



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO**  
**División Académica de Ciencia Biológicas**



**ESTUDIO BASE PARA EL CONOCIMIENTO Y LA  
SUSTENTABILIDAD DE *Sagittaria latifolia***

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**ESMERALDA REYES CRUZ**

**DIRECTORES:**

**DRA. SUGEY LÓPEZ MARTÍNEZ**

**IGNACIO LÓPEZ Y CELIS**

**VILLAHERMOSA, TABASCO. FEBRERO 2022.**



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN**

ENERO 26 DE 2022

**C. ESMERALDA REYES CRUZ  
PAS. DE LA LIC. EN BIOLOGIA  
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se les autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Diseño de Equipo, Máquina o Software Especializado denominado: **"ESTUDIO BASE PARA EL CONOCIMIENTO Y LA SUSTENTABILIDAD DE *Sagittaria latifolia*"**, asesorado por la Dra. Sugey López Martínez y Dr. Ignacio López Celis, sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por el Dr. Eduardo Salvador López Hernández, M. en C. Ma. Guadalupe Rivas Acuña, Dra. Sugey López Martínez, Dra. Silvia Cappello García y Dra. Graciela Beauregard Solís.

**A T E N T A M E N T E  
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCION EN LA FE**

  
**DR. ARTURO GARRIDO MORA  
DIRECTOR**

U.J.A.T.  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.  
Archivo.

## CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Licenciatura denominado: **“ESTUDIO BASE PARA EL CONOCIMIENTO Y LA SUSTENTABILIDAD DE *Sagittaria latifolia*”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 26 de Enero de Dos Mil Veintidós.

**AUTORIZO**



---

**ESMERALDA REYES CRUZ**

# DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado principalmente a dios el que me ha dado la fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello con toda la humildad que de mi corazón pueda emanar.

## A MIS PADRES

Le dedico esta tesis a mis padres porque gracias a ellos con su amor y su esfuerzo no hubiera sido posible realizar este logro tan importante de mi vida, con sus concejos y valores con las que me han forjado siendo la persona que hasta el día de hoy soy.

## A MIS HERMANOS

A mis hermanos que en el día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsaron a salir adelante, han sido mi ejemplo de lucha para alcanzar mis metas.

# AGRADECIMIENTOS

## A LA DRA. SUGEY

Gracias Dra. Sughey por permitirme realizar esta tesis y por su entrega incondicional; por haber sido muy paciente durante esta etapa profesional forjándome sus conocimientos para cumplir esta meta.

## A MIS MAESTROS

Quiero agradecer a mis maestros de carrera por dedicarme una parte de su tiempo, sus conocimientos y consejos para lograr ser una profesionista.

## A MIS COMPAÑEROS

A quienes caminamos juntos durante este camino lleno de enseñanzas, aprendiendo juntos a salir adelante, brindándonos confianza y fortaleciendo grandes amistades.

## TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. JUSTIFICACIÓN .....	2
III. ANTECEDENTES .....	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
4.1 Sagittaria latifolia .....	4
V. OBJETIVOS .....	8
5.1 Objetivo general .....	8
5.2 Objetivos específicos .....	8
VI. MATERIALES Y MÉTODOS .....	9
6.1 Área de estudio .....	9
6.2 Búsqueda en la base de datos .....	10
6.3 Metodología zoop.....	10
6.4 Encuesta a los habitantes de la comunidad .....	10
6.5 Recolección de muestras .....	11
6.6 Pretratamiento de muestras .....	11
6.7 Tratamiento de las muestras.....	12
6.8 Identificación de minerales por difracción de rayos X.....	13
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	13
7.1 Base de datos especializados .....	13
7.2 Reconocimiento del problema sustentable del Sagittaria latifolia .....	18
7.3 Composición química de la especie a través de la difracción de rayos X.....	26
VIII. CONCLUSIONES.....	29
IX. LITERATURA CITADA .....	30

## I. INTRODUCCIÓN

México ostenta el privilegio de poseer en su territorio un universo vegetal de excepcional diversificación, variedad y significación. Desde hace tiempo se sabe que México es una de las regiones en que más se concentra la diversidad de los organismos vegetales. Los intentos de cuantificar con precisión se topan no solo con la falta de un inventario depurando de todas las especies conocidas, sino con la existencia de un número significativo de plantas que no han sido descritas y a menudo ni siquiera descubiertas en el territorio del país (Rzedowski, 1991).

La falta de información de diversas plantas ha provocado el desaprovechamiento de sus recursos como el caso de las plantas medicinales consideradas como vegetales que elaboran productos denominados principios activos los cuales son sustancias que ejercen una acción farmacológica, beneficiosa o perjudicial para el organismo vivo. Los principios activos sirven para clasificar a estas plantas que permiten utilizar su metabolismo como sustancias antibióticas, que concentran minerales, útil para la salud del ser humano (Muñoz, 1996).

Las plantas normalmente absorben los nutrientes minerales del suelo a través de las raíces. El suelo es un sustrato físico, químico y biológico complejo. Constituye un material heterogéneo compuesto por fases sólidas, líquidas y gaseosas, que interactúan con los elementos minerales. Desde el aspecto biológico, el suelo constituye un ecosistema diverso, en el cual las raíces y los microorganismos compiten fuertemente por los nutrientes minerales. A pesar de ello pueden formar alianzas para beneficio mutuo (simbiosis), la nutrición mineral de las plantas amerita conocer su composición química (Hernández, 2001). La nutrición mineral es considerada como un factor exógeno, esta característica constituye un punto fundamental complementario a una serie de actividades que el hombre realiza para hacer frente a las enfermedades y obtener productos que le beneficien (Velasco, 1999).

Con base a lo anterior *Sagittaria latifolia* es una planta acuática, enraizada emergente, perenne o bajo condiciones adversas anual; propia de charcas temporales, canales, pantanos y bordes de lagos dulceacuícolas (Bogin, 1955). Los beneficios que contiene

en sus hojas comestibles tiene importancia económica en algunas regiones, se utiliza macerada para las úlceras infectadas, enfermedades del prurito, febrífugo y reumatismo, los tubérculos son medicinales se les adjudica propiedades terapéuticas, son usados para inducir el aborto (Gómez y Lot, 2005).

La composición química de *S. latifolia* puede identificarse con diferentes técnicas, siendo una de ellas la difracción de rayos X. Esta técnica es un método directo, rápido y no destructivo para detectar y analizar muestras acuosas (Colmenárez et al., 2007). En este proyecto, se utilizarán muestras de raíz, tallo hoja y tubérculo para la difracción de rayos X y así llevar a cabo el análisis de identificación de los minerales que contiene la especie.

## II. JUSTIFICACIÓN

En México lamentablemente *Sagittaria latifolia* Willd es desconocida ya que los hábitats en las que se desarrolla han sido alterados por las intensas actividades humanas, por lo que tiende a desaparecer, como es el caso de la especie *Sagittaria macrophylla* que se encuentra en el listado de especie en peligro de extinción.

Ante este panorama surge la necesidad de identificar y comparar la existencia de los compuestos que esta contiene en sus partes aéreas, raíces y tubérculos, en el que se desarrolla el presente proyecto la caracterización química a través de otras metodologías como son la cromatografía por el presente estudio contribuirá a la comparación de ambas metodologías para realizar la fitoquímica de esta especie y así contribuir al conocimiento y al uso sustentable de la especie para generar una expectativa de conservación ante esta especie.

La búsqueda exhaustiva de bases de datos especializados brindará información de los estudios que se ha realizado con esta especie para después establecer los posibles usos que pueda tener.

En Tabasco se tienen las condiciones necesarias para que esta especie se propague y pueda ser un recurso aprovechable en diferentes sectores por eso es importante generar información acerca de *S. latifolia* el análisis de ciclo de vida permitirá conocer saber el



proceso para evaluar las cargas ambientales asociadas a un sistema de producción o actividad.

### III. ANTECEDENTES

El género *Sagittaria* utilizado en la medicina tradicional y tiene usos culinarios a nivel internacional. Los indios Chinoc de Oregón incluían desde 1854 en su dieta sus tubérculos, se cree que el consumo de los tubérculos crudos es peligroso porque produce flujos, hemorroides e induce nacimientos prematuros (Porterfield, 1940).

En la medicina tradicional, Maidu de California uso una infusión de raíces de *Sagittaria* para limpiar y tratar heridas, los navajos emplearon estas plantas para dolores de cabeza, el Ojibwa y el Chippewa usaron especies para la indigestión y los iroqueses lo usaron para el reumatismo, una ayuda dermatológica y un laxante (Moerman, 1986). En Argentina y sur del continente americano, las plantas de esta especie se usan con fines ornamentales en acuarios, jardines y probablemente en programas de manejo y restauración de cuerpos de agua (Gordon, 1996). Hay datos en los que se describe que el género *Sagittaria* pertenece a la familia acuática con la mayoría de sus especies presentes en el Nuevo Mundo (Cook, 1996; Haynes et al., 1998). Los colonos en el valle del río Fraser en la Columbia Británica modificó tremendamente la recolección, uso, manejo y comercialización de los tubérculos de un vegetal de raíz tradicional, el wapato (*Sagittaria latifolia*), también conocida como patata india del pantano, por los Katzie y otros pueblos reconocen el importante papel cultural que ha tenido esta planta, y este reconocimiento puede ayudar posteriormente en la restauración cultural y ecológica de humedales (Garibaldi y Tuner, 2004).

Las investigaciones más abundantes se refieren a su morfología, distribución y observaciones. *Sagittaria latifolia* puede presentar hasta seis diferentes tipos de hojas dependiendo de las condiciones ambientales, conduciendo a determinaciones taxonómicas erróneas o a la derivación de variedades o subespecies cuando se trata sólo de especies polimórficas.

El aspecto interesante de la morfología de las semillas de *Sagittaria* es la constitución de la cubierta seminal con presencia de pericarpos delgados pero resistentes e impermeables, a la tolerancia de las diásporas a una prolongada inmersión (Olvera y Lot, 1991).

Hay datos en los que se describe que el género *S. latifolia* crecen típicamente en una gran diversidad de hábitats acuáticos y palustres, predominan en pantanos o ciénegas de agua dulce y de poca corriente. Son plantas herbáceas, perennes por la formación de rizomas, estolones y tubérculos. En cada estación de crecimiento, los rizomas producen una roseta de hojas de la cual pueden emerger nuevos estolones como proyecciones alargadas con nodos e internodos que permiten la expansión vegetativa (Zepeda y Lot, 1999; Zepeda, 2001).

En recientes trabajos del grupo de investigación en la que se deriva el presente proyecto se identificó a *S. latifolia* como fitorremediadora; El género macrófito acuático *Sagittaria* (Alismataceae) tiene diferentes investigaciones como el potencial de ser un bioindicador conociendo la morfología de sus hojas y la tolerancia de una gama de condiciones ambientales. Especie con potencial fitorremediador, como las plantas que absorben diferentes tipos de contaminante en lo particular que puedan absorber minerales provenientes de las aguas residuales en el género macrófito acuático *S. latifolia* el cual tiene el potencial de ser un bioindicador (Castillo, 2019). Si se sigue trabajando con esta especie se le puede dar un valor agregado a su aprovechamiento de sus recursos para generar propuestas para el uso sustentable.

## **IV. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 *Sagittaria latifolia***

El género *Sagittaria* es uno de los 11 que componen la familia Alismataceae, incluye aproximadamente 25 especies que se distribuyen desde Canadá hasta el sur de Argentina y Chile, 11 están registradas en el territorio mexicano *S. latifolia* tiene una amplia distribución a lo largo del país se le pueden encontrar una variedad de nombres comunes diferentes como: Bayoneta (Oaxaca), chubácuaro, hojilla, y hoja de flecha

(Michoacán), colepatal (Tabasco), colomo (Jalisco), flecha de agua (Estado de México), tul (Campeche) y tres o cuatro especies también están presentes en Europa y Asia (Castillo, 2019).

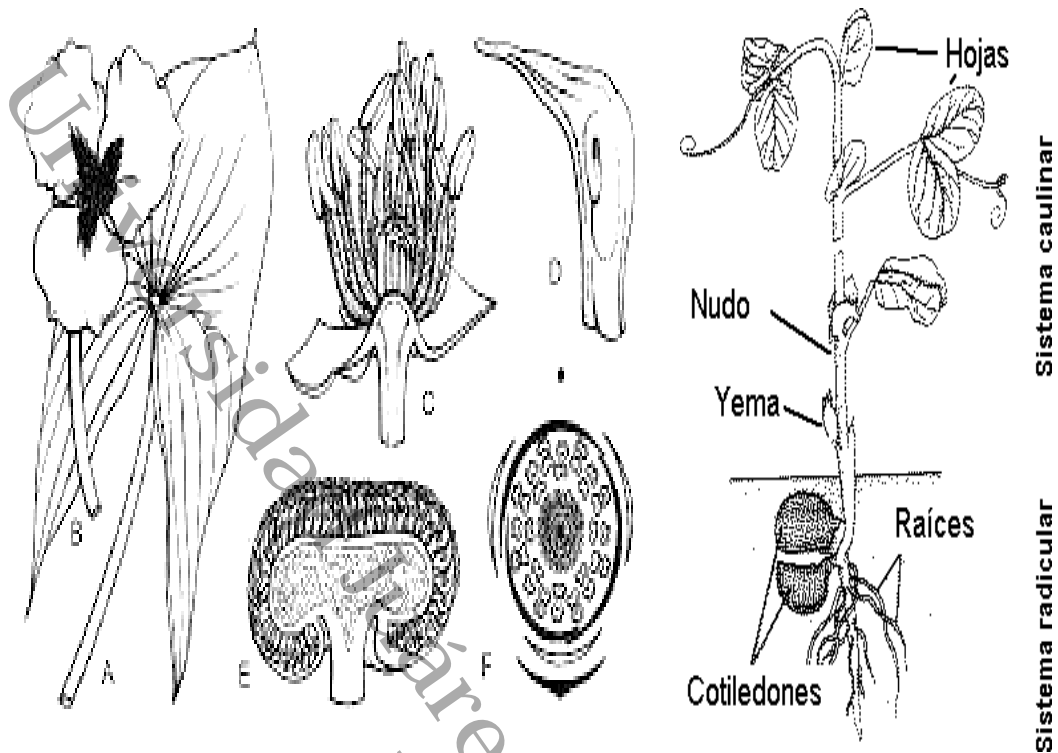
Las características principales de la especie es que son hierbas perennes enraizadas emergentes con un rizoma erecto; hojas pecioladas sagitadas en su base; inflorescencias con 3 a 9 verticilos y cada verticilo con 3 flores; fruto rostrado (picudo, parecido al pico de las aves) de 2.5 a 3.5 mm de largo. Habita en charcos permanentes, ciénagas, orillas de lagos y lagunas, desde el nivel del mar hasta 2500 m de altitud. Se ha registrado asociado al tular, manglar, carrizal, bosque tropical subperennifolio, bosque de galería y vegetación secundaria. Se puede confundir con la especie *Sagittaria longiloba*, con quien comparte la misma área de distribución, pero se distingue en que los lóbulos basales de la hoja son de 1.5 a 2 veces más largos que el ápice de la hoja, a diferencia de *S. latifolia* que el ápice están largo como los lóbulos basales. Tiene tubérculos blancos o azulados que son comestibles. De acuerdo con (USDA, 2016) *Sagittaria* puede ser plantada desde la raíz desnuda stock, mediante el trasplante de los tubérculos, y sembrando directamente en el suelo del humedal. El suelo debe mantenerse saturado, con aproximadamente 1/2" de agua sobre la superficie del suelo después de la siembra. Si el agua es baja en nutrientes (oligotrófico), la fertilización acelerará la producción de biomasa y revegetación. Muchas aguas superficiales ya son ricas en nutrientes (eutróficos), y la fertilización no es necesario. Los tubérculos deben ser recogidos y plantados cuando las plantas están en estado latente, en el otoño, invierno y primavera.

Las semillas de las especies de *Sagittaria* tardan dos años en germinar, porque tienen una latencia doble que requiere temperaturas frías, luego temperaturas cálidas y luego bajas. La temperatura tiene un papel múltiple en la regulación del tiempo de germinación. Las semillas necesitan luz solar para germinar bien (Lot y Lot, 2015).

La hierba acuática perenne *Sagittaria latifolia* es una monocotiledónea perteneciente al grupo de los helófitos perennes (emergentes) que se reproduce asexualmente por rizomas los cuales funcionan como órganos de perpetuación o permanencia en el lugar debido a que permanecer latentes por largos periodos en la ecoface terrestre. La

propagación sexual ocurre a través de la producción y la germinación de los aquenios (Gordon, 1996).

Son plantas herbáceas o menos frecuentemente leñosas, sin crecimiento secundario en espesor (cuando lo presentan, se halla en la forma de haces vasculares asociados a los tejidos del tallo), con haces vasculares cerrados (sin cambium), desordenados, o dispuestos en 2 o más anillos, confinados a las raíces o completamente ausentes, más raramente en el tallo y nunca presente en las hojas. Presentan plastidios de los tubos cribosos con inclusiones proteínicas cuneiformes. Las hojas, típicamente paralelinervadas, presentan una lámina linear o acintada, sin pecíolo o algunas veces ensanchadas y/o pecioladas; las hojas se desarrollan de la porción subapical del primordio foliar y maduran basipetamente. Las flores presentan nectarios septados, con piezas florales, cuando presentes, en número definido y en múltiplo de 3, a veces 4 o 2 (los carpelos frecuentemente menos de 3) nunca 5 (excepto en el orden Zingiberales). Los granos de polen son uniaperturados derivados de ese tipo. El embrión presenta un solo cotiledón terminal y una plúmula lateral, a veces no diferenciado en partes. Esta clase comprende 5 subclases, 19 órdenes, 65 familias y cerca de 50.000 especies (González, 1999). La morfología de la planta se describe en la (Figura 1).



**Figura1.** Morfología de *Sagittaria*.

A. Hoja sagitada; B. Flor masculina heteroclamídea; C. Corte longitudinal de la flor masculina con numerosos estambres con filamento pubescente y, el centro de la flor, ocupado por pistilos rudimentarios; D. Aquenio, E. Cabezuela de una flor femenina fructificada mostrando el receptáculo hemisférico con numerosos aquenios uniseminados; F. Diagrama floral.

## V. OBJETIVOS

### 5.1 Objetivo general

Identificar los compuestos químicos de especie *Sagittaria latifolia* utilizando la difracción de rayos x, e identificar causas y consecuencias de la sustentabilidad del recurso y la información previa sobre el género de la planta, para generar información relevante para las comunidades cercanas al sitio de estudio.

### 5.2 Objetivos específicos

- 1) Diseñar la base de datos con los previos estudios de *S. latifolia* y comparar si existen huecos informativos en las bases de datos especializados.
- 2) Identificar el problema sobre la sustentabilidad de *Sagittaria latifolia* a través de la metodología Zoop.
- 3) Identificar la composición química en la especie *S. latifolia* partes áreas, raíz y tubérculo en dos localidades; La Calle Los Manguitos con la finalidad de incrementar la información presente de esta especie a través de la difracción de rayos X.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Área de estudio

Ubicación del sitio de muestreo El río zapote se encuentra ubicado en la calle Los manguitos de Lomitas Nacajuca con las coordenadas  $18^{\circ}02'34.3''N$   $92^{\circ}56'24.6''W$  como se muestra en la (Figura 2). Este cuerpo de agua recibe descargas de aguas residuales domésticas de las casas aledañas.

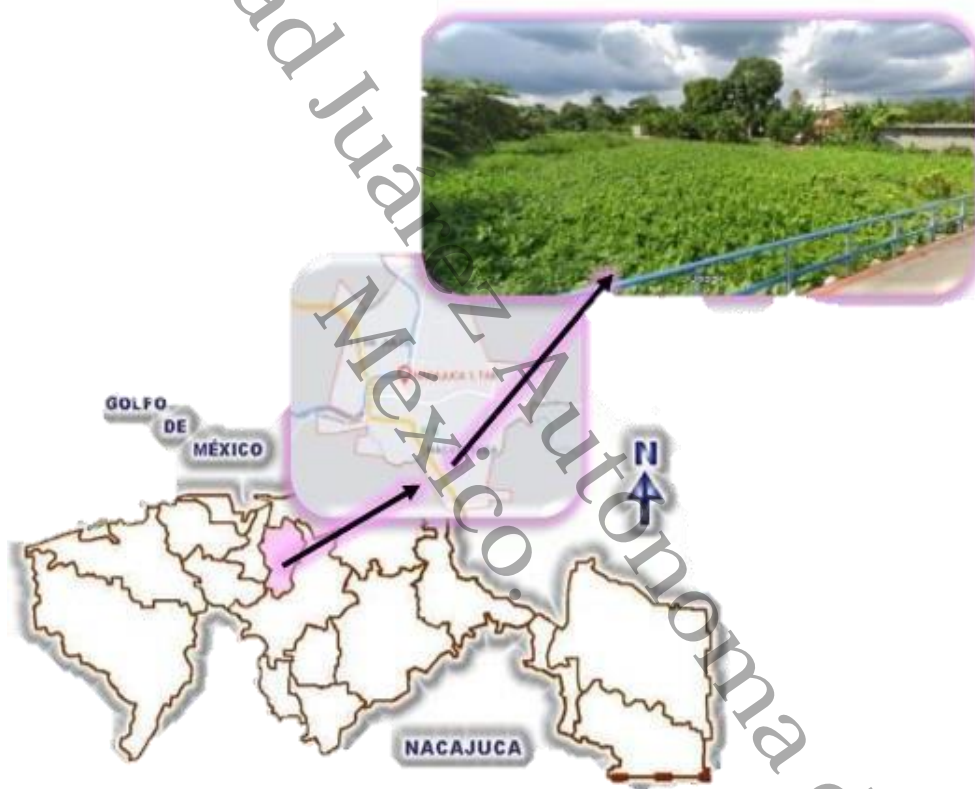


Figura 2. Fuente Google Maps 2021; INEGI.

## **6.2 Búsqueda en la base de datos**

Se realizó una búsqueda de datos en revistas científicas digitales como ScienceDirect, Scopus, Springer, Thomson scientific, Wiley, Nature y Pubmed son plataformas con documentos en texto completo, de alta calidad científica en medicina, biología, medio ambiente, sociología, economía y agricultura. Para obtener datos importantes sobre el uso del género *Sagittaria*.

## **6.3 Metodología zoop**

Se utilizó el método de zoop con la finalidad de lograr una definición realista y clara de los objetivos de la especie *S. latifolia* para así mejorar la comunicación y cooperación de los habitantes de las comunidades en las que se realizó el estudio y público en general.

Se diseñó y analizo un árbol del problema del escaso aprovechamiento que se le da a la especie *Sagittaria latifolia*.

El árbol de problemas es una técnica que se emplea para identificar una situación negativa (problema central), la cual se intenta solucionar analizando relaciones de tipo causa-efecto. Para ello, se debe formular el problema central de modo tal que permita diferentes alternativas de solución, en lugar de una solución única.

## **6.4 Encuesta a los habitantes de la comunidad**

Se realizó una encuesta al 10% de la comunidad Los Manguitos (INEGI, 2015), la cual fue realizada por el maestro Sebastián Alberto Ramos Arcos alumno del posgrado, forma parte del grupo y avalada por la Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna quien es especialista en trabajos comunitarios, educación ambiental y sustentabilidad miembro del grupo de investigación en donde se plasmó como actor primario el conocimiento de la especie, la cual es parte del paisaje del ecosistema.



## 6.5 Recolección de muestras

El punto de muestreo se realizó en el río El Zapote y se identificó la especie *Sagittaria latifolia* gracias a la doctora Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez (Curadora de la Colección de Plantas vasculares del Herbario UJAT), se colectaron seis ejemplares de plantas completas (Figura 3) y se llevaron a la División Académica de Ciencias Biológicas para su posterior tratamiento.



Figura 3. Colecta de *Sagittaria latifolia*.

## 6.6 Pretratamiento de muestras

### *Sagittaria latifolia*

De los seis ejemplares de *Sagittaria latifolia* se tomaron tres para sembrarlos en maceteros (Figura 4A) y poder observar su crecimiento, mientras que los tres restantes se lavaron cuidadosamente con agua del grifo para posteriormente prensarlos para obtener un montaje adecuado y no evitar su contaminación (Figura 4B).



Figura 4. A) Resembrar en macetas.



B) Muestras procesadas.

## 6.7 Tratamiento de las muestras

### Deshidratación y pulverización de *Sagittaria latifolia*

Se dejaron secar a temperatura ambiente por dos semanas, una vez disminuida la humedad, se cortaron en pequeños fragmentos (Figura 5A) y se introdujeron al horno a 50°C para la deshidratación uniforme de las partes aéreas, raíz y tubérculo (Figura 5B).



Figura 5. A) Fragmentos de las muestras.



B) Horno.

Terminando el proceso de deshidratación se trituraron con un mortero para pulverizar las muestras (Figura. 6A) y depositarlas en bolsas tipo ziploc para su resguardo (Figura 6B).

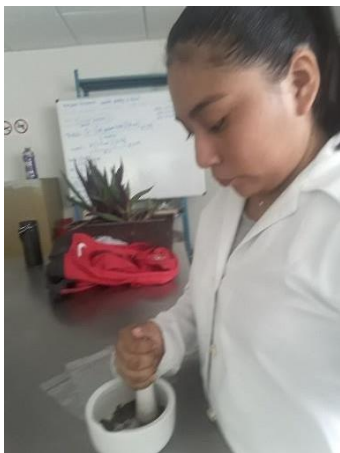


Figura 6. A) Pulverización con mortero.



B) Etiquetado y guardado en bolsas ziploc.

## 6.8 Identificación de minerales por difracción de rayos X

La difracción de rayos X es un método directo, rápido y no destructivo para detectar y analizar muestras de polvo (Figura 7), además se utiliza para caracterizar inequívocamente muestras de tejidos de la planta (López y Velázquez, 2016).



**Figura 7.** Difractómetro de rayos x modelo SIEMENS D500 de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.

Las muestras pulverizadas de *Sagittaria latifolia* se colocaron en un portaobjetos para a su vez situarlas en la banda de cobre dentro del instrumento de difracción de rayos X, mientras en la computadora se utilizó el programa Difracc AT para alinear de 40 -60 los seguros del instrumento para etiquetar la muestra. Las muestras tardan 25 minutos en dar resultados.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Base de datos especializados

Las búsquedas de información en diferentes bases de datos especializadas generaron los siguientes resultados, la palabra clave fue *Sagittaria* en la base de datos Elsevier ScienceDirect el total de artículos fue de 1,492 resultados, los cuales se dividen en artículos de revisión (74), artículos de investigación (1,063), enciclopedias (28) y

Capítulos de libro (155) subdivididas a su vez en las siguientes áreas Ciencias agrícolas y Biológicas (827), ciencias ambientales (583), ciencias de la tierra, planetarias (368), bioquímica, genética y biología molecular (162), ciencias sociales (113), química (65), inmunología y microbiología (39), energía (36), farmacología, toxicología y ciencias farmacéuticas (24), ciencias veterinarias y medicina veterinaria (22), sin duda una especie de este género de las más estudiadas es *Sagittaria sagittifolia* L.

En la base de datos Springer se encuentran un total 87 artículos y se dividen en (22) resultados en biomedicina, (27) artículos en patología de las plantas, (14) fisiología de las plantas, (13) Agricultura, (11) Ecología.

Wiley esta base de datos contiene una variedad de artículos de la especie *Sagittaria* en las que se observan 1,434 divididos en diferentes asignaturas como (248) agricultura, (12) antropología, (43) acuicultura, pesca y ciencias pesqueras, (9) arqueología, (1) arquitectura y planificación, (2) artes aplicadas, (1) ingeniería biomédica, (1) administración de empresas, (3) ingeniería química y bioquímica y (203) química.

En el buscador Nature se encontró un total de 63 artículos y se dividen en 5 diferentes tipos de artículos; (34) de Investigación, (21) Noticias, (5) Libros y arte, (1) Editorial y (1) en reseñas.

Mientras tanto el buscador Pubmed ofrece 142 artículos de información biotecnológica de *Sagittaria trifolia* y *Sagittaria sagittifolia*. En la siguiente Tabla 1 se presentan los resultados de la búsqueda especializada para del género *Sagittaria*.

**Tabla 1.** Matriz del género *Sagittaria* obtenidos de los buscadores de datos científicos ScienceDirect, Springer, Wiley, Nature y PubMed.

ESPECIE	OBJETIVO DEL ESTUDIO	METODOLOGIA	RESULTADO SOBRE SALIENTE	AUTOR
<b><i>Sagittaria trifolium</i></b>	Fitoterapia tradicional entre los sherpas de Helambu, Nepal Central.	Búsqueda de datos de la identidad botánica fue confirmada en el Herbario Nacional (KATH), Lalitpur, Nepal.	El jugo de la planta se aplica a los forúnculos, especialmente a los de la cadera (localmente llamado "pilo"), para la rápida maduración y expulsión del pus.	(Bhattarai, 1989).
<b><i>Sagittaria sagittifolia</i></b>	Polisacárido de <i>Sagittaria sagittifolia</i>	Realizando análisis bioinformáticos en datos metabólicos plasmáticos que se obtienen a partir de cromatografía líquida de ultrarresolución-masa de alta resolución espectrometría (UPLC-HRMS).	Tiene potentes efectos protectores sobre la lesión hepática inducida por fármacos. Se registró en el Compendio de Materia Médica como una especie nativa de China y se utiliza tanto como medicina como alimento	(Deng y Tang 2020).
<b><i>Sagittaria sagittifolia</i></b>	El efecto protector del polisacárido de <i>sagittaria sagittifolia</i> (SSP) en fármacos antituberculosos.	Se utilizaron la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real y la transferencia Western para evaluar la expresión de ARNm y proteínas de Bcl-2, Bax, Nrf2 y Keap1.	SSP tuvo un efecto protector potencial ya que aumentó la viabilidad celular y redujo los niveles intracelulares de marcadores de daño hepático.	(Liao, Y., Li, B., Lin, Y., Wang, C., Wang, J., Ke, X., & Lv, J. 2017).
<b><i>Sagittaria trifolia</i></b>	Conocer los productos y Beneficios del tubérculo de <i>Sagittaria trifolia</i> .	Extracción y purificación de polisacáridos	Mejora el estreñimiento y puede prevenir obesidad inducida por una dieta alta en grasas a través de la regulación de la microbiota intestinal.	(Zhang, Y., Yang, G., Wang, X., Ni, G., Cui, Z. y Yan, Z, 2020).

<b><i>Sagittaria sagittifolia</i> L.</b>	Propiedades fisicoquímicas, funcionales y antioxidantes de la harina en los Tubérculos de <i>Sagittaria Sagittifolia</i> L.	Se sometieron a tostado en sartén y microondas, se convirtieron en harina.	Dado que se necesitan antioxidantes fuertes de los recursos naturales, por lo tanto, la punta de flecha asada podría ser una buena fuente. De potencial antioxidante en la dieta.	(Wani, I. A., Gani, A., Tariq, A., Sharma, P., Masoodi, F. A., & Wani, H. M., 2016).
<b><i>Sagittaria sagittifolia</i> L.</b>	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L. (Alismataceae) son hierbas importantes de las que se ha informado que son eficaces en el tratamiento del cáncer.	Se inyectaron células T24 en los flancos de ratones desnudos y los ratones se dividieron aleatoriamente en cinco grupos	Nuestros hallazgos brindan nuevos conocimientos sobre el papel del crecimiento tumoral mediante la regulación en el cáncer de vejiga y exploran los posibles mecanismos que contribuyen a los efectos terapéuticos.	(Gong, H., Chen, W., Mi, L., Wang, D., Zhao, Y., Yu, C., & Zhao, A, 2019).
<b><i>Sagittaria sagittifolia</i></b>	Caracterización, propiedades funcionales y almidón de varias macrófitas entre ellas <i>Sagittaria sagittifolia</i>	Se determinó la morfología del almidón, el almidón total y el contenido de amilosa de estas seis especies de plantas de agua dulce. Se evaluaron sus propiedades funcionales, es decir, cristalinidad del almidón, propiedades térmicas y comportamiento reológico	Las propiedades del almidón mostraron un potencial igualmente bueno que los almidones comerciales en la producción de alimentos a base de almidón en función de sus propiedades y funcionalidad del almidón.	(Syed, F., Zakaria, M. H., Bujang, J. S., & Christianus, A, 2021).
<b><i>Sagittaria latifolia</i></b>	<i>Sagittaria latifolia</i> activa contra el patógeno fúngico <i>Cryptococcus neoformans</i> .	Se determinaron mediante métodos químicos y análisis espectroscópico.	Enfoque de detección química mejorado para la priorización de aciertos en el descubrimiento de fármacos de productos naturales.	(Ravu, RR, Jacob, MR, Jeffries, C., Tu, Y., Khan, SI, Agarwal, AK, ...Li, X.-C, 2015).

<b><i>Sagittaria trifolia</i></b>	Beneficios de los tubérculos de <i>Sagittaria trifolia l.</i> en células cancerígenas en el colon.	Los compuestos se determinaron mediante extensos experimentos y por comparación con los datos publicados en diversas publicaciones.	Los hallazgos proporcionaron información sobre los componentes anticancerosos de los tubérculos de <i>Sagittaria trifolia l.</i> , lo que podría facilitar su utilización. Como ingredientes alimentarios funcionales	(Israa, Assani, C.G, 2020)
<b><i>Sagittaria trifolia</i></b>	aceite esencial de <i>Sagittaria trifolia</i> como producto de alimento medicinal	Utilizando métodos de ensayo microbiológico en placa cilíndrica y microdilución en caldo.	Esta actividad antimicrobiana puede explicar en parte por qué el aceite se usa con fines medicinales durante el parto y para las enfermedades de la piel en la medicina tradicional china.	(Xiangwei, Z., Xiaodong, W., Peng, N., Yang, Z. y JiaKuan, C, 2006).
<b><i>Sagittaria trifolia</i></b>	Análisis bioquímico y la composición química de diferentes poblaciones de <i>S. trifolia</i> .	Flavonoides y la actividad antioxidante. Además, también se determinó la composición química, el análisis bioquímico y las sustancias minerales.	Compuestos químicos nutricionales y curativos de <i>S. trifolia</i> son beneficiosos para la nutroterapia del ser humano.	(Ahmed, M., Ji, M., Sikandar, A., Iram, A., Qin, P., Zhu, H., Y Sun, Z, 2019)
<b><i>Sagittaria montevidensis</i></b>	Comprobar el aprovechamiento de las especies hidrófitas y palustres de la región del Chaco.	Relevación de información bibliográfica existente y obtuvieron información actual de los aborígenes y criollos nativos de la región respecto al empleo y las propiedades de las especies hidrófitas y palustres.	<i>Sagittaria montevidensis</i> funciona como un diurético.	(Chifa, C., & Ricciardi, A. I, 2006).

Al hacer un análisis exhaustivo de las bases de datos, en Elsevier Science Direct se encontró más información de *Sagittaria* que en las demás sin embargo es escasa la información como planta medicinal y culinaria. Dando lugar a que existen demasiados huecos informativos sobre esta especie generando el desaprovechamiento de esta.

## 7.2 Reconocimiento del problema sustentable del *Sagittaria latifolia*

Se realizó un diagnóstico de la problemática en la que se encuentra la especie *Sagittaria*, con el fin de identificar a detalle las causas tomando en cuenta todos los efectos que esta pueda tener.

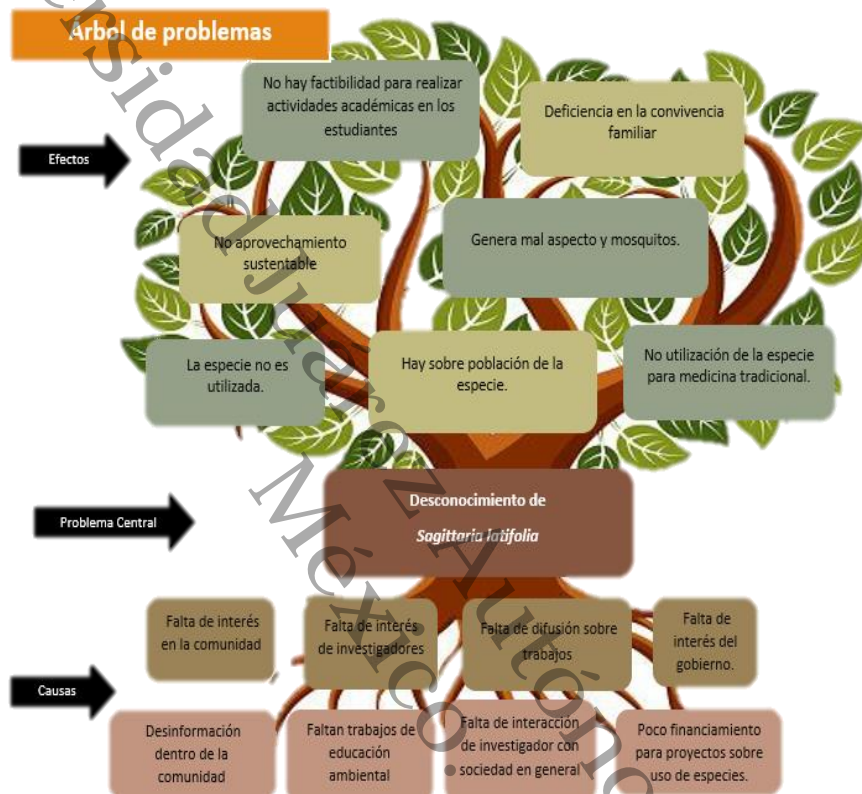


Figura 8. Árbol de problemas.

Los problemas que causan la interacción de la sociedad con las plantas son la falta de interés de los investigadores puesto que se enfocan a otros proyectos, el poco financiamiento que se le da a los proyectos por parte del gobierno y la falta de educación ambiental, ha provocado que algunas especies no sean aprovechadas de manera adecuada como es el caso de *Sagittaria*. Los escasos trabajos de investigación que se han realizado no son difundidos lo que con lleva a la desinformación entre los habitantes de las comunidades, lo ven como una maleza o habitat para los mosquitos la inatención provoca que sea desestimado.

Se identificaron las posibles alternativas positivas si se da a conocer a *Sagittaria* como



planta multifuncional para el uso del ser humano y el ambiente.

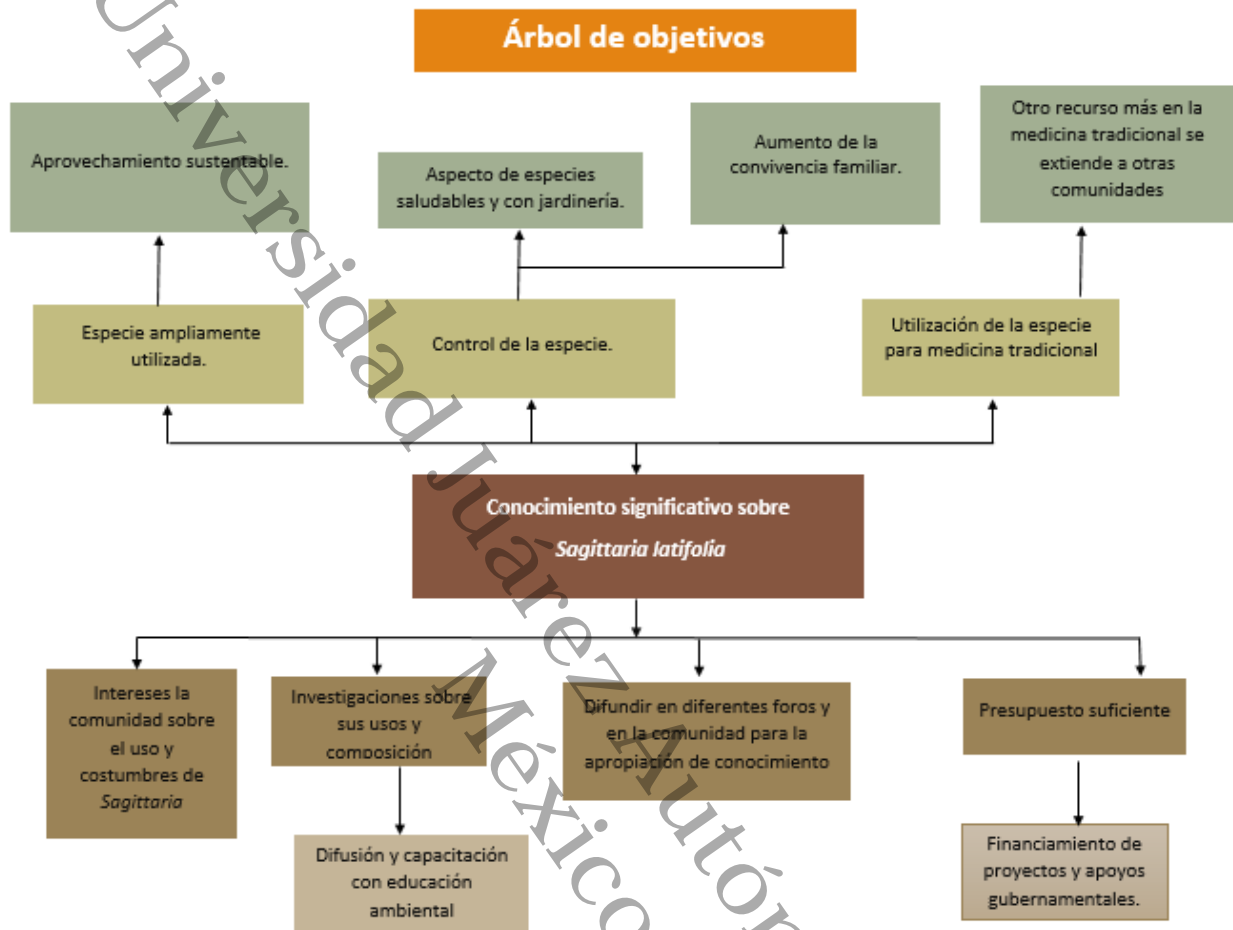


Figura 9. Árbol de objetivos.

La especie *Sagittaria* como tal es una planta que tiene diversos beneficios en el medio ambiente como biorremediador y en la medicina tradicional es utilizada para el tratamiento de diferentes enfermedades; es ampliamente utilizada en diferentes países como es en el caso de la India, china, Canadá, Argentina entre otros, si el gobierno aportara el presupuesto adecuado a las investigaciones sobre las propiedades de la especie para obtener una amplia información y difundirlo de una manera congruente y eficaz para las comunidades y a si se puedan aprovechar los beneficios que aporta *Sagittaria* se podrían impartir capacitaciones en el cuidado y manejo de la planta aportar en el desarrollo económico para la compra y venta de esta, estimulando la educación ambiental para el cuidado de las especies y así no llevarlas a la extinción mejorando la calidad de diferentes

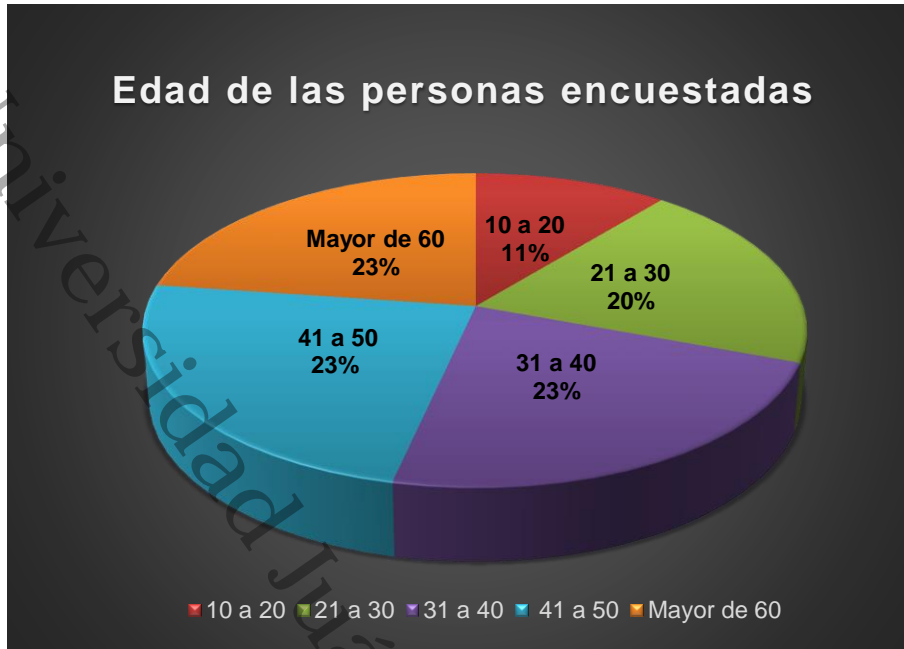
ámbitos.

Los resultados son los siguientes en cuanto al sexo de los encuestados, el mayor porcentaje es representado por el sexo femenino con un 61% y el sexo masculino representado en la encuesta por un 39% como se observa en la (Figura 10).



**Figura 10.** Sexo de personas encuestadas.

La edad de las personas encuestadas, de 10 a 20 años es representado por un 11%, 21 a 30 años con un 20%, mientras que los rangos de 31 a 40 años, de 41 a 50 y los mayores de 60 años son representados con un 23% como se aprecia en la (Figura 11).



**Figura 11.** Edad de las personas encuestadas

El resultado del nivel de escolaridad es variable debido a que el 26% tiene la preparatoria completa, 22% secundaria completa, 16% primaria completa, 15% la licenciatura completa, 6% la preparatoria incompleta, los rangos de licenciatura y secundaria incompleta obtienen el 4%, el 3% no estudio, en el rango de primaria completa y personas que no quisieron contestar tienen el 2% como se observa en la (Figura 12).



**Figura 12.** El nivel de escolaridad de las personas encuestada.

Los resultados positivos de la encuesta de la identificación de *Sagittaria latifolia* se representan con el 71% y negativamente con el 29% como se aprecia en la (Figura 13).



**Figura 13.** Identificación de *Sagittaria Latifolia*.

La mayoría de las personas encuestadas son del sexo femenino; el nivel educativo con mayor porcentaje es el medio superior y la gran parte de la población encuestada no

conoce a *Sagittaria latifolia*. Durante el 2020 la población de Nacajuca fue de 150,300 habitantes (48.5% hombres y 51.5% mujeres); los principales grados académicos de la población de Nacajuca fueron preparatoria o bachillerato general 31.1k personas lo que es equivalente al 29.3% del total de la población (Datamexico, 2020).

Los beneficios de *Sagittaria* son desconocidos lo que ha provocado que sus hábitats en los que se encuentran sean contaminados mediante las actividades humanas, aunque estas plantas se adaptan rápidamente y son resistentes se puede extinguir por la falta de información de sus beneficios como plantas medicinales y culinarias que esta tiene en algunas partes del mundo.

Mediante los datos personales obtenidos en las gráficas se realizó un tríptico informativo en la que se da a conocer como planta medicinal, la importancia del su consumo culinario de la especie *Sagittaria* y poder preservar la especie y hacer uso sustentable del recurso y no llegue a la extinción.

- En China consumen la harina de los tubérculos por ser una fuente potencial antioxidante en la dieta.

### ¿CON QUE OTRO NOMBRE CONOCEN A PUNTA DE FLECHA?

- Bayoneta (Oaxaca).
- Chubácuaro, hojilla, y hoja de flecha (Michoacán),
- Punta de flecha, colepatal (Tabasco),
- Colomo (Jalisco),
- Flecha de agua (Estado de México),
- Tul (Campeche).

### Datos curiosos de *Sagittaria*.

- Una de las especies de *Sagittaria* más empleadas en el mundo es *S. latifolia* los indios Chinoc de Oregón la incluían desde 1854 en su dieta.
- Los fenómenos básicos de la biología y aprovechamiento de *S. macrophylla* y *S. latifolia* en México son desconocidos; lamentablemente los hábitats en los que se desarrollan se están alterando por las actividades humanas, tan intensamente que tienden a desaparecer.

### REFERENCIAS

- ❖ Gómez, C. Z., & Lot, A. (2005). Distribución y uso tradicional de *Sagittaria macrophylla* Zucc. y *S. latifolia* Willd. En el Estado de México. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 12(3), 282-290.
- ❖ Bhattarai, NK (1989). Fitoterapia tradicional entre los sherpas de helambu, Nepal central. *Revista de etnofarmacología*, 27 (1-2), 45–54. doi: 10.1016 / 0378-8741 (89) 90076-7.
- ❖ Deng, X., Ke, X., Tang, Y., Luo, W., Dong, R., Ge, D & Liao, Y. (2020). *Sagittaria sagittifolia* polysaccharide interferes with arachidonic acid metabolism in non-alcoholic fatty liver disease mice viaNrf2/HO-1 signaling pathway. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 132, 110806.
- ❖ Liao, Y., Li, B., Lin, Y., Wang, C., Wang, J., Ke, X., & Lv, J. (2017). Comparative study on theprotective effect of polysaccharides and aqueous extracts of *Sagittaria sagittifolia* against hepatocellular injury caused by co-administration of isoniazid and rifampin. *Beijing J Tradit Chin Med*, 36, 415-9.



UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO  
(División Académica Ciencias  
Biológicas)



### PUNTA DE FLECHA (*Sagittaria*) COMO PLANTA MEDICINAL Y CONSUMO CULINARIO.



Egresada de la  
Licenciatura en Biología:  
Esmeralda Reyes Cruz

## LA PLANTA PUNTA DE FLECHA (*Sagittaria*)

- Pertenece al género *Sagittaria* es uno de los once que componen la familia Alismataceae, incluye aproximadamente 25 especies.
- Tienen hojas aéreas, flotantes o sumergidas, anchas en forma de flecha que miden, entre 2 y 5 mm de ancho y hasta 50 cm de largo.
- Las especies más pequeñas tienen una altura de entre 10 y 15 cm.
- Flores femeninas o hermafroditas en la base y masculinas arriba.
- Tiene tubérculos y raíces.
- Son plantas acuáticas



Hojas, tallo, flor y raíces de *Sagittaria*

### HABITAT:

Su Hábitat es en charcos permanentes, Ciénagas, orillas de lagos y lagunas. Se ha registrado asociado al tular, manglar, carrizal, bosque tropical subperennifolio, bosque de galería y vegetación secundaria.

### ¿EN DONDE SE ENCUENTRA ESTA PLANTA?

Se encuentra en diversos países como Canadá, Chile, Argentina, China, India, Venezuela, México, Asia y Europa.

### PUNTA DE FLECHA COMO PLANTA MEDICINAL



- Los tubérculos ayudan a mejorar el estreñimiento y puede prevenir la obesidad.
- Los tallos de punta de flecha son eficaces en el tratamiento del cáncer de vejiga.
- El aceite esencial de punta de flecha ayuda en el uso con fines medicinales durante el parto y para las enfermedades de la piel en la medicina tradicional en china.

- También ayuda al mejoramiento de los problemas renales ya que funciona como un diurético.
- Ayuda como tratamiento desinflamatorio durante el periodo menstrual.
- Las hojas maceradas de algunas plantas son aplicadas a úlceras infectadas, picaduras de culebras e insectos.

### CONSUMO CULINARIO

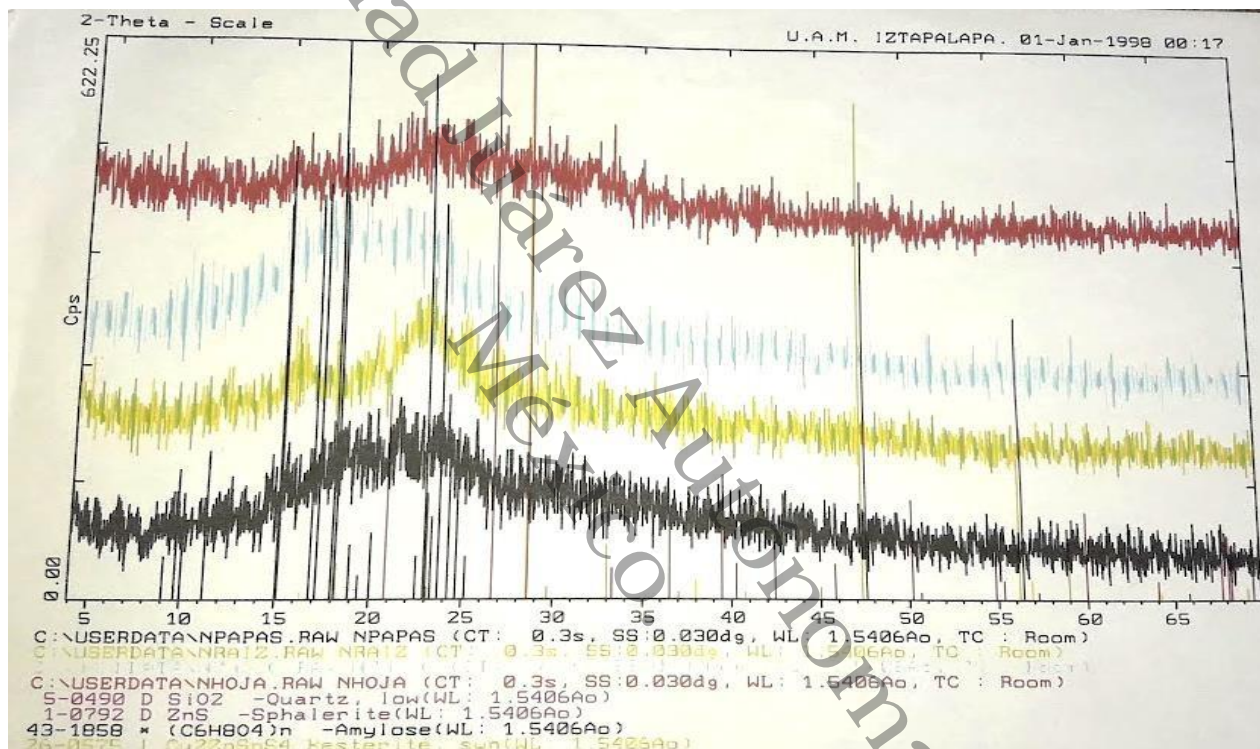
- En Estados Unidos los tubérculos aún son consumidos en diversos platillos como ensaladas o panqués.
- Las 'papas de agua' se consumen cocidas, ya sea solas o acompañadas en los tradicionales 'tacos de plaza'.
- Los tubérculos son consumidos por los indios pumé de Venezuela.
- Los almidones que contienen los tubérculos en áreas comerciales son utilizados para la producción de alimentos nutricionales.



PAPA DE AGUA

### 7.3 Composición química de la especie a través de la difracción de rayos X

Los resultados del análisis químico a través del difractómetro de Rayos x se muestran en la (Figura 14) en donde se observan la presencia de los minerales en el color rojo representa la parte de las hojas las cuales presentó Kesterita ( $Cu_2ZnS_4$ ), en el azul es el tallo el mineral que se observó Esfalerita ( $ZnS$ ), en las raíces se presentan de color verde cuarzo ( $SiO_2$ ), mientras en los tubérculos son representados color negras las cuales presentan grandes cantidades del polisacárido amilosa.


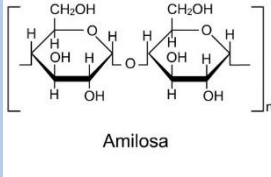

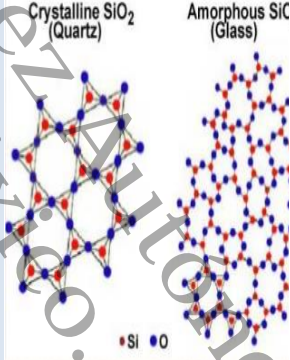

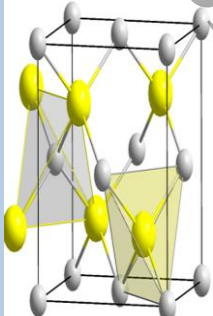


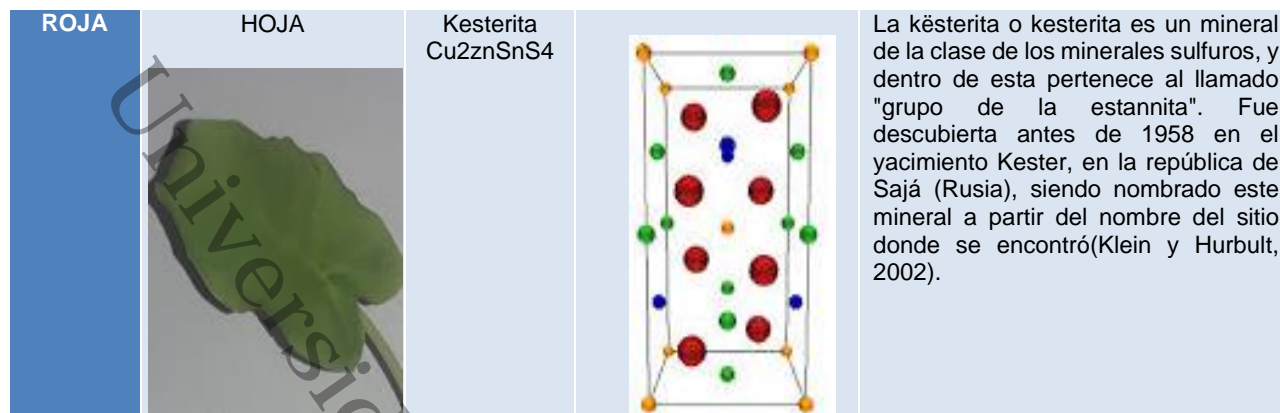
**Figura 14.** Difractograma de rayos X de las muestras de *Sagittaria latifolia* tomadas de la calle Los Manguitos.

El difractograma de las muestras tomadas de la calle El Manguito, muestran que la especie *Sagittaria latifolia* contiene minerales en sus partes aéreas, raíces y es sus tubérculos presenta amilosa que son polisacáridos compuestos por unidades de glucosa como se muestran en la siguiente tabla:



**Tabla 2.** Minerales que se presentan en el difractograma de rayos X

COLOR	MUESTRAS	MOLECULA	ESTRUCTURA CRISTALINA DE LA MOLECULA	IMPORTANCIA
NEGRO	<p>RAIZ</p> 	<p>Amilosa (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>)<sub>n</sub></p>	 <p>Amilosa</p>	<p>El almidón es el principal polisacárido de reserva de carbono y energía de plantas terrestres, algas (supergrupo Archaeplastida del dominio Eukarya) y algunas cianobacterias (subgrupo V), organismos en los cuales juega un importante papel fisiológico.</p> <p>El almidón se asocia con los órganos de reserva, como las semillas, las raíces y los tubérculos, ya que éstos son las principales fuentes de carbohidratos en la dieta humana.</p> <p>Desde el punto de vista industrial, es una materia prima barata y renovable, con propiedades fisicoquímicas únicas y una creciente explotación tanto en el sector agroalimentario) (Ragel de la Torre, P. 2012).</p>
VERDE	<p>TALLO</p> 	<p>CUARZO SiO<sub>2</sub></p>	 <p>Crystalline SiO<sub>2</sub> (Quartz)      Amorphous SiO<sub>2</sub> (Glass)</p> <p>• Si    • O</p>	<p>Silicio son asimiladas por las raíces. Desarrollo de tejido de transporte de minerales xilema, así también induce el crecimiento de tejido para el almacenamiento de reservas.</p> <p>El silicio tiene un efecto abrasivo en los insectos y provoca su muerte por deshidratación.</p> <p>Mejora la resistencia a situaciones de estrés por las condiciones ambientales (Quero, 2018).</p>
AZUL CIELO	<p>TALLO</p> 	<p>Esfalerita ZnS</p>		<p>La esfalerita o blenda es un mineral que pertenece al grupo de los sulfuros (no hay reportes de que este mineral forme parte de la estructura de las plantas sin embargo pudiera ser del suelo donde la planta está enraizada (Klein y Hurbult, 2002).</p>



En los resultados del estudio se puede apreciar que la especie tiene una suma importancia (Bhattarai, 1989; Liao, 2017). A partir de los hallazgos encontrados podemos aceptar que el objetivo general nos permite dar a conocer que las plantas del género *Sagittaria* es ampliamente útil para el ser humano y el medio ambiente ya que esta puede ayudar a combatir enfermedades entre las que se encuentran las lesiones hepáticas inducidas por fármacos, es utilizada en la medicina china (Deng y Liao, 2020). Puede ser aprovechada también en el ámbito culinario al aportar una gran cantidad de nutrientes como es el caso de *Sagittifolia latifolia* que contiene fuertes antioxidantes naturales (Wani, 2016).

Las plantas de la especie *Sagittaria latifolia* contienen los mismos minerales resaltando el polisacárido amilosa. La especie de *sagittaria* nos permite ver que diversas especies no son aprovechadas de la manera adecuada generando desinformación en la que ha provocado que algunas de las tantas especies estén por desaparecer como es el caso de *Sagittaria demersa* es una especie endémica de México, considerada rara o incluso en peligro de extinción, por la drástica disminución y alteración de su hábitat natural. Estos autores expresan la importancia que tiene *sagittaria* con este estudio se halla un acuerdo en que se tiene que dar información de la especie para el aprovechamiento dentro de las comunidades (Lot y Olvera, 2015).

## VIII. CONCLUSIONES

En la base de datos de artículos científicos se encontró poca información sobre *Sagittaria latifolia* existen por falta de conocimientos sobre sus anatomía, fisiología y beneficios.

El problema central es el desconocimiento de *S. latifolia* las causas son principalmente por la falta de interés de los habitantes de la comunidad, los investigadores, la falta de difusión y el poco presupuesto; el efecto que esta con lleva es que se desaprovecha los grandes beneficios que esta aporta generando mal aspecto y un hábitat para los mosquitos. Las alternativas positivas a las soluciones de los problemas en las que se encuentra la especie es investigar la composición y usos para así difundir información concreta. La educación ambiental es fundamental para aprovechar a la especie como planta biorremediadora, medicinal y usos culinarios.

La recolección de muestras obtenidas en la comunidad de la Calle Los Manguitos que fueron sometidas al difractor de rayos X obteniendo minerales como cuarzo ayuda al crecimiento del tejido de *sagittaria latifolia* y funciona como un insecticida natural se ubicado en las raíces, esferelita tallo y kesterita hoja. Presentando un polisacárido como es el caso de la amilosa esta se encuentra en los tubérculos tienen una función esencial en la dieta del ser humano como un carbohidrato.

## IX. LITERATURA CITADA

- Ahmed, M., Ji, M., Sikandar, A., Iram, A., Qin, P., Zhu, H., y Sun, Z. (2019). análisis fitoquímico, composición bioquímica y mineral y perfil gc-ms del extracto metanólico de la punta de flecha china *Sagittaria trifolia* L. del noreste de China. *Moléculas*, 24 (17), 3025.
- Alexander, M. (1994). *Biodegradation and bioremediation* academic press inc. San Diego, California, 267, 269.
- Assani, I., Du, Y., Wang, CG, Chen, L., Hou, PL, Zhao, SF, y Huang, RZ (2020). Efectos antiproliferativos de los diterpenoides de los tubérculos de *Sagittaria trifolia* L. en las células de cáncer de colon al dirigirse a la vía NF-kb. *Alimentos y funciones*, 11 (9), 7717-7726.
- Bhattarai, NK (1989). fitoterapia tradicional entre los sherpas de helambu, nepal central. *revista de etnofarmacología*, 27 (1-2), 45–54. doi: 10.1016 / 0378-8741 (89)90076-7.
- Buckley, A. (2014). Adsorption of o-isopropyl-n-ethyl thionocarbamate on cu sulfide ore minerals. *Minerals engineering* 69: 120–32.
- Castillo, L. (2019). Transferencia de metales provenientes de aguas residuales y lixiviados a *Sagittaria latifolia*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.44.
- Chifa, C., & Ricciardi, A. I. (2006). Especies Hidrófitas y Palustres utilizadas como medicinales por los habitantes del norte y nordeste de la provincia del Chaco. *Dominguezia*, 22(1), 15-2.
- Colmenárez, J. B., de Delgado, G. D., Usubillaga, A., Khouri, N., & Amaro-Luis, J. (2007). Estudio por difracción de rayos-X de productos naturales aislados de plantas de Los Andes Venezolanos. *Revista Cubana de Química*, 19(2), 49-51.
- Datamexico. (2020). Nacajuca municipio de tabasco. Obtenido de <https://datamexico.org/es/profile/geo/nacajuca>.

- Deng, X., Ke, X., Tang, Y., Luo, W., Dong, R., Ge, D., & Liao, Y. (2020). *Sagittaria sagittifolia* Polysaccharide interferes with arachidonic acid metabolism in non-alcoholic fatty liver disease mice via Nrf2/HO-1 signaling pathway. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 132, 110806.
- E. (2020, 29 diciembre). Silicio en agricultura 【 SiO<sub>2</sub> 】 remineralizador de suelos agrícolas. Esto es agricultura. <https://estoesagricultura.com/silicio-en-agricultura>.
- Garibaldi, A., y Turner, N. (2004). Especies clave culturales: implicaciones para la conservación y restauración ecológica. *Ecología y sociedad*, 9 (3).
- Gong, H., Chen, W., Mi, L., Wang, D., Zhao, Y., Yu, C., & Zhao, A. (2019). Qici Sanling decoction suppresses bladder cancer growth by inhibiting the Wnt/B-catenin pathway. *Pharmaceutical biology*, 57(1), 507–513.
- González, F. (1999). Monocotiledoneas y dicotiledoneas: un sistema de clasificación que acaba con el siglo. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23(87), 195-205.
- Gordon, E. (1996). "Tipo de dispersión, germinación y crecimiento de plantulas de *Sagittaria latifolia* (Alismataceae)", *Fragm. Folia. Geobotanica*. 41 (2): 657-668.
- GORDON, E. (1996). Tipo de dispersión, germinación y crecimiento de plántulas. *Fragm. Flor. Geobot*, 41(2), 657-668 USDA NRCS National Plant Data, C. (2016). Broadleaf arrowhead *Sagittaria latifolia* Willd. USDA, NRCS.
- Haynes, R. R. (1998). —Alismataceae, en Mc. Vaugh, R. *Flora Novo-Galiciana*. University of Michigan. Vol. 13: 7-20.
- Hernández, R. (2001). Nutrición mineral de las plantas. Libro de botánica on line. [Consultado 26/9/2005]. Disponible en: < <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/nutricionmineral>.
- Israa Assani, C.-G. (2020). Efectos antiproliferativos de los diterpenoides de los tubérculos de *Sagittaria trifolia* L. en las células de cáncer de colon al dirigirse a la vía NF-κB. *Food & fution*, 11.

- Klein, C.; Hurbult, C. s.2002-2003. Manual de minerología. Barcelona: reverté.
- Liao, Y., Li, B., Lin, Y., Wang, C., Wang, J., Ke, X., & Lv, J. (2017). Comparative study on the protective effect of polysaccharides and aqueous extracts of *Sagittaria sagittifolia* against hepatocellular injury caused by co-administration of isoniazid and rifampin. Beijing J Tradit Chin Med, 36, 415-9.
- López, S., & Velázquez, J. (2016) CHEMICAL COMPOSITION OF THE LEAVES Rodeo discolor Medicinal plant distribute in central america and mexico using x-ray diffraction spectroscopy x-ray diffraction Rhoeo discolor, Sylwan, 160.
- Lot, A., Olvera, M., Flores, C., Díaz, A., Esparza, E., & Mora, Z. (2015). Guía ilustrada de campo: plantas indicadoras de humedales. México: UNAM.
- M. T. Yin, Marvin L. Cohen, "Theory of static structural properties, crystal stability, and phase transformations: Application to Si and Ge", Phys Rev. B, V26, 5668, Nov (1982) 20.
- Moerman, D.E. 1986. Medicinal plants of native America. University of Michigan Museum of Anthropology. Technical Reports, Number 19. 534 pp.
- Muñoz, F. (1996). Plantas medicinales y aromáticas: estudio, cultivo y procesado. Mundi-Prensa Libros.
- Porterfield, W. M. (1940). "The Arrowhead as a Food among the Chinese", Journal of New York Botanical Garden. 41: 45-47.
- Ramos, S. (2019) Evaluación Socioambiental de la especie *Sagittaria latifolia* en Sistemas Tropicales. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.40.
- Ravu, RR, Jacob, MR, Jeffries, C., Tu, Y., Khan, SI, Agarwal, AK, Li, X.-C. (2015). Identificación guiada por espectroscopia por LC-MS y <sup>1</sup>H NMR de diterpenoides antifúngicos de *Sagittaria latifolia*. Journal of Natural Products, 78 (9), 2255-2259. doi: 10.1021 / acs.jnatprod.5b00470.
- Rzedowski, J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta botánica mexicana, (14), 3-21.

- Sculthorpe C (1967) The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold Publishers Ltd, London.
- Syed, F., Zakaria, M. H., Bujang, J. S., & Christianus, A. (2021). Characterization, Functional Properties, and Resistant Starch of Freshwater Macrophytes. International journal of food science, 2021, 8825970.
- Torre, P. R. (2012). Identificación y caracterización de los elementos implicados en el inicio de la síntesis de almidón en plantas.
- Velasco Velasco, V. A. (1999). Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas. Terra Latinoamericana, 17(3).
- Wani, I. A., Gani, A., Tariq, A., Sharma, P., Masoodi, F. A., & Wani, H. M. (2016). Effect of roasting on physicochemical, functional and antioxidant properties of arrowhead (*Sagittaria sagittifolia* L.) flour. Food chemistry, 197(Pt A), 345–352.
- Wooten J (1986) Variations in leaf characteristics of six species of *Sagittaria* (Alismataceae) caused by various waterlevels. Aquat Bot 23:321–327.
- Xiangwei, Z., Xiaodong, W., Peng, N., Yang, Z. y JiaKuan, C. (2006). Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Sagittaria trifolia*. Químicode los compuestos naturales, 42 (5), 520-522.
- Zepeda-Gómez, C., y Lot, A. (2005). Distribución y uso tradicional de *Sagittaria macrophylla* Zucc. y *S. latifolia* Willd. en el Estado de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.283.
- Zhang, Y., Yang, G., Wang, X., Ni, G., Cui, Z. y Yan, Z. (2020). Tubérculo de *Sagittaria trifolia*: una fuente emergente para el descubrimiento de nutraceuticos. Revista de Ciencias de la Alimentación y la Agricultura. doi: 10.1002 / jsfa.10977.