabla 1. Clasificación de especies registradas en el liipakan de acuerdo con el principal uso que le dan, número de especies registradas por categoría y abundancia

<i>Categoría</i>	<i>Clasificación (usos)</i>	<i>Especies registradas</i>	<i>Abundancia</i>
1	Condimental	12	7,013
2	Cultivo Básico	10	5,037
3	Medicinal	59	4,154
4	Frutal	57	1,487
5	Quelite	14	1,459
6	Verdura	17	1,460
7	Ornamental	56	826
8	Envoltura	3	915
9	Ritual	12	703
10	Sombra/ Leña	16	482
11	Aromática/Edulcorante	2	266
12	Construcción	8	83
13	Tubérculo	5	262
14	Té	1	25
15	Utensilio	3	11
16	Maderable	2	8
17	Forraje	2	17
18	Grano	1	1

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2020.

*La suma de las especies es superior al registrado debido a que hay especies con más de un uso.

Esta situación, con respecto al orden de las categorías del uso que se les da a las plantas en Olintla, coincide con lo hallado por Castañeda-Guerrero *et al.* (2020), López *et al.* (2019) y Calvet-Mir *et al.* (2014) quienes mencionan estos tres principales usos por parte de las familias de quienes poseen huertos en Caxhuacán y Veracruz respectivamente. Con esto se reafirma que la producción de alimentos en comunidades rurales se ha considerado un aspecto importante para la seguridad alimentaria (Lope-Alzina, 2017; Pulido-Salas *et al.*, 2017).

Estructura de los huertos familiares. La estructura de los huertos familiares hace referencia a la distribución de todos los componentes en el terreno; las plantas representan el componente más predominante y complejo, por ello, en los huertos familiares muestreados se pudo observar la estructura de dos formas: vertical y horizontal.

Estructura vertical. Consiste en el ensamble de las plantas por estratos definidos según la altura y forma de vida, se pueden identificar tres estratos en la vegetación que presentan los 76 huertos familiares, los cuales son: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Por esto, se puede decir que los huertos familiares asemejan un ecosistema natural, debido a que presentan una alta diversidad de especies con múltiples estratos vegetales.

Estrato arbóreo. Está representado por especies con alturas que llegan hasta 20 metros, tal es el caso del cedro (*Cedrela odorata* L.) y carboncillo [*Ocotea puberula* (Rich.) Nees], especies maderables, igualmente especies de frutales como mango (*Mangifera indica*), mamey (*Pouteria sapota*), talachca (*Inga jinicuil* Schltdl. & Cham. Ex G. Don) y aguacate (*Persea americana* mill). Igualmente, en este estrato se hallan especies que se emplean para construcción como: calzadilla (*Vervesina sp*), maicillo (*Pleuranthodendron lindenii* (Turcz.) Sleumer). También se encuentran especies que son empleadas para combustible como el leaqaxkiwe (*Cupania dentata* Moc. & Sessé ex DC), todas estas especies presentan alturas entre 8 y 19 m.

Estrato arbustivo. Lo representan especies con una altura máxima de 5 metros y se pudieron observar frutales, ornamentales, sombra-leña, construcción, verduras, rituales y cultivos básicos. Las especies que se registraron son: naranja (*Citrus x sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), plátanos (*Musa sp*), café (*Coffea arabica*), bugambilia (*Bougainvillea sp*), tepejilote (*Chamaedorea tepejilote* Liebmann), jonotillo (*Maivaviscus arboreus*), por mencionar algunas.

Estrato herbáceo. En este estrato se observaron especies condimenticias como: orégano (*Origanum vulgare*), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), cebollina (*Allium neapolitanum* Cyr.), entre otras; medicinales: chichicastle (*Urtica dioica* L.), estafiate (*Artemisia ludoviciana*), mirto (*Salvia coccinea*

Buc´hoz ex Etl.), matance (*Mentha pulegium*), muiltle (*Justicia spicigera*), entre otras. Así también, se encontraron especies comestibles como quelites: hierba mora (*Solanum nigrum*), totopillo (*Tinantia erecta* (Jacq.) Fenzl.), verdolaga (*Portulaca oleracea*), lengua de vaca (*Rumex crisp*); tubérculos: camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam); verduras: calabaza (*Cucurbita sp.*) y espinoso (*Sechium edule*).

Estructura horizontal. La estructura horizontal hace referencia a la organización de los componentes en el terreno, es decir, cómo se conforma el liipakan; además de las plantas, se incluye a los animales y las construcciones como gallineros, chiqueros, colgadizos³, casa habitación, entre otros.

En el caso de la estructura de los huertos familiares de Olintla se identificó que, en 46 huertos, además de la infraestructura doméstica, se ubica el huerto familiar junto o alrededor de ésta, donde el estrato herbáceo como especies condimenticias, medicinales, y ornamentales, son cultivadas en el suelo, maceta o recipientes y se encuentran junto o alrededor de la casa habitación. Este estrato se intercala con el arbustivo como frutales, ornamentales, sombra-leña, y el estrato arbóreo también se encuentra intercalado, pero con mayor frecuencia alejado de la casa habitación en los límites del terreno; igualmente, el terreno se encuentra delimitado por barreras vivas.

En 15 huertos se pudo observar que, además de la casa habitación, existe un pequeño colgadizo donde se almacena leña para el autoabasto, mientras que, en diez huertos, además de lo anterior, se encontraron gallineros que se ubican cerca de la casa habitación, y solo en cinco huertos familiares se observaron chiqueros que se encuentran en una esquina alejada de la casa habitación; el arreglo de las especies vegetales es de la misma forma que lo anteriormente mencionado.

Otra característica, es que en todos los liipakan el estrato herbáceo como especies medicinales, condimenticias y verduras, se encuentran dentro de un corral delimitado en su mayoría por cercos vivos, situación que evita que las aves y otros animales se coman las plantas herbáceas; igualmente, los límites del terreno en su mayoría se delimitan por especies arbóreas y/o barreras vivas, y en pocos casos con cercas de tela metálica o alambre.

La estructura y composición en los liipakan y *kuojtakiloyan* tienen ciertas similitud: se encuentran plantas silvestres y cultivadas, y las características estructurales de estos bosques son preservadas, a partir de las cuales se obtienen infinidad de productos (Toledo, 2015). En este sentido, Martínez *et al.* (2007) y Martínez-Alfaro *et al.* (1995) mencionan una variabilidad en composición y estructura en los cafetales de la Sierra Norte de Puebla, en donde se pueden encontrar especies vegetales útiles, entre silvestres y cultivadas, nativas e

³ En la comunidad de Olintla, Puebla, así se les llama a las prolongaciones de los techos de las viviendas en la parte exterior, o bien, pequeños techados que son aprovechados para guardar leña y protegerla de la lluvia.

introducidas, lo cual es comparable con los liipakan de Olintla, estos aspectos reflejan el conocimiento asociado al máximo aprovechamiento de especies vegetales y del espacio.

Prácticas agroecológicas en el liipakan. El conocimiento que poseen las familias campesinas e indígenas es aplicado en prácticas de manejo para la conservación del liipakan, es decir, en prácticas agroecológicas. Para este trabajo se consideraron diez prácticas agroecológicas sugeridas por Albarracín-Zaidiza *et al.* (2019), Nicholls *et al.* (2015) y Altieri *et al.* (2012) como técnicas importantes desde esta perspectiva:

- 1) **Compostaje.** Esta práctica las familias campesinas la realizan de una manera rústica empleando recipientes como tambos o bandejas⁴, que ya no le son útiles en la cocina, en donde depositan restos orgánicos que provienen de la cocina, de frutos caídos y hojarascas. También hay familias que simplemente depositan esos desechos en un lugar del liipakan para su descomposición y así obtener su propio abono para nutrir sus plantas, ayudando en su economía debido a que no se ven en la necesidad de adquirir productos externos para la fertilización.
- 2) **Abonos orgánicos.** Los abonos orgánicos que emplean son los excrementos de las aves de corral principalmente, que recolectan de los gallineros cuando este ya está en descomposición ya que si lo aplican fresco puede marchitar a las plantas. Igualmente emplean tierra que colectan del monte y la aplican directamente a las plantas; también se usa la ceniza aplicada de forma directa y la composta que producen de sus desechos.
- 3) **Manejo Agroecológico de Insectos.** Cuando el problema con insectos fitófagos es menor se emplean preparados a base de jabón y extractos vegetales como chile, ajo, entre otros. Asimismo, al existir una alta agrobiodiversidad se contribuye a promover interacciones biológicas y sinergias benéficas entre los componentes del agroecosistema.
- 4) **Chapeo o deshierbe.** Esta práctica la realizan tanto hombres como mujeres empleando el machete y azadón; el deshierbe lo realizan de forma manual con el fin de eliminar plantas que no son de interés para los dueños del liipakan, y que pudieran competir con los cultivos.
- 5) **Cercos vivos.** Las familias siembran plantas arbustivas en hilera a manera de cercado alrededor del liipakan cuyo objetivo es que sirvan de protección para las plantas herbáceas principalmente, contra el viento, animales, especialmente aves de corral e insectos; es decir, los cercos

⁴ Los tambos empleados para elaborar la composta son recipientes de 80, 100 ó 200 litros, mientras que las bandejas son parecidas a tinas de 50 litros de capacidad.

vivos sirven como refugio para enemigos naturales de insectos fitófagos, dando como resultado que exista poca o nula afectación de aquellos.

- 6) **Diversidad vegetal.** Se siembra una importante diversidad de plantas, especialmente comestibles y útiles, lo que muestra un sistema agrícola complejo en donde la función principal es satisfacer sus necesidades alimenticias, además de que se contribuye a que no afecten los insectos, pues se favorece la existencia de enemigos naturales tratando de mantener un equilibrio ecológico.
- 7) **Labranza mínima.** En esta práctica, el suelo se remueve lo mínimo posible antes de la siembra, o bien, la siembra es directa y se realiza casi después de haber cosechado algún otro cultivo.
- 8) **Promoción de la actividad biológica del suelo con adición de materia orgánica.** Como se menciona esta práctica consiste en aplicar constantemente materia orgánica como abonos orgánicos, hojarasca de los árboles, especialmente chalahuite (*Inga spuria*) y la adición de restos de materia orgánica al suelo para su descomposición en el liipakan, originando así que exista actividad biológica en el suelo por parte de macro y microorganismos.
- 9) **Rotación de cultivos.** Implica la siembra de cultivos diferentes en el liipakan después de cada cosecha. Cabe mencionar que no llevan un orden, pero se van cambiando los cultivos a través del tiempo; por ejemplo, al cosechar cilantro, posteriormente en ese espacio se planta chile, jitomate o cebollina.
- 10) **Cobertura vegetal.** Consiste en dejar restos vegetales como hojas de los platanales en el suelo. Es común incorporar las arvenses a la hora del chapeo, y restos de cultivos anteriores como la cáscara de frijol, café, rastrojo de maíz, etc., con el fin de cubrir el suelo para evitar erosión.

En la Figura 3 se puede observar que el empleo de prácticas agroecológicas es relevante en los liipakan entre las familias de Olintla, Puebla.

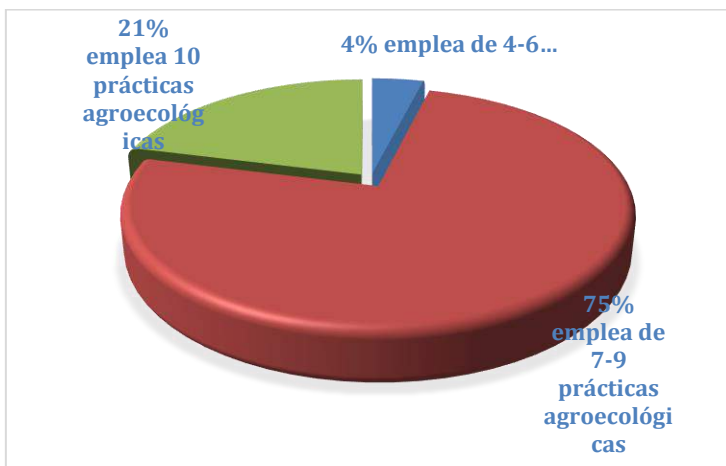


Figura 3. Porcentaje de liipakan que realizan prácticas agroecológicas.

Fuente. Elaboración propia con datos obtenidos en campo, 2020.

El rango de prácticas empleadas va de 4 a 10; sin embargo, en 96% de los huertos se emplean de 7 a 10, y no hay un solo caso en que se omita la aplicación de alguna de estas técnicas.

Al realizar una correlación entre el número de prácticas agroecológicas (PA) y el uso de insumos externos (IE) (por ejemplo, fertilizantes de síntesis química) se halló que existe una relación indirecta altamente significativa ($r_{PA, IE} = -0.81$, $p < 0.01$) (Figura 4); es decir que, entre más prácticas agroecológicas empleen las familias campesinas en sus huertos, menor será el empleo de insumos externos. Asimismo, se refleja que el manejo de los liipakan por parte de las familias campesinas de Olintla es de acuerdo con la experiencia adquirida a lo largo del tiempo y el conocimiento acerca de las buenas prácticas.

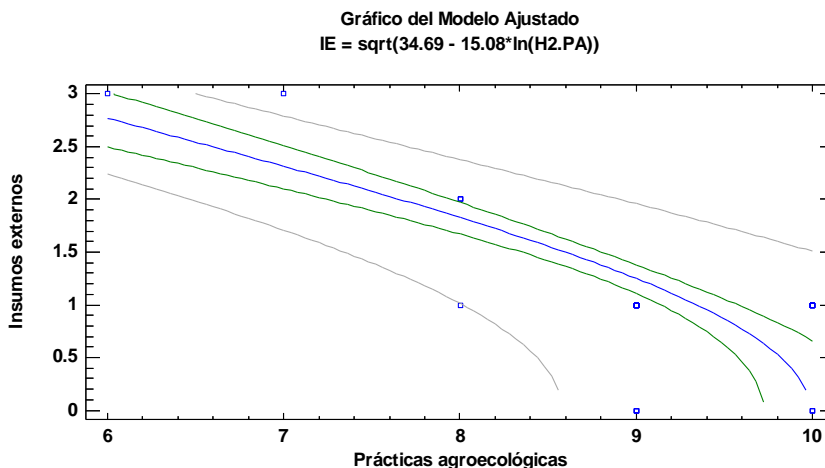


Figura 4. Relación entre el número de prácticas agroecológicas y el número de insumos externos empleados en los huertos familiares de Olintla.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en campo, 2020.

Otro aspecto importante que es derivado del CET y de las prácticas agroecológicas, es el mínimo empleo de insumos externos para el control de insectos y para mantener la fertilidad de los suelos, entre otros; de acuerdo con los resultados, solo en 6.6% de los liipakan, las familias campesinas e indígenas emplean fertilizantes de síntesis química. Así mismo, en 9.2% de los huertos utilizan plaguicidas químicos, mientras que, del total de semillas que emplean, solo compran el 0.07%. Las semillas que compran ocasionalmente son de cilantro, lechuga, acelga y coliflor. En la mayoría de los huertos contemplados en este trabajo (aproximadamente 90%) los alimentos que se obtienen allí son libres de agrotóxicos porque no se emplean esos productos; el cuidado del suelo se ve favorecido, además de que ayuda a la economía de las familias debido a que la inversión de insumos externos es mínima.

Prácticas culturales en el huerto familiar. En la comunidad de Olintla es común que aún se conservan diversas prácticas culturales que se aplican para el cuidado y mantenimiento de los liipakan. Ejemplo de lo anterior es que, en todos los huertos familiares (n=76) se emplean herramientas manuales como el machete, azadón y la pala para el deshierbe, evitando así el empleo de herbicidas. Además, se consideran las fases lunares para las épocas de siembra, cosecha y labores: en 42 huertos familiares (55%) se toman en cuenta las fases lunares para los cultivos, así como para cortar algunas especies maderables, para la poda y para obtener la savia de algunas plantas medicinales, tal es el caso de puklhinkiwí (*Croton draco* Schtdl & Cham). Aunado a esto, en 34 liipakan (45%) se realizan ritos o ceremonias para los cultivos, por ejemplo, dar

machetazos a manera de no dañar, es decir se engaña a los árboles frutales cuando no dan fruta; en el caso particular del maíz, se pone una ofrenda en el altar para pedir a Dios y a la Madre Tierra que la cosecha sea buena. Asimismo, cuando siembran alguna otra planta, lo primero que hacen es pedir permiso al dueño de la tierra (Dios) para poder realizar la siembra.

Conocimiento Ecológico Tradicional (CET) de las familias campesinas e indígenas con respecto al manejo del liipakan. De acuerdo con los datos obtenidos mediante la encuesta y entrevista semiestructurada se encontró que, cinco propietarios son adultos mayores (entre 60 a 87 años) a quienes sus abuelos y/o padres transmitieron el conocimiento respecto al manejo del huerto; además, llevan cultivando plantas desde hace 31 a 61 años, y sus huertos tienen un rango de edad entre 48 y 66 años. Aunado a lo anterior, este grupo de personas mantiene su lengua materna que es la totonaca. Por otro lado, 53 propietarios con edad de 35 a 80 años han aprendido el manejo del huerto por parte de sus abuelos y padres, así como a través de la observación, y la edad de los huertos varía de 12 a 60 años, llevan cultivando plantas desde hace 10 a 50 años y son hablantes de la lengua totonaca.

Ahora bien, la edad de los huertos reportada coincide con lo mencionado por Chablé-Pascual *et al.* (2015), quien encontró huertos con un promedio de edad de 31 años; además, menciona que existen huertos de más de 60 años, dato que coincide con el de algunos huertos de Olintla, lo cual indica una estrecha relación de las costumbres y tradiciones de las familias campesinas e indígenas con este agroecosistema.

En contraste, 18 propietarios reflejaron un rango de edad de 32 a 59 años, y mencionaron que nadie les enseñó el manejo del liipakan; es decir, que aprendieron solos observando huertos y a personas mayores realizando esta actividad. El tiempo que llevan cultivando plantas en ese espacio es de 1 a 30 años, razón por la que tienen un huerto con un rango de edad de 10 a 28 años, cabe señalar que también son hablantes de la lengua totonaca.

Con base en los resultados obtenidos se realizó la escala de CET (Tabla 2) para conocer el grado de conocimiento que poseen los propietarios respecto al manejo de los liipakan, la cual nos indica que 58 personas jóvenes y adultos (de 32 a 59 años) como mayores (60 a 87 años) poseen un grado de conocimiento en el rango de alto a óptimo, a diferencia de 18 personas que mostraron tener un conocimiento medio; sin embargo, esto indica que todos los propietarios (n=76) tienen buen nivel de conocimiento con respecto al manejo del liipakan que se ha transmitido de forma oral y a través de prácticas culturales de manejo, de generación en generación como ellos lo refieren.

Tabla 2. Escala de conocimiento ecológico tradicional

ESCALA DE CET	HF
0 = Conocimiento muy bajo	0
1-2 = Conocimiento bajo	0
3-4 = Conocimiento medio	18
5-6 = Conocimiento alto	30
>7 = Conocimiento muy alto	28

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2020.

HF= Número de huertos familiares.

Por otra parte, de acuerdo con las tradiciones y costumbres de las familias campesinas e indígenas de Olintla, han asignado diferentes usos a las especies vegetales que poseen en sus liipakan, como se menciona antes. De esta manera, cabe resaltar que el CET que poseen las familias campesinas de Olintla, aplicado a las prácticas agroecológicas como: el empleo de abonos orgánicos, rotación de cultivos, labranza mínima, promoción de la actividad biológica del suelo, diversidad vegetal, así como el mínimo o nulo empleo de insumos externos, son características propias de la agricultura tradicional campesina (Cruz *et al.*, 2015; Altieri *et al.*, 2012; Martínez, 2008), siendo esta una actividad que no deteriora el ambiente natural, ya que los sujetos involucrados son parte de ella y se rigen de acuerdo a patrones culturales (Boege, 2008).

Se realizaron correlaciones para conocer si existe correspondencia entre el CET y los años que han trabajado sus huertos, lo que resultó en una correlación positiva fuerte con valor de $r= 0.843$, $P= 0.000$, se puede interpretar que, entre más años tengan los propietarios de poseer el huerto, mayor conocimiento tendrán. Sin embargo, esto no sucede con el número de especies cultivadas en el huerto (NUM SPP) en donde se presenta un valor de (r NUM SPP, CET= 0.012 , $P= 0.910$) (Figura 5). No existe una relación entre el CET que poseen los propietarios con el número de especies allí cultivadas, lo cual puede deberse al tamaño del huerto y a la talla de árboles frutales que, al paso del tiempo son más grandes, ocupan mayor área y propician que haya menos espacio para cultivar mayor diversidad de plantas.

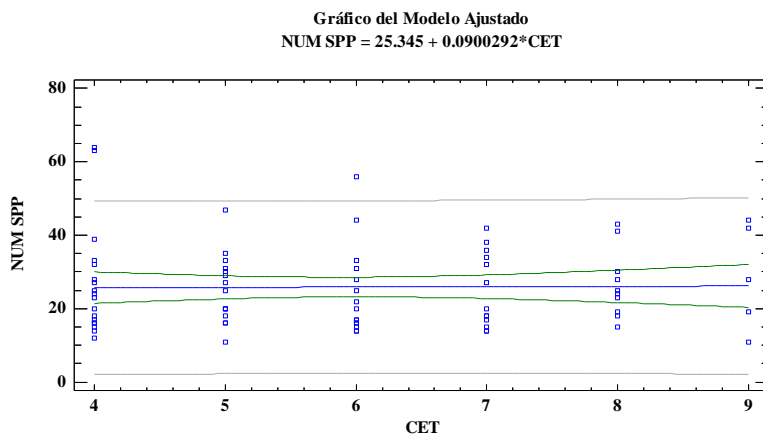


Figura 5. Relación entre el valor del CET de cada propietario del huerto y el número de especies vegetales registradas en cada liipakan.

Fuente. Elaboración propia con datos obtenidos en campo, 2020.

De acuerdo con lo anterior, es oportuno mencionar que el CET que poseen las familias de Olintla está intrínsecamente ligado a creencias, costumbres y tradiciones que han adquirido a lo largo del tiempo de generación en generación. Además, se trasmite precisamente en su lengua totonaca y a través de la práctica y la cultura, en donde el único fin es el cuidado, mantenimiento y aprovechamiento de su patrimonio biocultural, aspecto que sustentan Cano *et al.* (2016) y Calvet-Mir *et al.* (2015).

CONCLUSIONES

El liipakan que poseen las familias campesinas e indígenas de la localidad de Olintla, Puebla, es manejado de acuerdo con su bioculturalidad; es decir, de acuerdo con su contexto cultural y su conocimiento ecológico tradicional. Las familias realizan varias prácticas agroecológicas, y este agroecosistema es manejado a través de la agricultura tradicional campesina e indígena donde las familias totonacas salvaguardan las semillas que emplean en sus huertos, por lo que, se pueden considerar custodias de sus semillas, las cuales contribuyen a su sistema alimentario.

Derivado de lo anterior, son los resultados de la escala de conocimiento ecológico tradicional propuesta en este trabajo donde se evidencia que, 76% de campesinos e indígenas de Olintla que poseen liipakan tienen CET alto o muy

alto, y solo 24% tienen CET medio, esto debido a la experiencia a través de los años en el cuidado y manejo de sus huertos, lo que se respalda con la correlación positiva fuerte que existe entre la edad de los productores y su nivel de CET.

La agrobiodiversidad hallada de 239 especies, refleja el bagaje biocultural de las familias con respecto al manejo de sus liipakan, así como una gran importancia desde una perspectiva de agrobiodiversidad, que está íntimamente ligada a los diversos usos que les dan a las especies vegetales de acuerdo con sus costumbres y tradiciones. Aunado a esto, se muestra una larga trayectoria a través de los años que implica saberes y haceres que se transmiten de manera oral, práctica y visual de generación en generación.

Finalmente, los liipakan de Olintla son agroecosistemas forestales manejados por una comunidad totonaca, que forman pequeñas unidades de paisaje de valor para la conservación. Se destinan principalmente para producir alimentos para autoabasto (49.8% de especies cultivadas) de manera que tienen un aporte importante a la soberanía alimentaria de las familias de Olintla; además, allí se cultivan plantas medicinales (24.7%) y especies ornamentales (23.4%).

LITERATURA CITADA

- Albarracín-Zaidiza, J.A., Fonseca-Carreño, N.E. y López-Vargas, L.H. (2019). Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz. *Ciencia y agricultura*, 16(2):39-55. Doi: <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n2.2019.9139>.
- Altieri, M.A., Funes-Monzote, F.R. y Petersen, P. (2012). Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*, 32:1-3. DOI 10.1007/s13593-011-0065-6.
- Altieri, M. (2009). Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. Colombia: SOCLA.
- Boege, S.E. (2018). Hacia una antropología ambiental para la apropiación social del patrimonio biocultural de los pueblos indígenas. En: Tópicos bioculturales. Reflexiones sobre el concepto de bioculturalidad y la defensa del patrimonio biocultural de México. P 34-66.
- Boege, S.E. (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación *in situ* de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. 344 pp.

- Calvet-Mir, L., Garnatje, T., Parada, M., Valles, J. y Reyes-García, V. (2014). Más allá de la producción de alimentos: los huertos familiares como reservorios de diversidad biocultural. En: Agricultura familiar y huertos urbanos. *Ambienta*, 107:40-53.
- Calvet-Mir, L., Rui-Bosoms, C., González-Puente, M., Ruiz-Mallén, I., Reyes-García, V. y Molina, J.L. (2015). The transmission of home garden knowledge: safeguarding biocultural diversity and enhancing social-ecological resilience. *Society and Natural Resources*, 29:556-571. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/08941920.2015.1094711>
- Cano, M., Tejera, B., Casas, A., Salazar, L. y García-Barrios, R. (2016). Conocimientos tradicionales y prácticas de manejo del huerto familiar en dos comunidades tlahuicas del estado de México, México. *Iberoamericana de Economía Ecológica*, 25:81-94.
- Castañeda-Guerrero, I., Aliphath-Fernández, M.M., Caso-Barrera, L., Lira-Saade, R. y Martínez-Carrera, D.C. (2020). Conocimiento tradicional y composición de los huertos familiares totonacas de Caxhuacán, Puebla, México. *Polibotánica*. 49:185-217. DOI: 10.18387/polibotanica.49.13.
- Chablé-Pascual, R., Palma-López, D.J., Vázquez-Navarrete, C., Ruiz-Rosado, O., Mariaca-Méndez, R. y Ascencio-Rivera, J.M. (2015). Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de la Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(4):23-39.
- Colín, H., Hernández, A. y Monroy, R. (2012). El manejo tradicional y agroecológico en un huerto familiar de México, como ejemplo de sostenibilidad. *Etnobiología*, 10(2):12-28.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). SF. Enciclovida. (<http://www.enciclovida.mx>).
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). (2012). Malezas de México (<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/0claves/0claves-inicio.htm>).
- Cruz, L.A., Cervantes, H.J., Damián, H.M.A., Ramírez, V.B. y Chávez, S.G. (2015). Etnoagronomía, tecnología agrícola tradicional y desarrollo rural. *Revista de Geografía Agrícola* 55:75-89.
- Del Ángel-Pérez, A.L. y Mendoza, B.M.A. (2004). Totonac homegardens and natural resources in Veracruz, Mexico. *Agriculture and Human Values*. 21: 329–346.
- García, F.J.C., Gutiérrez, C.J.G., Balderas, P.M.A. y Juan, P.J.I. (2019a). Análisis del conocimiento ecológico tradicional y factores socioculturales sobre

huertos familiares en el Altiplano Central Mexicano. *Cuadernos Geográficos*, 58(3):260-281. Doi: <http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i3.7867>.

- García, F.J.C., Gutiérrez, C.J.G., Balderas, P.M.A. y Juan, P.J.I. (2019b). Los huertos familiares como mecanismos para la conservación del conocimiento ecológico tradicional y diversidad biocultural. En: Transformaciones territoriales en México y Polonia: Vulnerabilidad, Resiliencia y Ordenación Territorial. México. P. 311-338.
- García-Flores, J.C., Gutiérrez-Cedillo, J.G., Balderas-Plata, M A. y Araújo-Santana, M.R. (2016). Estrategia de vida en el medio rural del Altiplano Central Mexicano: el huerto familiar. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 13(4):621-641.
- Guarneros, Z.N., Morales, J.J., Cruz, H.J., Huerta, P.A. y Ávalos, C.D.A. (2014). Economía familiar e índice de biodiversidad de especies en los traspatios comunitario de Santa María Nepopualco, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9:1701-1712.
- Gutiérrez-Cedillo, J.G., White, O.L., Juan, P.J.I. y Chávez, M.M.C. (2015). Agroecosistemas de huertos familiares en el Subtrópico del Altiplano Mexicano. Una visión sistémica. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18:237-250.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, M.P. (2011). Metodología de la investigación. Quinta edición. McGrawHill/ Interamericana Editores, S.A. de C.V. México D.F. 613 pp.
- Ibarra, J.T., Caviedes, J., Barreau, A., y Pessa, N. (2019). Huertas familiares y comunitarias: cultivando soberanía alimentaria. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 228 pp.
- INAFED (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). (2010). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Puebla. Consultado el 10/01/2020. <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21107a.html>
- INALI (Instituto Nacional de Lenguas Indígenas). (2008). Catálogo de las Lenguas Indígenas Nacionales: Variantes Lingüísticas de México con sus autodenominaciones y referencias geoestadísticas. Publicado en Diario Oficial. 256 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Olintla, Puebla.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). Banco de indicadores. Etnicidad. Consultado el 10/02/2020. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ind=1002000014&?ag=21107#divFV6207019034#D1002000014>.
- Kantún, B.J., Salvador, F.J., Tun, G.J., Navarro, A.J., Arias, R.L. y Martínez, C.J. (2013). Diversidad y origen geográfico del recurso vegetal en los huertos familiares de Quintana Roo México. *Polibotánica*, 36:163-196.
- Lope-Alzina, D.G. (2017). Cuatro décadas de estudio en huertos familiares mayayucatecos: hacia la comprensión de su variación y complejidad. *Gaia Scientia* 11(3):160-184. Doi: <http://dx.doi.org/10.21707/gaia.v11.n03a013>.
- López, S.A.A., López, S.M.A., Cunill, F.J.M. y Medina, C.S.E. (2019). Valor socioeconómico de las plantas para una comunidad indígena totonaca. *Interciencia*, 44(2):94-100.
- Luque, D., Martínez, Y.A., Búrquez, A., López, G. y Murphy, A. (2018). Los complejos bioculturales en: Tópicos bioculturales: reflexiones sobre el concepto de bioculturalidad y la defensa del patrimonio biocultural en México. 122 pp.
- Mariaca, M.R. (2012). La complejidad del huerto familiar maya del sureste de México. En: El huerto familiar del sureste de México. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del estado de Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur. México. 551 pp.
- Martínez, C.P.C. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestión*, 20:165-193.
- Martínez, C.R. (2008). Agricultura tradicional campesina: características ecológicas. *Tecnología en marcha*, 21(3):3-13.
- Martínez, M.A., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M. y Cruz-Rivas, A. (2007). Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78:15-40.
- Martínez-Alfaro, M.A., Evangelista, O.V., Mendoza, C.M., Morales, G.G., Toledo, O.G. y Wong, L.A. (1995). Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla, México. Cuadernos del Instituto de Biología 27. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Monroy, M.R., Ponce, D.A., Colín, B.H., Monroy, O.C. y García, F.A. (2016). Los huertos familiares tradicionales soporte de seguridad alimentaria en comunidades campesinas del estado de Morelos, México. *Ambiente y Sostenibilidad*, 6:33-43.

- Montesano, J. R. (1999). Manual del protocolo de investigación México, D.F. Editorial Auroch. 108 pp.
- Nair, P.K.R. (2000). Homegardens. The Overstory, 64. Disponible en: <https://www.agroforestry.org/the-overstory/199-overstory-64-homegardens>
- NANA (Números Aleatorios y Números al Azar). (2020). Generador de números enteros sin repetición. (<http://www.alazar.info/generador-de-numeros-aleatorios-sin-repeticion>).
- Nicholls, C.I., Henao, A., y Altieri, M.A. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Revista Agroecología*, 10(1):7-31.
- Pulido-Salas, M.T.P., Ordoñez-Díaz, M.J. y Calix, D. H. (2017). Flora, usos y algunas causales de cambio en quince huertos familiares en el Municipio de José María Morelos, Quintana Roo, México. *Península*, 12(1):119-145.
- Reyes-Betanzos, A. y Álvarez-Ávila, M.C. (2017). Agrobiodiversidad, manejo del huerto familiar y contribución a la seguridad alimentaria. *Agroproductividad*, 7(10):58-63.
- Toledo, V. (2012). Citado en Red de Etnología y Patrimonio Biocultural, Conacyt, México.
- Toledo, V.M. (2015). El kuojtakiloyan: patrimonio biocultural náhuatl de la sierra norte de Puebla, México. CONACyT. 302 pp.
- Van der Wal, H., Huerta, L.E. y Torres, D.A. (2011). Huertos familiares en Tabasco. Elementos para una política integral en materia de ambiente, biodiversidad, alimentación, salud, producción y economía, S. R. N. P. A. Gobierno del estado de Tabasco y el Colegio de la Frontera Sur. Villahermosa, Tabasco, México. 149 pp.
- Vázquez-Dávila, M. A., y Lope-Alzina, D. (2012). Manejo y conservación de la agrodiversidad y biodiversidad en huertos familiares indígenas de Oaxaca, México: un enfoque biocultural. En: Los huertos familiares en Mesoamérica. UADY. P 280-308.
- White-Olascoaga, L. y Chávez-Mejía, C. (2016). Conocimiento tradicional sobre plantas medicinales en San Nicolás Estado de México. En: Ambiente y patrimonio cultural. Universidad Autónoma del Estado de México. 170 pp.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto de Ciencias (ICUAP), al Centro de Agroecología de la BUAP, al programa de Posgrado en Manejo Sostenible de Agroecosistemas de la BUAP y al CONACYT por todo el apoyo y facilidades para la realización del presente trabajo.

SÍNTESIS CURRICULAR

Patricia Tino Antonio

Es maestra en ciencias en manejo sostenible de agroecosistemas por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Teléfono 2224452432. Correo electrónico: bio_sigloxx1@hotmail.com

Primo Sánchez Morales

Doctor en estrategias para el desarrollo agrícola regional por el Colegio de Posgraduados Campus Puebla. Profesor investigador titular tiempo completo en el programa de maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Su línea de investigación actual es Desarrollo Rural Sustentable. Teléfono: (222) 2295500, ext. 1315. Correo electrónico: primosamo@yahoo.com

Dionicio Juárez Ramón

Doctor en estrategias para el desarrollo agrícola regional por el Colegio de Posgraduados Campus Puebla. Profesor investigador titular tiempo completo en el programa de maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Su línea de investigación actual es Fertilidad de Suelos. Teléfono: (222) 2295500, ext. 1316. Correo electrónico: dionicio.juarez@correo.buap.mx

Eckart Boege Schmidt

Maestro en Antropología Social por la Escuela Nacional de Antropología e Historia y Doctor en Etnología por la Universidad de Zúrich, Suiza. Actualmente es profesor investigador adscrito a la delegación del INAH en Veracruz; ha sido coordinador del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología

Social del Golfo y coordinador de la División de Estudios Superiores de la ENAH, instituciones en las que ha impartido clases, lo mismo que en el Instituto de Ecología A.C., en Xalapa, Veracruz. En 2012 fue reconocido como investigador emérito del INAH. Correo electrónico: eckart.boege@gmail.com

Julio Sánchez Escudero

Doctor en Agroecología por la Universidad de Córdoba España. Profesor investigador asociado del Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillos. Coordinador del curso de Agroecología y asesor técnico de Sanidad Vegetal. Su línea de investigación: procesos que sustentan la biodiversidad, su funcionamiento en ecosistemas naturales y en agroecosistemas bajo diferentes manejos. Se vincula con productores de frutales, hortalizas y cultivos tradicionales, en la contribución al diseño de agroecosistemas estables bajo el enfoque holístico del sistema. Teléfono: 9520200 ext. 75073. Correo electrónico: sanchezej@colpos.mx

**APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL “AGRILLO” (*RHUS AROMATICA*)
COMO UNA ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDAD REGIONAL**

**INTEGRAL USE OF THE “AGRILLO” (*RHUS AROMATICA*) AS AN
ALTERNATIVE OF REGIONAL SUSTAINABILITY**

Fabiola Guadalupe **Arriaga-López**¹; Norberto **Santiago-Olivares**²;
Edgardo **Martínez-Orozco**²; Samuel **Iñiguez-Gómez**² y Yolanda
Rizo-García³

Resumen

El siguiente documento es el resultado de la investigación realizada en la ciudad de Arandas, Jalisco, con la finalidad de determinar el potencial del fruto de la planta del “agrillo” (*Rhus aromática*) en la elaboración de diferentes productos alimenticios y su distribución; conocer las características físicas y alimentarias que permitan una mejor valoración del fruto en la industria alimenticia; identificar su ciclo de vida, así como oportunidades de

aprovechamiento del mismo en la Región de los Altos y el mercado potencial.

El “agrillo” es una fruta que 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. La propuesta de nuevos productos agrícolas es un aspecto relevante desde el punto de vista económico, político y social; por tal motivo se debe de examinar todas las alternativas existentes para ayudar a la

¹ Autor principal. Profesor en el Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, Avenida José Guadalupe Tejada 557, Arandas, Jalisco, México. Correo electrónico: fabiola.arriaga@arandas.tecmm.edu.mx

² Profesor en el Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, Avenida José Guadalupe Tejada 557, Arandas, Jalisco, México. Correos electrónicos: edgardo.martinez@arandas.tecmm.edu.mx, norberto.santiago@arandas.tecmm.edu.mx, samuel.iniguez@arandas.tecmm.edu.mx

³ Alumna del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, Avenida José Guadalupe Tejada 557, Arandas, Jalisco, México. Correo electrónico: yolizr@live.com

economía del estado y a la sustentabilidad regional.

El método implementado en la investigación fue de carácter cualitativo, en el que se estudiaron las características del "agrillo", la interrelación entre las mismas y otros aspectos secundarios que incluyen los usos y aceptación. Los resultados arrojaron que es una especie silvestre y su fruto se colecta en los cerros de la región a inicios de primavera o inicios de otoño, cada planta sólo tiene una producción anual y es lento el proceso productivo; los usos de la planta son diversos, destacando las áreas de alimentos, herbolaria, medicinal y pastoreo; entre las propiedades organolépticas se distingue el sabor de ácido, acre y áspero en el sentido del olfato y del gusto.

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 kilogramo de "agrillo" alcanza los \$250.00 a \$300.00 pesos mexicanos (12.50-15.00 USD), 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.

Palabras clave: alimenticia; explotación; potencial; producción; uso.

Abstract

This paper is the result of the research carried out in the city of Arandas, Jalisco, in order to determine the potential of the "agrillo" plant fruit (*Rhus aromatica*) in the elaboration of different food products and their distribution; to know the physical and food characteristics that allow a better valuation of the fruit in the

food industry; to identify its life cycle, as well as exploitation opportunities in the Jalisco Highlands Region and its potential market.

The "agrillo" is a fruit that can be consumed in a variety of food products, has potential in herbalism and medicine, and even as refreshing drinks and liquors, if the corresponding care is taken for the processing of the fruit. The proposal for new agricultural products is a relevant aspect from the economic, political, and social point of view; for this reason, all existing alternatives must be examined to help the state's economy and regional sustainability.

The method implemented in this research was of a qualitative nature, in which the characteristics of the "agrillo", the interrelation between them and other secondary aspects that include the uses and acceptance were studied. The results showed that it is a wild species, and its fruit is collected in the hills of the region in during early spring or early autumn, each plant has an annual harvest and the production process is slow; the uses of the plant are diverse, highlighting the areas of food, herbalism, medicinal and grazing; among the organoleptic properties is distinguished the taste of acid, pungent and harsh acidity in the sense of smell and taste.

The "agrillo" is a fruit that has marketing potential for the characteristics and properties it contains, added to the expectations of the market, due to the product differentiation, its originality causes acceptance to both potential and non-potential customers, trusting that in the future they will be able to buy this fruit in the places of preference. In the economic aspect, the kilogram of "agrillo" reaches \$250.00 to \$300.00 Mexican pesos (12.50-15.00 USD), which can be considered as a sustainable alternative of production in the region, the *Rhus* plant is a support in the maintenance of the soil, its leaves serve as fertilizer and become organic fertilizer for the same plant.

Key words: food; exploitation; potential; production; use.

INTRODUCCIÓN

Importancia

En el municipio de Arandas, Jalisco, México y sus alrededores se conoce como “agrillo” a la planta *Rhus aromática* o *Rhus trilobata* y especialmente al fruto de dicha planta -bayas cubiertas con una capa aterciopelada de color rojo del tamaño de una lenteja, Figura 1; esta planta está considerada por los lugareños como endémica ya que en gran parte del centro del país se desconoce.



Figura 1. Rama de “agrillo” con frutos.

Fuente: Elaboración propia.

El “agrillo”, aunque existe desde hace varios años en el estado de Jalisco y Michoacán, no ha logrado expandir su explotación debido a la ignorancia de cómo cultivarlo y desarrollar el fruto, se ha comercializado históricamente como un producto silvestre de temporada. Es importante mencionar, que no solamente funciona como alimento, incluso tiene otros beneficios, como en la herbolaria. Crece en los campos de la región Altos Sur del estado de Jalisco, principalmente en la zona que forman los municipios de Arandas, Jesús María y algunos otros municipios del estado colindante de Michoacán y Guanajuato; el fruto comienza a brotar en los inicios de primavera y otoño y es muy común ver su comercialización en diferentes presentaciones a partir de los meses de abril o noviembre, sin embargo, la producción solo dura un par de meses, algunas personas lo conservan en congelación.

El fruto es utilizado en diferentes productos, sus principales usos son gastronómicos y representan una fuerte identidad para los arandenses, y se puede adquirir en los puestos de frutas de la ciudad.

Lo anterior deja la problemática de conocer a grandes rasgos las características de la fruta, referentes al aspecto organoléptico, de producción, ciclo de vida y capacidad de comercialización, y por, sobre todo, la iniciativa que existe en la generación actual de innovar en los sectores olvidados y poco aprovechados.

Derivado de la problemática expuesta, se desarrollaron las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las características físicas y alimentarias del “agrillo”?
- ¿Se puede identificar el ciclo de vida del “agrillo”?
- ¿El “agrillo” se puede procesar de diferentes formas para generar un impacto positivo en el ámbito?

Generalidades y clasificación

El “agrillo” es una planta silvestre cuyas hojas destilan un zumo agrio (RAE, 1996), es una especie de planta fanerógama perteneciente a la familia Anacardiaceae, nativa de Norteamérica (Wheeler, 2018) en el sudoeste de los Estados Unidos y centro y norte de México (Velazco-Macias, 2013).

El nombre común hace referencia al sabor, un adjetivo diminutivo de agrio, el que tiene sabor de ácido, acre y áspero, el que tiene una sensación de acidez en el sentido del olfato y del gusto, de un jugo que tiene las cualidades y características de ácido y refiriendo a las frutas cítricas como la naranja y el limón; esta palabra en su etimología viene de «agrio», del latín «ācer» o «ācris» que quiere decir agrio y del sufijo «illo» que indica diminutivo o afectivo (Definiciona, 2018).

La planta del “agrillo” fue identificada inicialmente como pertenece a la familia de la especie *Rhus microphylla*, que fue descrita por George Engelmann y publicado en Smithsonian Contributions to Knowledge, etimológicamente *Rhus* es nombre genérico que deriva de la palabra griega para "rojo", una alusión a los llamativos colores de otoño de algunas especies, y *microphylla*: epíteto latino que significa "con hojas pequeñas" (Naturalista, 2011); sin embargo, existen diversas clasificaciones para la planta del “agrillo”, todas se derivan de la especie de *Rhus* (que llega a tener una variedad aproximada de 250 especies) (RAE, 1996) ; la Real Academia Española lo subclasifica como *Microphylla*, epíteto latino que significa "con hojas pequeñas"; otros autores la identifican como *Rhus trilobata* Nutt (Varela-Rodríguez, y otros, 2019), zumaque skunkbush (Anderson, 2004) o *Rhus microphylla* (Agritos, “agrillo”, Correosa; especie de planta fanerógama

perteneciente a la familia Anacardiaceae, nativa de Norteamérica, en el sudoeste de los Estados Unidos y centro y norte de México) (Naturalista, 2011).

Con relación a la planta identificada en Arandas, Jalisco investigadores del Centro Nacional de Recursos Genéticos la identifica como *Rhus trilobata* (Quintana-Camargo, Guzmán-Rodríguez, Pichardo-González, & Reyes-Guerra, 2016), mientras que el Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara en el estado de Jalisco, México, realizó un estudio solicitado por docentes del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, en el cual se le dio la clasificación de *Rhus aromática* variedad *schmideloides* *schltld* perteneciente a la familia *anacardiaceae*; los resultados fueron corroborados a través de consultas de las bases de datos electrónicas disponibles, como la International Plants Names, la Word checklist or select plants families y the plants list (Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, 2017).

Descripción

El “agrillo” es un arbusto ramificado que alcanza un tamaño de 1 a 2 m de altura, raramente un arbolito; las ramas tienden a terminar en espinas, las hojas son compuestas, alternas y caducifolias con 5 a 9 folíolos sésiles, florece antes de que aparezcan las hojas en una inflorescencia de 5 cm con muchas florecillas, su fruto torna a rojo cuando madura (Naturalista, 2011).

La planta es un arbusto con ramas extendidas, a veces formando matorrales, de hasta 3 m de altura; corteza gris, lenticular; ramitas marrones, puberulentas a glabras; sus hojas tienen forma trifolioladas o palmeadas a simples y sin lóbulos; pecíolos de 8-15 mm de largo; folíolos sésiles, ovados a rómbicos, crenados a profundamente lobulados, glabros a puberulentos; 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. La inflorescencia es una panoja corta y densa de espigas compuestas, que surge de las ramas laterales y aparece temprano antes de las hojas en la primavera, de 10-15 mm de largo; brácteas triangulares, rojizas, pubescentes. Las flores crecen hasta 3 mm de largo; sépalos ovados, rosados, glabros; pétalos obovados, amarillo pálido, glabros. La fruta del “agrillo” es lenticular-orbicular, 6-8 mm de diámetro, naranja opaco a rojizo oscuro, veloso y/o pubescente glandular corto, viscoso (SEINet, 2006).

La planta del “agrillo” crece en los campos de la región Altos Sur del estado de Jalisco, principalmente en la zona que forman los municipios de Arandas, Jesús María y algunos otros municipios del estado colindante de Michoacán y Guanajuato. Su fruto comienza a brotar en el mes de febrero y es muy común ver

su comercialización en diferentes presentaciones a partir del mes de abril (López & Aguas, 2016).

La *Rhus aromática* variación Trilobata, tiene frutos escasamente pubescentes, se puede encontrar en una amplia gama tanto ecológica como geográficamente desde rocas de borde, salientes rocosos y laderas hasta fondos de cañones en los desiertos, pastizales, chaparral, bosques de Madrean, bosques de pino ponderosa y zonas ribereñas. No hay patrones geográficos consistentes para la variación en los caracteres, *Rhus aromática* se trata mejor como una especie polimórfica (SEINet, 2006).



Figura 2. Rama de “agrillo” (*Rhus aromática*) con flores.

Fuente: Elaboración propia.

Crece desde praderas hasta matorrales y bosques de robles a elevaciones de aproximadamente 1000-3000 metros y en una variedad de sitios que incluyen laderas rocosas secas, riberas de arroyos, drenajes estacionales y fondos de cañones, dunas de arena y colinas de arena, pastos, bordes de caminos y lugares baldíos, al sol o sombra parcial y en una amplia gama de suelos, desde roca casi desnuda hasta arena y arcilla pesada. Es intolerante a las inundaciones y niveles freáticos altos (Hamilton & Hamilton, 2008).

Propiedades

La Academia Nacional de Ciencias informa la siguiente información nutricional para el *Rhus trilobata*, zumaque o “agrillo” (% de materia seca) (Anderson, 2004) .

Tabla 1. Información nutricional

Fibra cruda	13.70
Extracto de éter	4.4
Extracto libre de N	68.4
Calcio	1.93
Magnesio	.28
Fósforo	.11
Potasio	1.69
Proteína	8.0

Fuente: (Anderson, 2004).

Usos

Conocido popularmente como “agrillo”, el cual es originario del estado de Jalisco y es usado en la cocina tradicional de dicho estado, principalmente en la elaboración de salsas y como condimento (López & Aguas, 2016).

En la región Altos de 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 se ha documentado su uso en la herbolaria tradicional y su utilidad dentro de los ecosistemas y aún en la regeneración de zonas degradadas; en otros países, se reporta su uso alimenticio y por sus propiedades medicinales, en la herbolaria tradicional de algunas comunidades (López & Aguas, 2016). A pesar de la importancia local, es una especie poco estudiada.

Los nativos americanos usaban las frutas en alimento, bebidas y medicinas. Los tallos jóvenes flexibles se tejieron con tallos de hierba en canastas duraderas que retendrían el agua. Se dice que los comanches fumaban las hojas (Hamilton & Hamilton, 2008). En el estado de Chihuahua se ha usado para el tratamiento de la leucemia (Naturalista, 2011).

El ganado en algunos lugares usa el “agrillo” o “zorrillo”, pero no es una especie preferida, se ha plantado para disuadir a los animales que pastan; proporciona un poco de ramoneo en busca de ciervos, alces y berrendos cuando no se dispone de un forraje preferido. Los frutos de “agrillo”, que persisten durante el otoño y el invierno, proporcionan alimento para aves y pequeños mamíferos cuando otros alimentos escasean o no están disponibles, también puede formar matorrales densos que proporcionan un buen escondite y cobertura de anidación para aves pequeñas y mamíferos (Hamilton & Hamilton, 2008).

Usos medicinales

La planta de *Rhus trilobata* fue empleado medicinalmente por varias tribus nativas de América del Norte, que lo valoraron especialmente por sus cualidades astringentes y lo utilizaron para tratar una serie de malestares. Es poco utilizado en la herbolaria moderna, debido a su naturaleza potencialmente tóxica, debe usarse con cierta precaución y preferiblemente sólo bajo la supervisión de un profesional calificado. El fruto es analgésico, astringente y regulador estomacal, se ingiere como un tratamiento para los problemas estomacales y gripe, el fruto se masticó como un tratamiento para el dolor de muelas y también se usó como enjuague bucal, las bayas secas han sido trituradas y espolvoreadas sobre las pústulas de la viruela, una decocción del fruto se ha utilizado como un lavado para evitar que el cabello se caiga (Torr, 2009).

Las hojas son astringentes, diuréticas, eméticas y hemostáticas, una infusión de las hojas se ha utilizado en el tratamiento de los resfriados, se ha bebido una decocción de las hojas para inducir la impotencia como método anticonceptivo; una cataplasma de hojas se ha usado para tratar picazones, se ha masticado la corteza y se ha tragado el jugo como tratamiento para los resfriados y las encías doloridas, se ha tomado una decocción de la corteza de la raíz para facilitar la administración placentaria; las raíces se han usado como desodorante y los brotes se han usado en el cuerpo como un desodorante y perfume medicinal (Torr, 2009).

Otros usos

Las hojas son ricas en taninos por lo que se pueden recolectar a medida que caen en otoño y se usan como colorante negro a marrón o como mordiente, los frutos también se pueden usar como mordiente, se obtiene un tinte amarillo de las ramitas, y se puede obtener tinte negro mezclando las ramitas con goma de pino, se puede hacer un tinte rojo-marrón con la corteza y las hojas, se puede hacer un

tinte rosa bronceado a partir del fruto, las cenizas de la planta pueden usarse como mordiente para fijar tintes. Se extrae un aceite de las semillas, alcanza una consistencia parecida al sebo y se usa para hacer velas el cual se quema brillantemente, aunque emite un humo picante. Las hojas han sido frotadas sobre el cuerpo como un repelente de insectos y serpientes, se debe tener algo de precaución con esto, ver las notas anteriores sobre toxicidad y las ramas son duras y delgadas, se despojan de su corteza y se dividen en varios mechones que luego se usan en la fabricación de cestas (Torr, 2009).

Objetivo

Determinar el potencial del fruto de la planta del “agrillo” (*Rhus aromática*) en la elaboración de diferentes productos alimenticios y su distribución; conocer las características físicas y alimentarias que permitan una mejor valoración del fruto en la industria alimenticia; identificar su ciclo de vida, así como oportunidades de aprovechamiento del mismo en la Región de los Altos y el mercado potencial.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

El método implementado en la investigación fue de carácter cualitativo, en el que se estudiaron las características del “agrillo”, la interrelación entre las mismas y otros aspectos secundarios que incluyen los usos y aceptación.

La metodología cualitativa se refiere, entonces, a procedimientos que posibilitan una construcción de conocimiento que ocurre sobre la base de conceptos. Son los conceptos los que permiten la reducción de complejidad y es mediante el establecimiento de relaciones entre estos conceptos que se genera la coherencia interna del producto científico (Krause, 1995).

Se consumó una revisión de literatura e investigación previa que proporcionara un contexto del uso, propiedades, producción y comercialización del “agrillo”, con la finalidad de construir una referencia que evidencie y contextualice el estudio en un marco de referencia a nivel regional, nacional o internacional, de acuerdo con las evidencias obtenidas.

Para conocer el uso actual del “agrillo” se efectuó una encuesta como instrumento de recolección de datos, la cual consistió en preguntas cerradas y una extensión breve, con la finalidad de obtener los datos relacionados al objetivo de la misma, de inicio se menciona el nombre del instrumento y el objetivo, y posteriormente se presentaron los ítems relacionados con el “agrillo”, con una participación de 150 participantes.

La zona de estudio se delimito a la cabecera del municipio de Arandas, y sus alrededores:

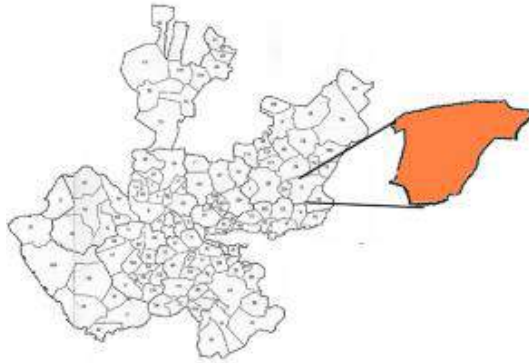


Figura 3. Mapa del Municipio de Arandas, Jalisco.

Fuente: Secretaria de Economía, 2021.



Figura 4. Mapa del Municipio de Arandas, Jalisco.

Fuente: Gobierno del Estado de Jalisco, 2020.

Se determinó el mercado potencial por medio de análisis del uso del “agrillo” y las empresas locales que fabrican o produzcan artículos cuya finalidad sea el mercado de productos de consumo comestible, haciendo referencia al conjunto de individuos que pertenecen al segmento que se ha definido para la

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.

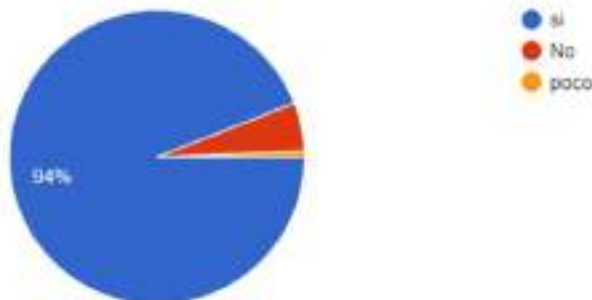


Figura 6. Porcentaje de conocimiento del Agrillo.

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.

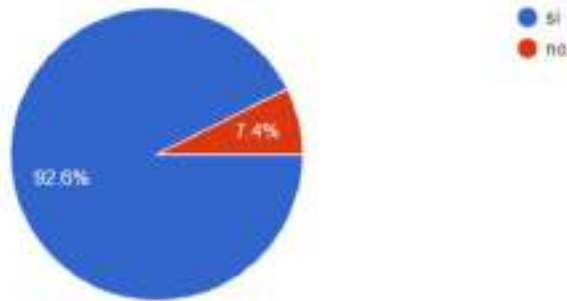


Figura 7. Degustación de agrillo.

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.

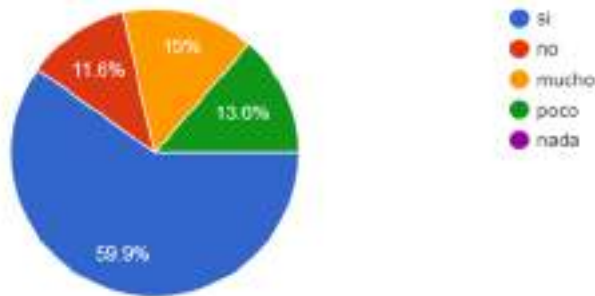


Figura 8. Preferencia del sabor.

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.

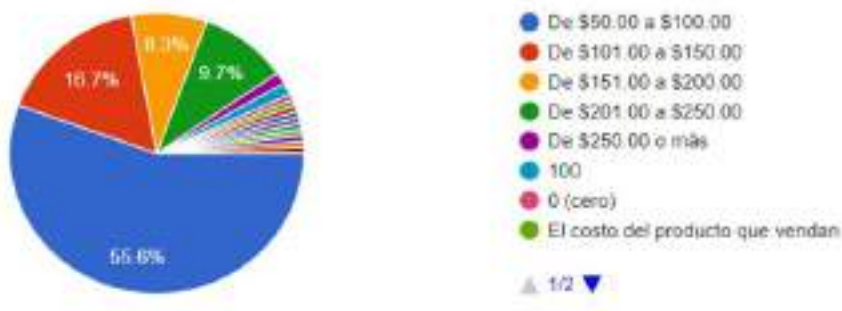


Figura 9. Rango de precios del Agrillo.

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.

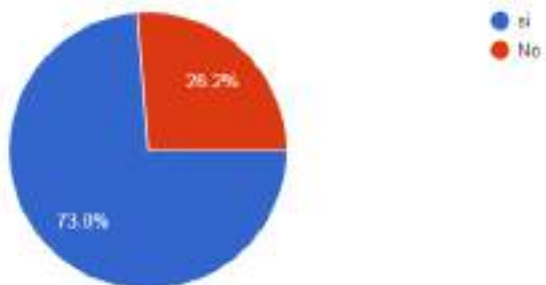


Figura 10. Preferencia de consumo de Agrillo, durante todo el año.

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 %	Espicias
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.

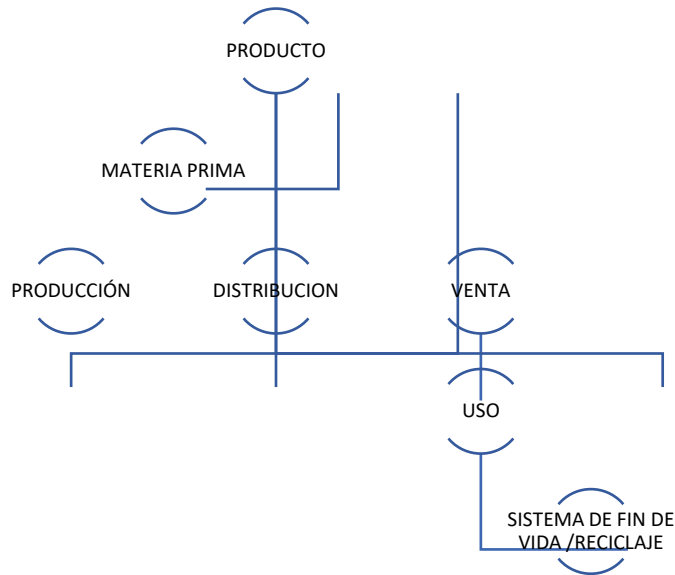


Figura 2. Diseño conceptual.

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.

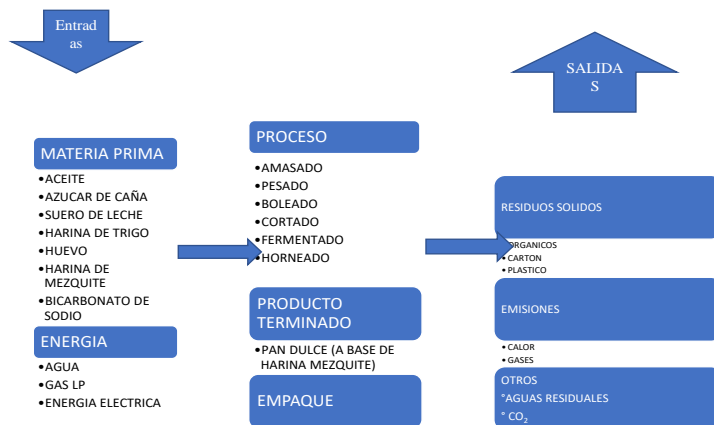


Figura 3. Análisis de inventario.

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.

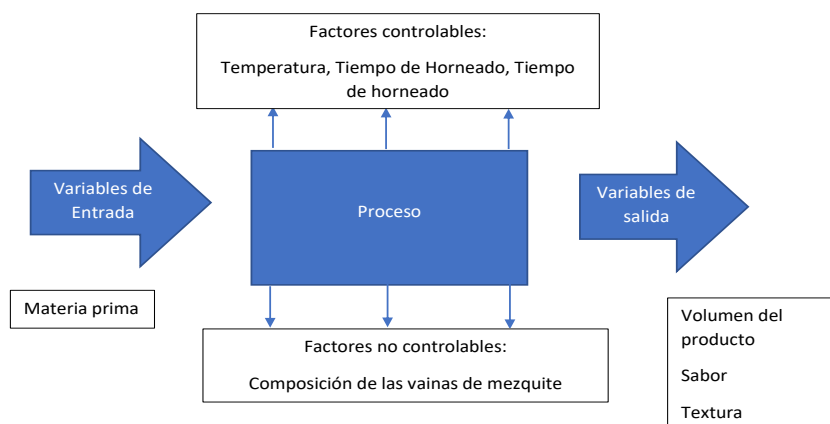


Figura 4. Diagrama de variables de entrada y salida junto factores.

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.

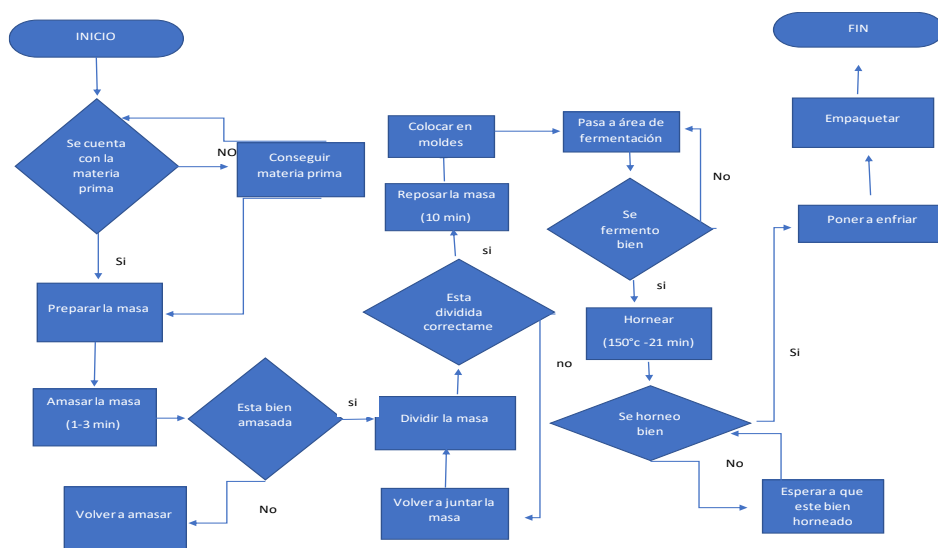


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso.

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.

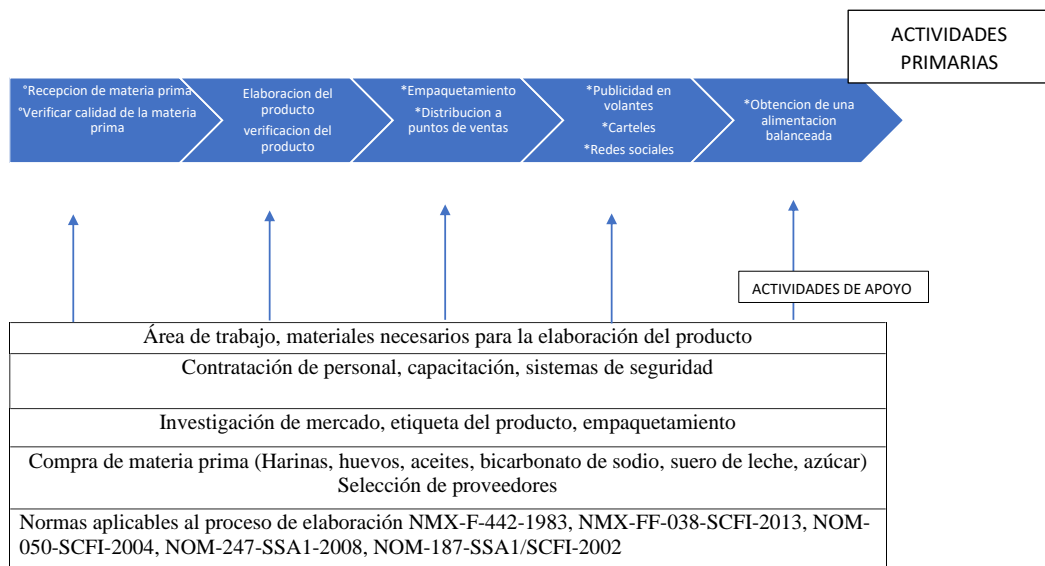


Figura 6. Mapeo de cadena de valor.

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
- 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).

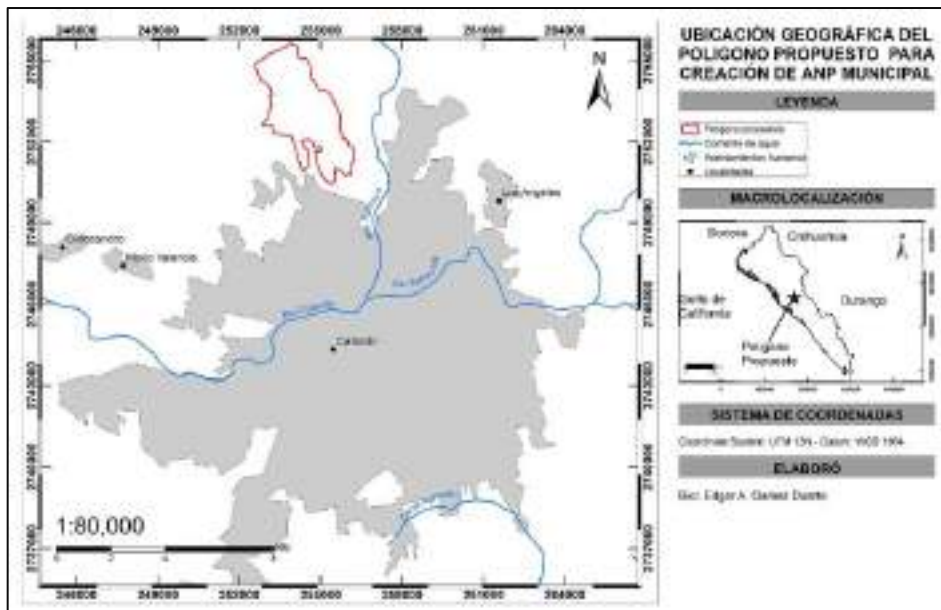


Figura 2. Ubicación del Cerro de la Virgen en las coordenadas UTM WGS 84 zona 13.

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).

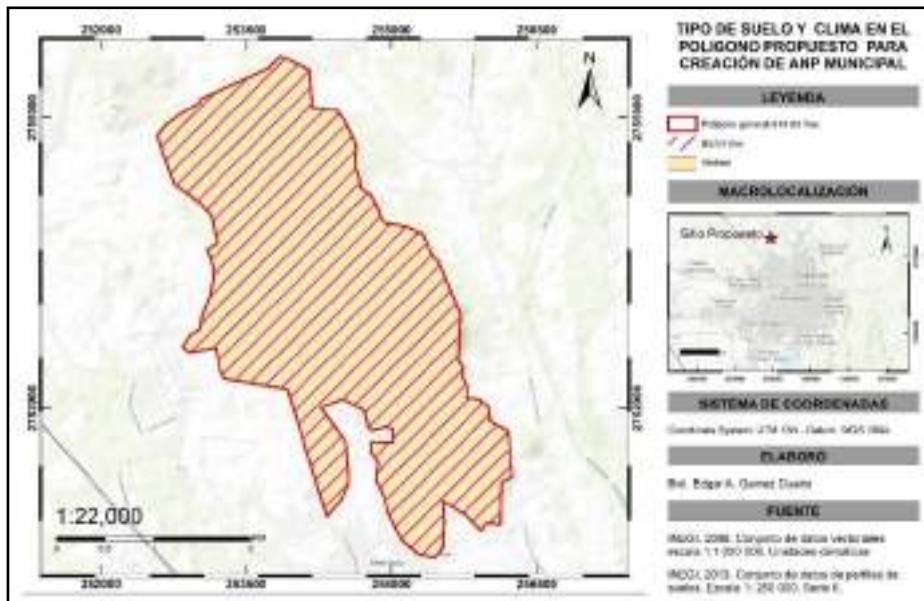


Figura 3. Tipo de clima y suelo en la superficie propuesta como ANP.

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).

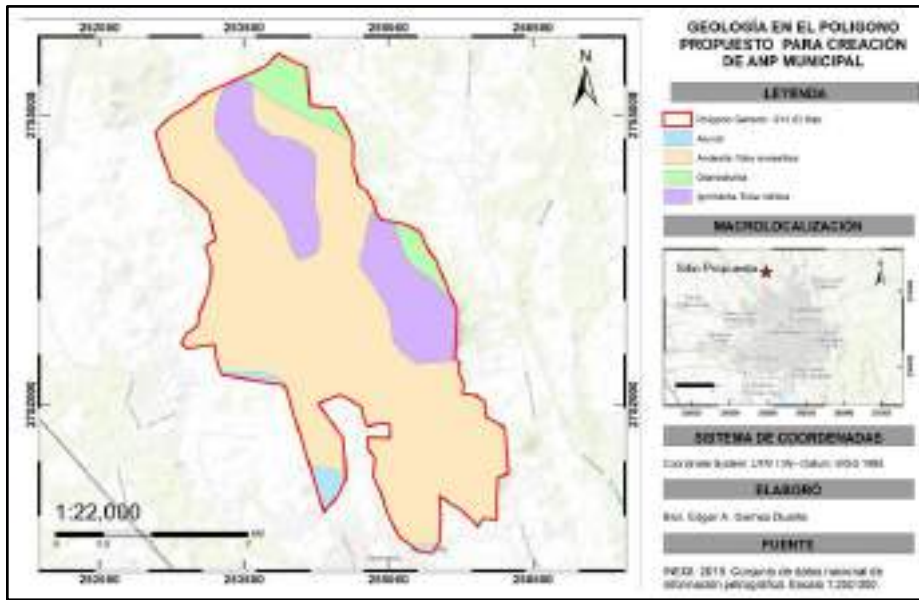


Figura 4. Descripción litológica del Cerro de la Virgen, Culiacán, Sinaloa.

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 divaricata*), 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 brasiletto*), *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, impulso 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. Coul.) A.C.	VU
	Gibson & K.E. Horak	
	<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.)	LC
	Bullock	
	<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*, *Couleria 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 5%) 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.

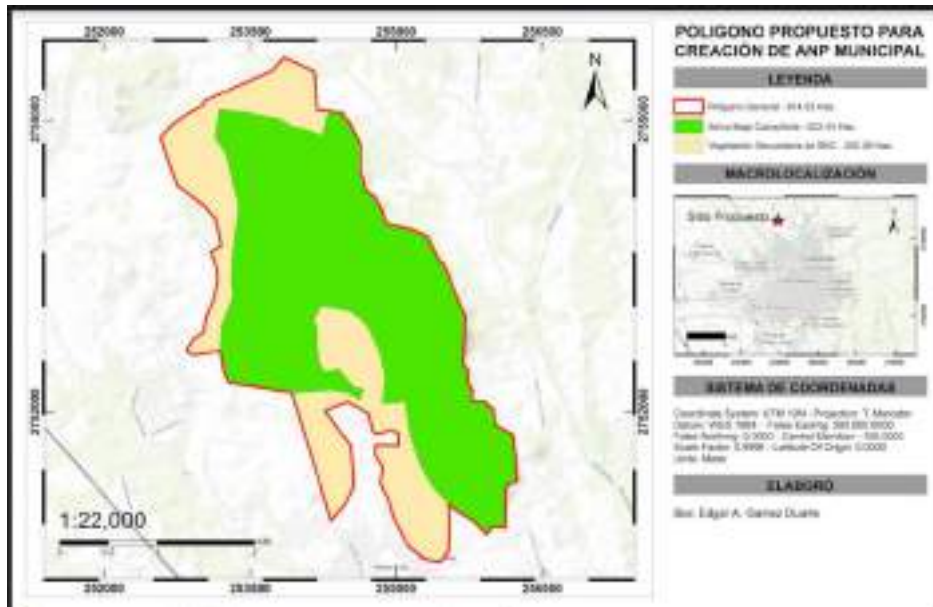


Figura 5. Tipos de vegetación del Cerro de la Virgen Culiacán, Sinaloa, México.

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-PROCODES.
- 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** es una publicación académica semestral, editada por la Coordinación General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma Indígena de México, tiene como objetivo la publicación de artículos científicos, estudios de caso, ensayos y reseñas de libros en español, vinculados a las ciencias sociales, que presenten los resultados de las investigaciones científicas y tecnológicas concebidas por la comunidad de especialistas en el área. Se publica en idioma español e inglés.

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 científicos: referentes a análisis o polémicas sobre teorías contemporáneas, hechos sociales o debates actuales que enriquezcan y ofrezcan una nueva perspectiva teórica a las diversas disciplinas de las Ciencias Sociales.

Estudios de caso: actuales o con una perspectiva histórica (regional, nacional o internacional) de interés general.

Ensayos: Son escritos originales y breves donde un autor da a conocer su interpretación acerca del estado del arte o el futuro de algún tema en particular, con base en fuentes confiables de información.

Reseñas: Pueden ser de divulgación (de 3 a 5 páginas) o reseñas críticas que expongan las condiciones teóricas, metodológicas, epistemológicas y analíticas de determinado libro.

Características de los trabajos

- Deberán tener la forma y presentación de artículo, ensayo científico 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, conteniendo la filiación de la Universidad, Centro de Investigación o Institución que representa, Email, ORCID; en ese orden.

- Resumen

Se expondrá una síntesis del trabajo de no más de 250 palabras, 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*).

- 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 cuadros y/o gráficas que apoyen a la comprensión del escrito. Debe evitarse repetir en el texto la información presentada en cuadros 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.
- Portada del libro reseñado, en formato jpg.
- 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).

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)

Yvonne Yáquez Trejo, Adán Guillermo Ramírez García, Verónica Cuevas Reyes, Eva Pérez Villalba y Efraín Cruz Cruz

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

Cipriana Fuentes Yerrozco, Ramona Pérez León, Graciela Arfama Lugo García y Francisco Arrell Gamacho Insueta

Psychometric properties and factorial structure of two scales of ethnic identity and psychological acculturation in the cultural group tohona a'atham "Pápagos" of the state of Sonora, Mexico

Nissa Yaling Tamás Soto, Alicia Monzalvo Curlet, José Arturo Medina Fernández y Guillermo López Franco

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

Rubén Darío Núñez Alkamirano y Monserrat Olivas Fuentes

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

Raúl Anthony Olmedo Nieto

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

Ela Carmelita Cota Montes, Ruth Norma Homasaki Gálvez y Dulcelina Cota Montes

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

Ariadna Isabel Barera Rodríguez, Adán Guillermo Ramírez García, Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo y Anarasio Espejel García

Future perspectives of food biofortification: the association with soil microorganisms

José Alberto Gilo Trujillo, Carlos Juan Alvarado López, Nelth Anacely 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, Iván González López, Cristóbal Chaldes Guisay y Griselda 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 Miraya Romero Parra, Luis Andrés Barboza Arenas, José Antonio Parra Romero y Jorge Luis Romero Chacín

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

Adriana Yunuen Dávalos Pila

Traditional knowledge, agrobiodiversity and agroecological practices in the Epakan (home gardens) of Oñitla, Puebla

Fabiola Tina Antonia, Primo Sánchez Morales, Daniela Juárez Román, Ezequiel Joaqui Schmidt y Julia 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 Riquelme Gómez y Yolanda Rizo García

Ecodeign 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 Saufino, José David Contreras Becerra y Ulia García Apellido

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

Gilberto Márquez Salazar, José Saturnino Díaz, Edgar Alberto Gómez Duarte, Jacek Márquez Stone y Bladimir Salomán Manjón